

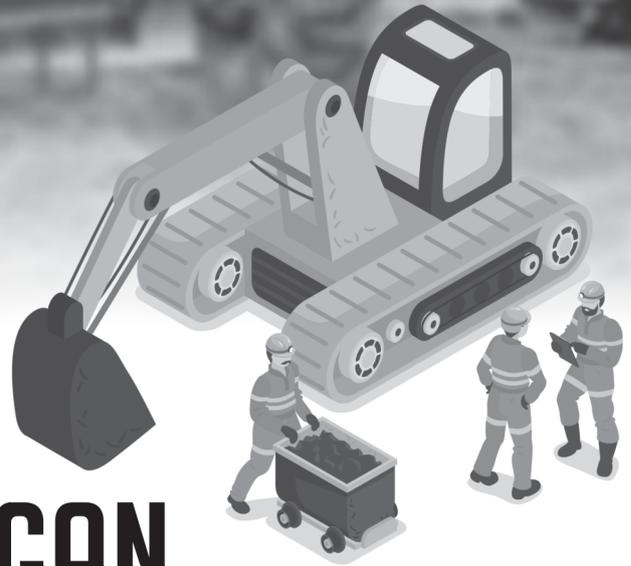


K. Ima Ismara  
Ulin Nuha, Eko Prianto

# BEKERJA DENGAN ALAT BERAT

Secara Selamat dan Sehat

Edisi Kedua



■ K. Ima Ismara  
Ulin Nuha, Eko Prianto

# BEKERJA DENGAN ALAT BERAT

## Secara Selamat dan Sehat

Edisi Kedua

## **Bekerja dengan Alat Berat Secara Selamat dan Sehat**

©K. Ima Ismara, Ulin Nuha dan Eko Prianto

---

Cetakan I, Juni 2020

---

Penulis : K. Ima Ismara, Ulin Nuha dan Eko Prianto

Penyunting Bahasa : K. Ima Ismara

Tata Letak : K. Ima Ismara

Cover : Ngadimin

---

**Diterbitkan dan dicetak oleh:**

**UNY Press**

Jl. Gejayan, Gg. Alamanda, Komplek Fakultas Teknik UNY

Kampus UNY Karangmalang Yogyakarta 55281

Telp : 0274-589346

Mail : unypenerbitan@uny.ac.id

*Anggota Ikatan Penerbit Indonesia (IKAPI)*

*Anggota Asosiasi Penerbit Perguruan Tinggi Indonesia (APPTI)*

---

ISBN : 978-602-498-153-2

---

Hak Cipta dilindungi Undang-undang

## **KATA PENGANTAR**

Kehadiran buku Keselamatan dan Kesehatan Kerja di Bidang Alat Berat ini akan mendukung tersedianya referensi mengenai keselamatan dan kesehatan kerja di bidang alat berat yang saat ini masih belum banyak disusun sebagai referensi bagi kalangan akademisi. Oleh karena itu, dengan telah disusunnya buku ini diharapkan dapat menambah ataupun melengkapi sumber-sumber referensi yang telah ada.

Buku ini memiliki manfaat untuk menambah wawasan Keselamatan dan Kesehatan Kerja di bidang Alat Berat agar semakin mudah untuk dipahami. Diharapkan dengan kehadiran buku ini akan membuat siapapun yang mempelajari Keselamatan dan Kesehatan Kerja menjadi lebih terbantu. Bagi pembelajar buku ini akan memudahkan dalam memahami alat-alat berat dan pengelolaannya oleh karena itu buku mengenai K3 terkait alat berat ini sangat dibutuhkan oleh pembelajar. Saat ini masih sulit bagi pembelajar untuk mengetahui alat-alat berat dan keterkaitannya dengan bidang Keselamatan dan Kesehatan Kerja sehingga diharapkan dengan kehadiran buku ini dapat menjawab kebutuhan tersebut.

Dengan berbagai alasan diatas, maka sangat dibutuhkan buku ini sebagai referensi bagi para pembelajar meskipun masih ada beberapa hal yang perlu disempurnakan agar buku ini menjadi lebih baik.

Yogyakarta, September 2018

Prof. Dr. dr. KRT. Adi Heru Husodo, M.Sc,  
D.Comm.Nut., DLSHTM

## PRAKATA

Puji syukur kehadiran Allah SWT yang telah memberikan kesempatan kepada kami dalam menyusun buku Bekerja Dengan Alat Berat Secara Selamat dan Sehat ini. Buku ini kami susun dengan tujuan untuk memberikan pedoman mengenai kesehatan dan keselamatan kerja di bidang teknik alat berat yang sangat penting diterapkan di dalam suatu industri yang menggunakan alat berat baik di sektor pertambangan maupun sektor konstruksi.

Buku ini disusun dengan diawali berdasarkan analisis kebutuhan dan keterkaitan antara materi keselamatan dan kesehatan kerja bidang alat berat yang ada di dalam Standar Kompetensi Kerja Nasional Indonesia (SKKNI) dengan standar kompetensi yang ada di dunia pendidikan. Kemudian dilanjutkan dengan Pengenalan mengenai kesehatan dan keselamatan kerja berbasis ZEROZICKS. Materi dasar alat berat disajikan dalam bab berikutnya diikuti dengan penjelasan mengenai keselamatan dan kesehatan kerja alat berat jenis beroda dan tidak beroda. Di bagian akhir ditutup dengan bab mengenai kompetensi tambahan yang dibutuhkan yaitu Prosedur Lock Out Tag Out, menjadi seorang Spotter, bagaimana memanjat dengan menerapkan Metode Three Point Contact dan Zona Berbahaya Pada Alat Berat.

Ucapan terimakasih kami berikan kepada semua pihak yang telah membantu penyusunan buku pedoman ini, khususnya kepada rekan-rekan yang telah membantu yaitu Deni, Sofia dan Sefti sehingga buku ini dapat diselesaikan.

Tim Penulis

## DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR .....	iii
DAFTAR ISI .....	iv
BAB 1 PENDAHULUAN .....	1
BAB 2 ZEROSICK .....	21
BAB 3 DASAR ALAT BERAT .....	49
BAB 4 ALAT BERAT BERODA .....	61
1. BACKHOE .....	61
2. WATER TANK TRUCK .....	73
3. WHEEL LOADER .....	85
4. WHEEL TRACTOR SCRAPER .....	92
5. TANDEM ROLLER .....	102
6. TAMROCK .....	115
7. SHOTCRETE .....	122
8. CRAWLER CRANE .....	133
9. DRAGLINE .....	155
10. EXCAVATOR CLAMSHELL .....	163
11. DUPM TRUCK .....	171
12. BULLDOZER .....	191
13. BUCKET WHEEL EXCAVATOR .....	198
BAB 5 ALAT BERAT TIDAK BERODA .....	228
1. BELT CONVEYOR .....	228

---

2. TOWER CRANE .....	237
3. DRILLING RIG .....	249
BAB 6 K3 KELISTRIKAN ALAT BERAT .....	255
1. SISTEM STARTER.....	255
2. BATERAI .....	258
3. SEKRING DAN RELAY .....	262
BAB 7 KOMPETENSI PENDUKUNG .....	265
1. PROSEDUR LOTO (LOG OUT, TAG OUT) .....	265
2. SPOTTER .....	271
3. PROSES MEMANJAT DENGAN THREE POINT CONTACT	275
4. ZONA BERBAHAYA ALAT BERAT .....	278
BAB 8 SAFETY ALERT .....	305
GLOSSARIUM .....	312
DAFTAR PUSTAKA .....	323
DAFTAR SUMBER GAMBAR.....	333

# **BAB 1** PENDAHULUAN

Standar Kompetensi Kerja Nasional Indonesia tentang Mekanik Engine Alat Berat yang disusun oleh Departemen Pekerjaan Umum Republik Indonesia tahun 2008 menjelaskan tentang Standar Kompetensi, Posisi Jabatan Kerja, Pemaketan SKKNI dalam Kualifikasi Jabatan Kerja dan Unit-unit Kompetensi dari Mekanik engine alat berat sebagai berikut :

## **Standar Kompetensi Mengacu Jenjang Kualifikasi / Jabatan Kerja**

Penetapan jenjang kualifikasi jabatan kerja/profesi mengacu pada Kerangka Kualifikasi Nasional Indonesi (KKNI) dan Kerangka Kualifikasi Jasa Kontruksi (KKJK). Sesuai dengan hasil studi literature, konsep standar kompetensi mencakup semua aspek kinerja tugas/ pekerjaan untuk membangun wawasan yang tidak terbatas hanya pada kemampuan tugas secara sempit tetapi mencakup 5 (lima) dimensi kompetensi yang perlu dikembangkan, yaitu:

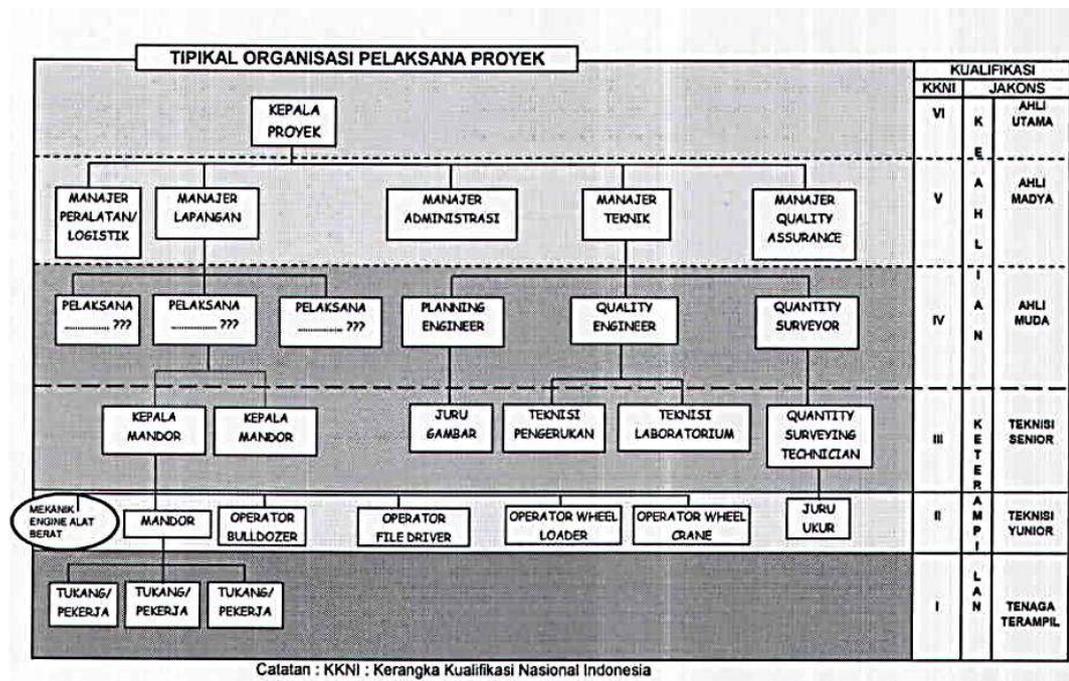
1. Kemampuan dalam tugas (task skill)
2. Kemampuan mengelola tugas (task management skill)
3. Kemampuan mengatasi suatu masalah tak terduga dengan cermat dan tepat (contingency management skill)
4. Kemampuan menyesuaikan dengan lingkungan kerja (job/role environment skill)
5. Kemampuan mentransfer atau adaptasi dalam situasi yang berbeda / baru (tranferable management skill)

Dimensi kompetensi tersebut dapat muncul dalam kegiatan yang berbeda dari format standar, misalnya dapat berada dalam elemen kompetensi, kriteria unjuk kerja dan batasan variabel.

## **Posisi Jabatan Kerja**

Analisis kompetensi merupakan langkah utama untuk menyusun Standar Kompetensi Kerja dibidang pekerjaan tertentu antara lain bidang pekerjaan pemeliharaan dan perbaikan engine alat berat yang dipersiapkan untuk pegangan atau tolak ukur penilaian kapasitas kemampuan untuk menduduki jabatan kerja Mekanik Engine Alat Berat. Jabatan kerja yang dimaksud harus jelas dan pasti

posisinya dalam klasifikasi dan kualifikasinya, juga pada pelaksanaan pekerjaan konstruksi seperti tipikal struktur organisasi sebagai berikut:



### Pemaketan SKKNI dalam Kualifikasi jabatan Kerja

- Sektor : Jasa Kontruksi
- Sub Sektor / Bidang Pekerjaan : Mekanikal
- Sub Bidang Pekerjaan : Semua Sub Bidang Pekerjaan/Kontruksi
- Klasifikasi : Pelaksanaan
- Nama Jabatan Kerja : Mekanik Engine Alat Berat
- Jenjang KKNI/KKJK : Sertifikat II (dua)/Teknisi Yunior
- Diskripsi Jabatan Kerja : Melaksanakan pemeliharaan, perbaikan, trouble shooting engine alat berat membuat laporan pekerjaan
- Kode : INA.5220.222.x x. / F 45.....
- Kelas dalam Kualifikasi Kerja : Kualifikasi jabatan kerja Mekanik Engine Alat Berat pada pekerjaan

konstruksi dibedakan dalam 3 (tiga) kelas menurut tingkat kesulitan pekerjaan yang dilakukannya, dijabarkan kedalam pekerjaan dan tugas sebagai berikut:

No.	Pekerjaan	Kelas III	Kelas II	Kelas I
1.	Menerapkan Keselamatan dan Kesehatan Kerja dan Lingkungan Hidup (K3-LH)	Menerapkan	Menerapkan	Menerapkan
2.	Menerapkan komunikasi di tempat kerja	Melaksanakan	Melaksanakan	Melaksanakan
3.	Menerapkan kerjasama di tempat kerja	Melaksanakan	Melaksanakan	Melaksanakan
4.	Mengidentifikasi komponen utama engine	Melaksanakan	Melaksanakan	Melaksanakan
5.	Melaksanakan pemeliharaan engine	Melaksanakan	Melaksanakan	Melaksanakan
6.	Melaksanakan perbaikan ringan engine (minor repair)	-	Melaksanakan	Melaksanakan
7.	Melaksanakan perbaikan Engine ( Major repair)	-	-	Melaksanakan
8.	Menganalisis dan mengatasi gangguan (trouble shooting) engine	-	-	Melaksanakan
9.	Membuat laporan pekerjaan	Melaksanakan	Melaksanakan	Melaksanakan

### **Syarat Jabatan Kerja**

- a. Pendidikan minimal : SLTA atau setara
- b. Pengalaman Kerja :
  - 1) Kelas III
    - a) Telah melaksanakan pekerjaan pemeliharaan selama 2000 jam
    - b) Telah mempunyai Sertifikat Kompetensi Kerja Mekanik Engine Alat Berat kelas III

- 2) Kelas II
  - a) Telah melaksanakan pekerjaan perbaikan ringan (minor repair) engine alat berat selama 2000 jam
  - b) Telah mempunyai Sertifikat Kompetensi Kerja Mekanik Engine Alat Berat kelas III dan kelas II
- 3) Kelas I
  - a) Telah melaksanakan pekerjaan perbaikan ringan (major repair) dan trouble shooting engine alat berat selama 2000 jam
  - b) Telah mempunyai Sertifikat Kompetensi Kerja Mekanik Engine Alat Berat kelas III kelas II dan kelas I
- c. Persyaratan Lain : Kesehatan Fisik baik dinyatakan dengan keterangan dokter.

#### KOMPETENSI KERJA :

Kompetensi Kerja Mekanik Engine Alat berat, terdiri dari :

No.	No. Kode	Unit kompetensi
<b>KOMPETENSI UMUM</b>		
1.	INA.5520.222.x x.01.08	Menerapkan Keselamatan dan Kesehatan Kerja Lingkungan Hidup (K3-LH)
2.	INA.5520.222.x x.02.08	Menerapkan komunikasi di tempat kerja
3.	INA.5520.222.x x.03.08	Menerapkan kerjasama di tempat kerja
<b>KOMPETENSI INTI</b>		
1.	INA.5520.222.x x.04.08	Mengidentifikasi komponen utama engine
2.	INA.5520.222.x x.05.08	Melaksanakan pemeliharaan engine
3.	INA.5520.222.x x.06.08	Melaksanakan perbaikan ringan (minor repair) engine
4.	INA.5520.222.x x.07.08	Melaksanakan perbaikan (major repair)
5.	INA.5520.222.x x.08.08	Menganalisis dan mengatasi gangguan (trouble shooting) engine
6.	INA.5520.222.x x.09.08	Membuat laporan pekerjaan
<b>KOMPETENSI PILIHAN</b>		
-	-	-

Berdasarkan uraian diatas, maka kompetensi terkait Keselamatan dan Kesehatan Kerja Mekanik Alat Berat tercantum dalam unit kode nomor INA.5520.222.x x.01.08 dengan judul unit Menerapkan Keselamatan dan Kesehatan Kerja dan Lingkungan Hidup (K3-LH) dimana dijelaskan bahwa unit ini berhubungan dengan pengetahuan, keterampilan, dan sikap kerja yang diperlukan dalam penerapan keselamatan dan kesehatan kerja serta lingkungan hidup sesuai dengan prosedur (K3-LH).

<b>ELEMEN KOMPETENSI</b>	<b>KRITERIA UNJUK KERJA</b>
1. Mengidentifikasi potensi bahaya dan resiko kecelakaan kerja	1.1. Keadaan di tempat dan lingkungan kerja diperiksa untuk mengetahui dengan pasti risiko kecelakaan yang bisa terjadi 1.2. Bahan ataupun barang yang berpotensi menimbulkan bahaya di tempat kerja disingkirkan ketempat yang telah ditentukan, sehingga risiko bahaya menjadi sekecil mungkin 1.3. Tempat kerja dibersihkan dari bahan dan barang yang dapat menimbulkan bahaya sehingga tempat kerja menjadi aman dari bahaya yang kemungkinan timbul
2. Mengevaluasi bahaya dan risiko kecelakaan kerja	2.1. Persyaratan dan batas maksimum kerusakan diidentifikasi, agar dapat dihindari bahaya karena kerusakan komponen yang terlalu berat 2.2. Dampak dari kecelakaan kerja ditentukan agar dapat dilakukan antisipasi yang tepat bila terjadi kecelakaan kerja 2.3. Pekerjaan yang dapat menimbulkan bahaya dan risiko kecelakaan kerja dihindari, sehingga kecelakaan kerja dapat ditekan sekecil mungkin
3. Mengendalikan bahaya dan resiko kecelakaan kerja	3.1. Prosedur K3-LH diterapkan untuk pengendalian bahaya dan resiko kecelakaan kerja secara konsisten 3.2. Semua prosedur terkait dengan pencegahan K3-LH di tempat dan lingkungan kerja dijalankan dengan patuh 3.3. Alat Pelindung Diri (APD) dipakai dengan benar dan Alat Pengaman Kerja (APK) digunakan sesuai dengan ketentuan K3-LH
4. Meningkatkan kepedulian terhadap pelaksanaan K3-LH	4.1. Sosialisasi yang berhubungan dengan K3-LH diterapkan sesuai prosedur 4.2. Penjelasan (briefing) K3-LH secara berkala diterapkan sesuai prosedur 4.3. Penerapan K3-LH dilaksanakan sesuai prosedur

Batasan variable yang digunakan dalam melaksanakan K3 – LH mekanik alat berat ini adalah sebagai berikut:

1. Kontak Variabel :
  - 1.1. Kompetensi ini diterapkan secara perorangan pada mekanik engine kelas III, kelas II dan kelas I dimana engine sebagai penggerak utama (prime mover) alat berat yang bekerja dalam suatu kelompok kerja
  - 1.2. Potensi dan resiko kecelakaan kerja yang diidentifikasi meliputi bahaya fisik, biologis dan kimia
  - 1.3. Pengendalian bahaya dan resiko kecelakaan kerja mencakup:
    - 1.3.1. Penerapan prosedur K3-LH secara konsisten
    - 1.3.2. Kepatuhan dalam menjalankan prosedur pencegahan K3-LH
    - 1.3.3. Pemakaian APD secara benar dan penggunaan APK sesuai dengan ketentuan
2. Perlengkapan dan peralatan:
  - 2.1. Alat pelindung diri (APD)
    - 2.1.1. Safety shoes
    - 2.1.2. Safety helmet
    - 2.1.3. Sarung tangan
  - 2.2. Alat pengaman kerja (APK)
    - 2.2.1. Alat pemadam kebakaran ringan
    - 2.2.2. Perlengkapan Pertolongan Pertama Pada Kecelakaan (P3K)
    - 2.2.3. Rambu-rambu kecelakaan kerja
3. Tugas yang harus dilakukan:
  - 3.1. Mengidentifikasi potensi bahaya dan resiko kecelakaan kerja dengan cermat
  - 3.2. Menentukan dampak dari kecelakaan kerja dan menghindarinya
  - 3.3. Menerapkan semua prosedur K3 - LH
  - 3.4. Mengikuti sosialisasi dan penjelasan K3 - LH yang diberikan
4. Peraturan yang diperlukan:
  - 4.1. Undang-undang No.1/ 1970 tentang Keselamatan kerja dan peraturan lainnya terkait dengan keselamatan kerja
  - 4.2. UU. No.4/ 1982 tentang lingkungan hidup dan peraturan lainnya terkait dengan pencegahan pencemaran lingkungan

Panduan penilaian dalam implementasi K3 – LH mekanik alat berat yaitu :

1. Kaitan dengan Unit Kompetensi lain:
  - 1.1. INA.55220.222.x x.05.08 Melaksanakan pemeliharaan engine
  - 1.2. INA.55220.222.x x.06.08 Melaksanakan perbaikan ringan (minor repair) engine
  - 1.3. INA.55220.222.x x.07.08 Melaksanakan perbaikan (major repair) engine
  - 1.4. INA.55220.222.x x.08.08 Menganalisis dan mengatasi gangguan (trouble shooting) engine
2. Kondisi pengujian  
Semua elemen kompetensi harus diujikan, mencakup pengetahuan, keterampilan dan sikap kerja. Pengujian pelaksanaan didalam ruangan ataupun tempat kerja.  
Metode pengujian dapat dilakukan dengan:
  - 2.1. Wawancara / uji lisan
  - 2.2. Uji tertulis
  - 2.3. Pengamatan langsung ditempat kerja / uji praktek
3. Pengetahuan yang dibutuhkan
  - 3.1. Peraturan perundangan K3-LH
  - 3.2. Jenis dan fungsi APD
  - 3.3. Jenis dan fungsi APK
  - 3.4. Pengendalian bahaya dan kecelakaan kerja
  - 3.5. Organisasi K3
4. Keterampilan yang dibutuhkan:
  - 4.1. Mengidentifikasi potensi bahaya dan kecelakaan kerja
  - 4.2. Mengendalikan bahaya dan resiko kecelakaan kerja
  - 4.3. Mencegah pencemaran lingkungan
5. Aspek kritis yang harus diperhatikan
  - 5.1. Kemampuan mengidentifikasi potensi bahaya dan resiko kecelakaan kerja
  - 5.2. Kemampuan dalam menaati ketentuan K3-LH
  - 5.3. Kemampuan dan disiplin dalam memakai APD dan menggunakan APK

#### 5.4. Tindakan penanggulangan kecelakaan kerja

Kompetensi kunci yang dinilai yaitu :

No.	KOMPETENSI KUNCI	TINGKAT
1.	Mengumpulkan, menganalisis dan mengoperasikan informasi	1
2.	Mengkomunikasikan informasi dan ide-ide	2
3.	Merencanakan dan mengorganisasikan kegiatan	1
4.	Bekerjasama dengan orang lain dan kelompok	2
5.	Menggunakan gagasan secara teknis dan matematis	1
6.	Memecahkan masalah	1
7.	Menggunakan teknologi	2

Unit kompetensi untuk Menerapkan Komunikasi di tempat kerja adalah unit yang berhubungan dengan pengetahuan, keterampilan dan sikap kerja yang diperlukan dalam pelaksanaan komunikasi di tempat kerja, yaitu selama pelaksanaan pekerjaan identifikasi untuk komponen utama, pemeliharaan, perbaikan dan menganalisis dan mengatasi gangguan engine, memiliki elemen kompetensi sebagai berikut :

ELEMEN KOMPETENSI	KRITERIA UNJUK KERJA
1. Mengidentifikasi dan menginterpretasikan informasi yang diterima di tempat kerja	1.1. Informasi yang terkait dengan tugasnya diidentifikasi dan diinterpretasikan dan informasi diterima dengan menggunakan media dan cara yang tepat 1.2. Jalur komunikasi antara atasan dan tenaga kerja lain dikendalikan dengan baik
2. Menerapkan informasi yang telah diidentifikasi kepada anggota kelompok	2.1. Setiap masukan yang sesuai dengan tujuan pertemuan disampaikan dan diterima dengan baik 2.2. Hubungan antar personil di tempat kerja dilaksanakan dengan sopan 2.3. Hasil pertemuan diterapkan secara konsisten
3. Menerapkan sistem pelaporan sesuai prosedur	3.1. Format laporan yang telah ditentukan digunakan dengan konsisten 3.2. Laporan dibuat dengan mencatat dan memasukkan data ke dalam form yang telah disediakan 3.3. Laporan disampaikan sesuai prosedur 3.4. Laporan diarsipkan sesuai dengan peraturan yang berlaku

Unit kompetensi Menerapkan Kerjasama di tempat kerja, yaitu unit yang berhubungan dengan pengetahuan, ketrampilan dan sikap kerja yang diperlukan untuk melaksanakan kerjasama dalam kelompok di tempat kerja, yaitu selama pelaksanaan pekerjaan dengan identifikasi pada komponen utama, pemeliharaan, perbaikan dan menganalisis dan mengatasi gangguan engine yang memiliki elemen kompetensi sebagai berikut:

<b>ELEMEN KOMPETENSI</b>	<b>KRITERIA UNJUK KERJA</b>
1. Menerjemahkan tujuan dan peran kelompok kerja	1.1. Tujuan dan peran kelompok kerja dari sumber-sumber yang benar diidentifikasi 1.2. Kewenangan dan tanggung jawab kelompok kerja diidentifikasi dan disetujui 1.3. Perubahan tujuan dan peran kelompok kerja disepakati
2. Mengidentifikasi tugas dan tanggung jawab setiap anggota dalam kelompok	2.1. Berkomunikasi dalam kegiatan kelompok dengan menggunakan cara yang efektif dan tepat 2.2. Kontribusi yang efektif dan tepat diberikan dalam pertemuan kelompok kerja berdasarkan kompetensi yang dimiliki oleh masing-masing anggota 2.3. Catatan atau laporan hasil identifikasi dibuat berdasarkan prosedur yang telah ditetapkan
3. Melaksanakan tugas sesuai dengan tanggung jawabnya dalam kelompok.	3.1. Kontribusi terhadap tugas dan tanggung jawab kelompok diberikan dengan efektif 3.2. Kontribusi diberikan sesuai dengan kompetensi masing-masing anggota kelompok 3.3. Memberikan kontribusi pada pengembangan peranan kelompok didasarkan pada pengertian bersama yang obyektif dan kompetensi masing-masing.

Unit Mengidentifikasi komponen utama engine, yaitu unit yang berhubungan dengan pengetahuan, keterampilan dan sikap kerja yang diperlukan untuk mengidentifikasi komponen utama engine yang memiliki elemen kompetensi sebagai berikut:

<b>ELEMEN KOMPETENSI</b>	<b>KRITERIA UNJUK KERJA</b>
1. Mengidentifikasi spesifikasi teknik engine	1.1 Tipe engine diidentifikasi dengan benar 1.2 Kapasitas engine diidentifikasi dengan teliti 1.3 Dimensi engine diidentifikasi dengan akurat

ELEMEN KOMPETENSI	KRITERIA UNJUK KERJA
	1.4 Kebutuhan keselamatan kerja disiapkan sesuai dengan yang diperlukan
2. Mengidentifikasi struktur dan fungsi sistem mekanis pada engine	2.1 Kepala silinder (cylinder head) dan bagian-bagiannya diidentifikasi struktur dan fungsinya 2.2 Blok silinder (cylinder block) dan bagian-bagiannya diidentifikasi struktur dan fungsinya 2.3 Poros engkol (crank shaft) dan bagian-bagiannya diidentifikasi struktur dan fungsinya 2.4 Mekanisme katup diidentifikasi struktur dan fungsinya
3. Mengidentifikasi struktur dan fungsi sistem bahan bakar	3.1 Tangki solar dan filter-filter diidentifikasi struktur dan fungsinya 3.2 Feed pump, injection pump dan nozzle diidentifikasi struktur dan fungsinya 3.3 PT pump dan injector diidentifikasi struktur dan fungsinya
4. Mengidentifikasi struktur dan fungsi sistem pelumasan	4.1 Oil pan, strainer, oil pump dan scavenging pump diidentifikasi struktur dan fungsinya 4.2 Oil filter dan bagian-bagiannya diidentifikasi struktur dan fungsinya 4.3 Oil cooler dan pipa-nya diidentifikasi struktur dan fungsinya
5. Mengidentifikasi struktur dan fungsi sistem pendingin (cooling system)	5.1 Radiator dan tangki persediaan (reservoir tank) diidentifikasi struktur dan fungsinya 5.2 Pompa air (water pump) diidentifikasi struktur dan fungsinya 5.3 After cooler, water manipol, thermostat dan corrosion resistor diidentifikasi struktur dan fungsinya
6. Mengidentifikasi struktur dan fungsi sistem udara masuk dan gas buang	6.1 Saringan udara (air cleaner) dan bagian-bagiannya diidentifikasi struktur dan fungsinya 6.2 Turbocharger, intake manifold dan aftercooler diidentifikasi struktur dan fungsinya 6.3 Exhaust manifold, mufler dan bagian-bagiannya diidentifikasi struktur dan fungsinya
7. Mengidentifikasi struktur dan fungsi sistem kelistrikan	7.1 Batere diidentifikasi jenis dan fungsinya 7.2 Starting motor dan alternator diidentifikasi jenis dan fungsinya

Unit kompetensi melaksanakan pemeliharaan engine, yaitu unit yang berhubungan dengan pengetahuan, keterampilan dan sikap kerja yang diperlukan

untuk melaksanakan pemeliharaan berkala engine memiliki elemen kompetensi sebagai berikut:

<b>ELEMEN KOMPETENSI</b>	<b>KRITERIA UNJUK KERJA</b>
1. Mengidentifikasi engine yang akan dikerjakan	1.1 Merek, tipe, nomor seri engine serta hour meter dicatat dengan akurat 1.2 Buku panduan dipilih sesuai dengan engine yang akan dikerjakan 1.3 Form laporan dipilih yang sesuai dengan jenis pekerjaan
2. Menyiapkan tools, suku cadang dan bahan	2.1 Tools dan special tools yang diperlukan disiapkan sesuai dengan jenis pekerjaan 2.2 Suku cadang yang akan digunakan disiapkan sesuai dengan keperluan 2.3 Bahan-bahan yang diperlukan disiapkan sesuai dengan kebutuhan 2.4 Kelengkapan keselamatan kerja disiapkan sesuai dengan kebutuhan
3. Melaksanakan pemeriksaan, pengukuran, dan penyetelan	3.1 Kondisi fisik v-belt diperiksa secara visual 3.2 Kekencangan v-belt, celah katup, putaran engine diukur dan disetel sesuai dengan buku panduan 3.3 Pengujian hasil penyetelan dilakukan sesuai dengan Standard Operation Procedure (SOP) / Manual Hasil dari pemeriksaan, pengukuran, penyetelan dan pengujian dicatat dengan lengkap 3.4 APD dipakai dan APK digunakan sesuai dengan prosedur
4. Melaksanakan penggantian suku cadang dan minyak pelumas	4.1 Kelayakan suku cadang dan minyak pelumas yang akan digunakan diperiksa dengan teliti untuk memastikan semuanya dapat dipergunakan dengan aman 4.2 Suku cadang dan minyak pelumas diganti sesuai dengan pedoman pemeliharaan 4.3 Hasil penggantian suku cadang dan minyak pelumas diuji dengan teliti 4.4 Penggantian suku cadang dan minyak pelumas yang dilakukan dicatat untuk kemudian dipergunakan dalam pembuatan laporan pekerjaan. 4.5 APD dipakai dan APK digunakan sesuai dengan prosedur

Unit kompetensi melaksanakan perbaikan ringan (minor repair) engine yang berhubungan dengan pengetahuan, keterampilan dan sikap kerja untuk melaksanakan perbaikan ringan (minor repair) engine sebagai prime over alat berat. Unit tersebut memiliki elemen kompetensi sebagai berikut:

ELEMEN KOMPETENSI	KRITERIA UNJUK KERJA
1. Menginterpretasikan surat perintah kerja perbaikan	1.1 Perintah kerja perbaikan dianalisis dengan kartu riwayat engine 1.2 Manual perbaikan diinterpretasikan dengan baik 1.3 Jenis kerusakan ditetapkan berdasarkan analisis 1.4 Rencana perbaikan dibuat dengan baik
2. Menyiapkan buku panduan dan tools yang sesuai dengan pekerjaan yang akan dilakukan	2.1 Buku panduan dipilih sesuai dengan engine yang akan diperbaiki 2.2 Tools dipilih yang sesuai dengan kebutuhan perbaikan engine 2.3 Kelengkapan buku petunjuk dan tools yang akan digunakan, dicek dengan teliti 2.4 Kelengkapan keselamatan kerja disiapkan sesuai dengan kebutuhan
3. Melakukan pembongkaran komponen yang akan diperbaiki	3.1 Engine dibersihkan pada bagian komponen yang akan diperbaiki 3.2 Komponen yang akan diperbaiki dilepas dari engine sesuai buku petunjuk 3.3 Komponen yang akan diperbaiki dibongkar dan dibersihkan
4. Melakukan pemeriksaan dan Analisis komponen yang akan diperbaiki	4.1 Kondisi komponen diperiksa secara visual terhadap kerusakan yang terjadi 4.2 Bagian-bagian komponen diukur dengan cermat dimensinya 4.3 Bagian-bagian komponen yang rusak diinventarisasi 4.4 Bagian-bagian komponen yang harus diganti atau diperbaiki masing-masing ditentukan
5. Menyusun dan mengajukan kebutuhan suku cadang yang diperlukan	5.1 Nomor suku cadang (part number) dicari pada buku katalog sesuai kriteria engine yang diperbaiki 5.2 Kebutuhan suku cadang disusun pada form permintaan barang 5.3 Form permintaan barang disampaikan kepada unit yang terkait sesuai prosedur
6. Memeriksa kesesuaian suku cadang yang dibutuhkan	6.1 Jumlah suku cadang dicek apakah sudah sesuai dengan permintaan 6.2 Kualitas dan kelayakan suku cadang dicek 6.3 Suku cadang yang telah sesuai dengan permintaan diterima
7. Memasang komponen sesuai dengan buku panduan	7.1 Bahan pendukung untuk proses pemasangan suku cadang disiapkan

<b>ELEMEN KOMPETENSI</b>	<b>KRITERIA UNJUK KERJA</b>
	<ul style="list-style-type: none"><li>7.2 Suku cadang dipasang pada komponen sesuai buku petunjuk</li><li>7.3 Komponen yang telah diganti suku cadangnya dipasangkan pada engine</li><li>7.4 Pengecekan akhir dari hasil pemasangan komponen dilakukan dengan teliti</li><li>7.5 Pemakaian suku cadang dan bahan dicatat untuk laporan</li><li>7.6 K3 dan pencegahan pencemaran lingkungan dilakukan selama melakukan pengujian hasil perbaikan</li></ul>
8. Menguji hasil perbaikan	<ul style="list-style-type: none"><li>8.1 Engine dihidupkan sesuai dengan prosedur</li><li>8.2 Kondisi komponen selama pengetesan tanpa beban dan dengan beban dimonitor dengan teliti</li><li>8.3 Semua kondisi pengetesan sebagai hasil pengujian dicatat dengan akurat dan diarsipkan</li><li>8.4 K3 dan pencegahan pencemaran lingkungan dilakukan selama melakukan pengujian hasil perbaikan</li></ul>

Unit kompetensi melaksanakan perbaikan (major repair) engine adalah unit yang berhubungan dengan pengetahuan, keterampilan dan sikap kerja. Unit tersebut diperlukan untuk melaksanakan perbaikan engine yang memiliki elemen kompetensi sebagai berikut:

<b>ELEMEN KOMPETENSI</b>	<b>KRITERIA UNJUK KERJA</b>
1. Menginterpretasikan surat perintah kerja perbaikan	<ul style="list-style-type: none"><li>1.1 Perintah kerja perbaikan dianalisis dengan kartu riwayat engine</li><li>1.2 Manual perbaikan diinterpretasikan dengan baik</li><li>1.3 Jenis kerusakan ditetapkan berdasarkan analisis</li><li>1.4 Rencana perbaikan dibuat dengan baik</li></ul>
2. Menyiapkan buku panduan dan tools yang sesuai dengan pekerjaan yang akan dilakukan	<ul style="list-style-type: none"><li>2.1 Buku panduan dipilih sesuai dengan engine yang akan diperbaiki</li><li>2.2 Tools dipilih yang sesuai dengan kebutuhan perbaikan engine</li><li>2.3 Pengecekan kelengkapan dan kelayakan buku petunjuk dan tools yang akan digunakan dilakukan dengan teliti</li></ul>
3. Melakukan pembongkaran engine	<ul style="list-style-type: none"><li>3.1 Engine dibersihkan sebelum dilakukan pembongkaran sesuai dengan buku petunjuk</li><li>3.2 Engine dibongkar dan komponen-komponen dilepas sesuai dengan prosedur pada buku petunjuk</li></ul>

ELEMEN KOMPETENSI	KRITERIA UNJUK KERJA
	3.3 Komponen yang sudah dilepas kemudian dibersihkan 3.4 K3 dan pencegahan pencemaran dilakukan selama melakukan pekerjaan pembongkaran engine
4. Melakukan pemeriksaan dan Analisis komponen	4.1 Kondisi komponen-komponen diperiksa secara visual terhadap kerusakan yang terjadi 4.2 Bagian-bagian komponen diukur dengan cermat dimensinya 4.3 Bagian-bagian komponen yang rusak diinventarisasi 4.4 Bagian-bagian komponen yang harus diganti atau diperbaiki masing-masing ditentukan
5. Menyusun dan mengajukan kebutuhan suku cadang dan pekerjaan pabrikasi yang diperlukan	5.1 Nomor suku cadang (part number) dicari pada buku katalog sesuai kriteria engine yang diperbaiki 5.2 Kebutuhan suku cadang dan pekerjaan pabrikasi disusun pada form permintaan barang 5.3 Form permintaan barang dan pekerjaan pabrikasi disusun dan disampaikan kepada unit terkait sesuai prosedur
6. Memeriksa kesesuaian suku cadang yang dibutuhkan	6.1 Jumlah suku cadang dicek apakah sudah sesuai dengan permintaan 6.2 Kualitas dan kelayakan suku cadang dan hasil kerja pabrikasi dicek 6.3 Suku cadang yang telah sesuai dengan permintaan diterima
7. Memasang komponen sesuai dengan buku panduan	7.1 Bahan pendukung untuk proses pemasangan suku cadang disiapkan 7.2 Suku cadang dan hasil pabrikasi dipasang pada komponen sesuai buku petunjuk 7.3 Komponen yang telah diganti suku cadangnya dipasangkan pada engine 7.4 Pengecekan akhir dari hasil pemasangan komponen dilakukan dengan teliti 7.5 Pemakaian semua suku cadang dan bahan dicatat 7.6 K3 diterapkan selama melakukan pemasangan
8. Menguji hasil perbaikan	8.1 Engine dipasang di alat uji (dynamo meter) sesuai dengan SOP 8.2 Engine dihidupkan sesuai dengan prosedur 8.3 Kondisi komponen selama pengetesan tanpa beban dan dengan beban dimonitor dengan teliti 8.4 Semua kondisi pengetesan sebagai hasil pengujian dicatat dengan akurat dan diarsipkan

Unit kompetensi menganalisis dan mengatasi gangguan (trouble shooting) engine alat berat yaitu unit yang berhubungan dengan pengetahuan, keterampilan dan sikap kerja yang diperlukan dalam menganalisis dan mengatasi gangguan yang terjadi pada engine yang memiliki elemen kompetensi sebagai berikut:

<b>ELEMEN KOMPETENSI</b>	<b>KRITERIA UNJUK KERJA</b>
1. Menginterpretasikan surat perintah kerja untuk mengatasi trouble shooting	1.1 Informasi riwayat kerusakan engine dikumpulkan secara lengkap 1.2 Perintah trouble shooting dan kartu riwayat peralatan dianalisis 1.3 Langkah-langkah trouble shooting ditentukan 1.4 Kelengkapan keselamatan kerja disiapkan sesuai dengan kebutuhan
2. Melakukan cek fisik untuk gangguan yang terjadi	2.1 Tools untuk pelaksanaan trouble shooting disiapkan secara lengkap 2.2 Bagian-bagian yang mengalami gangguan dan komponen lainnya yang terkait diperiksa secara visual 2.3 Penyebab gangguan dianalisis dengan cermat 2.4 Gangguan yang terjadi sesuai hasil analisis dan pemeriksaan fisik disimpulkan 2.5 APD dipakai dan APK digunakan sesuai dengan prosedur
3. Melaksanakan / merekomendasikan perbaikan sesuai dengan hasil analisis	3.1 Suku cadang yang diperlukan sesuai dengan analisis disiapkan dengan tepat waktu 3.2 Komponen yang rusak dibongkar sesuai dengan prosedur 3.3 Suku cadang yang mengalami kerusakan dibersihkan dan diperiksa 3.4 Perbaikan / pemasangan komponen dilaksanakan sesuai dengan hasil pemeriksaan 3.5 Hasil perbaikan ditest sesuai dengan prosedur pengetesan 3.6 Perbaikan lebih lanjut direkomendasikan bila kerusakan tidak dapat diatasi sendiri
4. Membuat laporan trouble shooting	4.1 Penyebab gangguan dan langkah perbaikan yang telah dilaksanakan dilaporkan 4.2 Rekomendasi untuk mencegah terjadinya gangguan ulang dibuat dengan benar 4.3 Laporan kegiatan dan hasil pelaksanaan trouble shooting dibuat dengan benar 4.4 Laporan trouble shooting disampaikan sesuai dengan prosedur

Unit kompetensi yang berhubungan dengan pengetahuan, keterampilan dan sikap kerja yang diperlukan untuk membuat laporan pekerjaan memiliki elemen kompetensi sebagai berikut:

ELEMEN KOMPETENSI	KRITERIA UNJUK KERJA
1. Mengkompilasi data dari semua proses pekerjaan	1.1 Catatan/laporan semua jenis pekerjaan yang sudah dilakukan dikumpulkan 1.2 Catatan/laporan tools yang digunakan pada proses pekerjaan dikumpulkan 1.3 Catatan/laporan bahan dan suku cadang yang digunakan pada proses pekerjaan dikumpulkan
2. Menyusun data ke dalam form laporan	2.1 Data semua jenis pekerjaan yang sudah dilakukan dimasukkan ke dalam form laporan 2.2 Data tools yang digunakan pada proses pekerjaan dimasukkan ke dalam form laporan 2.3 Data catatan bahan dan suku cadang yang digunakan pada proses pekerjaan dimasukkan ke dalam form laporan
3. Menyampaikan laporan kerja pada atasan	3.1 Pengecekan ulang untuk semua data yang telah dimasukkan ke dalam form laporan dilakukan dengan teliti 3.2 Form laporan yang sudah dicek ulang ditandatangani 3.3 Form laporan yang telah ditandatangani diserahkan kepada atasan dan diarsipkan

### **Kompetensi Keahlian Kurikulum Teknik Alat Berat di SMK dan Politeknik**

Berdasarkan penetapan Standar Kompetensi Kerja Nasional Indonesia (SKKNI) Mekanik Alat Berat diatas, maka lembaga pendidikan terutama penyumbang tenaga kerja di bidang alat berat yaitu SMK dan Politeknik telah menyusun standar kompetensi yang harus dikuasai oleh peserta didiknya agar dapat bekerja dan memiliki kompetensi sesuai yang disyaratkan SKKNI tersebut. Berikut beberapa Kompetensi Inti (KI) pada Kompetensi Keahlian Teknik Alat Berat (C3) untuk Bidang Keahlian Teknologi dan Rekayasa dengan Program Keahlian Teknik Otomotif di SMK.

<b>KOMPETENSI INTI 3 (PENGETAHUAN)</b>	<b>KOMPETENSI INTI 4 (KETERAMPILAN)</b>
3. Memahami, menerapkan, menganalisis, dan mengevaluasi tentang pengetahuan faktual, konseptual, operasional dasar, dan metakognitif sesuai dengan bidang dan lingkup kerja Teknik Alat Berat pada tingkat teknis, spesifik, detil, dan kompleks, yang berkenaan dengan ilmu pengetahuan, teknologi, seni, budaya, dan humaniora dalam konteks pengembangan potensi diri sebagai bagian dari keluarga, sekolah, dunia kerja, warga masyarakat nasional, regional, dan internasional	4. Melaksanakan tugas spesifik dengan menggunakan alat, informasi, dan prosedur kerja yang lazim dilakukan serta memecahkan masalah sesuai dengan bidang kerja Teknik Alat Berat. Menampilkan kinerja di bawah bimbingan dengan mutu dan kuantitas yang terukur sesuai dengan standar kompetensi kerja.  Menunjukkan keterampilan menalar, mengolah, dan menyajikan secara efektif, kreatif, produktif, kritis, mandiri, kolaboratif, komunikatif, dan solutif dalam ranah abstrak terkait dengan pengembangan dari yang dipelajarinya di sekolah, serta mampu melaksanakan tugas spesifik di bawah pengawasan langsung.  Menunjukkan keterampilan mempersepsi, kesiapan, meniru, membiasakan, gerak mahir, menjadikan gerak alami dalam ranah konkrit/nyata terkait dengan pengembangan dari yang dipelajarinya di sekolah, serta mampu melaksanakan tugas spesifik di bawah pengawasan langsung.

Berdasarkan KI di atas, maka mata pelajaran pada Kompetensi Keahlian Teknik Alat Berat (C3) terdiri dari Engine dan Unit Alat Berat, Kelistrikan dan Sistem Kontrol Alat Berat, Hidrolik Alat Berat, Powertrain dan Undercarriage Alat Berat, serta Produk Kreatif dan Kewirausahaan. Kompetensi Dasar Engine dan Unit Alat Berat berisi jenis-jenis engine, jenis-jenis unit alat berat dan penggunaannya, sistem pemasukan dan pengeluaran udara jenis Naturally Aspirated Engine, sistem pemasukan dan pengeluaran udara jenis Turbocharged Engine, sistem pemasukan dan pengeluaran udara jenis Turbocharged & Aftercooled Engine, sistem pendinginan engine, sistem bahan bakar engine jenis Mechanical Fuel System, sistem bahan bakar engine jenis Electronic Unit Injection (EUI), sistem bahan bakar engine jenis Hydraulic Electronic Unit Injection (HEUI), sistem bahan bakar engine jenis Common Rail, sistem pelumasan engine, mendiagnosis gangguan pada sistem pemasukan udara engine, mendiagnosis gangguan pada sistem pendingin engine, mendiagnosis gangguan pada sistem bahan bakar, mendiagnosis gangguan pada sistem pelumasan engine,

mengevaluasi kinerja sistem pemasukan udara engine, mengevaluasi kinerja sistem pendingin engine, mengevaluasi kinerja sistem bahan bakar engine, mengevaluasi kinerja sistem pelumasan engine.

Kompetensi dasar pada Kelistrikan dan Sistem Kontrol Alat Berat berisi cara kerja battery, cara kerja sistem starting, cara kerja sistem pengisian, cara kerja sistem pemantau elektronik (Electronic Monitoring System/EMS), cara kerja sistem penerangan, cara kerja sistem pendingin udara (air condition system), mendiagnosis gangguan pada sistem battery, mendiagnosis gangguan pada sistem starting, mendiagnosis gangguan pada sistem pengisian, mendiagnosis gangguan pada sistem pemantau elektronik (Electronic Monitoring System/EMS), mendiagnosis gangguan pada sistem penerangan, mendiagnosis gangguan pada sistem pendingin udara (air condition system), mengevaluasi kinerja battery, mengevaluasi kinerja starting, mengevaluasi kinerja sistem pengisian, mengevaluasi kinerja sistem pemantau elektronik (Electronic Monitoring System/EMS), mengevaluasi kinerja sistem penerangan, mengevaluasi kinerja sistem pendingin udara (air condition system).

Mata pelajaran Hidrolik Alat Berat terdiri dari kompetensi dasar yaitu sistem hidrolik, cara kerja tangki, cara kerja pompa, cara kerja aktuator, cara kerja katup pengontrol (control valves), cara kerja filter, cara kerja oil cooler, cara kerja akumulator, diagnosis gangguan pada tangki, diagnosis gangguan pada pompa, diagnosis gangguan pada aktuator, diagnosis gangguan pada katup pengontrol (control valves), diagnosis gangguan pada filter, diagnosis gangguan pada oil cooler, diagnosis gangguan pada akumulator, evaluasi kinerja pompa, evaluasi kinerja sistem hidrolik, dan laporan pekerjaan.

Mata pelajaran power train dan under carriage Alat Berat berisi kompetensi dasar berupa cara kerja Torque Converter (TC), cara kerja Transmission System, cara kerja Differential System, cara kerja Steering System, cara kerja Brake System, cara kerja Final Drive & Undercarriage, diagnosis gangguan pada Torque Converter (TC), diagnosis gangguan pada Transmission System, diagnosis gangguan pada Differential System, diagnosis gangguan pada Steering System, diagnosis gangguan pada Brake System, diagnosis gangguan pada Final Drive &

Undercarriage, analisis kinerja Torque Converter (TC), analisis kinerja Transmission System, analisis kinerja Differential System, analisis kinerja Steering System, evaluasi kinerja Brake System, dan evaluasi kinerja Final Drive & Undercarriage.

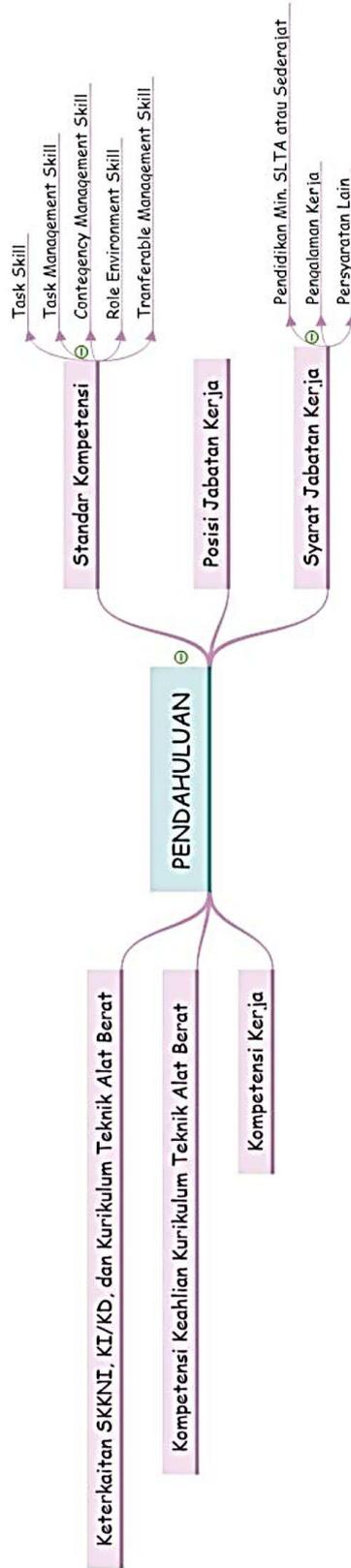
Kurikulum pada jenjang politeknik terkait teknik alat berat berisi mata kuliah mulai dari dasar sampai intermediate dari mesin, kelistrikan, hidrolik dan power train alat berat ditambah dengan merakit kembali mesin alat berat, software yang digunakan dalam alat berat, trouble shooting, analisis kerusakan, serta perawatan dan manajemen preventif alat berat.

### **Keterkaitan SKKNI, KI/KD, dan Kurikulum Teknik Alat Berat**

SKKNI merupakan standar yang telah ditetapkan oleh kementerian terkait bekerjasama dengan industri yang mensyaratkan kompetensi yang harus dikuasai oleh seseorang yang ingin bekerja pada sektor mekanik alat berat. Lembaga pendidikan di tingkat menengah yang diwakili oleh SMK bidang keahlian Teknik Alat Berat dan di tingkat pendidikan tinggi yang diwakili oleh Politeknik Pada Prodi Teknik Alat Berat harus mampu memberikan kompetensi pada lulusannya agar dapat memenuhi persyaratan dalam bekerja di sektor alat berat.

Isi dari standar kompetensi dan kompetensi yang ada di SMK dan Politeknik, secara garis besar berisi materi tentang komponen mesin (baik engine maupun electronic-nya), cara pemeliharaan, perawatan dan perbaikan, diagnosis dan analisis gangguan pada alat berat serta yang tidak kalah pentingnya yang mendasari semua pekerjaan tersebut, yaitu agar dalam setiap proses tersebut pekerja dalam keadaan selamat dan yang sehat adalah implementasi Keselamatan dan Kesehatan Kerja – Lingkungan Hidup khusus sektor alat berat. Pada bab-bab selanjutnya akan di jelaskan tentang kompetensi ini beserta jenis-jenis alat berat yang biasanya digunakan dalam pekerjaan konstruksi maupun tambang.

# MIND MAPPING



## **BAB 2** ZEROSICK

Zerosicks merupakan metode analisis untuk mengatur proses-proses pekerjaan dalam satuan pekerjaan. Zerosicks biasanya digunakan dalam lingkup industri atau instansi lain yang bertujuan memberikan solusi berlandaskan analisis kecelakaan yang telah terjadi. Penjabaran zerosick akan memuat komponen-komponen yang berkaitan dengan Kesehatan dan Keselamatan Kerja mulai dari Hazard sampai Standarisasi.

### **ALAT PELINDUNG DIRI (APD)**

#### **A. Alat Pelindung Kepala**

##### **1. Safety Helmet**

Helm pengaman atau safety helmet digunakan untuk melindungi kepala dari benda yang jatuh ataupun benturan secara langsung. Contohnya adalah pipa besi atau batu yang jatuh selama para pekerja berada di area kerja. APD ini memiliki berbagai bentuk dan desain sesuai dengan fungsi masing-masing. Warna helm menunjukkan jenis pekerjaan.



Gambar 2.1 Pelindung kepala

## 2. Safety Glass

Safety glass atau kacamata pengaman digunakan untuk melindungi pekerja dari terpaan debu di area kerja. Terdapat berbagai jenis safety glass tergantung dari keperluan maupun jenis pekerjaan. Tersedia lensa khusus yang sesuai dengan kebutuhan pekerja berkacamata minus atau plus. Lensa pada APD ini tidak boleh terbuat dari kaca, karena justru membahayakan pengguna ketika terjadi benturan.



Gambar 2.2 Pelindung mata

## 3. Ear Plugs

APD ini digunakan pekerja untuk melindungi pendengaran dari kebisingan. Gangguan seperti penurunan pendengaran, dapat disebabkan oleh area kerja yang memiliki tingkat kebisingan tinggi ataupun bekerja dengan peralatan yang mengeluarkan kebisingan tinggi. Ear plungs memiliki berbagai bentuk dan jenis, sesuai dengan penggunaannya dalam bekerja.



Gambar 2.3 penutup telinga

#### 4. Pelindung Wajah

Melindungi wajah atau muka dari berbagai resiko luka atau cedera akibat dari kecelakaan kerja.



Gambar 2.4 Pelindung Wajah

#### 5. Safety Masker

Alat ini digunakan sebagai penyaring udara yang dihirup ketika bekerja di tempat dengan kualitas udara buruk, seperti berdebu, beracun, dan sebagainya. Debu yang terdapat di area pertambangan dapat mengakibatkan gangguan pernapasan dalam jangka waktu panjang. Terdapat berbagai jenis masker, mulai dari masker debu hingga masker khusus untuk menghadapi bahan kimia yang mudah menguap.



Gambar 2.5 Masker Pelindung

## B. Alat Pelindung Badan

### 1. Wearpack

Fungsi wearpack adalah melindungi tubuh dari hal yang dapat membahayakan atau mengakibatkan kecelakaan saat bekerja. Tingkat perlindungan yang diberikan beragam sesuai kebutuhan.



Gambar 2.6 Baju kerja

### 2. Safety Vest



Gambar 2.7 Rompi pengaman

Safety vest atau rompi dilengkapi dengan iluminator, yaitu bahan yang dapat berpendar jika terkena cahaya. Bahan berpendar ini akan

memudahkan untuk mengenali posisi pekerja ketika berada di kegelapan. Rompi reflektor digunakan untuk mencegah hal-hal yang tidak diinginkan, seperti pekerja tertabrak ataupun terlindas alat berat.

### **C. Alat Pelindung Anggota Badan**

#### **1. Safety Shoes**

APD ini berbentuk seperti sepatu biasa, namun terbuat dari bahan kulit yang dilapisi metal dengan sol dari karet tebal dan kuat. Fungsinya adalah mencegah kecelakaan fatal terkait kaki, seperti tertimpa benda tajam atau berat, benda panas, cairan kimia, dan sebagainya.



Gambar 2.8 Sepatu pengaman

#### **2. Safety Gloves**

Fungsi alat ini adalah melindungi tangan, karena pekerja berinteraksi (menyentuh) benda panas, tajam, ataupun beresiko menyebabkan cedera tangan saat bekerja. Penggunaan safety gloves beragam sesuai jenis pekerjaan yang dilakukan.



Gambar 2.9 Sarung tangan pengaman

### 3. Safety Belt

APD tersebut berfungsi sebagai pengaman ketika mengendarai alat berat, terutama pada ketinggian tertentu ataupun saat mengalami guncangan.



Gambar 2.10 Sabuk pengaman

## **Hazard**

Hazard adalah sumber bahaya yang berpotensi membuat kerugian pada manusia, lingkungan, serta alat kerja. Berikut sumber bahaya yang ada di pertambangan.

### **A. Bahaya Fisika**

#### 1. Panas

Alat ini digunakan pada lingkungan tambang, maka mayoritas operator alat berat akan terkena bahaya panas matahari. Sinar UV dari matahari dapat merusak kulit orang yang terpapar, baik itu UV-A ataupun UV-B. Tidak hanya itu, bila mesin terkena panas dalam kondisi yang lama, maka mesin akan rusak dan terbakar, sehingga membahayakan orang di sekitar.



Gambar 2.11 Contoh Tanda Peringatan

2. Bau

Bau asap ataupun mesin yang sedang dioperasikan harus diperhatikan. Hal itu dilakukan guna mencegah operator alat tersebut ataupun orang di sekitarnya terjangkit berbagai penyakit yang mungkin timbul.

3. Api

Kebakaran merupakan bahaya yang bersumber dari nyala api. Instalasi listrik yang salah dan perawatan kabel yang tidak teratur dapat mengakibatkan kebakaran. Hal itu juga sering terjadi pada sistem penggerak alat berat, yaitu mesin listrik. Kebakaran dapat disebabkan oleh perencanaan yang tidak tepat. Beban yang berlebihan menyebabkan mesin panas hingga terbakar, dimana selanjutnya dapat membakar bahan kerja maupun alat kerja di lingkungan sekitar.

4. Debu

Angin yang bertiup dapat membuat butiran-butiran debu pada muatan alat berat bercampur udara yang nantinya dapat dihirup para pekerja. Hal itu dapat menjadi potensi bahaya bagi kesehatan paru-paru pekerja maupun operator alat berat.

5. Bising

Mayoritas alat berat menggunakan mesin diesel. Bunyi bising yang dihasilkan mesin tersebut harus diperhatikan operator. Tidak hanya itu,

bunyi bising yang dihasilkan juga akan mengganggu aktivitas orang di sekitarnya, sehingga berakibat pada pekerjaan yang tidak maksimal.

## **B. Bahaya Biologi**

Bahaya biologi datangnya dari makhluk hidup di sekitar pengoperasian alat berat. Berikut ini beberapa penyebab bahaya biologi yang mungkin timbul.

### 1. Jamur

Area pengoperasian alat berat umumnya berada pada lokasi tambang dan cenderung lembab, maka rentan untuk jamur tumbuh. Mesin yang lama tidak digunakan juga bisa ditumbuhi jamur. Bila hal tersebut dibiarkan, jamur akan tumbuh semakin banyak dan bisa berakibat pada kerusakan ringan ataupun berat.

### 2. Serangga

Serangga dapat mengancam operator ataupun orang lain di sekitar pertambangan. Beberapa diantaranya adalah racun kalajengking yang berbahaya ataupun serangga yang mengganggu penglihatan, seperti belalang. Serangga tidak berbahaya bagi mesin alat berat, sehingga lebih menjurus pada operator alat tersebut.

### 3. Bakteri

Bakteri lebih rentan menyerang orang-orang di sekitar pengoperasian alat berat. Penyebabnya adalah debu yang mengenai orang di sekitar pengoperasian rentan banyak mengandung bakteri. Operator tidak rentan terpapar debu tersebut, karena terlindung oleh pintu yang rapat, sehingga tidak terjadi kontak langsung dengan dunia luar.

### 4. Virus

Pihak yang rentan terkena virus dalam pengoperasian alat berat adalah orang-orang di sekitar area tersebut. Operator memiliki tingkat resiko lebih kecil dibandingkan orang-orang tersebut.

### 5. Rodant

Rodant merupakan hewan-hewan dengan bentuk fisik yang besar, seperti ular, harimau, singa, dan lainnya. Bahaya Rodant sering terjadi pada pengoperasian alat berat. Operator dan orang di sekitar area

pengoperasian harus selalu waspada, karena hewan rodent akan menyerang secara tiba-tiba bila merasa terganggu.

6. Hewan Berbisa

Alat berat pada pertambangan yang mempunyai lintasan yang panjang memungkinkan adanya hewan berbisa bersarang ditempat itu. Hewan dapat mengigit pekerja yang bertugas mengecek alat berat tersebut.

7. Cacing Tambang

*Ancylostoma duodenale* dan *Necator americanus* merupakan jenis cacing tambang yang sering dijumpai di pertambangan. Bahaya ini dapat terjadi jika pekerja tidak mengenakan peralatan safety (sepatu boots) lalu cacing akan masuk melalui kaki yang kemudian akan mengakibatkan penyakit seperti anemia, ancylostoma, dan nektoriasis.



Gambar 2.12 Peringatan Bahaya Terkait Faktor Biologi

**C. Bahaya Kimia**

1. Korosif

Zat korosif merupakan sumber bahaya yang dapat merusak alat-alat kerja. Tidak hanya itu, zat korosif juga dapat melukai kulit pekerja.

2. Logam

Bahaya logam dalam pengoperasian alat berat sangat sering dijumpai. Salah satunya adalah tanah di lokasi pertambangan yang

terkadang terdapat logam yang tajam, dimana dapat mengancam keselamatan operator dan orang-orang di sekitar area pengoperasian alat berat. Tidak hanya melukai, logam yang berkarat dapat melukai anggota tubuh operator maupun orang di sekitarnya, hingga mengakibatkan tetanus dan berujung kematian.

### 3. Racun

Bahaya racun kemungkinan berasal dari material tambang ataupun bahan bakar dari alat berat itu sendiri. Operator dan orang-orang di sekitar area pengoperasian harus selalu waspada. Salah satunya adalah gas  $H_2S$  yang berada pada suatu bahan kimia yang dipindahkan, maka berpotensi mengakibatkan keracunan bagi pekerja di sekitar area tersebut.



Gambar 2.13 Peringatan Bahan Kimia Berbahaya

#### D. Bahaya Psikologis

Bahaya psikologis tidak hanya berdampak pada operator, melainkan juga pada orang-orang di sekitar pengoperasian alat berat. Berikut beberapa potensi bahaya psikologis yang dapat terjadi pada pekerja di area pertambangan maupun pengoperasian alat berat.

1. Stress

Pikiran yang tidak sehat (stress) dapat menyebabkan pekerja sulit berkonsentrasi. Tidak hanya sulit berkonsentrasi, dapat terjadi human error dalam bekerja. Kesalahan tersebut akan menimbulkan bahaya yang mengancam keselamatan pekerja, alat, dan bahan produksi.

2. Bosan

Keadaan dan tingkah laku yang monoton menyebabkan pekerja merasa bosan dan jenuh. Bosan dapat membuat pekerja tidak fokus dalam bekerja, hingga melukai diri sendiri ataupun orang lain.

3. Pengucilan

Pengucilan dari rekan kerja juga dapat memicu rasa khawatir dan tidak tenang, karena pihak yang dikucilkan akan selalu merasa sendirian dan cenderung anti-sosial. Kerjasama antarpekerja di lingkungan kerja merupakan hal yang mutlak.

4. Intimidasi

Intimidasi antarpekerja biasanya terjadi antara pekerja senior (lama) dengan pekerja junior (baru). Hal ini terjadi karena senior merasa lebih berkuasa karena sudah bekerja terlebih dahulu pada suatu perusahaan, terlepas dari tingkatan jabatan.

5. Emosi

Emosi dari pekerja yang memiliki jangka kerja sangat panjang di lapangan biasanya tidak terkontrol. Hal tersebut disebabkan waktu kerja yang tidak seimbang dengan waktu berlibur dan melepaskan penat. Tidak hanya itu, kondisi fisik yang lelah membuat emosi pekerja tambang yang memiliki shift panjang kerap kali meledak-ledak.

**E. Bahaya Ergonomi**

Bahaya ini berkaitan dengan antropometer tubuh atau ukuran tubuh, serta hubungan alat kerja dan pekerja yang tidak sesuai. Berikut ini beberapa potensi bahaya ergonomi.

### 1. Tata Letak Salah

Penempatan pada posisi yang tidak strategis dapat menghambat dan mempersulit pekerja dalam bekerja. Hal ini berimbas pada efisiensi kerja yang rendah dan dapat menyebabkan kerugian baik bagi pekerja maupun perusahaan.

### 2. Sistem Kerja Salah

Sistem kerja alat yang tidak sesuai dengan tujuan awal dapat menjadi bumerang bagi proses produksi yang dilakukan. Alih-alih mempercepat proses produksi dengan memotong waktu perancangan dan perakitan alat, jika alat yang dipergunakan tidak sesuai peruntukan awal, maka hal tersebut dapat menyebabkan bahaya yang tidak diperkirakan dan kerusakan alat.

### 3. Desain Tidak Sesuai

Desain yang tidak sesuai dengan karakteristik beban muatan dan postur tubuh pekerja akan menimbulkan bahaya jangka panjang. Perhitungan pada pendesainan juga mempunyai peran penting agar didapatkan rasa aman dan nyaman, terutama bagi pekerja. Baju kerja yang dikenakan harus sesuai dengan SOP (Standar Operasional Prosedur) yang telah ditetapkan.



Gambar 2.14 Peringatan Penggunaan baju kerja

#### 4. Posisi Tubuh Salah

Pekerjaan dengan posisi tubuh yang salah mempengaruhi kenyamanan dalam melakukan pekerjaan. Hal ini juga membuat pekerja mengalami resiko terjadinya kelainan pada tubuh, seperti kelainan tulang tulang

#### **F. Bahaya Lingkungan**

Lingkungan berpengaruh terhadap pengoperasian alat berat. Terdapat berbagai resiko terkena dampak bahaya dari faktor lingkungan. Beberapa resiko tersebut adalah gangguan cuaca buruk dan bahaya ketika bekerja di tempat tinggi ataupun tidak rata.



Gambar 2.15 Resiko Terkait Faktor Lingkungan

#### **G. Bahaya Mekanis**

##### 1. Terjepit

Pengemudi bisa saja terjepit oleh bagian dari alat berat. Salah satu diantaranya adalah terjepit pintu dari alat tersebut, akibat dari kecerobohan atau human error dari pengemudi sendiri.



Gambar 2.16 Peringatan Bahaya Terjepit

## 2. Terjatuh

Terjatuh dari ruang kemudi pada suatu alat berat bisa saja terjadi jika pengemudi tidak memakai sabuk pengaman yang tersedia. Kondisi lingkungan juga merupakan faktor utama atas kecelakaan ini.



Gambar 2.17 Peringatan Bahaya Terjatuh

## 3. Terbentur

Terbentur rawan dialami oleh operator alat berat daripada orang-orang yang ada di sekitar area pengoperasian alat lainnya. Hal itu disebabkan operator berada dalam ruang yang sempit. Luas ruang kemudi yang terbatas, menyebabkan operator rentan terbentur benda kerja disekitarnya.



Gambar 2.18 Peringatan Bahaya Terbentur

#### 4. Terpeleset

Terpeleset dalam pengoperasian alat berat sering terjadi. Material dalam kondisi basah akan sangat licin dan memiliki resiko terpeleset yang besar. Tidak hanya material yang basah, faktor kondisi ban yang sudah tak layak pakai bisa juga dapat mengakibatkan alat berat terpeleset.



Gambar 2.19 Peringatan Bahaya Terpeleset

#### 5. Tertabrak

Bahaya ini mayoritas dialami oleh orang-orang yang berada di sekitar area pengoperasian alat berat. Terdapat dua faktor utama yang dapat menyebabkan kecelakaan ini. Beberapa faktor tersebut adalah operator yang lalai dan bentuk alat berat yang tinggi, sehingga mempersulit pandangan operator.



Gambar 2.20 Peringatan Bahaya Tabrakan

6. Tertusuk

Tertusuk lebih rentan untuk di alami orang yang berada di sekitar area pengoperasian alat berat. Faktor utamanya adalah kondisi lingkungan tambang. Lingkungan tersebut memiliki banyak benda tajam di dalamnya, sehingga orang-orang di sekitar area pengoperasian harus berhati-hati.

WADAH LIMBAH JARUM SUNTIK		WADAH LIMBAH JARUM SUNTIK	
 <b>PERHATIAN</b> CAUTION		 <b>PERHATIAN</b> CAUTION	
	<b>BAHAYA</b> TERTUSUK JARUM		<b>BAHAYA</b> TERTUSUK JARUM
	<b>BAHAYA</b> INFEKSIUS		<b>BAHAYA</b> INFEKSIUS
	<b>JANGAN</b> DIBALIK		<b>JANGAN</b> DIBALIK
WADAH LIMBAH JARUM SUNTIK		WADAH LIMBAH JARUM SUNTIK	
 <b>PERHATIAN</b> CAUTION		 <b>PERHATIAN</b> CAUTION	
	<b>BAHAYA</b> TERTUSUK JARUM		<b>BAHAYA</b> TERTUSUK JARUM
	<b>BAHAYA</b> INFEKSIUS		<b>BAHAYA</b> INFEKSIUS
	<b>JANGAN</b> DIBALIK		<b>JANGAN</b> DIBALIK

Gambar 2.21 Peringatan Bahaya Tertusuk

## **5R/5S**

5R/5S adalah suatu metode untuk mengatur lingkungan kerja yang sesuai dengan prosedur agar menjadi lingkungan kerja baik secara berkelanjutan. 5R/5S merupakan culture yang harus terus terbudayakan dalam benak para pekerja. Pembudayaan 5R/5S dalam tempat kerja merupakan keharusan guna mendapatkan lingkungan kerja yang nyaman serta tercapainya efisiensi tempat kerja. Berikut penjabaran dari 5R/5S.

### **A. Ringkas**

Prinsip dari Ringkas, yaitu memisahkan segala sesuatu yang diperlukan serta menyingkirkan yang tidak diperlukan dari tempat kerja. Mengetahui benda yang akan digunakan dan tidak digunakan, disimpan dan tidak disimpan, serta metode penyimpanan yang sesuai agar dapat diakses dengan mudah dan tidak mengganggu pekerjaan. Prinsip ini bertujuan meningkatkan efisiensi dan kenyamanan bagi pekerja dalam melakukan suatu pekerjaan. Langkah melakukan Ringkas adalah sebagai berikut:

1. Mengecek barang pada masing-masing area.
2. Mengkategorikan barang yang dipakai atau tidak dipakai.
3. Memberi label warna merah untuk barang yang tidak digunakan.
4. Siapkan tempat untuk menyimpan, membuang, memusnahkan barang-barang yang tidak digunakan.
5. Pindahkan barang-barang yang berlabel merah ke tempat yang telah direncanakan.

### **B. Rapi**

Prinsip Rapi adalah menyimpan barang sesuai dengan tempatnya. Kerapian berkaitan dengan sebagaimana cepat kita meletakkan barang dan mendapatkannya kembali pada saat diperlukan dengan mudah. Perusahaan tidak boleh asal-asalan dalam memutuskan dimana benda-benda harus diletakkan untuk mempercepat waktu untuk memperoleh barang tersebut karena akan memiliki dampak pada tempo (pace) produksi. Langkah melakukan Rapi adalah sebagai berikut:

1. Rancang metode penempatan barang yang diperlukan, sehingga mudah didapatkan saat dibutuhkan.
2. Tempatkan barang-barang yang diperlukan ke tempat yang telah dirancang dan disediakan.
3. Beri label/identifikasi untuk mempermudah penggunaan maupun pengembalian ke tempat semula.
4. Pastikan barang selalu berada dalam posisinya sebelum dan sesudah melakukan suatu pekerjaan.

#### **C. Resik**

Prinsip Resik adalah bahasa Jawa yang artinya membersihkan tempat/lingkungan kerja, mesin/peralatan dan barang-barang agar tidak terdapat debu dan kotoran. Kebersihan harus dilaksanakan dan dibiasakan oleh setiap orang dari CEO hingga pada tingkat office boy. Langkah melakukan Resik adalah sebagai berikut:

1. Penyediaan sarana kebersihan.
2. Pembersihan tempat kerja.
3. Peremajaan tempat kerja.
4. Pelestarian prinsip Resik.

#### **D. Rawat**

Prinsip Rawat adalah mempertahankan hasil yang telah dicapai pada 3R sebelumnya dengan membakukannya (standarisasi). Prinsip ini juga digunakan untuk memastikan keberlangsungan dari prinsip yang telah ada sekaligus menjaga standar kerja agar terus naik dan tidak mengalami penurunan. Langkah melakukan Rawat adalah sebagai berikut:

1. Tetapkan standar kebersihan, penempatan, dan penataan.
2. Komunikasikan ke setiap karyawan yang sedang bekerja di tempat kerja.
3. Pastikan prinsip rawat dilaksanakan oleh seluruh komponen perusahaan.

#### **E. Rajin**

Prinsip Rajin adalah terciptanya kebiasaan pribadi pekerja untuk menjaga dan meningkatkan apa yang sudah dicapai. Penerapan prinsip tersebut di tempat

kerja adalah “Lakukan apa yang harus dilakukan dan jangan melakukan apa yang tidak boleh dilakukan”. Langkah melakukan Rajin adalah sebagai berikut:

1. Target bersama.
2. Teladan atasan.
3. Hubungan atau komunikasi di lingkungan kerja.
4. Kesempatan belajar.

### **Analisis Risk**

Risk (Resiko) merupakan bahaya yang dapat terjadi akibat adanya tindakan atau proses yang dilakukan seseorang. Jenis resiko yang timbul dan dihadapi pekerja dalam dunia kerja dapat diidentifikasi menjadi dua jenis, yaitu Kecelakaan Akibat Kerja (KAK) dan Penyakit Akibat Kerja (PAK). PAK merupakan penyakit yang disebabkan proses pekerjaan, bahan kerja, alat kerja serta lingkungan kerja. PAK adalah akibat yang timbul dari adanya KAK. Berikut beberapa contoh PAK.

#### **a. Infeksi**

Infeksi adalah proses mikroorganisme melakukan invasi dan multiplikasi ke dalam tubuh, dimana dalam keadaan normal mikroorganisme tidak ada dalam tubuh. Masing-masing mikroorganisme, seperti jamur, bakteri, virus memiliki cara masing-masing untuk masuk ke dalam tubuh. Salah satunya adalah infeksi saluran pernapasan akut (ISPA). Cara penularan bisa terjadi karena adanya kontak langsung maupun tidak langsung.

#### **b. Keracunan**

Keracunan merupakan keadaan dimana terdapat zat asing masuk dalam tubuh yang mengganggu kesehatan, bahkan dapat menyebabkan kematian. Jenis keracunan yang umumnya terjadi pada area pertambangan adalah keracunan inhalasi, dimana keracunan ini terjadi karena terhirupnya suatu zat melalui organ pernafasan (gas CO, gas amonia, dan gas tambang).

#### **c. Cedera**

Cedera adalah rusaknya struktur atau fungsi tubuh. Hal itu dapat disebabkan oleh suatu kegiatan yang menekan anggota tubuh secara terus menerus ataupun

suatu luka pada anggota tubuh. Beberapa diantaranya terjadi karena suatu kecelakaan, seperti terpeleset, terjatuh, terkilir, dan lainnya.

d. Lumpuh (Cacat)

Lumpuh atau cacat merupakan penyakit yang diakibatkan oleh suatu kecelakaan parah. PAK ini diindikasikan dengan anggota tubuh yang tidak bisa digerakkan atau diluar kendali saraf pusat.

e. Amnesia

Amnesia merupakan kondisi terganggunya ingatan yang terbagi dalam amnesia fungsional maupun organik. Penyebab fungsional dikarenakan faktor psikologi, sementara penyebab organik dapat berupa kerusakan otak akibat trauma, penyakit atau penggunaan obat-obatan. Amnesia juga mungkin terjadi setelah benturan keras biasanya dikepala akibat jatuh maupun tertimpa beban berat. Hal tersebut dapat terjadi dalam area pertumbuhan khususnya pada penggunaan berbagai alat berat.

f. Luka bakar

Kecelakaan yang berhubungan dengan api atau kebakaran merupakan penyebab terjadinya luka bakar. Luka bakar yang hanya terjadi pada kulit bagian luar dinamakan luka bakar derajat 1. Sementara itu, untuk luka bakar yang sampai menembus bagian kulit dalam dinamakan luka bakar derajat 2.

g. Tuli

Tuli merupakan penyakit yang berakibat pada penurunan kemampuan pendengaran. Penurunan fungsi pendengaran dapat terjadi pada salah satu telinga ataupun keduanya. Tuli dapat disebabkan oleh masalah mekanis dalam saluran telinga yang menghalangi penghantar getaran suara. Kerusakan saraf pendengaran atau jalur saraf pendengaran dapat pula menjadi penyebab penyakit ini. Pada penggunaan mesin atau alat yang mempunyai tingkat kebisingan tinggi mempunyai resiko tinggi.

h. Pneumoconiosis

Pneumoconiosis adalah Penyakit Akibat Kerja (PAK) yang berhubungan dengan pernafasan. ILO mendefinisikan penyakit ini sebagai suatu kejadian dalam paru-paru karena penumpukan debu yang mengakibatkan reaksi jaringan terhadap

debu tersebut. Pneumoconiosis dapat disebabkan beberapa hal, seperti debu organik, debu anorganik, dan pekerjaan penambangan batu bara. PAK ini lebih dikenal dengan paru-paru hitam.

### **Solusi**

Solusi terkait K3 adalah sebuah upaya untuk mengurangi, memperkecil, dan menghilangkan risiko yang ada pada lingkungan kerja. Secara umum solusi yang dapat dilakukan guna mencegah kecelakaan kerja pada lingkungan kerja adalah sebagai berikut:

a. Education

Pendidikan merupakan standar utama dalam dunia kerja, karena setiap perusahaan menerapkan standar pendidikan bagi para pekerjanya. Hal tersebut bertujuan untuk mendapat sumber daya manusia yang sesuai dengan kebutuhan perusahaan.

b. Pelatihan

Pelatihan adalah cara yang dapat dilakukan agar pekerja mampu menguasai bidang pekerjaan atau alat yang dipergunakan, karena setiap masing-masing alat mempunyai pengoperasian yang berbeda. Prosedur penggunaan alat yang benar dapat mencegah kerusakan alat dan kecelakaan kerja terjadi.

c. Pengamanan (Safety Guard)

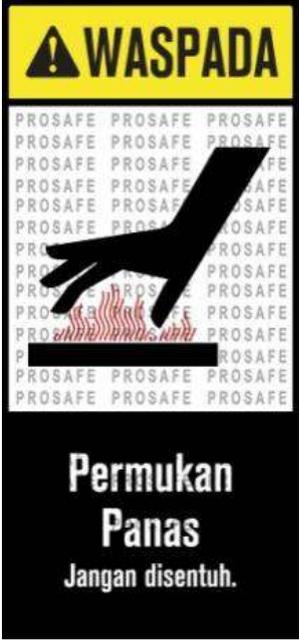
Komponen bergerak merupakan bahaya yang harus diminimalisir untuk keselamatan dan kesehatan pekerja. Penggunaan safety guard adalah upaya pencegahan terjadinya kontak langsung antara pekerja dengan komponen bergerak pada alat berat. Pendesainan safety guard juga harus sesuai dengan kebutuhan dan tidak menimbulkan bahaya baru.

Berikut ini beberapa contoh bahaya yang mungkin timbul dari setiap faktor dan solusi yang dapat diterapkan guna mengatasi atau mencegah bahaya tersebut.

No	Faktor Bahaya	Solusi
1	<b>Bahaya Biologis</b> – Cacing pita. Terkait lokasi kerja	– Menggunakan alat pelindung

No	Faktor Bahaya	Solusi
	<p>dengan alat berat, maka mayoritas lokasi kerja berada di daerah yang dominan tanah. Cacing ini dapat masuk ke dalam tubuh manusia melalui pori-pori, dan dapat menyebabkan penyakit.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Kencing tikus. Tikus juga mempunyai habitat di tanah. Salah satu penyakit yang diakibatkan oleh tikus adalah melalui kencingnya, dimana pada kencing tikus terdapat berbagai macam virus dan bakteri yang dapat mengakibatkan penyakit dalam tubuh manusia.</li> <li>- Bakteri dan kuman. Tanah memiliki bakteri dan kuman yang lebih banyak dibandingkan tempat lain, karena tanah merupakan tempat bersarangnya berbagai macam bakteri dan kuman.</li> </ul>	<p>diri, yaitu sepatu safety dan sarung tangan. Kedua alat itu berfungsi sebagai pelindung tangan dan kaki pada saat bekerja agar terhindar dari bakteri dan dari kencing tikus dan cacing pita.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Menyediakan wastafel dan poster untuk mengingatkan pekerja agar mencuci tangannya setelah bekerja.</li> </ul> <div data-bbox="906 1077 1350 1476" data-label="Image"> <p>The image is a handwashing poster. It features a cartoon character of a soap dispenser with a smiling face, wearing orange boots, and holding a white bar of soap. The text 'Jangan lupa!' is written in large, bold, black letters. Below it, a pink speech bubble contains the text 'cuci tangan anda dengan sabun!' in white. The background is light blue with some faint text like 'Safety' and 'Poster'.</p> </div> <p style="text-align: center;">Gambar 2.22 Poster Mencuci Tangan</p>

No	Faktor Bahaya	Solusi
		 <p data-bbox="970 786 1337 869">Gambar 2.23 Contoh Sepatu pelindung</p>
2	<p data-bbox="384 898 584 927"><b>Bahaya Fisika</b></p> <ul data-bbox="384 954 863 1648" style="list-style-type: none"> <li>- Debu. Tanah pada area tambang atau konstruksi memiliki banyak debu, dimana bila debu terhirup oleh pernapasan, maka bisa terjadi penyakit pernapasan.</li> <li>- Panas alat tambang. Berbagai alat tambang yang dipakai pasti menghasilkan energi panas dan jika kita sentuh permukaan yang panas tersebut, maka akan menimbulkan sakit di permukaan kulit.</li> </ul>	<ul data-bbox="895 954 1366 1256" style="list-style-type: none"> <li>- Menggunakan alat pelindung diri berupa sarung tangan dan masker agar terhindar dari debu yang dapat mengakibatkan gangguan pada saluran pernapasan.</li> </ul>

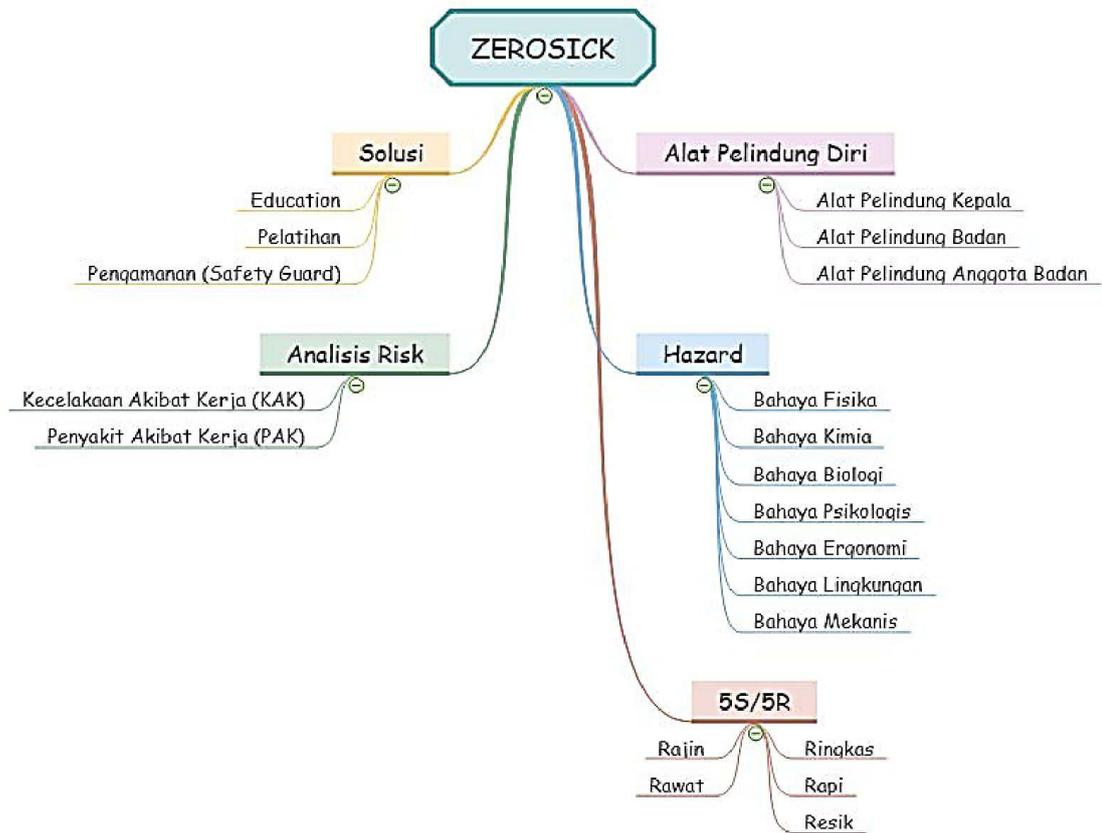
No	Faktor Bahaya	Solusi
		 <p data-bbox="919 1021 1340 1115">Gambar 2.24 bahaya permukaan panas</p>
3	<p data-bbox="384 1137 592 1169"><b>Bahaya Kimia</b></p> <ul data-bbox="384 1191 866 1832" style="list-style-type: none"> <li>- Limbah tambang. Zat kimia pada limbah tersebut dapat menyebabkan penyakit, bila pekerja terkontaminasi.</li> <li>- Karat alat tambang. Jika pekerja memiliki luka atau kulit yang terbuka dan di alat tambang tersebut terdapat karat, maka akan berbahaya jika tersentuh karena kemungkinan besar akan mengakibatkan penyakit tetanus.</li> </ul>	<ul data-bbox="895 1191 1370 1715" style="list-style-type: none"> <li>- Menggunakan wearpack/baju kerja agar terlindung dari luka. Pakaian harus benar-benar terikat atau pas dengan pemakainya. Ketika bekerja, baju terkancing secara sempurna, sehingga tidak ada bagian-bagian anggota badan yang terbuka atau tidak terlindungi.</li> </ul>

No	Faktor Bahaya	Solusi
		 <p data-bbox="970 725 1286 763">Gambar 2.25 Baju kerja</p>
4	<p data-bbox="384 786 624 824"><b>Bahaya Mekanik</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li data-bbox="405 846 863 987">– Bagian alat tambang yang tajam akan berbahaya jika menusuk pekerja.</li> <li data-bbox="405 1010 863 1323">– Bagian alat tambang yang berat. Jika bagian yang berat ini jatuh tentunya akan berakibat fatal bagi pekerja yang berada di bawah bagian alat tambang ini.</li> <li data-bbox="405 1346 863 1984">– Hubungan alat-alat yang terpasang tidak terhubung dengan baik. Hal ini juga akan berakibat fatal terhadap pekerja, karena jika hubungan antara bagian-bagian alat tambang yang kurang rapat atau kencang, maka kemungkinan besar pengoperasian alat tambang tidak akan berjalan dengan baik.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li data-bbox="895 824 1369 1077">– Menghindari bahaya mekanik dengan menggunakan wearpack, helm, sarung tangan, dan sepatu safety guna mengurangi potensi bahaya.</li> </ul>  <p data-bbox="938 1682 1326 1771">Gambar 2.26 Poster Perintah Menggunakan Sarung Tangan</p>

No	Faktor Bahaya	Solusi
5	<p><b>Bahaya Ergonomis</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Ketinggian posisi alat tambang. Jika suatu alat tambang berada pada ketinggian yang cukup tinggi, maka bahaya yang ditimbulkan terhadap pekerja juga cukup besar.</li> <li>- Posisi tempat bekerja. Misalnya posisi tempat mengemudi yang kurang sesuai dengan posisi tubuh sehingga dapat mengakibatkan pekerja kurang nyaman dan jika didiamkan akan berakibat fatal.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Bahaya ergonomis dapat dikurangi dengan cara meletakkan alat sesuai dengan letaknya. Menata alat dengan rapi agar mudah dalam pencarian akan mengurangi resiko terjatuhnya alat.</li> <li>- Penempelan poster-poster K3.</li> </ul> <div data-bbox="922 853 1337 1429" style="text-align: center;"> </div> <p style="text-align: center;">Gambar 2.27 Contoh Poster K3</p>
6	<p><b>Bahaya Psikologis</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Rasa bosan. Bekerja dalam daerah pertambangan memiliki suasana yang tidak berubah. Hal tersebut dapat memberi potensi rasa bosan terhadap pekerja.</li> <li>- Lelah. Bekerja pada sektor pertambangan mengharuskan</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Memberikan jeda kerja atau istirahat dengan diselingi dengan musik untuk relaksasi.</li> <li>- Memberikan cek kesehatan secara rutin dan diberikan humor-humor.</li> </ul>

<b>No</b>	<b>Faktor Bahaya</b>	<b>Solusi</b>
	<p>pekerja untuk memberikan tenaga yang lebih, sehingga memiliki potensi lelah yang lebih besar.</p> <ul style="list-style-type: none"><li>- Stress. Hal itu disebabkan oleh kondisi daerah pertambangan yang cenderung panas serta rasa lelah yang berlebih, maka memungkinkan kondisi pekerja mengalami stress cukup besar.</li></ul>	

## MIND MAPPING



## **BAB 3** DASAR ALAT BERAT

Alat berat adalah peralatan mesin berukuran besar yang didesain untuk melaksanakan fungsi konstruksi seperti pengerjaan tanah, konstruksi jalan, konstruksi bangunan, perkebunan, dan pertambangan. Keberadaan alat berat dalam setiap proyek sangat penting, karena dapat menunjang pembangunan infrastruktur maupun dalam mengeksplorasi hasil tambang, misalnya semen, batubara, dan lainnya. Banyak keuntungan yang didapat dalam menggunakan alat berat, seperti waktu yang sangat cepat, tenaga yang besar, nilai-nilai ekonomis, dan lainnya. Penggunaan alat berat yang kurang tepat dengan kondisi dan situasi lapangan pekerjaan akan mempengaruhi beberapa hal, antara lain rendahnya produksi, tidak tercapainya jadwal atau target yang telah ditentukan, ataupun kerugian biaya perbaikan yang tidak semestinya. Sebelum menentukan tipe dan jumlah peralatan sebaiknya dipahami terlebih dahulu fungsinya.

Alat berat merupakan faktor penting dalam proyek, terutama dalam konstruksi maupun pertambangan, serta kegiatan lain dengan skala besar. Tujuan penggunaan alat-alat berat adalah memudahkan manusia dalam melakukan pekerjaannya, sehingga hasil yang diharapkan dapat tercapai lebih mudah dengan waktu yang relatif lebih singkat. Alat berat yang umum dipakai dalam proyek konstruksi, antara lain :

1. Alat gali (excavator) seperti backhoe, front shovel, clamshell;
2. Alat pengangkut seperti loader, truck dan conveyor belt;
3. Alat pemadat tanah seperti compactor.

### **Klasifikasi Fungsional Alat Berat**

Alat berat dapat dikategorikan dalam klasifikasi fungsional dan operasional alat berat. Klasifikasi fungsional alat adalah pembagian alat berdasarkan fungsi-fungsi utama alat. Berikut pembagian alat berdasarkan fungsi yang dimiliki.

#### **1. Alat Pengolah Lahan**

Kondisi lahan proyek terkadang masih merupakan lahan asli yang harus dipersiapkan sebelum mulai diolah. Pembukaan lahan yang masih terdapat semak atau pepohonan, maka dapat dilakukan dengan

menggunakan Dozer. Scraper dapat digunakan untuk pengangkatan lapisan tanah paling atas. Tidak hanya menggunakan Dozer, pembentukan permukaan supaya rata dapat digunakan juga Motor Grader.

Bulldozer dapat dibedakan menjadi dua, yaitu menggunakan roda kelabang (Crawler Tractor Dozer) dan roda karet (Wheel Tractor Dozer). Alat berat ini umumnya menggunakan traktor sebagai tempat duduk dan penggerak utama, tetapi lazimnya traktor tersebut dilengkapi dengan sudu sehingga dapat berfungsi untuk menggusur tanah. Bulldozer digunakan sebagai alat pendorong tanah dengan arah lurus ke depan maupun ke samping, tergantung pada sumbu kendaraannya. Terkait pekerjaan di rawa, dapat digunakan jenis Bulldozer khusus yang disebut Swamp Bulldozer.

## 2. Alat Penggali

Jenis alat ini dikenal juga dengan istilah Excavator. Terdapat beberapa alat berat yang dapat digunakan untuk menggali tanah dan batuan. Termasuk dalam kategori ini adalah Front Shovel, Backhoe, Dragline, dan Clamshell.

## 3. Alat Pengangkut Material

Crane termasuk dalam kategori alat pengangkut material, karena alat dapat mengangkut material secara vertikal dan memindahkannya secara horizontal pada jarak jangkauan yang relatif kecil. Terkait pengangkutan material lepas (loose material) dengan jarak tempuh yang relatif jauh, alat yang digunakan dapat berupa Belt, Truck dan Wagon.

## 4. Alat Pemindah Material

Loader dan Dozer adalah alat pemindah material. Alat berat yang termasuk dalam kategori ini biasanya tidak digunakan sebagai alat transportasi, melainkan untuk memindahkan material ke alat yang lain.

## 5. Alat Pematat

Lahan yang akan ditimbun memerlukan suatu pemadatan. Pemadatan juga dilakukan untuk pembuatan jalan, baik jalan tanah dan jalan dengan perkerasan lentur maupun perkerasan kaku. Termasuk sebagai alat pematat, yaitu Tamping Roller, Pneumaticroller, Compactor, dan sebagainya. Tanah

perlu dipadatkan dengan maksimal pada pekerjaan pembuatan landasan pesawat terbang, jalan raya, dan tanggul sungai. Pekerjaan pemadatan tanah dalam skala kecil dapat dilakukan dengan cara menggenangi dan membiarkan tanah menyusut dengan sendirinya. Cara tersebut memerlukan waktu yang lama dengan hasil kurang sempurna. Beberapa cara mekanis untuk pemadatan tanah diperlukan untuk membuat tanah mampat secara sempurna.

#### 6. Alat Pemroses Material

Alat ini dipakai untuk mengubah batuan dan mineral alam menjadi suatu bentuk dan ukuran yang diinginkan. Beberapa hasil alat pemroses material, misalnya batuan bergradasi, semen, beton, dan aspal. Termasuk dalam alat ini adalah Crusher dan Concrete Mixer Truck. Alat yang dapat mencampur material-material di atas juga dikategorikan dalam alat pemroses material, seperti Concrete Batch Plant (CBP) dan Asphalt Mixing Plant yang juga dikenal dengan singkatan AMP.

#### 7. Alat Penempatan Akhir Material

Alat digolongkan pada kategori ini, karena berfungsi untuk menempatkan material pada tempat yang telah ditentukan. Material disebarkan secara merata dan dipadatkan sesuai spesifikasi yang ditentukan pada lokasi atau tempat tersebut. Termasuk dalam kategori alat yang digunakan untuk menempatkan akhir material adalah Concrete Spreader dan Asphalt Paver.

### **Fungsi Alat Berat**

Beberapa fungsi alat berat sebagai berikut:

1. Alat Pengolah Lahan
2. Alat Penggali
3. Alat Pengangkut Material
4. Alat Pemindahan Material
5. Alat Pemadat
6. Alat Pemroses Material

Fungsi dasar alat berat di atas terkategori pada jenis alat yang digunakan untuk menggali, memindah, dan mengangkut. Alat tersebut dikenal dengan istilah Excavator. Excavator memiliki beberapa kategori, diantaranya adalah Front Shovel, Dragline, dan Clamshell. Alat berat tersebut secara umum terdiri atas struktur bawah, struktur atas, sistem dan bucket. Struktur bawah alat berupa penggerak yang dapat berupa roda, ban atau Crawler. Tidak hanya itu, alat gali mempunyai as (Slewing ring) di antara alat penggerak dan badan mesin, sehingga alat berat tersebut dapat melakukan gerakan memutar, meskipun tidak ada gerakan pada alat penggerak atau mobilisasi. Sistem pada alat gali terdiri dari dua macam, yaitu sistem hidrolis dan sistem kabel.

Backhoe dan Power Shovel disebut alat penggali dengan sistem hidrolis, karena bucket digerakan dengan sistem pompa minyak hidrolis. Sistem hidrolis dapat menggerakkan bucket, boom, dan arm. Backhoe terdiri dari enam bagian utama, yaitu struktur atas yang dapat berputar, boom, lengan (arm), bucket, dan slewing ring, sedangkan struktur bawah boom, lengan, dan bucket digerakkan oleh sistem hidrolis.

#### 1. Excavator

Excavator atau sering disebut Backhoe termasuk alat penggali hidrolis yang pada bagian depan terpasang bucket. Penggerak alat tersebut berupa traktor dengan roda ban atau crawler. Backhoe bekerja dengan cara menggerakkan bucket ke arah bawah dan kemudian menariknya menuju badan alat. Sebaliknya, front shovel bekerja dengan cara menggerakkan bucket ke arah atas dan menjauhi badan alat.

Berdasarkan hal di atas, diketahui bahwa Backhoe menggali material yang terdapat di bawah permukaan di mana alat tersebut berada, sedangkan front shovel menggali material di permukaan dimana alat tersebut berada. Backhoe umumnya dioperasikan untuk penggalian saluran, terowongan, atau basement. Backhoe beroda ban biasanya tidak digunakan untuk penggalian, melainkan lebih sering digunakan untuk pekerjaan umum lainnya, seperti penggalian di bawah permukaan serta penggalian material keras. Penggunaan Backhoe akan menghasilkan galian yang rata. Pemilihan

kapasitas bucket Backhoe harus sesuai dengan pekerjaan yang akan dilakukan.



Gambar 3.1. Excavator pada Permukaan Rata

Struktur bawah Backhoe adalah penggerak utama yang dapat berupa roda ban atau roda crawler. Terdapat enam gerakan dasar yang mencakup 24 gerakan pada masing-masing bagian, yaitu:

- a. Gerakan boom merupakan gerakan yang mengarahkan bucket menuju tanah galian.
- b. Gerakan bucket menggali merupakan gerakan ketika bucket menggali material.
- c. Gerakan bucket membongkar adalah gerak bucket pada arah yang berlawanan dengan proses menggali.
- d. Gerakan lengan merupakan gerakan mengangkat lengan dengan radius sampai  $100^{\circ}$ .
- e. Gerakan slewing ring adalah gerak pada as yang bertujuan agar bagian atas Backhoe dapat berputar  $360^{\circ}$ .
- f. Gerakan struktur bawah digunakan untuk perpindahan tempat jika area telah selesai digali.

Cara kerja Backhoe pada saat penggalian adalah boom dan bucket bergerak maju. Bucket digerakkan menuju alat dan melakukan penetrasi ke dalam tanah. Bila telah penuh, bucket diangkat. Struktur atas berputar dan bucket diayun hingga material di dalamnya keluar.

## 2. Dump Truck

Truk sangat efisien digunakan untuk pengangkutan jarak jauh. Beberapa kelebihan truk dibanding alat lain, yaitu memiliki kecepatan lebih tinggi, kapasitas besar, biaya operasional yang lebih kecil, dan kebutuhannya dapat disesuaikan dengan kapasitas alat gali.



Gambar 3.2. Dump Truck

Truk memiliki kekurangan, yaitu memerlukan alat lain untuk pemuatan. Beberapa faktor yang mempengaruhi pemilihan ukuran dan konfigurasi truk adalah material yang akan diangkut dan Excavator atau loader pemuat. Truk tidak hanya digunakan dalam pengangkutan tanah, tetapi juga material lain. Terdapat beberapa factor yang mempengaruhi pengangkutan material tertentu, yaitu:

- a. Terkait batuan, dasar bak dilasi papan kayu agar tidak mudah rusak.
- b. Terkait aspal, bak dilapisi oleh solar agar aspal tidak menempel pada permukaan bak.

- c. Terkait material lengket seperti lempung basah, pilih bak bersudut bulat.

Pengisian bak pada truk memerlukan alat lain, seperti Excavator dan loader. Pengisian material tanah perlu memperhatikan hal-hal berikut:

- a. Excavator merupakan penentu utama jumlah truk, sehingga tentukan jumlah truk agar Excavator tidak idle.
- b. Jumlah truk yang menunggu jangan sampai lebih dari 2 unit.
- c. Isi truk sampai kapasitas maksimumnya.
- d. Bila mengangkutan material beragam, maka material paling berat diletakkan di bagian belakang, guna menghindari terjadinya kerusakan pada kendali hidrolis.
- e. Ganjal ban saat pengisian.

Volume material yang diangkut harus sesuai dengan kapasitas truck. Hal yang tidak diinginkan dapat terjadi, jika pengangkutan material oleh truk dilaksanakan melampaui batas kapasitasnya. Berikut beberapa hal yang mungkin terjadi.

- a. Konsumsi bahan bakar bertambah.
- b. Umur ban berkurang.
- c. Kerusakan pada bak.
- d. Mengurangi produktivitas.

Kapasitas dan ukuran truk sangat bervariasi. Pemilihan ukuran truk sangat penting, karena truk besar atau kecil akan memberikan beberapa keuntungan dan kerugian.

- a. Kelebihan Truck Kecil Terhadap Truck Besar
  - 1) Bergerak lebih leluasa dan kecepatan lebih tinggi.
  - 2) Kerugian dalam produktivitas akan lebih kecil jika salah satu truk tidak dapat beroperasi.
  - 3) Kemudahan dalam memperhitungkan jumlah truck untuk setiap alat pemuat.
- b. Kerugian Truck Kecil Terhadap Truck Besar
  - 1) Kesulitan bagi alat pemuat dalam memuat material.

- 2) Jumlah truck yang banyak maka waktu antrian (ST) akan lama.
  - 3) Memerlukan lebih banyak supir.
  - 4) Meningkatkan investasi karena jumlah truck yang banyak.
- c. Keuntungan Truk Besar Terhadap Truk Kecil
- 1) Jumlah truck yang sedikit menyebabkan investasi berkurang (bensin, perbaikan, dan perawatan).
  - 2) Kebutuhan supir yang tidak banyak.
  - 3) Memudahkan alat pemuat dalam memuat material.
  - 4) Waktu antri (ST) akan berkurang.
- d. Kerugian Truk Besar Terhadap Truck Kecil
- 1) Bila alat pemuat kecil maka akan memperbesar waktu muat (LT).
  - 2) Beban yang besar dari truk dan muatannya akan mempercepat kerusakan jalan.
  - 3) Jumlah truck yang seimbang dengan alat pemuat akan sulit didapat.
  - 4) Larangan pengangkutan di jalan raya dapat diberlakukan pada truck besar.

### 3. Bulldozer

Dozer merupakan traktor yang dipasangkan pada blade pada bagian depannya. Blade memiliki fungsi sebagai pendorong atau pemotong material yang ada di depannya. Jenis pekerjaan yang biasanya menggunakan Dozer atau Bulldozer, yaitu:

- a. Mengupas top soil dan pembersihan lahan dari pepohonan.
- b. Pembukaan jalan baru.
- c. Pindahkan material pada Scraper.
- d. Menyebarkan material.
- e. Mengisi kembali saluran.

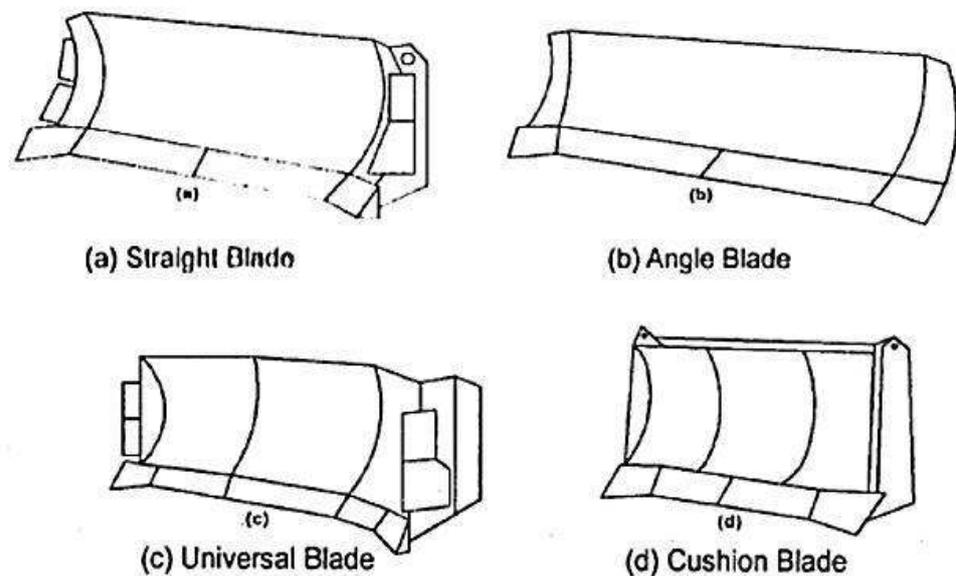


Gambar 3.3. Bulldozer

Dua macam alat penggerak Dozer adalah roda crawler dan roda ban. Jenis Dozer beroda crawler terbagi menjadi tiga, yaitu ringan, sedang dan berat. Jenis ini digunakan untuk menarik dan mendorong beban berat, serta mampu bekerja pada permukaan kasar dan berair. Dozer beroda ban dapat bergerak lebih cepat, sehingga lebih ekonomis. Umumnya, alat ini digunakan pada permukaan aspal dan beton. (Susy Fatena Rostiyanti, 2008).

Pisau atau blade berfungsi untuk mendorong material ke depan dan mendorong material ke samping. Terdapat beberapa macam jenis pisau yang dipasangkan pada dozer, pemilihan jenisnya tergantung pada jenis pekerjaan yang akan dilakukan. Jenis-jenis pisau yang ada, yaitu:

- a. Straight blade (S-blade)
- b. Angle blade (A-blade)
- c. Universal blade (U-blade)
- d. Cushion blade (C-blade)



Gambar 3.4. Macam-Macam Blade

### Pekerjaan Teknik Alat Berat

Pelaksanaan pekerjaan pengecoran beton dapat menggunakan alat bantu pompa agar selesai lebih cepat daripada memakai sistem manual dengan cara diaduk lalu diangkut memakai ember sampai ke lokasi cor beton. Terutama untuk proyek gedung yang volumenya besar serta jarak angkutnya jauh. Hal tersebut memerlukan metode serta perhitungan yang tepat agar biaya bisa dihemat.

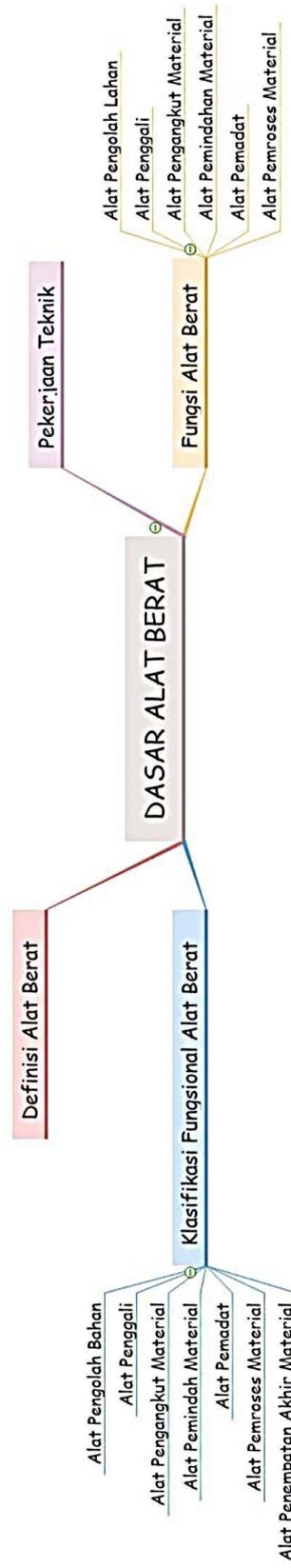
Concrete Pump adalah alat berupa mesin dan pipa besi yang berfungsi untuk memompa-adukan beton yang dituangkan dari Truck Mixer. Adukan beton, kemudian melewati pipa besi sehingga sampailah ke lokasi pengecoran. Selanjutnya, para tukang bangunan meratakan dan memadatkan adukan tersebut hingga terbentuk konstruksi beton bertulang dengan kualitas seperti yang sudah direncanakan. Concrete Pump juga dapat digunakan untuk pengecoran dak beton rumah lantai 2, 3, dan seterusnya. Penggunaannya akan menghemat jumlah tenaga kerja yang dibutuhkan. Perhitungan lama masa sewa secara hemat diperlukan, sehingga tidak menimbulkan pemborosan. Hal tersebut didukung dengan rata-rata harga sewa Truck pompa beton yang berkisar Rp.2.500.000,- perhari, dimana

merupakan jumlah yang tidak sedikit untuk ukuran proyek rumah tinggal. Berikut salah satu contoh perhitungan.

1. Volume beton  $= 3000\text{m}^3$
2. Jumlah pompa  $= 3\text{bh}$
3. Kapasitas produksi pompa beton  $= 20 \text{ m}^3/\text{jam}$
4. Kapasitas produksi cor beton  $= 3\text{bh} \times 20\text{m}^3/\text{jam} = 60\text{m}^3/\text{jam}$
5. Lama pelaksanaan cor beton atau lama sewa pompa  $= 3000\text{m}^3 : 60\text{m}^3/\text{jam} = 50\text{jam} = 2,0833 \text{ hari}$  dibulatkan menjadi 3 hari
6. Jadi waktu sewa beton yang dibutuhkan adalah 3 hari sesuai perkiraan lama pengecoran.

Penyewaan pompa yang sesuai dengan kebutuhan waktu penggunaan dilakukan, sehingga dapat terhindar dari resiko membayar uang sewa, meskipun alat tersebut tidak digunakan. Tidak hanya itu, pengguna juga terbebas dari resiko pompa yang sudah diambil oleh penyewa akibat kontrak sewa alat sudah habis.

# MIND MAPPING

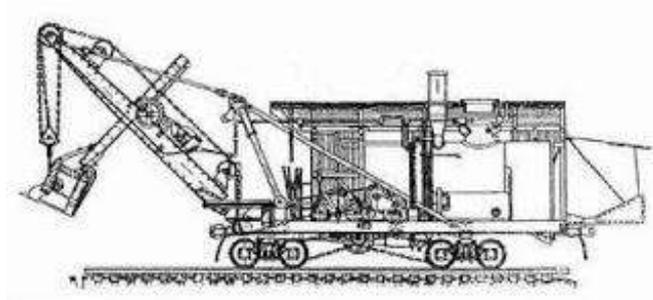


## BAB 4

## ALAT BERAT BERODA

### BACKHOE

a. Pengertian



Gambar 4.1 excavator pertama

Backhoe atau backhoe loader atau yang biasa disebut Excavator ukuran sedang adalah Alat berat yang terdiri dari batang, tongkat, keranjang dan rumah dalam sebuah wahana putar dan digunakan untuk penggalian (ekskavasi) . Rumah rumah diletakkan diatas kereta bawah yang dilengkapi Roda rantai atau Roda. Excavator pertama kali diciptakan pada tahun 1835 oleh William Smith Otis, seorang ahli mekanik asal Amerika Serikat. Pada awalnya excavator dijalankan dengan menggunakan mesin uap dan digunakan sebagai alat penggalian untuk membangun rel kereta api. Pada tahun 1839 William Smith Otis menerima patent atas karya excavator temuannya dan kemudian meninggal dunia pada tahun yang sama (1839). Pada tahun 1840 tercatat ada 7 buah excavator dan merupakan excavator pertama di dunia yang diciptakan oleh William Smith Otis. Excavator menggunakan Winch dan Tali besi untuk bergerak. Excavator adalah perkembangan alami dari Penggaruk Uap dan sering juga disebut Power shovel.

Excavator adalah alat yang serba guna yang dapat digunakan untuk menggali tanah, membuat parit, memuat material ke dump truck atau kayu ke trailer. Dengan kombinasi penggantian attachment maka dapat digunakan untuk memecah batu, mencabut tanggul, membongkar aspal dan lain-lain.

Konstruksi excavator bagian atasnya (upper structure) mampu berputar (swing) 360 derajat, sehingga alat ini sangat lincah untuk penggalian dan pemindahan tanah pada area yang sempit.

Bagian utama dari hydraulic excavator adalah :

1. Front End Attachment
2. Upperstructure
3. Undercarriage

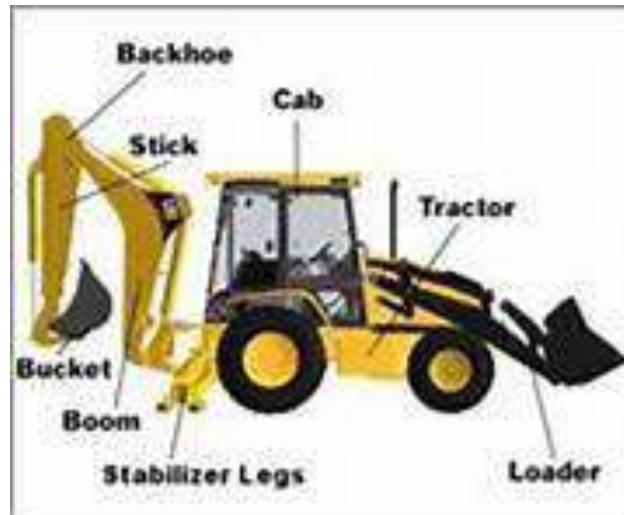
Untuk membandingkan kemampuan dari hydraulic excavator, dulu berorientasi pada kapasitas bucket (bucket capacity). Sedangkan pada saat ini, untuk membandingkannya berdasarkan berat operasi dari mesin (operating weight). Product hydraulic excavator, bila kita lihat dari berat operasinya maka dapat digolongkan kedalam 4 (empat) kelompok yaitu ;

1. Mini ; 0,6 – 6 tons
2. Medium : 10 – 30 tons
3. Large : 40 – 80 tons
4. Big / Giant : 80 – 800 tons



Gambar 4.2 Jenis excavator

b. Bagian backhoe



Gambar 4.3 bagian bagian backhoe

Backhoe mempunyai bagian :

1. Bucket = digunakan untuk mengeruk tanah
2. Boom = tuas utama yang digunakan untuk menggerakkan bucket
3. Backhoe = tuas yang digunakan untuk menggerakkan bucket saat mengeruk
4. Cab = tempat untuk mengendalikan backhoe
5. Loader= digunakan untuk mendorong tanah
6. Stick = digunakan untuk menggerakkan bucket naik turun
7. Tractor = digunakan untuk menggerakkan loader
8. Stabilizer leg = digunakan untuk menjaga keseimbangan backhoe.

c. Pengoperasian backhoe

Backhoe yang termasuk dalam alat penggali hidrolis memiliki bucket yang dipasangkan di depannya. Alat penggeraknya traktor dengan roda ban atau crawler. Backhoe bekerja dengan cara menggerakkan bucket ke arah bawah dan kemudian menariknya menuju badan alat. Dengan demikian dapat dikatakan bahwa backhoe menggali material yang berada di bawah permukaan di mana alat tersebut berada. Pengoperasian backhoe umumnya untuk penggalian saluran, terowongan, atau basement. Backhoe beroda ban biasanya tidak digunakan untuk penggalian, tetapi lebih sering digunakan

untuk pekerjaan umum lainnya. Backhoe digunakan pada pekerjaan penggalian di bawah permukaan serta untuk penggalian material keras. Dengan menggunakan backhoe maka akan didapatkan hasil galian yang rata. Pemilihan kapasitas bucket backhoe harus sesuai dengan pekerjaan yang akan dilakukan.

Bagian Backhoe terdiri dari enam bagian utama, yaitu struktur atas yang dapat berputar, boom, lengan (arm), bucket, slewing ring, dan struktur bawah. Boom, lengan dan bucket digerakkan oleh sistem hidrolis. Struktur bawah adalah penggerak utama yang dapat berupa roda ban atau roda crawler. Ada enam gerakan dasar yang mencakup gerakan gerakan pada masing-masing bagian, yaitu :

1. Gerakan boom : merupakan gerakan boom yang mengarahkan bucket menuju tanah galian.



Gambar 4.4 Gerakan boom pada backhoe

2. Gerakan bucket menggali : merupakan gerakan bucket saat menggali material.
3. Gerakan bucket membongkar : adalah gerakan bucket yang arahnya berlawanan dengan saat menggali.
4. Gerakan lengan : merupakan gerakan mengangkat lengan dengan radius sampai  $100^{\circ}$ .
5. Gerakan slewing ring : gerakan pada as yang bertujuan agar bagian atas backhoe dapat berputar  $360^{\circ}$ .

6. Gerakan struktur bawah : dipakai untuk perpindahan tempat jika area telah selesai digali.

Teknik Penggalian yang dilakukan oleh backhoe sebagai berikut:

- a. Boom dan bucket bergerak maju.
- b. Bucket digerakkan menuju alat.
- c. Bucket melakukan penetrasi ke dalam tanah.
- d. Bucket yang telah penuh diangkat.
- e. Struktur atas berputar.
- f. Bucket diayun sampai material di dalamnya keluar.

d. Resiko

Risk atau Resiko adalah potensi kerugian yang bisa diakibatkan apabila berkontak dengan suatu bahaya ataupun terhadap kegagalan suatu fungsi. Risk dalam hal ini berhubungan dengan kecelakaan akibat kerja dan penyakit akibat kerja.

1. Kecelakaan Akibat Kerja (KAK)

Pengertian Kecelakaan Akibat Kerja adalah insiden yang menimbulkan cedera, penyakit akibat kerja atau bahkan kematian. Insiden yang dapat mengakibatkan Kecelakaan Akibat Kerja ini bisa berasal dari faktor human error, alat yang rusak ataupun bencana alam seperti tanah longsor, angin topan, gempa bumi, atau banjir. Berikut contoh insiden yang mengakibatkan kecelakaan akibat kerja:

- a. Tertimpa Bucket backhoe yang terlepas

Setiap alat berat memiliki jarak aman yang digunakan untuk mengatur para pekerja, manusia, benda ataupun hewan dan tumbuhan agar tidak terkena bucket atau loader yang ada. Karena bila terlalu dekat dengan bucket atau loader bisa terkena atau bahkan bisa tertimpa bucket yang terlepas jika bucket rusak. Atau terdorong loader saat beroperasi.



Gambar 4.5 Bucket backhoe yang terlepas

b. Terkena bencana alam.



Gambar 4.6 Backhoe terkena tanah longsor

Bencana alam yang terjadi secara tiba-tiba dapat mengakibatkan kecelakaan pada pekerja yang sedang mengoperasikan backhoe disaat bencana tersebut terjadi. Misalnya saja tanah longsor, tanah longsor dapat mengakibatkan backhoe tertimbun material longsor. Hal tersebut dapat mengakibatkan luka baik ringan maupun berat bahkan kematian pada pekerja jika terkena timbunan material tersebut.

c. Jalan yang berkelok-kelok.



Gambar 4.7 Backhoe terguling

Jalan yang berkelok-kelok dapat mengakibatkan kurang seimbangnya backhoe saat bergerak. Hal ini dapat membuat backhoe menjadi oleng bahkan terguling. Akibatnya pekerja bisa mengalami cedera atau luka baik ringan maupun parah.

d. Tergilas roda backhoe.

Saat backhoe beroperasi dilarang ada yang mendekati area tersebut karena dikhawatirkan bisa tergilas roda backhoe saat backhoe bergerak.

e. Digigit serangga.



Gambar 4.8 Digigit nyamuk

Bekerja di area terbuka, pertambangan atau hutan sudah pasti terdapat berbagai macam hewan. Baik yang beracun/berbahaya dan yang tidak berbahaya. Di daerah pertambangan biasanya terdapat serangga yang berbahaya. Bisa laba laba besar ataupun kalajengking. Bahkan bisa ada lebah yang dapat menyengat pekerja.

f. Menghirup debu.

Didaerah tambang banyak sekali debu debu yang bertebaran akibat pengerukan ataupun proses bahan tambang lainnya. Misalnya debu akibat pengerukan batubara. Hal tersebut berbahaya bila terhirup oleh pekerja. Bisa menyebabkan sesak napas ataupun gangguan kesehatan yang lain.

g. Kebakaran.



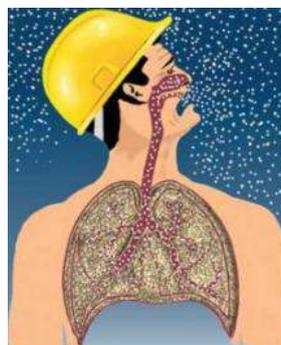
Gambar 4.9 Kebakaran tambang

Bekerja di pertambangan juga bisa berpotensi adanya kebakaran yang bisa mengakibatkan kerugian bagi perusahaan ataupun para pekerja.

2. Penyakit Akibat Kerja ( PAK)

Pengertian (definisi) Penyakit Akibat Kerja (PAK) ialah gangguan kesehatan baik jasmani maupun rohani yang ditimbulkan ataupun diperparah oleh aktivitas kerja ataupun kondisi lain yang berhubungan dengan pekerjaan. Beberapa contoh penyakit akibat kerja (PAK) antara lain:

a. Silicosis.



Gambar 4.10 Ilustrasi silicosis

Penyakit yang timbul akibat menghirup debu. Selain Silicosis bisa juga mengakibatkan sesak napas, batuk dan juga iritasi pada mata jika debu tersebut terkena mata.

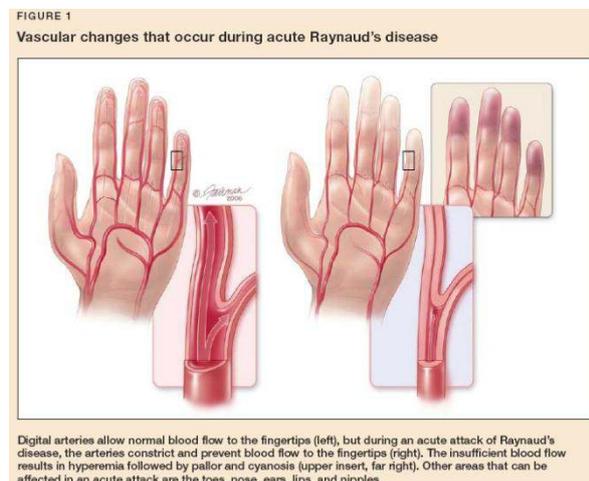
b. low back pain



Gambar 4.11 Ilustrasi low back pain

Penyakit ini disebabkan karena terlalu lelah mengangkat beban yang berat. Semisal mengangkat bahan galian atau memanggul bahan tambang. Biasanya penyakit ini sering terjadi pada pekerja tambang konvensional.

c. white finger syndrom



Gambar 4.12 Ilustrasi white finger syndrom

Penyakit ini terjadi akibat getaran mekanis pada alat kerja. Saat backhoe beroperasi menimbulkan getaran baik itu disekitar setir backhoe ataupun jok backhoe. Terlebih saat backhoe bergerak di jalan yang tidak rata.

d. Ambeyen

Penyakit ini terjadi karena terlalu banyak duduk di kabin backhoe saat mengoperasikan backhoe.

e. Luka bakar



Gambar 4.13 Luka bakar

Terjadinya kebakaran dapat menimbulkan luka bakar pada korban. Luka bakar yang diderita bisa luka bakar ringan atau bahkan luka bakar parah.

f. Cedera



Gambar 4.14 Cedera otot

Cedera yang ditimbulkan akibat kejatuhan alat ataupun material bisa dibedakan menjadi dua yaitu cedera ringan dan cedera berat. Cedera ringan hanya perlu sedikit diobati untuk menghilangkan luka dan memar. Sedangkan cedera berat dapat mengakibatkan korban harus dioperasi atau bahkan meninggal.

g. Infeksi

Infeksi yang terjadi karena tergigit serangga harus ditangani oleh dokter yang tepat dan sesegera mungkin.

h. Amnesia atau hilang ingatan.

Penyakit ini timbul akibat terkena benturan yang keras. Biasanya akibat terkena material yang jatuh atau alat di sekitar area pekerjaan.

i. Cacat

Cacat timbul akibat kecelakaan yang parah dan menyebabkan kecacatan pada korban. Baik itu cacat sementara atau cacat permanen. Cacat permanen terjadi bila ada anggota tubuh yang diamputasi ataupun otot yang putus dan mengakibatkan kelumpuhan.

j. Tuli atau gangguan pendengaran



Gambar 4.15 Gangguan pendengaran

Penyakit ini timbul akibat kebisingan yang ada di sekitar pekerja. Suara bising yang sangat mengganggu dapat menimbulkan penyakit ini. Selain itu gangguan pendengaran akibat telinga termasuk hewan kecil atau serangga di daerah pekerjaan.

e. Job Safety Analisis

<b>JOB SAFETY ANALYSIS</b>	
Nama	Niken Nurkamila Pastika (17506134012) Ayu Wahyumi (17506134032)
Nama Alat	BACKHOE
Tanggal Pekerjaan	4 Juni 2018

<b>Tahap Pekerjaan</b>	<b>Bahaya</b>	<b>Resiko</b>	<b>Pengendalian</b>
Menghidupkan mesin dan mengecek komponen backhoe.	Suara bising, gangguan psikologi (lelah, kurang konsentrasi, dll)	Mengalami gangguan pendengaran dan kurang konsentrasi akan membahayakan karena bisa menabrak lingkungan di sekitar backhoe.	Saat menghidupkan mesin backhoe. Pastikan menggunakan pakaian/alat pelindung sesuai standart K3, pastikan lingkungan sekitar aman dari pekerja dan benda yang lainnya.
Menjalankan Backhoe	Posisi alat, bahan, berat.	Tertimpa material/ alat berat, dan beracun	Saat akan menjalankan backhoe. Pastikan memakai alat pelindung sabuk pengaman agar tidak jatuh dari backhoe.
Mengambil dan mengangkat material	Posisi alat, bahan, berat	Tertimpa material/alat berat, dan beracun	Saat mengambil/ mengangkat material pastikan lingkungan sekitar aman dan jaraknya jauh di pekerja dan pastikan pekerja memakai alat pelindung.
Menurunkan Material	Posisi alat, bahan, berat	Tertimpa alat/ material, tertusuk,	Saat menurunkan material pastikan area aman dan tidak ada

		terbentur.	pekerja, pastikan pekerja memakai alat pelindung agar tidak terluka.
Mematikan mesin	Posisi alat berat	Menabrak lingkungan sekitar	Saat akan mengembalikan backhoe pastikan lingkungan sekitar aman, pastikan backhoe diparkir posisi aman, pastikan saat ditinggalkan backhoe dalam keadaan mati.

(Tabel 1. JSA)

(Sumber : Kent Materials L.L.C)

## WATER TANK TRUCK

a. Pengertian



Gambar 4.16. Water Tank Truck

Truck merupakan alat angkut yang memiliki kapasitas besar dengan biaya operasi yang relatif murah. Pemilihan ukuran dan konfigurasi Truck dipengaruhi oleh beberapa faktor, seperti material yang akan diangkut dan

alat berat lain yang akan digunakan sebagai pemuat. Alat berat tersebut tidak hanya mengangkut tanah, melainkan berbagai material lain. Beberapa material tersebut adalah batuan, aspal, material lempung basah, ataupun air (Kulo, 2017: 466). Water Tank Truck adalah kendaraan berat yang dirancang dan difungsikan untuk membawa beban bersifat cair (zat cair), seperti air, minyak, aspal, dan sebagainya. Truk tersebut cenderung sulit dikendarai dibandingkan dengan truk lain, karena Water Tank Truck berat dan memiliki pusat gravitasi tinggi.

b. Fungsi

Fungsi Water Tank Truk di area pertambangan adalah mengangkut dan menggunakan air untuk mengurangi debu tambang, sehingga dapat mencegah kondisi tidak aman (unsafe condition), yaitu kondisi gelap di area tambang karena debu yang dapat menyebabkan kecelakaan, seperti tabrakan antar alat operasional yang digunakan. Air tersebut digunakan untuk menyiram jalan pertambangan (water spraying), jalan angkutan tambang, front loading, area change shift atau area parkir alat-alat berat, dan lainnya.

c. Bagian-Bagian

1) Tangki



Gambar 4.17. Tangki Water Tank Truck

Tangki Truck digunakan sebagai tempat penyimpanan air. Tangki berbentuk tabung dan terletak di belakang kabin. Volume atau

kapasitas dari tangki Water Tank Truk pada setiap area pertambangan yang berbeda-beda, karena kebutuhan air disetiap area pertambangan selalu berbeda. Selain itu, tangki bawaan dari setiap Water Tank Truck yang berbeda merk pasti akan memiliki kapasitas penyimpanan air yang berbeda.

2) Pipa

Bagian ini digunakan sebagai tempat keluarnya air yang bersumber dari tangki. Pipa terhubung dari bagian tangki hingga sprayer (penyemprot) dari Water Tank Truck.



Gambar 4.18. Pipa Water Tank Truck

3) Kabin

Kabin adalah bagian tertutup yang terletak pada bagian depan truck. Bagian ini berfungsi sebagai tempat pengemudi atau operator untuk menjalankan kendaraannya. Selain itu, pada kabin Water Tank Truck terdapat panel-panel kontrol untuk mengatur atau mengoperasikan bagian penyemprotan.



Gambar 4.19.Kabin Water Tank Truck

4) Roda

Roda yang digunakan berbahan dasar karet dan di dalamnya berisi tekanan angin.



Gambar 4.20. Roda-Roda pada Water Tank Truck

5) Tangga

Tangga digunakan sebagai media untuk menaiki atau menuruni Water Tank Truck.



Gambar 4.21. Tangga pada Water Tank Truck

d. Resiko

1) Kecelakaan Akibat Kerja (KAK)

KAK	Akibat KAK
Berat (Bencana Alam)	Kerugian atau bahkan meninggal dunia
Sedang	Cacat
Ringan (Luka Gores)	Penyakit kulit

2) Penyakit Akibat Kerja (PAK)

PAK	Macam-Macam Penyakit
Penyakit Dalam (Penyakit Paru-Paru)	Pneumokoniosis, Asbestosis, Kanker Paru-Paru, Bronkitis Industri, Silikosis, dan Asma Kerja
Penyakit Mata	Iritasi dan Buta
Penyakit Luar	Infeksi pada luka

e. SOP

Standar Operasional Prosedur (SOP) terkait Water Tank Truck terbagi dalam proses persiapan dan pengoperasian.

1) Persiapan

a) Hidrolik Sistem

1. Periksa permukaan level hydraulic oil pada level temperatur gauge hydraulic oil tank dengan posisi di atas level minimum atau  $\frac{1}{2}$  level gauge.
2. Periksa semua pipa, hose, fitting, dan sambungan yang memungkinkan terjadinya kebocoran.
3. Memastikan bahwa ball valve pada suction line ke hydraulic main pump dalam posisi terbuka.
4. Periksa color indicator pada head filter untuk mengetahui kebersihan return filter. Warna hijau pada indikator menunjukkan filter elemen bersih, sedangkan warna merah menunjukkan filter elemen kotor dan perlunya dilakukan penggantian filter dengan spesifikasi sama.

b) Dispensing Sistem

1. Periksa kebersihan screen strainer secara berkala. Bila terdapat banyak kotoran menyangkut pada screen, lakukan pembersihan.
2. Periksa level air pada water tank dalam kondisi cukup ketika menjalankan spray head valve. Alat berat ini memiliki safety device berupa level switch, dimana akan menghidupkan lampu (indikator) pada cabin truck saat posisi air telah mencapai setting minimum dari level switch.
3. Periksa posisi switch pada solenoid valve spray head valve kanan dan kiri dalam posisi OFF. Hal tersebut dilakukan guna menghindari semprotan air dari spray head valve ketika water pump akan dihidupkan.
4. Periksa dan pastikan posisi switch pada solenoid water pump dalam posisi OFF.

5. Periksa dan pastikan tutup atas tangki air dalam kondisi tertutup, sehingga tidak ada kotoran masuk dalam water tank.

c) Unit Truck dan Lingkungan

1. Sebelum mengoperasikan spray head valve, pastikan tidak ada orang yang melintasi jalan yang akan disemprot.

2. Periksa tekanan udara tangki compressor truck dengan standar minimal  $5\text{kg/cm}^2$  sebelum spray head valve diaktifkan, sehingga valve tersebut dapat dimatikan saat water pump dihidupkan.

3. Pastikan transmisi pada posisi netral dan parking brake telah berfungsi.

4. Hidupkan mesin truck.

5. Setelah putaran engine fix, injaklah pedal kopling lalu aktifkan "ON" pada switch PTO. Switch tersebut berfungsi untuk menghubungkan PTO dengan engine.

6. Lepas pedal kopling dengan perlahan, sehingga PTO dan penggerak hydraulic main pump (propeller) aktif.

7. Lubrication system Water Dispenser Truck siap untuk dioperasikan.

2) Pengopersian

a) Water Sprayer Head

1. Posisikan handle butterfly valve bagian bawah pada posisi sejajar dengan pipa isap dari jalur tangki air. Posisi tersebut membuka aliran air dari water tank ke water pump.

2. Posisikan handle butterfly valve bagian atas pada posisi melintang dengan pipa isap dari jalur tangki air. Posisi tersebut membuat aliran air dari water tank menjadi tertutup.

3. Posisikan salah satu handle butterfly valve untuk menutup aliran air dari water pump ke water tank pada posisi melintang dengan pipa buang dari pompa air.
4. Posisikan salah satu handle butterfly valve untuk membuka aliran air dari pompa menuju supply head valve pada posisi sejajar dengan pipa buang dari pompa air.
5. Posisikan switch solenoid valve dari pompa air pada kondisi ON, sehingga spray head valve siap bekerja. Terdapat tiga posisi switch, yaitu posisi tengah atau OFF yang membuat hydraulic oil bersirkulasi atau by pass menuju hydraulic oil tank. Posisikan ke atas terkait spray head valve dan water cannon, dimana oil lubricant akan bebas mengalir tanpa hambatan untuk menggerakkan maupun memutar motor hidrolis. Selain itu, posisikan ke bawah untuk digunakan washing, dimana kecepatan putaran motor hidrolis dapat diatur melalui pengaturan besar atau kecil dari flow oil lubricant dengan mengencangkan atau mengendorkan screw adjuster flow control.
6. Posisikan switch solenoid valve, solenoid spray head valve pada posisi ON, sehingga spray head bekerja. Jangkauan sprayer bergantung pada speed engine, setting tekanan pada water relief valve dan setting air regulator.
7. Aturilah putaran engine berkisar pada range 1500-1800 RPM.
8. Matikan switch solenoid spray head valve untuk menghentikan spray head valve dalam range waktu tidak terlalu lama. Bila ingin mematikan dalam jangka waktu lama, maka matikan engine penggerak water pump (PTO).

9. Aturlah besar atau kecil pengkabutan semprotan air dengan mengatur tekanan udara pada chamber spray head valve atau knop potensio air regulator.

b) Water Cannon

Bagian ini dapat digunakan untuk membersihkan alat berat berukuran besar karena kesulitan dalam menjangkau alat tersebut. Berikut cara pengoperasian water cannon.

1. Posisikan handle butterfly yang berada di dekat tangga sekitar water cannon dalam posisi sejajar dengan pipa buang dari pompa air. Posisi tersebut membuka aliran air dari keluaran pompa menuju supply water cannon.
2. Posisikan switch solenoid valve solenoid spray head valve kanan dan kiri pada posisi OFF untuk mematikan.

c) Hose Reel

1. Posisikan handle butterfly valve yang berada di area bawah dekat tangga pada posisi sejajar dengan pipa untuk membuka aliran air dari jalan pompa menuju Hose Reel dan memfungsikan bagian tersebut.
2. Posisikan handle butterfly valve yang berada di dekat tangga di sekitar water cannon pada posisi melintang dengan pipa untuk menutup aliran air dari pompa air menuju water cannon.

d) Emergency Spray

1. Posisikan handle butterfly valve yang digunakan untuk membuka arah aliran air dari water tank pada posisi sejajar dengan pipa isap dari jalur tangki air.
2. Posisikan handle butterfly valve yang berada di bagian bawah tangki dengan posisi sejajar pipa. Hal itu dilakukan untuk membuka aliran air dari tangki menuju jalur emergency spray bila terjadi masalah dalam semua sistem.

e) Prosedur Mematikan

1. Mematikan operasi water dispensing system dengan penggerak hydraulic dengan memposisikan switch solenoid valve pompa air pada posisi OFF, sehingga oil hidrolik akan bersirkulasi atau by pass ke hydraulic oil tank.
2. Hydraulic main pump digerakkan dengan propeller shaft PTO. Cara menghentikan PTO adalah dengan menginjak pedal kopling dan menonaktifkan “OFF” switch pada PTO.

f. JSA

- 1) Tidak menggunakan Alat Pelindung Diri (APD)

Kondisi Lapangan		Kondisi Ideal
 <p>Gambar 4.22 Tidak menggunakan APD</p>		 <p>Gambar 4.23 Menggunakan APD</p>
Analisis		Solusi
Hazard	Terbentur, Tertabrak, Panas, Bising, Bau	Pekerja wajib menggunakan APD (Alat Pelindung Diri) agar aman ketika bekerja
PAK	Luka Goresan, Terbakar, Kepala Bocor, Meninggal Dunia	

2) Jarak antara kendaraan terlalu dekat

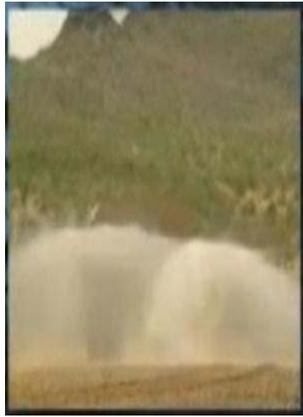
Kondisi Lapangan		Kondisi Ideal
 <p>Gambar 4.24 Terlalu dekat</p>		 <p>Gambar 4.25 Tidak terlalu dekat</p>
Analisis		Solusi
Hazard	Tertabrak, Meledak	Jarak antara kendaraan perlu diatur
PAK	Luka Goresan, Patah Tulang, Meninggal Dunia	

3) Kondisi Truk jarang diperiksa

Kondisi Lapangan	Kondisi Ideal
 <p>Gambar 4.26 Jarang diperiksa</p>	 <p>Gambar 4.27 Diperiksa rutin</p>

Analisis		Solusi
Hazard	Terbentur, Terlempar, Terjepit	Kondisi truck perlu diperiksa secara rutin
PAK	Luka Goresan, Patah Tulang, Terbakar, Meninggal Dunia	

4) Menjaga kesesuaian bar semprotan yang tepat

Kondisi Lapangan		Kondisi Ideal
		
Gambar 4.28 Tidak stabil		Gambar 4.29 Stabil
Analisis		Solusi
Hazard	Panas, Terbentur, Terlempar, Terjepit	Bar semprotan air yang ditetapkan harus stabil
PAK	Luka Goresan, Patah Tulang, Meninggal	

5) Penyiraman yang tidak benar dapat merusak jalan

Kondisi Lapangan		Kondisi Ideal
		
Gambar 4.30 Dapat merusak		Gambar 4.31 Tidak merusak
Analisis		Solusi
Hazard	Terbentur, Terlempar, Terjepit	Penyiraman dilakukan pada jalur yang sudah ditentukan sebelumnya
PAK	Luka Goresan, Patah Tulang	

### WHEEL LOADER

a. Pengertian

Loader merupakan alat untuk mengangkut material dalam jarak pendek, misalnya dari tempat penimbunan ke alat pengangkut lain ataupun sebagai alat pembersih lokasi, karena tidak ada material yang akan tercecer. Terdapat dua jenis Loader, salah satunya adalah Loader dengan roda karet atau disebut juga Wheel Loader (Wedhanto, 2009: 13).



Gambar 4.32 Wheel Loader

Wheel Loader adalah salah satu alat berat bergerak yang digunakan untuk memindahkan material ke dalam dump truck atau tempat lain. Alat ini dapat beroperasi pada daerah yang rata, kering, dan keras. Material tersebut dapat berupa tanah, pasir, dan sebagainya. Cara kerjanya adalah bucket yang terdapat pada Wheel Loader didorong pada material yang akan digali. Bila bucket telah penuh dengan material, maka Wheel Loader dimundurkan dan bucket diangkat ke atas. Selanjutnya material dipindahkan ke dalam dump truck atau tempat lain. Namun, Wheel Loader perlu dibantu dengan Bulldozer untuk mengambil material.

b. Fungsi

Berikut beberapa fungsi dari Wheel Loader.

- 1) Menggusur tanah dalam jarak dekat.
- 2) Membersihkan lapangan atau lokasi pekerjaan (land clearing).
- 3) Meratakan atau menghaluskan permukaan tanah di bidang yang rata.
- 4) Meratakan timbunan maupun mengisi kembali galian tanah.
- 5) Stripping atau mengupas bagian tanah yang jelek.
- 6) Memindahkan material ke dumptruck atau tempat lain.

c. Bagian-Bagian

1) Cab

Cab merupakan salah satu bagian utama Wheel Loader, dimana operator menjalankan mesin. Bagian ini terdiri dari pintu, tempat duduk, tombol dan bagian untuk mengendalikan Wheel Loader.



Gambar 4.33 Bagian Dalam Cap pada Wheel Loader

2) Lift Arm

Bagian depan Wheel Loader terpasang Lift Arm. Bagian ini berfungsi untuk mengangkat ember depan ke atas dan ke bawah. Sistem kerja pada Lift Arm berhubungan dengan silinder ember dan perangkat hidrolik.



Gambar 4.34 Lift Arm pada Wheel Loader

3) Bucket

Bucket atau ember pada Wheel Loader berbentuk menyerupai sekop berukuran besar. Satu mesin terkadang memiliki berbagai jenis

ember yang dapat dilampirkan sesuai kebutuhan. Misalnya, ember untuk membawa batu, membawa batubara, dan lainnya.



Gambar 4.35 Bucket pada Wheel Loader

Terdapat berbagai macam tipe bucket (Buntarto, 2016: 31). Berikut beberapa diantaranya:

a) General Purpose Bucket (Stockpile)

Bucket tersebut dapat digunakan untuk mengangkut material timbunan, seperti crushed rock atau bahan konstruksi lain, serta menggali dan mengangkat batu bekas ledakan maupun tanah biasa. General Purpose Bucket memiliki konstruksi yang kokoh dan anti aus, serta dilengkapi dengan flat blade, dan straight cutting edge.

b) Light Material Bucket

Bucket ini digunakan untuk mengangkut material ringan dengan specific gravity dibawah  $1.2 \text{ t/m}^3$ , misalnya salju, pupuk, dan makanan ternak, serta batu bara ringan. Bentuk Light Material Bucket serupa dengan General

Purpose Bucket, namun dengan konstruksi yang lebih lebar dan memuat banyak material.

c) Spade-Nose Rock Bucket (V-Edge Type)

Bucket dengan V-Edg Type dapat digunakan untuk mengangkat batu bekas ledakan, karena rancangannya cukup kokoh dan tahan dari aus.

d) Heavy Duty Bucket

Bucket ini berfungsi untuk menggali dan mengangkat batu bekas ledakan, karena konstruksi bucket tersebut sangat kokoh dan memiliki gigi-gigi besar kelas satu.

e) Chip Bucket

Chip Bucket berukuran besar dan dapat mengangkat material ringan dengan specific gravity di bawah  $0.55 \text{ t/m}^3$ , misalnya serpihan kayu atau butiran material ringan. Bucket ini cocok digunakan di pabrik kertas atau penggergajian.

f) Skeleton Bucket

Bucket ini dapat digunakan untuk menggali maupun mengangkat batu bekas ledakan. Skeleton bucket dirancang memiliki kisi-kisi yang berfungsi mengeluarkan tanah atau batu kecil, sehingga hanya memuat batu dengan ukuran tertentu.

g) Side Dump Bucket

Bucket jenis ini dapat membuang material dengan arah ke depan atau ke samping, sehingga cocok digunakan pada pekerjaan konstruksi.

h) Multi Purpose Bucket

Bucket serba guna yang dapat digunakan dalam berbagai variasi pekerjaan, seperti scraping, dozing, scoping, dan loading.

d. Resiko

a. Kecelakaan Akibat Kerja (KAK)

Berikut beberapa KAK yang dapat terjadi ketika pengoperasian Wheel Loader, khususnya di area pertambangan.

- a) Luka gores
  - b) Terbentur benda-benda pada Wheel Loader
  - c) Tergelincir saat mengoperasikan Wheel Loader
  - d) Tanah longsor di area pertambangan
- b. Penyakit Akibat Kerja (PAK)

Terdapat beberapa faktor penyebab PAK, diantaranya adalah faktor fisik, kimia, dan biologi.

Faktor-Faktor	Bahaya
Fisik	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Suara keras dari mesin Wheel Loader dapat menyebabkan tuli</li> <li>• Luka bakar karena tersentuh mesin yang panas</li> <li>• Memar akibat terbentur</li> <li>• Luka tertusuk benda tajam</li> </ul>
Kimia	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Nitrogen mudah menyebabkan kebakaran</li> <li>• Partikel-partikel debu yang sangat halus dan dapat menyebabkan penyakit pernapasan</li> </ul>
Biologi	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Luka goresan yang tidak diobati dapat menyebabkan penyakit tetanus (oleh bakteri Clostridium Tetani)</li> <li>• Luka goresan yang disebabkan besi berkarat dapat menyebabkan luka infeksi sangat serius</li> </ul>

e. JSA

JSA atau Job Safety Analysis dari pengoperasian Wheel Loader tercantum pada tabel berikut.

<b>Tahap Pekerjaan</b>	<b>Bahaya</b>	<b>Resiko</b>	<b>Solusi</b>
Menghidupkan mesin	Posisi alat, sisi tajam, konsleting mesin	Tertusuk, tergores, terkena bagian alat Wheel Loader	Mencari tempat yang aman saat menghidupkan mesin
Pengoperasian wheel loader	Bising, stress, jarak pandang dengan pekerja lain.	Hilang konsentrasi, beracun, menabrak alat	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Kebisingan dan penerangan tempat telah memenuhi peraturan</li> <li>• Pekerja memakai APD lengkap</li> </ul>
Pergerakan dan perpindahan Wheel Loader	Area jalan licin, jatuh dari mesin	Tertusuk, tertabrak, menabrak, tejatuh, terlindas	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Area jalan pengoperasian Wheel Loader aman dari pekerja lain</li> <li>• Memastikan bahwa kondisi medan tidak licin dan tidak membahayakan saat pergantian pekerja</li> </ul>
Mematikan dan mengembalikan Wheel Loader	Area tempat kurang aman, jatuh dari mesin, tertabrak benda bergerak lain	Menabrak pekerja lain	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Memastikan area pengoperasian mesin aman ketika mengembalikan mesin</li> <li>• Mengembalikan Wheel Loader pada tempat yang telah ditentukan</li> <li>• Mematikan mesin ketika meninggalkan Wheel Loader</li> </ul>

f. SOP

Berikut SOP atau Standar Operasional Prosedur dalam pengoperasian Wheel Loader.

- 1) Prosedur Sebelum Mengoperasikan Wheel Loader
  - a) Memeriksa lebih dulu oli mesin dan hidrolik yang dapat dilihat pada panel di daerah speedometer maupun secara manual.
  - b) Memeriksa lampu atau meter penunjuk, seperti sensor dan lainnya.
  - c) Memanaskan mesin selama 5 menit dengan putaran rendah.
  - d) Cek bila terdapat suara yang terdengar ganjil.

- e) Memeriksa saringan udara, dimana saringan udara semestinya bersih dan tidak berwarna gelap.
  - f) Memastikan asap knalpot berwarna kelabu. Jika berwarna putih, maka kemungkinan ada oli ikut terbakar karena renggangnya piston.
  - g) Memeriksa hidrolis stir, rem, dan gigi transmisi.
  - h) Mengamati bagian bawah Wheel Loader. Pastikan selang tidak bocor yang ditandai dengan tidak adanya oli yang tercecer.
  - i) Membersihkan kaca depan, mengatur spion, dan cek klakson.
- 2) Prosedur Mengoperasikan Wheel Loader
- a) Gunakan APD dengan lengkap dan seatbelt.
  - b) Cek lebih dulu kondisi lapangan dan bunyikan klakson sebagai tanda alat akan bergerak.
  - c) Lepaskan rem parkir.
  - d) Selalu standby untuk memeriksa indikator dan meter lainnya.
- 3) Prosedur Setelah Mengoperasikan Wheel Loader
- a) Memarkir Wheel Loader pada tempat yang aman dan rata.
  - b) Letakkan attachment dengan aman.
  - c) Memasang rem parkir.
  - d) Mendinginkan mesin dengan idle selama 5 menit.
  - e) Memutar knob kunci pada posisi OFF.
  - f) Hindari mematikan mesin secara tiba-tiba, karena dapat merusak mesin maupun turbo yang berputar kencang saat bekerja.
  - g) Memastikan semua sistem pengaman dan mencabut kunci.

## WHEEL TRACTOR SCRAPER

a. Pengertian

Alat berat Wheel Tractor Scraper adalah alat berat beroda ban (tire) yang berfungsi untuk memuat, memindahkan, menyebarkan, dan membuang

material dalam rangka pemeliharaan jalan (Buntarto, 2016: 5). Selain itu, Wheel Tractor Scraper dapat digunakan untuk mengeruk, mengangkat dan menabur tanah hasil pengerukan secara berlapis. Memuat atau mengangkat dan membuang secara individu dapat dilakukan dengan atau tanpa dibantu pendorong (buldozer). Alat ini dapat mengangkat dalam jarak yang relative jauh (2000 m) pada tanah datar. Wheel Tractor Scraper biasa disebut alat gali tanah. Volume material yang dipindahkan akan mempengaruhi kapasitas Scraper yang dipilih, sedangkan jumlah pengangkutan setiap jam tergantung pada waktu siklus Scraper.



Gambar 4.36 Wheel Tractor Scraper

b. Fungsi

Berikut beberapa fungsi dari Wheel Traktor Scraper.

- 1) Memuat
- 2) Mengangkut
- 3) Membongkar muatan

Selain itu, terdapat berbagai penggunaan Wheel Traktor Scraper, antara lain:

- 1) Pengupasan permukaan tanah
- 2) Peralatan contour sekeliling building site

- 3) Penggalian untuk saluran drainase dan saluran Irigasi
- 4) Penggalian dan pengurugan (Cut and fill earthwork) untuk badan jalan, dll.

c. Jenis-Jenis

Terdapat dua macam Scraper, yaitu Towed Scraper dan Motor Scraper.

1) Towed Scraper

Umumnya, alat ini ditarik Crawler Tractor dengan kekuatan mesin 300 HP atau lebih. Jarak angkut Towed Scraper tidak lebih dari 500 meter dan mampu menampung material hingga 8-30 m<sup>3</sup>.



Gambar 4.37 Towed Scraper

2) Motor Scraper

Pengoperasian alat ini ada yang menggunakan mesin tunggal (front) dan ada yang menggunakan mesin ganda (front and rear). Scraper yang bermesin tunggal harus dibantu pendorong (buldozer), sedangkan yang bermesin ganda tidak harus dibantu pendorong buldozer. Jarak angkut motor scraper antara (500 - 2000 meter), sangat efektif bila material/tanah yang diambil tidak terlalu keras dan medan operasi memotong/meratakan bukit yang cukup luas.



Gambar 4.38 Motor Scraper

Pemilihan jenis Scraper yang digunakan bekerja tergantung pada beberapa hal, seperti karakteristik material yang dioperasikan, jarak tempuh, kondisi jalan, dan alat bantu yang diperlukan. Selain itu, produksi Wheel Tractor Scraper memiliki beberapa faktor yang mempengaruhi. Beberapa faktor tersebut adalah keadaan material, tenaga yang tersedia untuk memuat, rute pengangkutan, kecepatan yang ditetapkan sepanjang rute, efisiensi, dan faktor lain yang mungkin timbul.

d. Bagian-Bagian

Wheel Tractor Scraper terdiri dari beberapa bagian, antara lain:

1) Bowl

Bagian ini merupakan bak penampung muatan yang terletak di antara ban belakang. Bagian depan bowl dapat digerakkan ke bawah untuk operasi pengerukan dan pembongkaran muatan.

2) Apron

Apron adalah dinding bowl bagian depan yang dapat diangkat ketika proses pengerukan dan pembongkaran. Bagian ini akan menutup kembali saat proses pengangkutan material.

3) Tail Gate

Bagian ini disebut juga ejector dan merupakan bagian belakang dari bowl. Ejector tidak akan bergerak ketika proses pemuatan dan pengangkutan material. Namun, akan bergerak maju untuk mendorong material keluar dari bowl saat proses bongkar muatan.

e. Resiko

1) Man

Resiko yang berkaitan dengan operator Wheel Tractor Scraper dapat disebabkan oleh penggunaan alat tersebut ataupun human error oleh operator. Berikut beberapa resiko yang bisa timbul:

a) PAK (Penyakit Akibat Kerja)

Beberapa penyakit yang dapat dialami operator Wheel Tractor Scraper tercantum pada tabel berikut.

Tabel Resiko PAK pada Operator Wheel Tractor Scraper

PAK	Faktor Penyebab PAK
Kelainan Tulang Belakang	Posisi duduk yang salah ketika mengoperasikan Wheel Tractor Scraper. Penyakit ini tidak dirasakan secara langsung, melainkan beberapa tahun kemudian.
Nyeri Otot	Penyakit ini disebabkan penyempitan pembuluh darah, karena kebiasaan operator Wheel Tractor Scraper yang tidak baik. Salah satunya adalah menginjak pedal gas secara terus menerus. Hal itu dapat membuat pegal-pegal pada bagian kaki.
Kaku Bahu	Kaku bahu dapat disebabkan gerakan relatif berat yang dilakukan lengan secara berulang-ulang. Operator Wheel Tractor Scraper selalu memegang kendali alat tersebut, hal itu memungkinkan bahu operator mengalami kaku bahu.

<b>PAK</b>	<b>Faktor Penyebab PAK</b>
Nyeri Leher	Posisi duduk yang dilakukan terus menerus dalam jangka waktu lama, dapat menyebabkan nyeri pada bagian leher. Hal itu terjadi akibat dari otot tulang leher menopang kepala operator.
Sirkulasi Darah yang Tidak Lancar	Gerakan yang terbatas saat mengoperasikan Wheel Tractor Scraper.

b) KAK (Kecelakaan Akibat Kerja)

Terdapat beberapa kecelakaan yang dapat dialami operator Wheel Tractor Scraper. Beberapa diantaranya adalah terbentur, terjatuh, tersayat, terjepit, dan terlindas. Hal itu dapat disebabkan area kerja yang kurang safety ataupun human error.

2) Material

Material di area pertambangan berpotensi sebagai sumber bahaya. Ukuran bak Wheel Tractor Scraper yang cukup besar dapat memuat material tambang yang cukup banyak. Selain itu, mayoritas material yang dibawa alat tersebut berukuran besar.

a) PAK (Penyakit Akibat Kerja)

Beberapa penyakit dapat disebabkan material yang dibawa dengan Wheel Tractor Scraper. Penyakit tersebut tercantum pada tabel berikut.

Tabel Resiko Terkait Material yang Dibawa Wheel Tractor Scraper

<b>PAK</b>	<b>Faktor Penyebab PAK</b>
Iritasi Mata	Material kering umumnya merupakan material yang berdebu. Debu yang berterbangan saat sebelum, saat, ataupun setelah pengoperasian Wheel Tractor Scraper dapat masuk ke mata dan membahayakan kesehatan mata, seperti menyebabkan terjadinya iritasi mata.

PAK	Faktor Penyebab PAK
Sulit Bernapas	Debu dari material yang diangkut dapat menyebabkan operator ataupun orang di sekitar area pengoperasian Wheel Tractor Scraper kesulitan bernapas. Debu yang dihirup secara terus menerus dan dalam jangka waktu lama, dapat berpotensi merusak paru-paru.
Asma	Debu dari material yang masuk ke sistem pernapasan dapat menginfeksi saluran pernapasan. Hal itu dapat memicu timbulnya penyakit asma.
Diare	Debu material yang berterbangan dapat menempel pada makanan. Makanan yang tertempel debu tersebut bisa membawa sumber penyakit. Makanan dengan sumber penyakit yang dikonsumsi dapat menyebabkan berbagai penyakit, seperti diare.
Batuk	Debu material yang terhirup operator ataupun orang-orang di sekitar area pengoperasian Wheel Tractor Scraper.
Anthracosis	Anthracosis dapat disebabkan debu karbon (anthracit). Debu tersebut bersifat inert atau hampir tidak bereaksi dengan paru-paru (Antaruddin dalam Wibawa, 2008). Penyakit ini dapat menginfeksi operator Wheel Tractor Scraper yang sering terpapar debu dari material tambang.

b) KAK (Kecelakaan Akibat Kerja)

Terdapat beberapa kecelakaan yang dapat dialami operator ataupun orang-orang di sekitar area pengoperasian Wheel Tractor Scraper terkait material yang diangkut. Beberapa diantaranya adalah tertimbun material tambang, terpeleset material yang licin, Wheel Tractor Scraper terbalik akibat material tambang, rusaknya alat karena

overload, dan frame Wheel Tractor Scraper yang patah karena beban material melebihi kapasitas angkut.

3) Machine

Mesin atau Wheel Tractor Scraper dapat menjadi potensi sumber bahaya. Bahaya tersebut dapat terjadi pada operator maupun orang lain di sekitar area pengoperasian Wheel Tractor Scraper.

a) PAK (Penyakit Akibat Kerja)

Beberapa penyakit dapat disebabkan Wheel Tractor Scraper seperti tercantum pada tabel berikut.

Tabel Resiko Penggunaan Wheel Tractor Scraper

<b>PAK</b>	<b>Faktor Penyebab PAK</b>
Sulit Bernapas	Asap pembakaran yang tidak sempurna dan berwarna hitam dari Wheel Tractor Scraper sangat berbahaya. Asap tersebut dapat mengakibatkan pengemudi ataupun orang di area pengoperasian Wheel Tractor Scraper kesulitan bernapas ataupun mengalami iritasi mata. Selain itu, bila sudah menginfeksi saluran pernapasan, maka dapat menyebabkan penyakit asma, batuk, ataupun gangguan tenggorokan.
Iritasi Mata	
Asma	
Batuk	
Diare	Asap mesin yang berterbangan dapat menempel pada makanan. Makanan yang terkena polusi bisa membawa sumber penyakit. Misalnya, ketika dikonsumsi dapat menyebabkan berbagai penyakit, seperti diare.

b) KAK (Kecelakaan Akibat Kerja)

Terdapat beberapa kecelakaan yang dapat dialami operator ataupun orang-orang di sekitar area pengoperasian Wheel Tractor Scraper. Beberapa diantaranya adalah kulit melepuh karena terkena mesin yang masih panas dan human error dapat menyebabkan

operator maupun orang lain terjatuh dari Wheel Tractor Scraper. Selain itu, penggunaan Wheel Tractor Scraper yang berlebihan dan terus menerus dapat mengakibatkan mesin bekerja lebih keras. Mesin dapat mengalami overheat atau terlalu panas hingga terbakar.

4) Lingkungan

Kondisi lingkungan area tambang yang berbeda-beda memiliki resiko bahaya. Resiko yang dapat timbul, yaitu:

a) PAK (Penyakit Akibat Kerja)

Beberapa penyakit yang berkaitan dengan kondisi lingkungan area tambang adalah diare, infeksi kaki, demam berdarah, dan penyakit kulit. Penyakit-penyakit tersebut dapat disebabkan beberapa hal, seperti lingkungan yang kurang bersih, lembab, dan kurang terkena sinar matahari maupun kebersihan operator Wheel Tractor Scraper dan orang-orang di sekitar area pengoperasian alat itu.

b) KAK (Kecelakaan Akibat Kerja)

Terdapat beberapa kecelakaan yang dapat dialami operator ataupun orang-orang di sekitar area pengoperasian Wheel Tractor Scraper terkait dengan kondisi lingkungan. Beberapa diantaranya adalah tanah longsor dan gempa bumi.

f. JSA (Job Safety Analysis)

Tahap Pekerjaan	Bahaya	Resiko	Solusi
Membuka dan menutup pintu	Mekanik	Terjepit	Menggunakan sarung tangan dan sepatu safety
Menghidupkan dan mematikan mesin Wheel Tractor Scraper	Fisika	Tersengat aliran listrik dari kabel yang terkelupas	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Menggunakan sepatu safety yang dapat mencegah aliran listrik</li> <li>• Menutup kabel yang terkelupas dengan isolasi</li> <li>• Mengganti kabel yang sudah tidak layak pakai</li> </ul>

<b>Tahap Pekerjaan</b>	<b>Bahaya</b>	<b>Resiko</b>	<b>Solusi</b>
Mengemudikan Wheel Tractor Scraper	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mekanika</li> <li>• Fisika</li> <li>• Biologi</li> <li>• Kimia</li> <li>• Psikologi</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Terbentur, terjatuh, tersayat, terjepit, terlindas</li> <li>• Iritasi mata, sulit bernafas, panas, bau, bising, cahaya</li> <li>• Virus, bakteri</li> <li>• Racun</li> <li>• stress, depresi, lelah, bosan, trauma</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Menggunakan helm untuk melindungi kepala</li> <li>• Menggunakan sarung tangan</li> <li>• Menggunakan sepatu safety</li> <li>• Menggunakan seragam kerja</li> <li>• Menggunakan penutup hidung atau masker.</li> <li>• Menggunakan kaca mata atau safety glass</li> <li>• Memakai sabuk pengaman saat berkendara</li> <li>• Memasang rambu-rambu lalu lintas</li> <li>• Memakai tutup telinga</li> <li>• Pengelolaan frekuensi kerja</li> <li>• Mematuhi SOP</li> </ul>
Bongkar dan muat material tambang	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mekanik</li> <li>• Fisika</li> <li>• Biologi</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mesin Wheel Tractor Scrape roverload, terpeleset, tertimbun, terbalik</li> <li>• Iritasi mata, bising, debu, sulit bernafas</li> <li>• Bakteri</li> <li>• Virus</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mengangkut material sesuai kapasitas</li> <li>• Memasang garis batas aman</li> <li>• Menggunakan masker</li> <li>• Menggunakan tutup telinga</li> <li>• Menggunakan safety glass</li> <li>• Menggunakan helm</li> <li>• Menggunakan seragam kerja</li> <li>• Menggunakan sepatu safety</li> <li>• Mematuhi SOP</li> </ul>
Merawat Wheel Tractor Scraper	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mekanik</li> <li>• Biologi</li> <li>• Fisika</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Terjepit, terjatuh, terbentur, terpeleset, tertusuk</li> <li>• Virus, bakteri</li> <li>• Panas, bising, cahaya</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Menggunakan masker</li> <li>• Menggunakan tutup telinga</li> <li>• Menggunakan kaca mata dan helm</li> <li>• Menggunakan seragam kerja</li> <li>• Menggunakan sepatu safety</li> <li>• Mematuhi SOP</li> </ul>

g. SOP

Berikut SOP atau Standar Operasional Prosedur pada pengoperasian Wheel Tractor Scraper.

- 1) Prosedur Memotong dan Memuat
  - a) Operator menurunkan bowl.
  - b) Menjalankan alat, sehingga pisau Scraper memotong tanah.
  - c) Hasil galian masuk ke dalam bowl.
  - d) Jalankan Scraper hingga bowl penuh.
- 2) Prosedur Mengangkut dan Menabur
  - a) Naikkan bowl setelah bagian tersebut penuh dan mulut bowl tertutup.
  - b) Jalankan Scraper sampai tempat yang akan ditimbun atau dari tempat pembuangan tanah hingga tempat yang ditimbun.
  - c) Turunkan bowl.
  - d) Buka mulut Scraper sehingga pisau Scraper mencapai ketinggian yang diinginkan.
  - e) Tumpahkan tanah sambil menjalankan Scraper, sehingga mendapat permukaan tanah yang rata dengan tebal lapisan yang diinginkan.
  - f) Jalankan Scraper kembali ke tempat pengambilan tanah bila isi bowl telah habis

## TANDEM ROLLER

a. Pengertian

Pelaksanaan konstruksi jalan dan lapangan terbang, atau bahkan konstruksi pembangunan lainnya membutuhkan stabilitas dan kepadatan tertentu, sehingga diperlukan suatu alat berat untuk melakukan pemadatan. Terkait usaha pemadatan tersebut, umumnya dalam pelaksanaan konstruksi jalan dilakukan dengan penggilasan menggunakan rollers. Terdapat beberapa fungsi alat berat pemadatan, antara lain memadatkan tanah berupa

penyiapan lapis subgrade (jalan) dan talud (tebing), memadatkan lapisan perkerasan (lentur) yang terdiri dari base course dan sub base, serta memadatkan lapisan atas. Alat pemadatan terdiri dari beberapa jenis. Berikut tipe-tipe alat pemadatan.

1) Smooth Steel Roller

Penggilas besi dengan permukaan halus tersebut dibedakan menjadi beberapa macam, ditinjau dari pengaturan roda yang digunakan. Berbagai macam Smooth Steel Roller, antara lain:

a) Three Wheel Rollers (Penggilas Roda Tiga)



Gambar 4.39 Three Wheel Rollers

b) Tandem Rollers (Penggilas Tandem)



Gambar 4.40 Tandem Rollers

2) Pneumatic Tyred Rollers (Penggilas Roda Ban Angin)



Gambar 4.41 Pneumatic Tyred Rollers

3) Vibratory Rollers (Penggilas Getar)



Gambar 4.42 Vibratory Rollers

4) Vibratory Plate Compactor (Alat Pematat Getaran)



Gambar 4.43 Vibratory Plate Compactor

5) Sheep Foot Type Roller (Penggilas Kaki Kambing)



Gambar 4.44 Sheep Foot Type Roller

6) Alat Penggilas Lain



Gambar 4.45 Mesh Grid Roller

Tidak hanya Mesh Grid Roller, terdapat pula Segment Roller.



Gambar 4.46 Segment Roller

Berbagai jenis alat pematik di atas memiliki spesifikasi masing-masing sesuai dengan fungsi yang dibutuhkan. Alat pematik Sheep Foot Roller dapat digunakan pada tanah yang plastis dan kohesif guna

memadatkan lapisan tanah paling bawah. Selain itu, Pneumatic Tyred Roller yang cukup berat akan efektif digunakan pada tanah jenis pasir atau kerikil berpasir. Tidak hanya Pneumatic Tyred Roller, Vibrating Roller juga dapat digunakan pada jenis tanah tersebut. Segmented Roller dapat digunakan untuk memadatkan tanah pasir bercampur lempung atau tanah liat. Standard yang umum digunakan di Indonesia dalam menghitung kepadatan, seperti juga di negara lain adalah AASHTO (American Association of State Highway Officials) yang dinyatakan dalam % AASHTO. Besar nilai standar AASHTO ditentukan pada percobaan di laboratorium.

Berdasarkan berbagai jenis alat pemadat tersebut, Tandem Roller umumnya digunakan pada pekerjaan penggilasan aspal beton. Hal itu dilakukan agar diperoleh permukaan yang rata. Menurut Buntarto (2016: 15), Tandem Roller memberikan lintasan yang sama pada masing-masing roda dengan berat berkisar 8-14 ton. Bila diisi dengan air, maka beratnya akan bertambah hingga 25-60% dari berat penggilas. Penggilasan menggunakan three axle Tandem Roller dapat menambah kepadatan. Namun, alat berat tersebut tidak dapat digunakan untuk menggilas batu yang keras dan tajam, karena akan merusak roda penggilas.

b. Fungsi

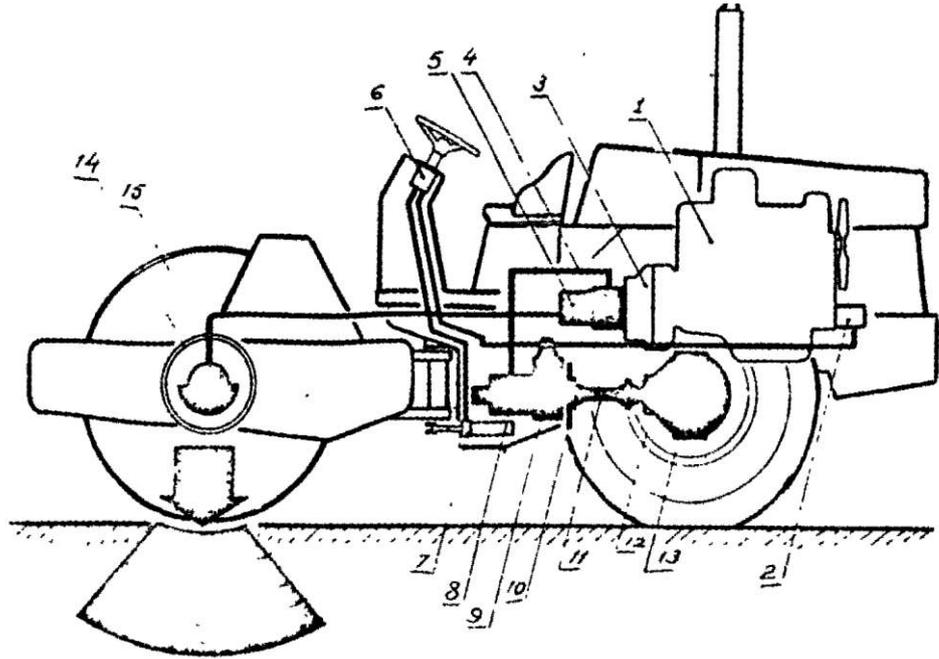
Fungsi utama Tandem Roller adalah untuk melakukan penggilasan akhir. Misalnya digunakan pada proses penggilasan aspal beton, sehingga permukaan aspal rata.

c. Jenis-Jenis

Terdapat dua macam Tandem Roller. Alat berat ini terbagi dalam Two Axle Tandem Roller (dengan dua as) dan Three Axle Tandem Roller (dengan 3 as). Three Axle Tandem Roller digunakan pada pekerjaan berat, seperti membuat landasan pesawat atau membuat pondasi jalan. Bila konstruksi alat tersebut ditambah satu roda depan yang dipasang pada perpanjangan overhead frame atau disebut juga Walking Beam. Roda tersebut dapat bergerak secara bebas naik dan turun mengikuti permukaan jalan. Hal itu menyebabkan besar satuan tekanan per satuan lebar rol dapat

dipertahankan. Tidak hanya itu, Walking Beam dapat dikunci pada posisi tertentu. Misalnya hanya untuk bergerak ke atas bila permukaan jalan tidak rata. Penguncian tersebut dapat dilakukan secara penuh, sehingga Walking Beam tidak dapat bergerak ke atas atau ke bawah.

d. Bagian-Bagian



Gambar 4.47 Bagian-Bagian Tandem Roller

Tandem Roller terdiri dari beberapa bagian, antara lain:

- 1) Mesin
- 2) Pompa Kemudi (Steering Pump)
- 3) Pembagi Daya (Power Driver)
- 4) Pompa Propeller (Propelling Pump)
- 5) Pompa Penggetar (Vibrating Pump)
- 6) Katup Kemudi (steering Valve)
- 7) Silinder Kemudi (Steering Silinder)
- 8) Motor Penggerak/Pemutar (Propelling Motor)
- 9) Transmisi (Transmission)
- 10) Rem Parkir (Parking Brake)
- 11) Sambungan Universal (Universal Joint)
- 12) Roda Gigi Diferensial (Differential Gear)

13) Roda Gigi Planet (Planatory Gear)

14) Motor Getar (Vibration Motor)

15) Penggetar (Vibrator)

e. Resiko

Pengoperasian Tandem Roller memiliki resiko terjadinya KAK (Kecelakaan Akibat Kerja) dan PAK (Penyakit Akibat Kerja).

1) Penyakit Akibat Kerja (PAK)

Resiko timbulnya penyakit yang berkaitan dengan operator Tandem Roller tercantum pada tabel berikut.

Tabel Resiko PAK pada Operator Tandem Roller

<b>PAK</b>	<b>Faktor Penyebab PAK</b>
Penyakit Saluran Pernapasan	Bahan kimia seperti nitrogen oksida
Penyakit Kulit	Riwayat pekerjaan berhubungan dengan mengidentifikasi penyebab iritasi kulit
Gejala pada Punggung dan Sendi (Artritis dan Tenosynovitis)	Riwayat pekerjaan, seperti gerakan berulang yang tidak wajar
Kerusakan Pendengaran	Kebisingan di area kerja
Kanker	Bahan atau material di tempat kerja bersifat karsinogen
Coronary Artery Disease	Stress, karbonmonoksida, bahan kimia lain di tempat kerja

2) Kecelakaan Akibat Kerja (KAK)

Terdapat beberapa kecelakaan yang dapat dialami operator ataupun orang-orang di sekitar area pengoperasian Tandem Roller. Kecelakaan tersebut terkategori dalam tiga kelas, yaitu cedera ringan, cedera berat, dan mati. Cedera ringan terjadi bila pekerja tidak mampu melakukan tugas semula lebih dari 1 hari, namun kurang dari 3

minggu. Cidera berat terjadi bila pekerja tidak mampu melakukan tugas selama lebih dari 3 minggu atau cidera yang menyebabkan pekerja mengalami cacat tetap, maupun mengakibatkan beberapa hal, seperti keretakan tengkorak kepala atau beberapa bagian lain dari tubuh, yang mengakibatkan pendarahan dalam, serta persendian yang lepas dan belum pernah terjadi sebelumnya. Tidak hanya itu, kecelakaan dengan kategori mati dinyatakan bila kecelakaan tersebut mengakibatkan pekerja meninggal dalam waktu 24 jam sejak terjadinya kecelakaan.

f. SOP

Berikut SOP atau Standar Operasional Prosedur pada pengoperasian Tandem Roller.

- 1) Menghidupkan Mesin Tandem Roller
  - a) Switch ON pada battery disconnecter.
  - b) Masukkan kunci pada bagian ignition box dengan posisi “0” atau disconnect dan putar hingga posisi “1” yang menunjukkan bahwa jalur kabel pada mesin Tandem Roller telah terkoneksi.
  - c) Semua lampu indikator pada LH (Left Hand) dan RH (Right Hand) Cluster akan menyala.
  - d) Lampu indikator untuk pada LH akan nyala bersamaan dengan lampu indikator pada pelumas mesin Tandem Roller.
  - e) Bila kunci pada bagian ignition box berada pada posisi “1” selama lebih dari 15 detik, maka alarm akan menyala. Hal itu digunakan untuk memperingatkan operator, bahwa baterai terpasang. Bila mesin menyala kurang lebih selama 2 menit, maka atur kunci pada posisi “0”, sebelum menghidupkan kembali mesin Tandem Roller.
  - f) Gunakan alarm horn dan switch untuk memberi sinyal bahwa mesin Tandem Roller menyala.

- g) Sesuaikan kontrol akselerator untuk meningkatkan rpm ( $\frac{1}{4}$  stroke).
  - h) Ganti kunci pada posisi “II” untuk menghidupkan mesin.
  - i) Setelah mesin hidup, indikator pelumasan mesin dan indikator pengisian ulang lampu pada LH cluster akan OFF.
  - j) Neutral lamp dan brake lamp akan OFF setelah Tandem Roller bergerak.
- 2) Menjalankan Tandem Roller
- a) Mengatur Arah
    1. Hidupkan mesin Tandem Roller dan sesuaikan rpm maksimal dengan menggunakan kontrol akselerator.
    2. Jalankan Tandem Roller dengan menggeser kontrol untuk berpindah yang terdapat di sisi kanan dan kiri operator. Geser kontrol dari posisi zero (0) menjadi posisi netral (N) dan pilih arah yang dituju.
    3. Geser kontrol ke arah yang berlawanan untuk mengubah arah gerak dari Tandem Roller.
  - b) Mengatur Kecepatan
    1. Kecepatan perpindahan Tandem Roller sesuai dengan deflection magnitude pada kontrol untuk berpindah dari posisi zero.
    2. Kecepatan tersebut dapat diubah secara terus menerus menggunakan speed potentiometer dengan range dari MIN hingga MAX.
    3. Tandem Roller tidak akan bergerak bila speed potentiometer dalam posisi MIN.
  - c) Mengatur Kecepatan Konstan
    1. Gunakan speed potentiometer untuk mengubah kecepatan bergerak dan kontrol berpindah untuk mengubah arah.

2. Gunakan switch untuk mengubah ON/OFF fungsi tersebut, dimana ditandai dengan nyala lampu indikator pada RH Cluster.
  3. Geser kontrol yang digunakan untuk berpindah pada posisi berlawanan dari (0) dan kembali pada posisi (0) dengan interval 1 detik untuk menghentikan Tandem Roller, meskipun mesin Tandem Roller tetap berjalan.
  4. Putar kontrol yang digunakan untuk berpindah dari posisi (0), sehingga Tandem Roller akan mulai bergerak.
  5. Fungsi tersebut dapat dilakukan selama Tandem Roller berpindah.
- 3) Mengoperasikan Tandem Roller Sesuai Kondisi Temperatur
- a) Temperatur Rendah
    1. Periksa konsentrasi dari cairan pendingin mesin Tandem Roller.
    2. Ganti motor oil yang direkomendasikan untuk diberikan pada rentang suhu eksternal.
    3. Gunakan hydraulic oil yang sesuai dengan cinematic viscosity.
    4. Gunakan winter diesel oil.
    5. Pastikan baterai telah diisi ulang.
  - b) Temperatur Tinggi dan Lembab
    1. Tenaga mesin Tandem Roller akan berkurang seiring dengan peningkatan temperatur udara dan kelembaban.
    2. Pada suhu sekitar dengan temperatur hydraulic oil yang konstan berkisar  $90^{\circ}\text{C}$  atau  $194^{\circ}\text{F}$ , maka direkomendasikan untuk mengganti oil dengan cinematic viscosity sebesar  $100\text{ mm}^2/\text{s}$ .
- 4) Menghentikan Tandem Roller dan Mesin Tandem Roller
- a) Tekan tombol pada kontrol yang digunakan untuk berpindah pada kontrol kanan maupun kiri untuk menghentikan vibrasi

atau getaran. Lampu indikator pada LH Cluster juga akan mati.

- b) Hentikan Tandem Roller dengan menggerakkan kontrol untuk berpindah pada posisi netral (N).
  - c) Gunakan kontrol akselerator untuk menyesuaikan berhentinya kecepatan mesin.
  - d) Switch kunci pada ignition box pada posisi “0” dan miringkan tutup ignition box untuk menutupnya.
  - e) Jangan matikan mesin Tandem Roller yang masih panas secara langsung, melainkan tetap jalankan mesin dengan perlahan selama 3 menit. Hal itu membuat mesin dan turbocharger mendingin secara perlahan.
  - f) Kontrol yang digunakan untuk berpindah harus selalu dalam posisi netral.
  - g) Matikan atau switch OFF battery disconnecter selama mesin mati.
- 5) Emergency Stop
- a) Menghidupkan Emergency Stop
    - 1. Tekan tombol emergency dan Tandem Roller akan mengerem, mesin Tandem Roller akan berhenti dan acoustic alarm akan menyala.
    - 2. Pada LH Cluster, lampu indikator untuk seat switch, parking brake, dan pengisian akan menyala, sedangkan lampu indikator untuk pelumas akan berkerlip.
  - b) Mematikan Emergency Stop
    - 1. Putar press button ke arah panah.
    - 2. Acoustic alarm akan mati.
- g. JSA

JSA atau Job Safety Analysis dari pengoperasian Tandem Roller tercantum pada tabel berikut.

Tahap Pekerjaan	Bahaya	Resiko	Solusi
Menghidupkan mesin alat berat	Posisi alat, sisi tajam, konsleting mesin.	Tertusuk, tergores terkena bagian alat Tandem Roller	Ketika akan menghidupkan mesin wheel loader carilah tempat yang aman, agar tidak membahayakan orang lain.
Pengoperasian Alat Berat (Tandem Roller)	Bising, stress, penerangan, jarak pandang dengan pekerja lain.	Hilang konsentrasi, beracun, menabrak alat	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Kebisingan tempat telah memenuhi peraturan</li> <li>• Penerangan tempat telah memenuhi peraturan</li> <li>• Pekerja harus lengkap memakai APD</li> </ul>
Pergerakan dan perpindahan Tandem Roller	Area jalan, jarak pandang yang minim.	tertabrak, menabrak orang terdekat, tejatuh, terlindas	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Area jalan saat tandem roller akan berjalan telah aman dari pekerja lain</li> <li>• Ketika akan bergantian, pekerja harus memastikan bahwa kondisi medan tidak licin dan tidak membahayakan.</li> <li>• Pekerja harus dipastikan memiliki pengalaman mengemudikan alat berat</li> </ul>
Mematikan dan mengembalikan Tandem Roller	Area tempat, jatuh dari Tandem Roller yang cukup tinggi	Menabrak pekerja lain, menabrak benda atau makhluk hidup lain	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ketika akan mengembalikan tandem roller, pastikan bahwa area jalan aman dari sekitarnya</li> <li>• Parkir kendaraan sesuai tempat yang ditentukan</li> <li>• Pada saat akan meninggalkan alat, dipastikan mesin benar-benar dalam keadaan</li> </ul>

<b>Tahap Pekerjaan</b>	<b>Bahaya</b>	<b>Resiko</b>	<b>Solusi</b>
			mati.
Menghidupkan mesin alat berat	Posisis alat, sisi tajam, konsleting mesin.	Tertusuk, tergores terkena bagian alat Tandem Roller	Ketika akan menghidupkan mesin wheel loader carilah tempat yang aman, agar tidak membahayakan orang lain.

## **TAMROCK**

a. Pengertian



Gambar 4.48 Tamrock

Kegiatan di area tambang terdiri dari berbagai proses, seperti proses drilling dan blasting. Proses blasting dilakukan setelah proses drilling. Tujuan proses blasting adalah menghancurkan batuan dari batu induk hasil dari proses drilling (Ghaisani, 2014: 108). Salah satu alat berat yang dapat digunakan untuk proses blasting adalah Tamrock. Tamrock merupakan alat berat yang digunakan untuk pembongkaran material. Alat tersebut bekerja untuk memisahkan batuan dari batuan induk, agar material menjadi berukuran lebih kecil dan dapat dimuat dalam alat angkut, seperti Dump Truck.

b. Fungsi

Berikut beberapa fungsi dari Tamrock.

- 1) Memisahkan batu dari batuan induk
- 2) Membuka atau membuang lapisan penutup (overburden) dari bahan galian di tambang

c. Jenis-Jenis

Tamrock dibedakan berdasarkan ukuran. Ukuran Tamrock beragam, mulai dari paling besar hampir seukuran dengan excavator dan terkecil hanya seukuran mobil minibus.



Gambar 4.49 Tamrock Ranger

.Cara pengoperasian Tamrock ini bergantung pada ukuran alat. Tamrock dengan ukuran besar dioperasikan oleh satu orang pada bagian kemudi, sedangkan untuk Tamrock ukuran kecil dapat dioperasikan menggunakan remote control.



Gambar 4.50 Interior Sandvick Tamrock

Pengendalian Tamrock dilakukan secara otomatis dengan menggunakan joystick yang terdapat pada kontrol panel dengan berbagai fungsi dan kegunaan masing-masing. Titik pengeboran dibuat melalui software dan dikirim secara wireless ke Tamrock. Pengoperasian menggunakan remote control yang difungsikan untuk keamanan operator ketika alat tersebut digunakan pada medan yang berbahaya.



Gambar 4.51 Pengoperasian Tamrock dengan Remote Control

d. Resiko

KAK (Kecelakaan Akibat Kerja) dan PAK (Penyakit Akibat Kerja) dapat terjadi dalam pengoperasian Tamrock.

1) Penyakit Akibat Kerja (PAK)

Faktor Penyebab PAK	PAK
Faktor Fisik	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Tuli karena suara yang terlalu bising atau keras</li> <li>• Katarak disebabkan radiasi sinar elektromagnetik</li> <li>• Konjungtivitis karena paparan sinar ultraviolet</li> <li>• Gangguan metabolisme dan Polyneuritis karena getaran yang dirasakan terus menerus</li> </ul>
Faktor Biologi	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Viral Disease menyebabkan penyakit Hepatitis</li> <li>• Luka terbuka menyebabkan penyakit Tetanus</li> </ul>
Faktor Kimia	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Penyakit saluran pernapasan karena tercemarnya udara di sekitar area pengoperasian Tamrock</li> <li>• Penyakit kulit karena adanya kontak dengan material tertentu ataupun peka terhadap suatu zat kimia</li> </ul>
Faktor Ergonomi/Fisiologi	Nyeri pada otot dan kelelahan karena posisi kerja, lingkungan, atau alat kerja yang digunakan kurang sesuai
Faktor Psikologi	Stress dan depresi karena adanya beban mental yang ditimbulkan dari tuntutan menjadi panutan atau mitra kerja baik secara formal maupun informal

2) Kecelakaan Akibat Kerja (KAK)

Terdapat beberapa kecelakaan yang dapat dialami operator ataupun orang-orang di sekitar area pengoperasian Tamrock. Beberapa diantaranya adalah sebagai berikut.

- a) Jatuh dari ketinggian
- b) Tertabrak objek bergerak
- c) Pergerakan berulang dengan pengangkatan otot yang rendah
- d) Kontak dengan listrik
- e) Kontak dengan faktor biologi di ruang terbuka

- f) Faktor stress mental
- g) Kecelakaan saat mengendarai alat
- h) Longsor atau runtuh
- i) Kesalahan dalam pengoperasian alat



Gambar 4.52 Lokasi Rawan Longsor

e. SOP

Berikut SOP atau Standar Operasional Prosedur pada pengoperasian Tamrock.

- 1) Pengaturan Mesin Tamrock
  - a) Periksa setting yang digunakan sebelum melakukan rock drilling.
  - b) Pada kondisi bebatuan yang sulit dihancurkan (dibor), pastikan tingkat akurasi lubang tersebut.
  - c) Pastikan pengaturan tekanan dan kecepatan bor. Tingkat akurasi bor akan buruk jika kedua hal tersebut diatur terlalu tinggi, namun baja pada bor juga akan rusak bila pengaturannya terlalu rendah.

2) Proses Drilling

- a) Hindari kegiatan mengebor dengan kopling yang panas dan sesuaikan tekanan atau kecepatan (RPM) yang dibutuhkan.
- b) Ganti batang bor sebelum usang. Gunakan ulir yang dilengkapi dengan alat pengukur.
- c) Pastikan pembersih lubang dibor tersedia, terutama ketika proses pengeboran menggunakan bit yang besar.
- d) Periksa kecepatan (RPM) pengeboran pada bit optimal dengan memperhatikan tombol yang memiliki angka.

3) Menghindari Debu

- a) Gunakan dust control saat dust collector kosong, sehingga debu tersebut tidak terlepas ke udara.
- b) Setelah proses blasting, gunakan dust control untuk mengurangi jumlah debu

f. JSA

JSA atau Job Safety Analysis dari pengoperasian Tamrock tercantum pada tabel berikut.

Tahap Pekerjaan	Bahaya	Resiko	Solusi
Membuka dan menutup pintu	Mekanik	Terjepit	Menggunakan sarung tangan dan sepatu safety
Menghidupkan dan mematikan mesin Tamrock	Fisika	Tersengat aliran listrik dari kabel yang terkelupas	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Menggunakan sepatu safety yang dapat mencegah aliran listrik</li> <li>• Menutup kabel yang terkelupas dengan isolasi</li> <li>• Mengganti kabel yang sudah tidak layak pakai</li> </ul>
Mengemudikan Tamrock	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mekanika</li> <li>• Fisika</li> <li>• Biologi</li> <li>• Kimia</li> <li>• Psikologi</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Terbentur, terjatuh, tersayat, terjepit, terlindas</li> <li>• Iritasi mata, sulit bernafas,</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Menggunakan helm untuk melindungi kepala</li> <li>• Menggunakan sarung tangan</li> <li>• Menggunakan sepatu safety</li> <li>• Menggunakan</li> </ul>

Tahap Pekerjaan	Bahaya	Resiko	Solusi
		panas, bau, bising, cahaya • Virus, bakteri • Racun • stress, depresi, lelah, bosan, trauma	seragam kerja • Menggunakan penutup hidung atau masker. • Menggunakan kaca mata atau safety glass • Memakai sabuk pengaman saat berkendara • Memasang rambu-rambu lalu lintas • Memakai tutup telinga • Pengelolaan frekuensi kerja • Mematuhi SOP
Memisahkan material (batu) tambang	• Mekanik • Fisika • Biologi	• Mesin Tamrock overload, terpeleset, tertimbun, terbalik • Iritasi mata, bising, debu, sulit bernafas • Bakteri • Virus	• Mengangkut material sesuai kapasitas • Memasang garis batas aman • Menggunakan masker • Menggunakan tutup telinga • Menggunakan safety glass • Menggunakan helm • Menggunakan seragam kerja • Menggunakan sepatu safety • Mematuhi SOP
Merawat Tamrock	• Mekanik • Biologi • Fisika	• Terjepit, terjatuh, terbentur, terpeleset, tertusuk • Virus, bakteri • Panas, bising, cahaya	• Menggunakan masker • Menggunakan tutup telinga • Menggunakan kacamata • Menggunakan helm • Menggunakan seragam kerja • Menggunakan sepatu safety • Mematuhi SOP

## SHOTCRETE

a. Pengertian

Shotcrete atau gunit pertama kali ditemukan oleh Carl Ethan Ekeley (1864-1926) pada tahun 1910. Shotcrete terutama digunakan dalam proyek konstruksi bawah tanah sebagai perkuatan struktural awal ataupun permanen untuk struktur bangunan, seperti jalan bawah tanah, terowongan kereta api, Pembangkit Listrik Tenaga Air (PLTA), tambang bawah tanah, kereta bawah tanah, dll.



Gambar 4.53 Shotcrete

Tidak hanya itu, shotcrete juga dapat digunakan untuk stabilisasi lereng guna mencegah terjadinya longsor, pembuatan kolam renang, saluran air, perbaikan beton, dan inner lining arsitektur. Sekitar 90% dari Shotcrete diterapkan dalam proyek-proyek konstruksi bawah tanah. Total volume Shotcrete yang diaplikasikan di seluruh dunia adalah lebih dari 12 juta meter kubik per tahun. Kontraktor pengoperasian Shotcrete merupakan kontraktor khusus yang memiliki peralatan untuk melakukan Shotcrete.

b. Fungsi

Berikut beberapa fungsi atau kegunaan dari Shotcrete.

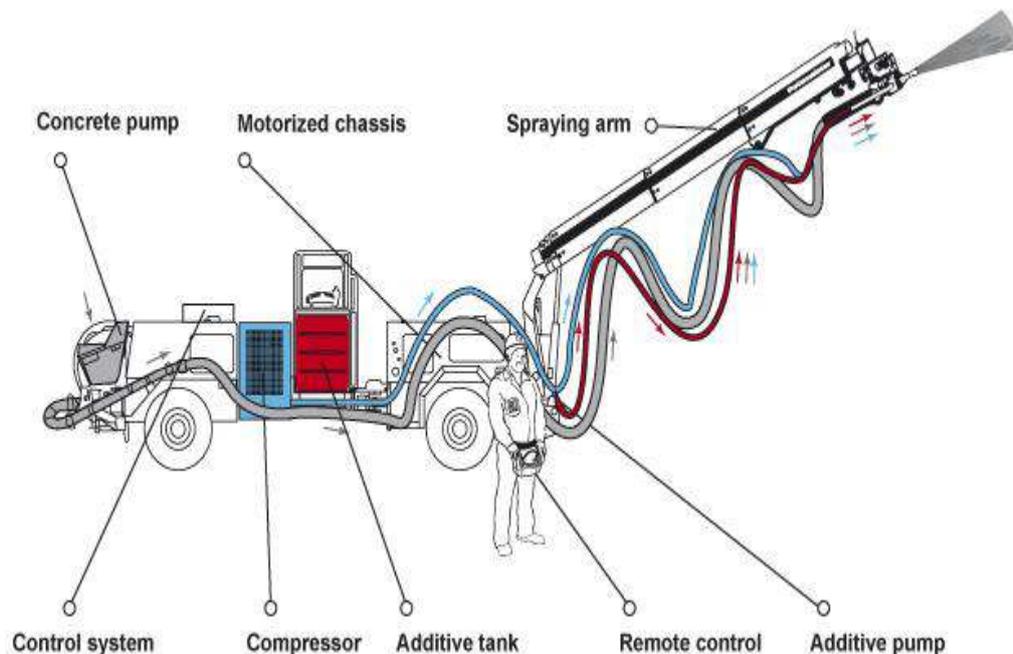
- 1) Bagian dari metode perbaikan tanah atau soil nailing

- 2) Lapisan pelindung sederhana untuk menutup bagian eksisting
- 3) Lapisan struktural

c. Jenis-Jenis

Jenis pencampuran agregat pada Shotcrete terbagi dalam 2 cara, yaitu proses kering dan basah. Agregat pasir pada proses kering dipompa ke dalam mesin batching dan mixing, selain itu dilain waktu zat adiktif dicampur lalu dialirkan dan digabungkan dalam alat ekskulator. Zat-zat tersebut akan bertemu di nozzle dan selanjutnya ditembakkan. Proses kering memiliki keuntungan, yaitu kuat dan bertenaga tinggi, serta operator nozzle dapat mengatur kekurangan dan kelebihan air. Namun, proses tersebut juga memiliki kerugian, yaitu berdebu dan banyak yang jatuh maupun tercecer. Tidak hanya itu, pada proses basah terdapat beberapa keuntungan, seperti lebih sedikit debu dan operator nozzle tidak memerlukan tabung khusus. Beberapa kerugian dari proses basah adalah tidak cocok untuk pekerjaan berskala kecil, lapisan terbatas, dan tidak ada jeda dalam pelaksanaannya.

d. Bagian-Bagian



Gambar 4.54 Bagian-Bagian Shotcrete

Shotcrete terdiri dari beberapa bagian, antara lain:

- 1) Kompresor guna menyuplai udara bertekanan tinggi serta menghasilkan tekanan dan volume besar
- 2) Additive tank sebagai tempat penyimpanan bahan adiktif (adonan sementara)
- 3) Remote control untuk pengoperasian alat dari jauh
- 4) Additive pump untuk memompa bahan additive ke spraying arm
- 5) Control system untuk mengendalikan berbagai variabel proses dan unit operasi
- 6) Concrete pump untuk menyalurkan adonan beton segar ke spraying arm
- 7) Spraying arm untuk menyembrotkan adonan beton ke dinding yang ingin dituju.
- 8) Motorized chassis sebagai pengaman kendaraan, menambah kenyamanan pengemudi, dan mengarahkan jalannya kendaraan.

e. Resiko

KAK (Kecelakaan Akibat Kerja) dan PAK (Penyakit Akibat Kerja) dapat terjadi dalam pengoperasian Shotcrete.

1) Penyakit Akibat Kerja (PAK)

Resiko beberapa penyakit yang dapat dialami operator Shotcrete atau orang-orang yang berada pada area pengoperasian alat tersebut tercantum pada tabel berikut.

Tabel Resiko PAK pada Pengoperasian Shotcrete

Faktor Penyebab PAK	PAK
Faktor Fisik	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Tuli karena suara yang terlalu bising atau keras</li> <li>• Tertimpa reruntuhan bangunan</li> <li>• Terkena semburan atau terpukul tekanan tenaga tinggi</li> <li>• Tertimpa selang yang menyebabkan luka memar hingga gegar otak</li> </ul>

<b>Faktor Penyebab PAK</b>	<b>PAK</b>
	<ul style="list-style-type: none"><li>• Terbentur bagian Shotcrete karena tebalnya kabut dapat menyebabkan memar</li></ul>
Faktor Biologi	Bakteri yang masuk melalui luka dari besi yang berkarat dapat menyebabkan penyakit Tetanus
Faktor Kimia	Penyakit saluran pernapasan karena debu-debu yang berterbangan.
Faktor Ergonomi/Fisiologi	Nyeri pada otot, kelelahan, dan gejala pada sendi karena posisi kerja, lingkungan, atau alat kerja yang digunakan kurang sesuai

## 2) Kecelakaan Akibat Kerja (KAK)

Terdapat beberapa kecelakaan yang dapat dialami operator ataupun orang-orang di sekitar area pengoperasian Shotcrete. Beberapa diantaranya adalah sebagai berikut.

### a) Terkena Semprotan Semen dengan Tekanan Tinggi

Kasus human error atau terjadinya kesalahan menghadapkan selang yang dilakukan oleh pengendali Shotcrete dapat terjadi. Akibatnya adalah terkena semprotan semen dengan tekanan tinggi, hingga dapat membuat seseorang terpelanting dan terdorong sangat jauh sampai terjatuh.

### b) Tersangkutnya Bagian Tubuh pada Bagian Selang atau Nozzle yang Masih Menyala

Umumnya hal ini terjadi karena human error, yaitu keteledoran pekerja dan kurangnya rasa waspada dan hati-

hati dalam menggunakan mesin terutama pada bagian nozzle atau selang tersebut.

c) Bagian Tubuh Terlindas Roda Shotcrete

Hal ini sering terjadi pada saat pengoperasian Shotcrete, karena kecerobohan pekerja lain yang tidak melihat adanya Shotcrete yang sedang berjalan atau bahkan dari operator pengendali Shotcrete yang tidak melihat karena adanya titik buta.

d) Runtuhnya Dinding

Hal ini dapat terjadi apabila pekerja salah dalam memperkirakan dan merumuskan tembok atau dinding yang akan disemprot, misalnya ternyata lebih lemah dari yang diperkirakan. Tidak hanya itu, pemberian tekanan maupun bahan yang diolah juga dapat mempengaruhi hal tersebut.

f. SOP

Berikut SOP atau Standar Operasional Prosedur dalam pengoperasian Shotcrete.

1) Keamanan

Melakukan pertemuan sebelum memulai pekerjaan untuk menentukan tanggungjawab tugas dan mendiskusikan berbagai topik terkait keamanan.

2) Vessel atau Pengeringan Komponen

Proses pengeringan dilakukan seawal mungkin untuk membuat vessel berada dalam kondisi dingin dan adanya waktu untuk proses pembersihan.

3) Persiapan dan Pembersihan Lining Surface

a) Pindahkan terak dan metal pembangun, akresi, penunjang dan setiap bagian yang longgar atau penahan panas yang rapuh dari lapisan yang akan diperbaiki.

b) Jika proses perbaikan temperatur bagian permukaan mencapai suhu 600°C, lakukan pengurangan suhu dengan

mendinginkan udara di sekitarnya hingga suhu normal. Semakin rendah suhu bagian permukaan, maka semakin sedikit penahan panas akan menguap dan mengenai bagian permukaan yang panas.

4) Peralatan dan Set-Up

- d) Periksa kebersihan penahan panas pengaduk atau pompa dan material pipa maupun selang sebelum digunakan.
- e) Tentukan material peralatan yang digunakan sebagai pengaduk maupun pompa agar sesuai dengan fungsi yang diperlukan.
- f) Proses Set-Up
  1. Posisikan penahan panas pada mixer/pump sedekat mungkin dengan area kerja.
  2. Posisikan colloidal silica binder (dengan campuran air) tank dekat dengan penahan panas pada mixer.
  3. Hubungkan pompa untuk mengalirkan colloidal silica binder dari storage tank menuju volumetric measuring tank yang berada di atas pengaduk.
  4. Hubungkan seluruh pipa udara dan listrik yang penting dengan sumber peralatan yang akan digunakan.
  5. Periksa bahan bakar, engine oil, dan hydraulic oil pada mixer/pump.
  6. Nyalakan mixer/pump dan lakukan pemanasan, sehingga hydraulic oil mencapai suhu 10°C sebelum proses pencampuran atau pengadukan dilakukan.
  7. Periksa sumber/tenaga yang tepat dan operasi dari seluruh peralatan.
  8. Hubungkan secukupnya material pipa dan selang Shotcrete ke pompa tahan api, sehingga dapat mencapai area instalasi yang dimaksud. Gunakan pipa kaku sebanyak mungkin. Selain itu, gunakan selang Shotcrete

dekat dengan tempat (bejana) untuk bermanuver dan akses ke seluruh area tempat (bejana) tersebut.

9. Hubungkan 50 mm mulut pipa ke selang Shotcrete.
  10. Hubungkan minimum 20 mm ID air line dengan mulut pipa Shotcrete. Udara yang disuplai harus sejuk, kering dengan minimum aliran  $13\text{m}^3/\text{min}$ , dan tekanan 7 bar. Aliran udara dikontrol pada mulut pipa Shotcrete dengan ball valve.
  11. Hubungkan minimum 12 mm ID Metset AC-30 garis umpan akseleran dengan mulut pipa Shotcrete. Akseleran pompa harus mampu mengalirkan 0.3-8.0 liter/menit dan selalu berada pada tekanan yang lebih dari tekanan udara mulut pipa. Pengaturan akseleran tersebut berada pada mulut pipa Shotcrete dengan needle valve atau pada pompa akseleran.
  12. Periksa udara dan akseleran aliran yang menuju mulut pipa. Bila tidak digunakan, mulut pipa selalu mengarah ke bawah untuk mencegah aliran balik akseleran menuju selang Shotcrete.
  13. Campur 38 liter air dan 2 bungkus merk Prime-A-Pak bubuk pelumas pipa atau selang.
- 5) Mencampur, Memompa, dan Pneumatic Shotcreting Placement dari Pompa Tahan Panas
- a) Preparations and Settings
    1. Menetapkan operator pengaduk dan pompa, shotcrete nozzlemen, selang penggerak Shotcrete, rebound remover, operator crane, wadah material, pengemudi fork truck, dan supervisor yang bertugas untuk menginstal.
    2. Simpan detail data dari proses instalasi.
    3. Masukkan campuran Prime-A-Pak pelumas ke dalam sistem pipa yang berada di dekat pompa tahan panas.

4. Mulai pengadukan dan pompa dari refractory slurry dengan mengikuti “Colloidal Silica Binder Quantities and Mixing Procedures”.
  5. Sebagian air valve terbuka pada mulut pipa Shotcrete, sehingga dapat memuat aliran udara.
  6. Mulai pompa secara perlahan untuk memastikan pipa slurry feed dan pelumasan selang tepat, serta mencegah penyumbatan.
  7. Pompa hingga seluruh pelumas Prime-A-Pak keluar dari mulut pipa Shotcrete dan hanya penahan panas pada Metpump yang terlihat. Kumpulkan pelumas pada keranjang atau wadah ketika pelumas tersebut keluar. Cegah campuran pelumas untuk keluar menuju vessel.
  8. Naikkan kecepatan pompa hingga level yang diinginkan.
  9. Sesuaikan udara dan katup akseleran pada mulut pipa Shotcrete, hingga campuran bubuk penahan panas yang tepat didapatkan.
  10. Arahkan mulut pipa Shotcrete pada area dari lapisan yang dimaksud dan tentukan penyesuaian udara (untuk jarak target) dan accelerant valve (untuk munculnya material).
- b) Prosedur Penempatan Shotcrete
1. Mulai penggunaan pneumatik Shotcrete pada bagian dasar dinding jika memungkinkan, termasuk pada sudut dengan radius dari lantai vessel pada ketebalan minimum 75 mm.
  2. Terapkan sudut/lantai dari Shotcreted slurry pada seluruh tinggi atau lebar dari lapisan vessel yang akan digunakan.
  3. Lanjutkan pada bagian bawah hingga atas dari dinding. Pada proses tersebut, gunakan air lance untuk menyingkirkan bagian-bagian kecil sisa dari proses

tersebut yang mungkin terdapat pada area aplikasi dari Shotcrete.

- c) Prosedur Pipa atau Selang Tidak Tersumbat
  1. Sistem akan tersumbat bila tekanan pada pompa hidrolik penahan panas meningkat hingga mencapai level maksimum (~248 bar untuk Allentown MR2200 atau ~275 bar untuk Allentown 3300) dan proses memompa berhenti.
  2. Hal yang harus dilakukan agar tidak lagi tersumbat adalah dengan memutar arah pompa dan bergantian antara gerakan maju dan sebaliknya.
  3. Bila sistem tetap tersumbat, cari dan putus koneksi antara pipa atau selang yang tersumbat dan pasang penggantinya. Sebelum memutuskan koneksi dari pipa ataupun selang, pastikan bahwa penahan panas pada pompa dalam keadaan normal dan tekanan standar.
  4. Setelah bagian pengganti telah terhubung kembali dengan sistem hanya pada bagian feed end, pompa slurry melewati bagian pipa atau selang tersebut dan ketika telah muncul maka koneksikan kembali bagian akhir yang terbuka dengan sistem.
  5. Bersihkan pipa atau selang yang tersumbat dan telah digantikan dengan water lance yang panjang, serta simpan untuk penggunaan selanjutnya.
- 6) Pembersihan Peralatan Setelah Proses Instalasi Lining Terpenuhi
  - a) Pindahkan material feed pipe dari pompa, pasang tutup yang bersih untuk pipa material, dan pasang selang udara pada tutup tersebut.
  - b) Hidupkan tekanan udara menuju tutup yang bersih dan bersihkan pipa dari material maupun selang menuju tempat sampah.

- c) Masukkan bola spons bersih ke dalam pipa material, pasang tutup yang bersih pada pipa material dan pasang selang air bersih menuju tutup tersebut.
- d) Nyalakan air menuju tutup tersebut dan dorong bola spons hingga melewati pipa material maupun selang menuju tempat sampah. Matikan air setelah bola spons melewatinya dan pindahkan tutup yang bersih.
- e) Bila hanya tersedia air dalam tekanan rendah, maka gunakan tekanan udara untuk mendorong air dan bola spons melewati pipa maupun selang. Bersihkan secara terpisah menggunakan bola spons yang dengan diameter berbeda, bila pipa dan selang memiliki diameter dalam yang berbeda.
- f) Ulangi proses pembersihan menggunakan bola spons dan air yang bersih bila perlu.
- g) Letakkan peralatan dalam kotak penyimpanan ketika memeriksa daftar persediaan.

g. JSA

JSA atau Job Safety Analysis dari pengoperasian Shotcrete tercantum pada tabel berikut.

<b>Tahap Pekerjaan</b>	<b>Bahaya</b>	<b>Resiko</b>	<b>Solusi</b>
Menghidupkan mesin	Posisi alat, sisi tajam	Tertusuk, menabrak alat dengan bagian tubuh	Carilah tempat yang tepat, agar tidak membahayakan pekerja lain ketika akan menghidupkan mesin Shotcrete.
Pengisian semen	Posisi alat, bahan, berat.	Racun, tertimpa semen	Pekerja harus menggunakan alat pelindung diri, seperti sarung tangan, masker, sepatu, dan wearpack ketika mengisi bahan semen.

Tahap Pekerjaan	Bahaya	Resiko	Solusi
Pelaksanaan Shotcrete	Bising, stress, pencahayaan, jarak dengan pekerja lain.	Hilang konsentrasi, beracun, menabrak alat.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Kebisingan tempat telah memenuhi peraturan</li> <li>• Pencahayaan tempat telah memenuhi peraturan</li> <li>• Pastikan ada garis batas masuk area pelaksanaan supaya tidak membahayakan pekerja lain saat akan menyemprot semen</li> <li>• Pekerja harus lengkap memakai APD</li> </ul>
Remove and replace	Area jalan, jatuh dari atas Shotcrete, licin.	Tertusuk, tertabrak, menabrak, tergelincir	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Area jalan ketikanakan pindah telah aman dari pekerja lain</li> <li>• Pekerja harus memastikan bahwa tempatnya tidak licin dan tidak membahayakan, ketika proses pergantian pekerja</li> </ul>
Mematikan dan mengembalikan alat	Area tempat, jatuh dari atas Shotcrete, tertabrak oleh objek yang bergerak.	Menabrak pekerja lain, tertusuk pekerja lain.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Memastikan area jalan aman saat mengembalikan alat</li> <li>• Kembalikan alat pada tempat yang telah ditentukan</li> <li>• Memastikan mesin benar-benar dalam keadaan mati saat</li> </ul>

Tahap Pekerjaan	Bahaya	Resiko	Solusi
			meninggalkan alat

## CLAWLER CRANE

a. Pengertian



Gambar 4.55 Crawler Crane

Crawler crane adalah salah satu jenis dari crane, dimana alat ini merupakan alat pengangkat yang biasa digunakan didalam proyek konstruksi ataupun pertambangan. Cara kerja crane adalah dengan mengangkat material yang akan dipindahkan, memindahkan secara horizontal, kemudian menurunkan material di tempat yang diinginkan. Crawler Crane merupakan crane dengan roda penggeraknya terbuat dari sepatu-sepatu baja (track-shoe) yang digerakkan oleh sprocket dan rantai, sehingga track-shoe dapat bergerak.

Track-shoe dan roda penggerak pada crawler crane terbuat dari bahan baja-cor, sedangkan untuk crawler crane banyak digunakan pada medan kerja yang tidak rata. Bagian atas crawler crane ini dapat berputar 360° dan bergerak didalam lokasi proyek saat melakukan pekerjaannya. Bila akan digunakan di proyek lain maka crane diangkut dengan menggunakan lowbed trailer. Pengangkutan ini dilakukan dengan membongkar boom

menjadi beberapa bagian untuk mempermudah pelaksanaan pengangkutan. Pengaruh permukaan tanah terhadap alat tidak akan menjadi masalah karena lebar kontak antara permukaan dengan roda cukup besar, kecuali jika permukaannya tanah yang jelek. Pada saat pengangkatan material, hal-hal yang perlu diperhatikan adalah posisi alat waktu operasi yang harus benar-benar water level , yaitu keseimbangan alat dan penurunan permukaan tanah akibat beban dari alat tsb.

Crawler crane adalah suatu mesin pengangkat yang bersifat dinamis, dalam arti mesin ini tidak hanya bekerja pada satu tempat, tetapi dapat pula melakukan perpindahan tempat saat pengangkatan beban. Akhir-akhir ini penggunaan crawler crane semakin banyak digunakan, karena mesin jenis ini dapat melayani 4 macam gerakan untuk melakukan gerak pengangkatan beban, dan juga kelebihan lainnya dari mesin ini dapat beroperasi pada medan kerja yang tidak rata.

b. Bagian-bagian Crawler Crane

- 1) Crawler berfungsi untuk memindahkan crane secara merayap di area kerja.



Gambar 4.56 Crawler

- 2) Superstructure merupakan ruang control operator. Superstructure juga merupakan poros, dimana crane berputar



Gambar 4.57 Superstructure

- 3) Counterweight merupakan bobot yang digunakan untuk menyeimbangkan beban yang akan diangkat dan juga beban crane itu sendiri. Fungsi counterweight adalah menjaga stabilitas crane.



Gambar 4.58 Counterweight

- 4) Additional counterweight merupakan bobot tambahan dalam menyeimbangkan crane. Additional counterweight ini bersifat optional (pilihan).



Gambar 4.59 Additional Counterweight

- 5) Jib adalah perpanjangan tambahan yang melekat pada boom sehingga memberikan tambahan panjang boom untuk mengangkat beban.



Gambar 4.60 Jib

- 6) Mast merupakan tempat untuk menopang tali atau kawat penyeimbang crane. Mast juga berfungsi sebagai kerekan.



Gambar 4.61 Mast

- 7) Pulley berfungsi untuk memutar pengait sehingga dapat dinaikkan ataupun diturunkan.



Gambar 4.62 Pulley

- a. PAK (Penyakit Akibat Kerja)
  - 1) Nyeri leher  
Posisi mengemudi yang terus menerus dapat mengakibatkan nyeri leher



Gambar 4.63 Nyeri Leher

- 2) Tidak lancarnya sirkulasi darah  
Kurangnya ruang gerak operator dapat menyebabkan sirkulasi darah tidak lancar



Gambar 4.64 Sirkulasi darah tidak lancar

- 3) Kelainan tulang belakang  
Kesalahan posisi duduk saat mengemudikan crawler crane dapat mengakibatkan tulang belakang mengalami kelainan.



Gambar 4.65 Kelainan Tulang Belakang

4) Nyeri otot

Kebiasaan seperti menginjak gas dengan keras dapat mengakibatkan nyeri otot karena pembuluh darah menyempit.



Gambar 4.66 Nyeri Otot

5) Susah bernafas

Material yang masuk ke hidung dapat menyebabkan susah bernafas dan dalam jangka panjang bisa mengakibatkan penyakit pernafasan.



Gambar 4.67 Susah Bernafas

6) Iritasi mata

Material yang masuk ke mata operator bisa menyebabkan iritasi mata dan mungkin dapat menyebabkan penyakit mata.



Gambar 4.68 Iritasi Mata

7) Batuk

Debu yang timbul dari area pekerjaan dapat menyebabkan operator mengalami batuk.



Gambar 4.69 Batuk

8) Diare

Makanan yang dimakan di area pekerjaan bisa saja terpapar oleh debu, bakteri yang dapat menyebabkan penyakit pencernaan seperti diare.



Gambar 4.70 Diare

9) Asma

Asma dapat disebabkan oleh asap yang dihasilkan mesin crawler crane dan bisa mengakibatkan infeksi saluran pernafasan



Gambar 4.71 Asma

10) Batuk

Asap crawler crane yang terhirup dapat mengakibatkan operator mengalami batuk atau gangguan pernafasan.

11) Kesulitan bernafas

Asap pembakaran mesin crawlercrane yang tidak sempurna dan berwarna hitam berbahaya bagi operator maupun orang di sekitar, bisa juga menyebabkan kesulitan bernafas.

12) Iritasi mata

Asap yang terpapar ke mata operator bisa menyebabkan iritasi mata dan mungkin dapat menyebabkan penyakit mata

13) Demam berdarah

Nyamuk merupakan sumber dari penyakit demam berdarah. Lingkungan kerja yang lembab dan banyak air bisa menjadi sarang dan tempat berkembang biak nyamuk.



Gambar 4.72 Nyamuk Demam Berdarah

14) Penyakit kulit

Penyakit ini bisa disebabkan oleh parasit yang menyerang kulit manusia. Lingkungan yang kurang bersih bisa menjadi tempat yang cocok untuk parasit berkembang biak. Penyakit kulit bisa saja menular ke orang lain yang bersentuhan langsung.



Gambar 4.73 Penyakit Kulit

- b. KAK (Kecelakaan Akibat Kerja)
  - 2) Tertimpa benda yang sedang diangkat



Gambar 4.74 Peringatan Tertimpa Benda

- 3) Terpeleset pelumas pada bagian penggerak



Gambar 4.75 Peringatan Terpeleset

- 4) Terjepit pintu Crawler Crane



Gambar 4.76 Terjepit Pintu

- 5) Tertabrak crawler crane yang sedang bekerja



Gambar 4.77 Peringatan Tertabrak

- 6) Jib crawler crane patah

Jib crawler crane bisa patah akibat beban kerja yang terlalu berat.



Gambar 4.78 Jib Crawler crane Patah

7) Mesin crawler crane overload

Jika dipaksa bekerja dengan beban kerja yang terlalu berat maka mesin akan mengalami overload.



Gambar 4.79 Mesin Crawler crane Overload

8) Crawler crane roboh

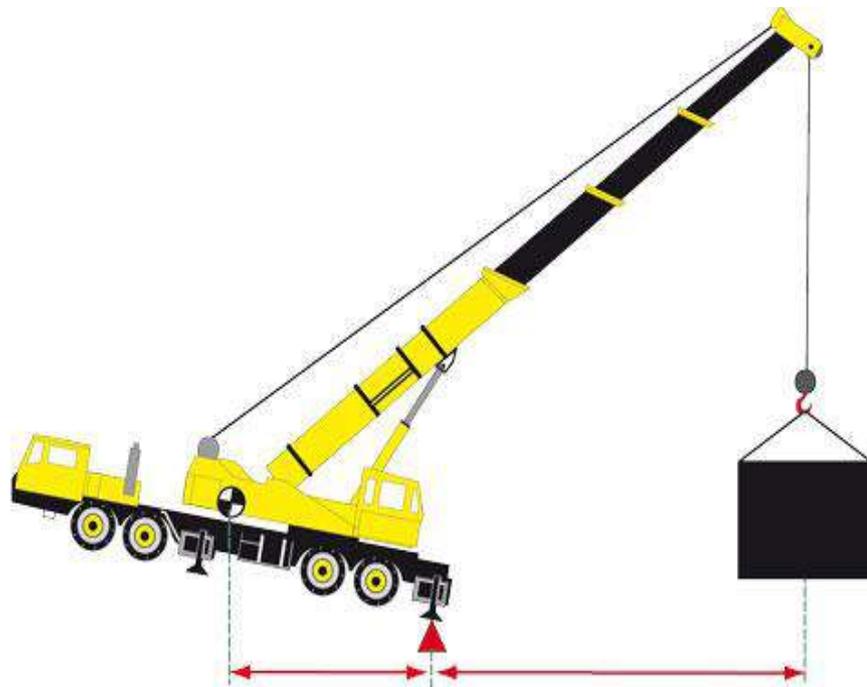
Beban kerja yang berat dan kontur tanah yang tidak memadai dapat menyebabkan crawlercrane roboh.



Gambar 4.80 Crawler crane Roboh

9) Tertimpa benda yang sedang diangkat

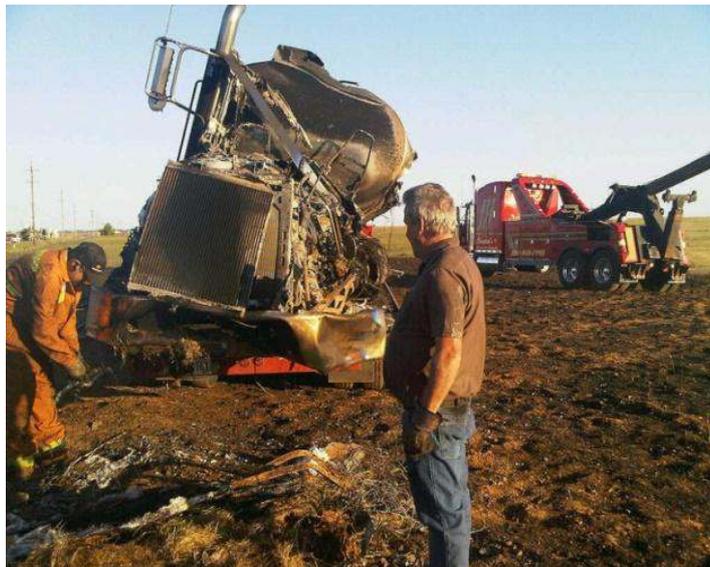
Kurangnya kehati-hatian dalam mengoperasikan crawler crane bisa mengakibatkan benda yang sedang diangkat jatuh.



Gambar 4.81 Tertimpa Benda yang Sedang Diangkat

10) Mesin meledak atau terbakar

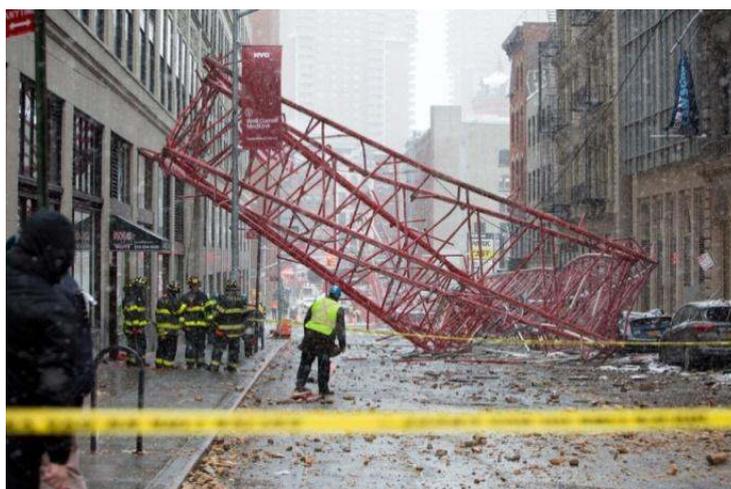
Jika dipaksa bekerja dengan beban kerja yang terlalu berat, maka mesin akan mengalami overload dan overheat, itu bisa saja mengakibatkan mesin terbakar bahkan meledak.



Gambar 4.82 Mesin Meledak atau Terbakar

11) Malfungsi crawler crane

Crawler crane yang kurang perawatan bisa saja terjadi malfungsi yang menyebabkan crawler crane tidak terkendali dan mengakibatkan kecelakaan.



Gambar 4.83 Malfungsi Crawler crane

12) Kulit melepuh akibat mesin panas

Mesin yang digunakan untuk bekerja tentu saja akan panas dan berbahaya jika terkena kulit.



Gambar 4.84 Kulit Melepuh

13) Gempa bumi

Gempa bumi bisa saja terjadi sewaktu waktu yang dapat membahayakan operator dan orang-orang di sekitar jika crawler crane sedang bekerja.



Gambar 4.85 Gempa Bumi

14) Tanah longsor

Tanah yang tidak stabil bisa terjadi tanah longsor. Jika tanah longsor terjadi maka sangat berbahaya bagi penggunaan crawler crane.



Gambar 4.86 Tanah Longsor

15) Angin topan

Bagian jib crawler crane yang sangat tinggi bisa goyang bahkan roboh jika terjadi angin yang sangat kencang. Maka para pekerja harus memperhatikan situasi di sekitar.



Gambar 4.87 Angin Topan

c. JSA

Job Safety Analysis (JSA) adalah teknik manajemen keselamatan yang berfokus pada identifikasi bahaya dan pengendalian bahaya yang berhubungan dengan rangkaian pekerjaan atau tugas yang hendak dilakukan. JSA ini berfokus pada hubungan antara pekerja, tugas/pekerjaan,

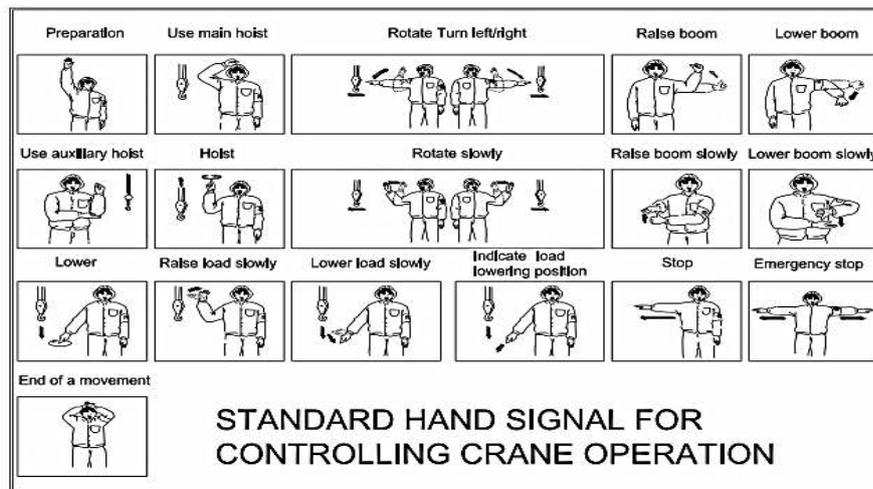
peralatan, dan lingkungan kerja. Menurut National Safety Council (NSC) dan ahli K3 lainnya, JSA melibatkan empat unsur penting, yaitu:

- 1) Identifikasi bahaya yang berhubungan dengan setiap langkah dari pekerjaan yang berpotensi untuk menyebabkan bahaya serius.
- 2) Menentukan bagaimana untuk mengontrol bahaya
- 3) Membuat perkakas tertulis untuk melatih staf lainnya.
- 4) Bertemu dengan pelatih OSHA untuk mengembangkan prosedur dan aturan kerja yang spesifik untuk setiap pekerjaan

<b>Deskripsi Pekerjaan</b>	<b>Bahaya</b>	<b>Resiko</b>	<b>Pengendalian Bahaya</b>
Membuka dan menutup pintu	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mekanik</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Terjepit</li> <li>• Terbentur</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Menggunakan sepatu dan sarung tangan</li> <li>• Menggunakan helm</li> </ul>
Menghidupkan mesin	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Fisika</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Tersengat listrik dari kabel yang terkelupas</li> <li>• Terpapar asap mesin</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Menggunakan sepatu safety</li> <li>• Menutup kabel yang terkelupas dengan isolasi.</li> <li>• Mengganti kabel yang sudah tidak layak pakai.</li> <li>• Menggunakan masker untuk menutup hidung</li> </ul>
Mengemudikan crawler crane	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Kimia</li> <li>• Psikologi</li> <li>• Fisika</li> <li>• Mekanika</li> <li>• Biologi</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Terbentur</li> <li>• Terjatuh</li> <li>• Tersayat</li> <li>• Terjepit</li> <li>• Terlindas</li> <li>• Iritasi mata</li> <li>• Sulit bernafas</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Menggunakan helm</li> <li>• Menjaga kebersihan ruang kemudi</li> <li>• Menggunakan sarung tangan</li> <li>• Menggunakan sepatu safety</li> <li>• Menggunakan</li> </ul>

Deskripsi Pekerjaan	Bahaya	Resiko	Pengendalian Bahaya
		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Panas</li> <li>• Bau</li> <li>• Bising</li> <li>• Cahaya</li> <li>• Virus</li> <li>• Bakteri</li> <li>• Racun</li> <li>• Stress</li> <li>• Depresi</li> <li>• Lelah</li> <li>• Bosan</li> <li>• Trauma</li> </ul>	<p>wearpack</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Menggunakan penutup hidung atau masker.</li> <li>• Menggunakan kaca mata safety</li> <li>• Memakai sabuk pengaman saat mengemudi</li> <li>• Memakai tutup telinga</li> </ul>
Mengangkat barang	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mekanik</li> <li>• Biologi</li> <li>• Fisika</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Overload</li> <li>• Terpeleset</li> <li>• Terguling</li> <li>• Tertimpa</li> <li>• Iritasi mata</li> <li>• Bising</li> <li>• Debu</li> <li>• Sulit bernafas</li> <li>• Bakteri</li> <li>• Virus</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Memperhatikan beban maksimal yang dapat diangkat</li> <li>• Tidak melanggar batas aman</li> <li>• Menggunakan masker</li> <li>• Menggunakan tutup telinga</li> <li>• Menggunakan kacamata</li> <li>• Menggunakan helm</li> <li>• Menggunakan wearpack</li> <li>• Menggunakan sepatu safety</li> <li>• Mematuhi sop</li> </ul>

d. Sinyal Pengoperasian Clawler Crane



Gambar 4.88 Sinyal Pengoperasian Crawler Crane

e. SOP

Berikut beberapa Standar Operasional Prosedur pada pengoperasian Crawler Crane.

- 1) Mengoperasikan jenis dan kapasitas crane sesuai dengan SIO yang dimiliki (Kelas A/B/C).
- 2) Tidak meninggalkan kabin operator selama crane beroperasi.
- 3) Melakukan pemeriksaan dan pengamatan terhadap kemampuan kerja crane serta merawat kondisinya, termasuk alat-alat keselamatan dan alat perlengkapan lainnya yang berkaitan dengan bekerjanya crane tersebut. Beberapa diantaranya adalah boom naik/boom turun, swing, block naik/turun, dan lainnya.
- 4) Operator harus mengisi buku pemeriksaan harian dan buku pengoperasian harian selama crane beroperasi.
- 5) Bila ditemukan piranti keselamatan atau perlengkapannya tidak berfungsi dengan baik atau rusak, operator harus segera menghentikan crane-nya dan segera melaporkan pada atasannya.
- 6) Operator bertanggungjawab penuh terhadap crane yang dioperasikannya.
- 7) Melaporkan kepada atasan jika terjadi kerusakan atau gangguan-gangguan lain pada crane dan alat-alat perlengkapannya.
- 8) Mematuhi SOP perusahaan dan manufacture manual

Sebelum melakukan operasi pengangkatan, maka operator crane harus memastikan bahwa semua sistem keselamatan kerja crane sudah diperiksa terlebih dahulu dan dikomunikasikan secara efektif dengan pihak-pihak yang terkait dalam pengoperasian pengangkatan. Beberapa hal lainnya, yaitu:

- 1) Melakukan perencanaan operasi pengangkatan, menyeleksi, mengawasi dan memilih penggunaan crane maupun alat bantu angkat yang sesuai untuk digunakan.
- 2) Perawatan, pengujian dan pemeriksaan peralatan.
- 3) Diawasi oleh personel yang sudah pernah melakukan training dan berkompentensi, serta mempunyai kewenangan yang cukup.
- 4) Melakukan pemeriksaan terhadap sertifikat dan dokumen-dokumen yang relevan lainnya.
- 5) Mencegah penggunaan crane dan peralatannya dari pihak yang tidak berwenang.
- 6) Memperhatikan keselamatan personel lainnya yang berada di sekitar area pengangkatan maupun personel lainnya yang tidak terlibat secara langsung dari operasi pengangkatan.

Tidak hanya itu, operator harus memenuhi peraturan-peraturan berikut pada saat pengoperasian pengangkatan.

- 1) Merencanakan pengoperasian pengangkatan sebelum memulai pekerjaan.
- 2) Fokus dan berkonsentrasi pada pekerjaan pengangkatan saat mengoperasikan crane.
- 3) Hanya merespon/memperhatikan aba-aba dari trigger yang telah ditugaskan.
- 4) Tidak memindahkan beban bila ada orang berada di bawah beban yang akan dipindahkan.
- 5) Memastikan bahwa beban yang diangkat tidak melebihi kapasitas crane berdasarkan tabel beban (Load Chart).

- 6) Periksa seluruh tuas kontrol dalam posisi off sebelum mematkan kunci utama atau main disconnect switch.
- 7) Tetap menjaga keseimbangan beban untuk menghindari tergelincirnya tali kawat baja dari drum yang dapat mengakibatkan kerusakan tali kawat baja itu sendiri ataupun mengakibatkan pengangkatan crane menjadi tidak stabil.
- 8) Hindari untuk memulai dan menghentikan crane secara tiba-tiba, serta lakukan pengangkatan maupun penurunan beban secara perlahan, guna menghindari beban kejut. Beban kejut dapat terjadi pada saat pengangkatan ataupun penurunan beban secara tiba-tiba dan juga ketika kondisi kelebihan beban (overload).

## **DRAGLINE**

### a. Pengertian



Gambar 4.89 Dragline

Dragline adalah jenis excavator yang menghubungkan bucket dan boom dengan wirerope (tali besi). Dragline digunakan untuk menggali material dan kemudian memindahkan material tersebut ke alat pengangkut seperti truk atau daerah penimbunan. Dragline ini sering dijumpai di daerah yang membutuhkan penggalian dengan area cukup luas, seperti pada

pertambangan. Ukuran dragline yang digunakan akan disesuaikan dengan kebutuhan penggalian.

Jarak yang dapat dijangkau oleh dragline ini lebih besar daripada shovel, sehingga tidak perlu masuk ke dalam area penggalian dan tetap dapat berada pada lantai kerja yang baik. Tetapi, dragline memiliki kekurangan yaitu daya produksi yang lebih rendah bila dibandingkan dengan power shovel untuk ukuran yang sama. Dragline pada umumnya dapat dibagi menjadi 3 jenis, diantaranya :

1) Crawler Mounted (Roda Kelabang atau Undercarriage)

Jenis ini digunakan untuk tanah yang memiliki daya dukung rendah. Namun, jenis Dragline ini memiliki kecepatan gerak yang rendah dan biasanya membutuhkan alat angkut untuk membawa alat ini sampai ke lokasi pekerjaan.

2) Wheel Mounted (Roda Ban)

Kecepatan gerak jenis Dragline ini bisa mencapai 30 mph.

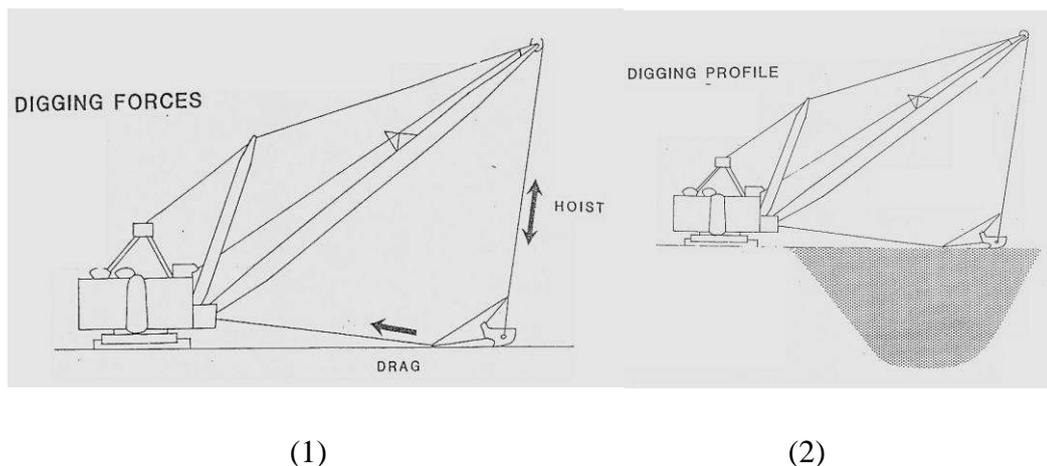
3) Truck Mounted (Dipasang Diatas Truk)

Dragline dapat menggunakan lebih dari satu bucket. Dua hal yang berpengaruh besar dalam menentukan ukuran bucket yang akan digunakan yaitu panjang boom yang digunakan serta jenis material yang akan digali. Ketika dragline harus mengangkat material dengan berat mencapai kapasitas maksimal atau dragline menggunakan ukuran boom yang sangat panjang, maka ukuran bucket harus dikurangi. Batas maksimal ini ditinjau berdasarkan beban maksimal yang menyebabkan alat menjadi miring.

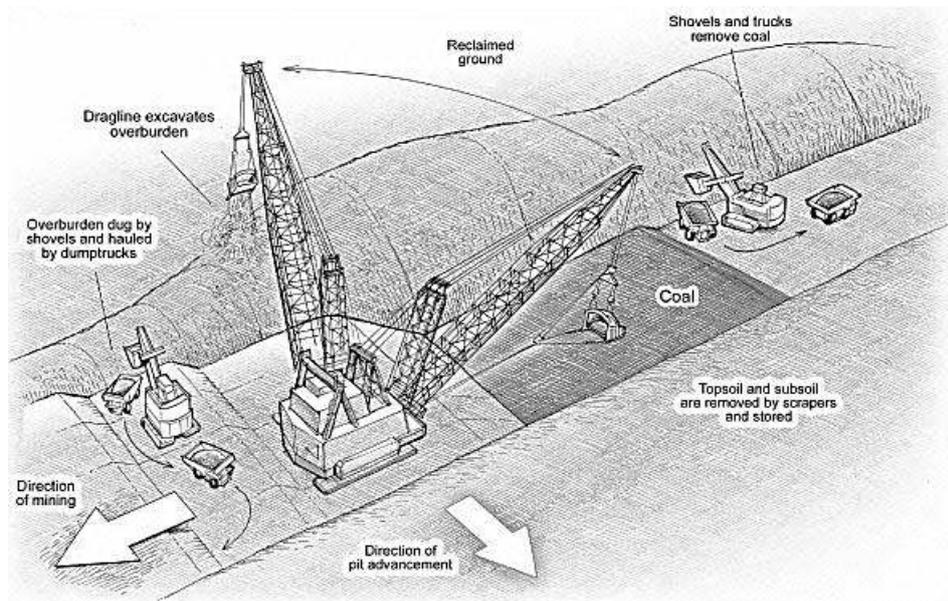
Bila boom yang digunakan berukuran panjang, maka sebaiknya gunakan bucket yang berukuran kecil. Hal ini dapat meningkatkan jangkauan penggalian atau radius pembuangan ketika tidak ingin menggunakan mesin yang lebih besar. Terkait material yang keras dan sulit digali, digunakan bucket berukuran kecil yang dapat meningkatkan kemampuan penggalian, sehingga produksi meningkat. Sebaliknya, apabila boom yang digunakan berukuran pendek, bucket yang digunakan dapat lebih besar tetapi jangkauan kerja akan lebih kecil.

Cara kerja dragline dimulai dengan swing pada keadaan bucket yang kosong menuju ke tempat galian. Pada saat yang sama drag cable dan hoist cable dikendorkan, sehingga bucket jatuh ke bawah. Setelah sampai di tanah maka drag cable ditarik, sementara hoist cable digerak-gerakkan. Hal itu dilakukan agar bucket dapat mengikuti permukaan tebing galian, sehingga kedalaman lapisan tanah yang terkikis dalam satu pass dapat teratur dan terkumpul dalam bucket. Terkadang hoist cable dapat dikunci pada saat penggalian, artinya pada saat drag cable ditarik, bucket akan bergerak mengikuti lingkaran yang berpusat pada ujung boom bagian atas. Cara ini memiliki keuntungan, yaitu tekanan gigi bucket ke dalam tanah bekerja maksimal.

Setelah bucket terisi penuh, sementara drag cable masih ditarik, hoist cable dikunci, bucket akan terangkat lepas dari permukaan tanah. Hal tersebut untuk menjaga agar muatan tidak tumpah, juga dijaga posisi dump cable tetap tegang dan tidak berubah kedudukannya. Kemudian dilakukan swing menuju tempat atau alat pengangkut hasil galian (truk) oleh bucket. Sebaiknya truk ditempatkan sedemikian rupa sehingga swing tidak melewati kabin truk. Apabila bucket sudah di atas badan truk, drag cable dikendorkan, bucket akan terjungkir ke bawah dan muatan tertuang.



Gambar 4.90 Cara Kerja Dragline



Gambar 4.91 Aplikasi dalam Tambang Batubara

b. Macam-Macam Mangkuk (Bucket) Dragline

1) Heavy Duty

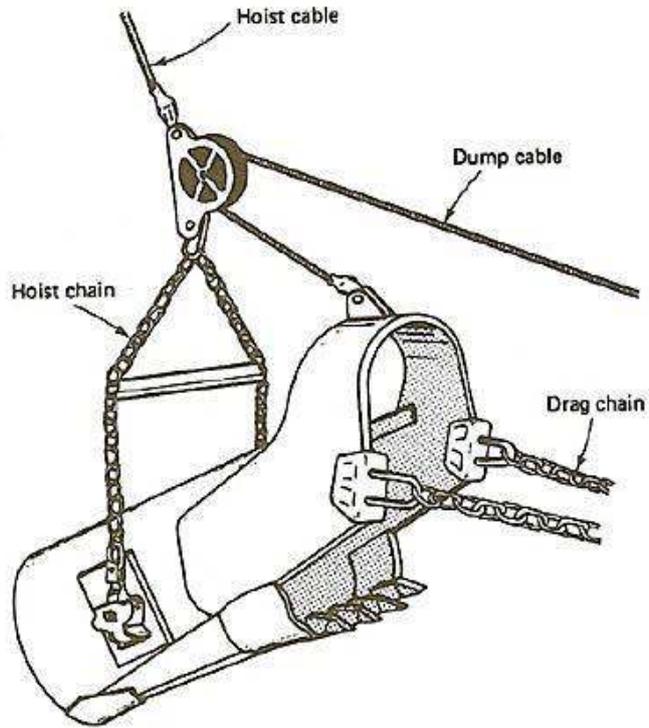
Bucket ini khusus untuk pekerjaan berat seperti menggali batu-batuan hasil tambang (menangani broken rock atau abrasive material)

2) Medium Duty

Bucket ini khusus untuk pekerjaan sedang seperti menggali kerikil, lempung (compacted sand atau loose sand dan gravels).

3) Light Duty

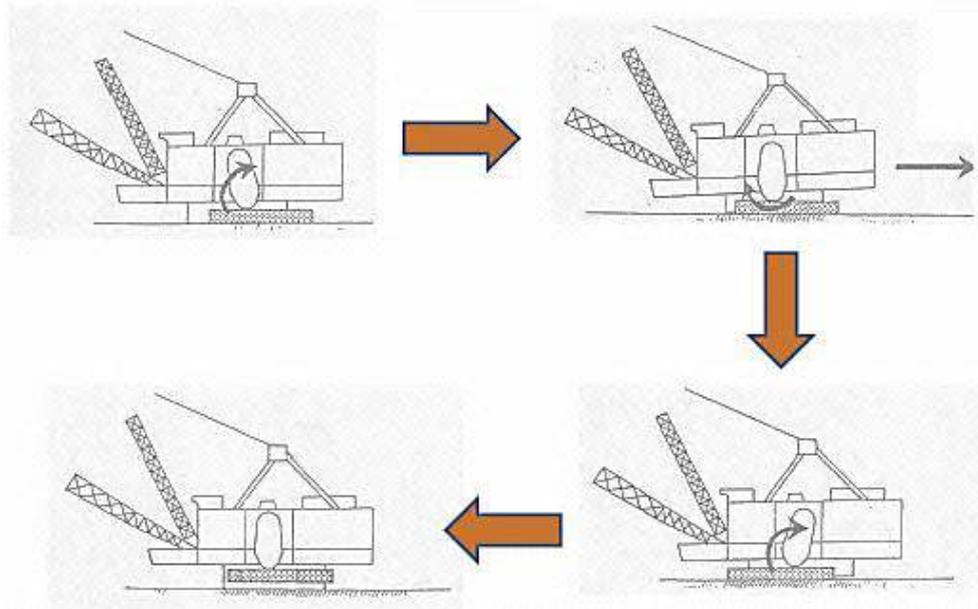
Bucket ini khusus untuk pekerjaan ringan misalnya menggali lempung berpasir, pasir, maupun lumpur.



Gambar 4.92 Sketsa Bucket



Gambar 4.93 Bucket



Gambar 4.94 Perpindahan Dragline

c. JSA

Kecelakaan bukanlah suatu peristiwa tunggal, tetapi merupakan hasil dari serangkaian penyebab yang saling berkaitan yang disebabkan oleh kelemahan manajemen, pekerja, prosedur kerja yang tidak memadai, serta tindakan para pekerja yang tidak aman yang bisa berakibat pada turunnya tingkat produktifitas kerja. Salah satu cara untuk mencegah kecelakaan di tempat kerja adalah dengan menetapkan dan menyusun prosedur pekerjaan dan melatih semua pekerja untuk menerapkan metode kerja yang efisien dan aman. Penyusunan prosedur kerja yang benar merupakan salah satu keuntungan dari diterapkannya Job Safety Analysis (JSA). Hal itu dilakukan dengan menganalisis dan membuat laporan setiap langkah pekerjaan, identifikasi bahaya pekerjaan atau potensi bahaya yang ada (baik kesehatan maupun keselamatan), dan menentukan langkah terbaik untuk mengurangi dan mengeliminasi bahaya. JSA digunakan untuk meninjau metode kerja dan menemukan bahaya dengan kriteria sebagai berikut:

- 1) Mungkin diabaikan dalam tata letak pabrik atau bangunan, dan dalam desain permesinan, peralatan, perkakas, workstation dan proses.

- 2) Memberikan perubahan dalam prosedur kerja atau personel.
- 3) Mungkin berkembang setelah produksi dimulai.

Berikut beberapa keuntungan dari penerapan JSA pada suatu operasi alat berat.

- 1) Memberikan pelatihan kepada individu mengenai keselamatan dan prosedur kerja yang efisien.
- 2) Mempersiapkan pengawasan terhadap keselamatan kerja yang terencana.
- 3) Memberikan kepercayaan tentang pekerjaan ke pekerja baru.
- 4) Memberikan instruksi pre-job untuk pekerjaan yang luar biasa.
- 5) Meninjau prosedur kerja setelah kecelakaan terjadi.
- 6) Mempelajari pekerjaan sebagai suatu improvement yang memungkinkan dalam metode kerja.
- 7) Mengidentifikasi upaya perlindungan yang dibutuhkan di tempat kerja.
- 8) Supervisor dapat belajar mengenai pekerjaan yang mereka pimpin.
- 9) Partisipasi pekerja dalam hal keselamatan di tempat kerja.
- 10) Mengurangi tingkat ketidakhadiran pekerja.
- 11) Biaya kompensasi pekerja menjadi lebih rendah.
- 12) Meningkatkan produktivitas.
- 13) Membangkitkan kesadaran akan pentingnya keselamatan kerja.

JSA dari pengoperasian Dragline tercantum pada tabel berikut.

<b>Tahapan Pekerjaan</b>	<b>Potensi Bahaya</b>	<b>Upaya Pengendalian</b>
Driver menaiki dragline	<ul style="list-style-type: none"><li>• Lantai Dragline yang licin dapat menyebabkan tergelincir</li><li>• Kemungkinan ada besi berkarat di Dragline saat driver berpegangan</li></ul>	Menggunakan APD (sarung tangan, sepatu pengaman, helm pengaman)
Dragline melakukan penggalian tambang	<ul style="list-style-type: none"><li>• Debu galian beterbangan dan mengganggu pernafasan</li><li>• Dragline yang berputar dapat</li></ul>	Menggunakan APD (masker, kaca mata pengaman)

Tahapan Pekerjaan	Potensi Bahaya	Upaya Pengendalian
	menyenggol seseorang	
Dragline memindahkan hasil galian	Dragline yang berputar dapat menyenggol seseorang	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Memasang papan peringatan untuk tidak mendekat</li> <li>• Menempel poster untuk jaga jarak di bagian belakang Dragline</li> </ul>
Driver mengoperasikan Dragline	Suara bising atau getaran yang terlalu lama dapat mengganggu telinga.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Menggunakan APD (penutup telinga)</li> <li>• Kursi driver dibuat menggunakan busa</li> </ul>
Dragline beroperasi di malam hari	Kegelapan dapat meningkatkan resiko pekerja lain tersenggol dragline.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Menggunakan APD (Rompi reflektor)</li> <li>• Penerangan cukup</li> </ul>

d. SOP (Standard Operating Procedure)

Berikut SOP atau Standar Operasional Prosedur pada pengoperasian Dragline.

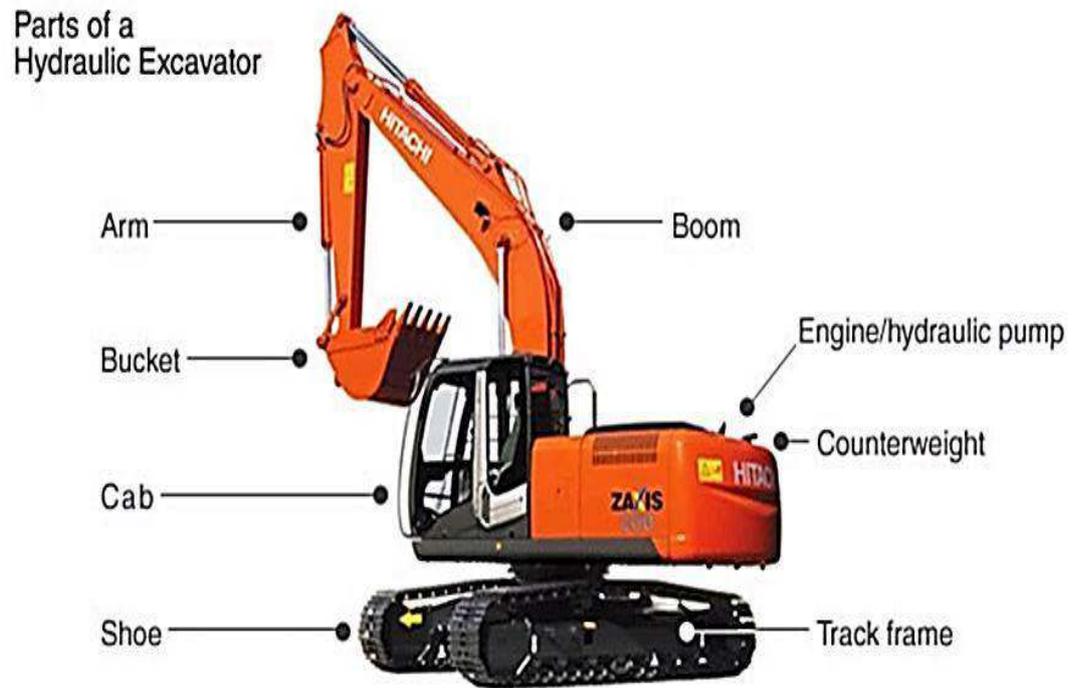
- 1) Sebelum mengoperasikan Dragline
  - a) Membaca dan memahami manual book pengoperasian dragline. Hal ini berkaitan dengan cara mengoperasikan dragline dengan benar.
  - b) Memastikan dragline dan APD dalam kondisi baik.
  - c) Menggunakan APD sesuai dengan aturan untuk meminimalisir bahaya.
  - d) Isi tangki bahan bakar dragline dalam kondisi mesin mati dan di tempat terbuka.
  - e) Jangan merokok dan memainkan ponsel saat isi bahan bakar.
  - f) Pastikan mesin dalam kondisi baik dan cek apa perlu untuk pengisian oli.

- g) Pastikan area/lingkungan dimana dragline akan dioperasikan dalam kondisi terisolir dari orang yang tidak berkepentingan. Pastikan juga agar tidak ada hambatan saat dragline dioperasikan.
  - h) Letakkan tanda peringatan di area kerja dragline
- 2) Saat Pengoperasian Dragline
- a) Memposisikan badan sesuai dengan ketentuan demi kenyamanan saat mengoperasikan dragline.
  - b) Tempatkan Dragline pada lantai kerja yang tepat untuk memudahkan penggalian. Hindari lantai kerja yang beresiko longsor.
  - c) Jaga area kerja tetap bersih. Buanglah hasil galian sesuai tempat yang ditentukan.

### **EXCAVATOR CLAMSHELL**

a. Pengertian

Excavator adalah alat berat yang biasanya digunakan di industri, seperti konstruksi pertambangan, infrastruktur dan lainnya dengan tujuan untuk mempermudah manusia melakukan pekerjaan. Adapun fungsi dari excavator secara umum, yaitu untuk penggalian dan pemindahan. Excavator juga memiliki bagian-bagian penting yang tercantum pada gambar berikut.



Gambar 4.95 Exhavator Clamshell

b. Fungsi Bagian-Bagian Excavator

1) Bucket

Bagian ini digunakan untuk mengeruk tanah.

2) Bucket silinder

Bagian ini digunakan untuk menggerakkan bucket.

3) Arm

Bagian ini digunakan untuk mengayunkan bucket naik turun.

4) Arm cylinder

Bagian ini digunakan untuk menggerakkan arm.

5) Boom

Sebagai tuas utama yang digunakan untuk menggerakkan arm naik turun.

6) Boom cylinder

Bagian ini digunakan untuk menggerakkan boom.

7) Tracker

Bagian ini digunakan sebagai roda untuk Excavator.

8) Kabin

Bagian ini digunakan sebagai tempat mengendalikan Excavator.

c. Solusi

Faktor terbesar terjadinya kecelakaan terdapat pada karyawan ataupun orang yang mengoperasikan Excavator. Kecelakaan tersebut dapat berdampak kecil, seperti luka atau cacat ataupun berdampak besar seperti kematian. Kecelakaan tidak bisa diprediksi, melainkan dicegah. Terkait itu, penulis mengangkat topik permasalahan yang sering terjadi pada saat mengoperasikan Excavator. Hal tersebut dilakukan dengan mencegah atau mengurangi dampak terjadinya kecelakaan. Teori Domino Effect menjadi pedoman penulis dalam menentukan solusi pencegahan kecelakaan kerja. Berikut 3 upaya untuk mencegah kecelakaan saat mengoperasikan alat berat Excavator.

- 1) Upaya Pencegahan Kecelakaan Melalui Pengadilan Bahaya di Lokasi Kerja
  - a) Pemantauan dan pengendalian kondisi yang tidak aman di lokasi kerja.
  - b) Pemantauan dan pengendalian tindakan tidak aman yang dapat berpotensi terjadinya kecelakaan di lokasi kerja.



Gambar 4.96 Upaya Pencegahan Kecelakaan Melalui Pengadilan

- 2) Upaya Pencegahan Kecelakaan Kerja melalui Pembinaan dan Pengawasan

- a) Pelatihan dan pendidikan k3 terhadap tenaga kerja yang berlisensi atau bersertifikat.
- b) Konseling dan konsultasi mengenai penerapan k3 bersama tenaga kerja.
- c) Pengembangan sumber daya ataupun teknologi yang berkaitan dengan peningkatan penerapan K3 di tempat kerja.



Gambar 4.97 Upaya Pencegahan Kecelakaan Melalui Pembinaan

- 3) Upaya Pencegahan Kecelakaan Kerja Melalui Sistem Manajemen
  - a) Prosedur dan aturan k3 harus ditempelkan di lokasi kerja.
  - b) Penyediaan sarana dan prasarana k3 dan pendukungnya di lokasi kerja.
  - c) Penghargaan dan sanksi terhadap penerapan K3 di tempat kerja kepada tenaga kerja.



Gambar 4.98 Upaya pencegahan kecelakaan Melalui Sistem Manajemen

d. SOP

1) Sebelum Pelaksanaan Pengoperasian Alat Mekanis/Berat

Operator pada awal shift harus melakukan pemeriksaan awal pada beberapa titik pengamatan untuk mengetahui kesiapan alat yang akan dioperasikan. Tidak hanya itu, operator juga harus melaporkan dan menyerahkan alatnya kepada Bagian Mekanik atau Bagian Pemeliharaan untuk diperbaiki bila terdapat sesuatu yang tidak normal. Setelah semuanya memenuhi standar SOP, kemudian operator menghidupkan mesin alat mekanis/beratnya. Setelah mesin hidup, maka operator melakukan pemanasan mesin dan memperhatikan hal-hal sebagai berikut:

- a) Hidupkan mesin selama  $\pm 5$  menit, dengan cara membiarkan mesin pada putaran rendah.
- b) Periksa lampu-lampu atau meter-meter petunjuk, pastikan semua dalam keadaan normal
- c) Periksa kembali oli mesin, transmisi, main clutch, hydraulic yang dapat dilihat pada tongkat/gelas pengukur, dengan pengukur dengan standar keadaan normal adalah antara H dan L.

- d) Perhatikan bunyi-bunyi aneh lain dari biasanya pada mesin atau transmisi dan pada bagian-bagian yang berputar lainnya.
- e) Periksa indikator udara masuk mesin (dust indicator), kalau berwarna merah berarti saringan udara kotor.
- f) Periksa asap mesin (hitam/biru/kelabu), dengan kondisi normal berwarna kelabu.
- g) Periksa dan test bekerjanya Hydrolic System.
- h) Periksa dan test bekerjanya Steering.
- i) Periksa dan test bekerjanya rem.
- j) Periksa dan test bekerjanya gigi transmisi.
- k) Amati bila ada kebocoran-kebocoran angin, minyak, rem, seal, cylinder dan pipa-pipa hidraulik.
- l) Bersihkan kaca depan dan test berfungsinya klakson.

Jika peralatan semuanya berjalan normal, maka mesin siap untuk dijalankan dan operator siap untuk menggerakkan unit alat mekanis/berat yang menjadi tanggung jawabnya. Namun, bila terdapat kelainan, maka unit alat mekanis/berat tersebut harus diperbaiki terlebih dahulu oleh mekanik.

## 2) Pengoperasian Alat Mekanis/Berat

Setelah alat mekanis/berat dibawah tanggung jawab operator yang bersangkutan diperiksa pada awal shift dan diketahui bahwa semua memenuhi standar operasi, maka secara umum (untuk semua alat-alat mekanis/berat) setiap operator yang menjalankan alat beratnya harus melakukan hal-hal sebagai berikut:

- a) Periksa sekitar daerah/lokasi kerja, terutama terhadap kemungkinan adanya orang atau alat mekanis/berat lainnya dan bunyikan klakson sebagai tanda alat akan bergerak.
- b) Tekan pedal rem, lepaskan rem parkir (emergency brake).
- c) Naikkan blade/bucket/boom/arm .
- d) Injak pedal kopling, masukkan persenelling ke gigi pertama, lepas rem biasa, tekan gas dan lepaskan pedal kopling sesuai

dengan putaran mesin sampai alat berjalan (jangan dibiasakan menginjak setengah kopling pada waktu alat sedang berjalan normal).

e) Jangan injak ceceran/bongkahan batu dan hindari lobang-lobang di lokasi kerja

f) Selalu usahakan mengecek indikator (gauge) dan meter-meter lainnya.

e. JSA

JSA atau Job Safety Analysis dari pengoperasian Excavator Clamshell tercantum pada tabel berikut.

EXCAVATOR SEBAGAI ALAT BERAT DI PERTAMBANGAN		DATE April 2018	<input checked="" type="checkbox"/> NEW <input type="checkbox"/> REVISED
<b>MINIMUM REQUIRED PERSONAL PROTECTIVE EQUIPMENT (SEE CRITICAL ACTIONS FOR TASK-SPECIFIC REQUIREMENTS)</b>			
<input type="checkbox"/> REFLECTIVE VEST  <input type="checkbox"/> HARD HAT  <input type="checkbox"/> LIFELINE / HARNESS  <input checked="" type="checkbox"/> SAFETY GLASSES	<input checked="" type="checkbox"/> GOGGLES  <input type="checkbox"/> FACE SHIELD  <input checked="" type="checkbox"/> HEARING PROTECTION  <input checked="" type="checkbox"/> SAFETY SHOES	<input type="checkbox"/> AIR PURIFYING RESPIRATOR  <input type="checkbox"/> SUPPLIED RESPIRATOR  <input checked="" type="checkbox"/> PPE CLOTHING	<input checked="" type="checkbox"/> GLOVES Cut-resistant  <input checked="" type="checkbox"/> OTHER Chaps
<b>JOB STEPS</b>	<b>POTENTIAL HAZARDS</b>	<b>CRITICAL ACTIONS TO MITIGATE HAZARDS</b>	

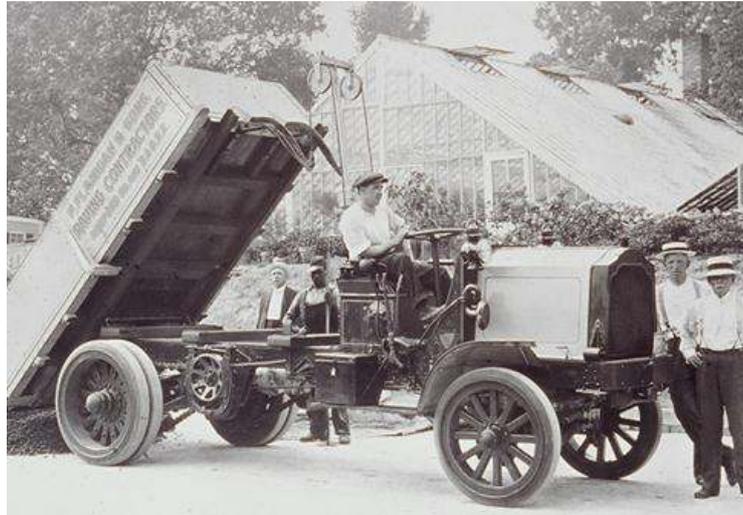
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Pemeriksaan Alat</li> <li>2. Menghidupkan mesin</li> <li>3. Memindahkan Material</li> <li>4. Mematikan mesin</li> </ol>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Kerusakan Peralatan</li> <li>• Kebocoran Cairan</li> <li>• Terjepit saat pemeriksaan</li> <li>• Terinfeksi bahan kimia</li> <li>• Cidera personil akibat penggunaan alat</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Atur kontrol rem dan keluarkan kunci selama inspeksi dan pemeliharaan</li> <li>• Periksa semua cairan, selang, silinder, dan kontrol</li> <li>• Periksa kerusakan/kebocoran di sekitar peralatan</li> <li>• Bersihkan jendela dan cermin.</li> <li>• Pastikan keadaan semua lingkungan aman dan kondusif</li> </ul> <ol style="list-style-type: none"> <li>5. Matikan peralatan jika tidak digunakan atau melihat adanya bahaya yang tak terduga.</li> </ol>
<p>Pengoperasian Alat</p>	<p>Perjalanan kurang terarah; Tidak menggunakan sabuk pengaman; Cidera/kematian</p>	<p>Pastikan peralatan yang digunakan tetap bersih; Bersihkan jendela dan cermin; Sesuaikan kontrol kursi; Kencangkan sabuk pengaman; serta, Periksa lampu peringatan saat akan memulai pengoperasian alat.</p>
<p>Posisi Excavator dan kontrol alat yang tidak baik</p>	<p>Kerusakan Peralatan; Kebisingan; Peralatan atau Personil Lainnya; Kerusakan Properti; serta, Bahaya Penghirupan.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Operasikan peralatan dengan kecepatan aman di area kerja dan perhatikan permukaan yang tidak rata maupun lembut</li> <li>• Hentikan peralatan dan dapatkan perhatian orang lain dengan sinyal tangan atau klakson</li> <li>• Waspadailah alat-alat di atas atau bawah tanah dan radius ayunan objek di sekitar</li> <li>• Bekerjalah pada platform kerja dengan level yang stabil</li> <li>• Berada di depan saat truk masuk</li> <li>• Aturlah posisi Excavator sehingga truk memiliki akses yang aman dan sisi boom jauh dari truk. Ikuti PPE Matrix untuk persyaratan APD yang tepat</li> <li>• Saat menggali dengan batas kedalaman cut &amp; slope atau sisi boom jauh dari truk. Ikuti matriks untuk persyaratan APD yang tepat.</li> </ul>

1. Memuat Truk 2. Penyelesaian Pekerjaan	<ul style="list-style-type: none"><li>• Kerusakan peralatan atau cedera personil</li><li>• Kebisingan</li><li>• Bahaya penghirupan</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Tutup jendela</li><li>• Bongkar truk dengan hati-hati (aman) untuk mencegah tumpahan atau kondisi kelebihan berat badan.</li><li>• Jaga tingkat beban dan didistribusikan secara merata dengan lakukan pemuatan ke satu sisi yang lebih aman.</li><li>• Jangan mengayunkan bucket di atas truk. Ayunkan dari sisi kiri / berlawanan arah jarum jam untuk mencegah blind spot. Ikuti matriks PPE untuk persyaratan APD yang tepat untuk area kerja (respirator ketika berada di zona pengecualian).</li><li>• Saat melakukan penggalian, jauhkan material setidaknya 2 meter dari tepi galian.</li></ul>
Tahap akhir	<ul style="list-style-type: none"><li>• Terjatuh</li><li>• Terpeleset</li><li>• Kerusakan Alat</li><li>• Cedera Personil</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Pindahkan Excavator dengan kecepatan aman ke area penyimpanan.</li><li>• Parkir di permukaan tanah.</li><li>• Tempatkan bucket di tanah.</li><li>• Atur rem kontrol.</li><li>• Matikan peralatan dan cabut kunci.</li></ul>

## DUMP TRUCK

### a. Pengertian

Dump Truck dapat mengangkut kurang lebih 350 ton material. Alat berat tersebut dilengkapi dengan bak terbuka untuk mengangkut material di pertambangan. Dump truck juga dilengkapi hidrolik di bagian depan, sehingga dapat mengangkat bagian bak, serta engsel pada bagian bawah bak yang menyebabkan material tersebut melorot ke bawah.



Gambar 4.99 Dump Truck Zaman Dulu

Alat berat ini didesain khusus agar cocok dengan jalan di pertambangan. Berdasarkan cara pengosongan bak, terdapat macam-macam Dump Truck, antara lain:

- 1) End Dump



Gambar 4.100 End Dump

2) Bottom Dump



Gambar 4.101 Bottom Dump

3) Side Dump



Gambar 4.102 Side Dump

Dump Truck berdasarkan berat muatannya, antara lain:

- 1) Ukuran Kecil (maks 25 Ton)



Gambar 4.103 Dump Truck Ukuran Kecil

2) Ukuran Sedang (25-100 ton)



Gambar 4.104 Dump Truck Ukuran Sedang

3) Ukuran Besar (>100 ton)



Gambar 4.105 Dump Truck Ukuran Besar

- b. Bagian dan Cara Kerja Dump Truck

## **Komponen utama unit**



Gambar 4.106 Bagian dan Cara Kerja Dump Truck

Berikut cara kerja Dump Truck.

- 1) Gerakan Travelling (Jalan)

Gerakan tersebut adalah ketika Dump Truck yang mengangkat material dari satu tempat ke tempat yang dituju untuk memindahkan atau menumpahkan muatan tersebut. Sumber tenaganya menggunakan

mesin penggerak yang menggerakkan transmisi roda gigi diatur oleh handle gigi. Transmisi ini dilakukan dengan memutar roda Dump Truck untuk berjalan dan memindah muatan menggunakan poros propeller dan gigi diferensial.



Gambar 4.107 Gerakan Travelling

## 2) Gerakan Dumping

Gerakan dumping menggunakan sistem hidrolis dengan zat cair atau fluida sebagai perantara. Sistem hidrolis berubah menjadi mekanik, yaitu dengan mesin penggerak yang kemudian diteruskan ke mekanisme roda gigi untuk menggerakkan pompa hidrolis. Pompa tersebut mengalirkan fluida menuju katup pengontrol. Pada katup ini aliran fluida diatur oleh tekanan minyak oli yang masuk ke dalam silinder hidrolis, sehingga material dalam bak truck tumpah.



Gambar 4.108 Gerakan Dumping

Tidak hanya itu, berikut Kesehatan dan Keselamatan Kerja pada Dump Truck.

- 1) Sopir Dump Truck harus mempunyai lisensi (SIM).
- 2) Supervisor harus memeriksa sopir yang mampu dan sudah berlisensi sebelum menjalankan dump truck.
- 3) Sebelum mengendarai Dump Truck, sopir harus mengecek peralatan yang diperlukan, harus familiar dengan *operator's manual*. Segera melaporkan jika ada kerusakan. Jangan gunakan peralatan yang tidak aman.



Gambar 4.109 Upaya Pencegahan Kecelakaan Kerja

- 4) Gunakan langkah atau pedoman yang disediakan ketika memasang atau melepas peralatan.
- 5) Sopir dan penumpang harus menggunakan self beat.
- 6) Cari tempat parkir yang aman atau yang sudah disediakan. Hindari parkir di blind spot peralatan lain.
- 7) Periksa terlebih dahulu depan atau belakang Saat akan maju atau mundur.
- 8) Kenakan alat pelindung yang sesuai dengan standart internasional.



Gambar 4.110 Alat Pelindung Diri

- 9) Operator harus mengetahui pekerja ataupun yang lain yang berada pada work zones nya.

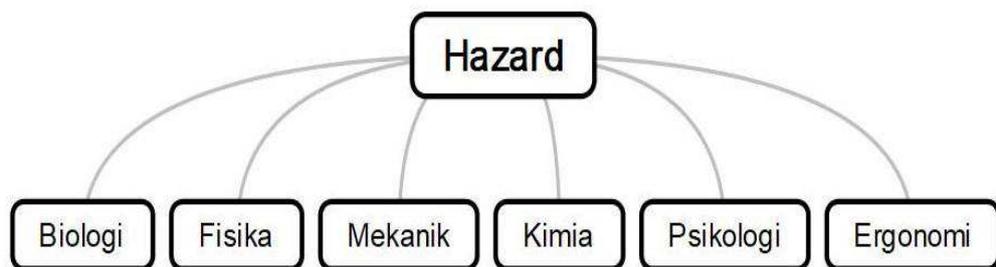


Gambar 4.111 Work Zone

10) Kecepatan Dump Truck disesuaikan dengan banyaknya muatan dan cuaca.

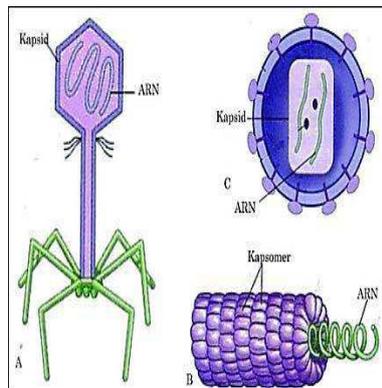
c. Hazard

Hazard pada Dump Truck dibagi dalam 6 karakteristik seperti pada mindmap berikut.

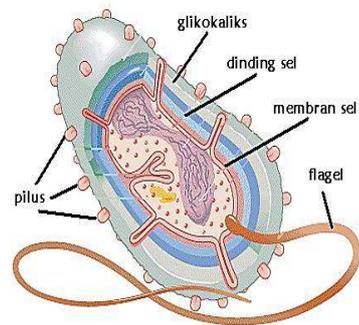


Gambar 112 Mindmap Hazard

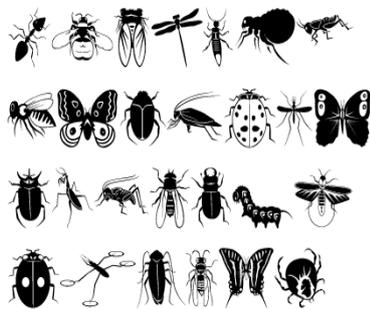
1) Biological hazard (bahaya biologi) disebabkan oleh makhluk hidup, contoh bahaya biologi pada pertambangan adalah virus, bakteri, vektor (serangga), rodent (hewan pengerat).



Gambar 4.119 Virus



Gambar 4.120 Bakteri



Gambar 4.121 Vektor



Gambar 4.122 Rodent

- 2) Physical hazard (bahaya fisika) pada pertambangan, yaitu suhu, ledakan, dan listrik.
  - a) Ledakan pada area tambang sering terjadi karena proses blasting. Debu dan partikel kecil hasil dari ledakan dapat membahayakan tubuh.



Gambar 4.113 Ledakan

- b) Suhu tinggi pada area pertambangan dapat membakar kulit.
  - c) Listrik; dimana sebagai supir Dump Truck harus paham dengan komponen-komponen pada alat berat tersebut dan berhati-hati saat melakukan perbaikan, karena mesin dalam Dump Truck terdapat aliran listrik.
- 3) Mechanic hazard (bahaya mekanik) pada area pertambangan, yaitu tergelincir, kejatuhan alat berat, terbakar, kecelakaan. Bahaya mekanik dapat disebabkan karena kelalaian sopir maupun dump truck yang bermasalah.



Gambar 4.114 Kecelakaan Dump Truck (1)



Gambar 4.115 Kecelakaan Dump Truck (2)

- 4) Chemical hazard (bahaya kimia) disebabkan oleh reaksi kimia. Contoh bahaya kimia pada area pertambangan adalah senyawa hasil ledakan, racun, logam berat.
  - a) Racun pada area pertambangan biasanya adalah racun karbon monoksida yang berbahaya dan dapat menewaskan. Ada juga racun yang dapat merubah warna air sungai menjadi kuning dengan tingkat keasaman yang tinggi yaitu sekitar PH 2.3



Gambar 4.116 Sungai yang Terkontaminasi

- b) Gas ledakan yang disebabkan oleh proses blasting cukup berbahaya. Pekerja dihibau agar menjauhi pada area blasting.
  - 5) Psychological hazard (bahaya psikologi), misalnya adalah burn out, bosan, lelah, stress, depresi.
  - 6) Ergonomic hazard (bahaya ergonomis) yaitu tempat kerja yang tidak sesuai standar yang telah ditentukan contoh suhu yang terlalu tinggi, tingkat kebisingan, tingkat cahaya, dll
- d. Resiko
  - 1) PAK (Penyakit Akibat Kerja)

Penyakit yang disebabkan oleh pekerjaan atau lingkungan kerja terdapat beberapa macam, antara lain:

- a) Penyakit pada paru-paru dan saluran pernafasan, disebabkan oleh debu logam keras, debu kapas, vlas, henep, dan sisal.



Gambar 4.117 Kerusakan Paru-Paru

- b) Asma akibat kerja yang disebabkan oleh sensitisasi dan zat perangsang dalam pekerjaan.
- c) Penyakit yang diakibatkan oleh berilium atau persenyawaan yang beracun.
- d) Penyakit yang disebabkan oleh karbon monoksida.
- e) Kelainan pendengaran akibat kebisingan.



Gambar 4.118 Kebisingan

- f) Penyakit yang disebabkan oleh getaran mekanik.
- g) Penyakit akibat radiasi elektromagnetik.
- h) Penyakit kulit (Dermatosis).



Gambar 4.119 Penyakit Kulit

- i) Penyakit infeksi oleh virus, bakteri atau parasite.
- j) Penyakit yang disebabkan oleh suhu terlalu tinggi atau terlalu rendah serta kelembaban tinggi.



Gambar 4.120 Penyakit Akibat Kerja

2) KAK (Kecelakaan Akibat Kerja)

Kecelakaan akibat kerja adalah suatu kejadian yang tidak diduga, tidak dikehendaki dan dapat menyebabkan kerugian, baik jiwa

maupun harta benda. (Rachman, 1990). Kecelakaan kerja pada Dump Truck, antara lain:

- a) Sasis pada dump truck patah.
- b) Barang yang diangkut melebihi kapasitas.
- c) Ban Dump Truck bermasalah.



Gambar 4.121 Ban Bermasalah

- d) Kerusakan pada komponen Dump Truck.
- e) Struktur jalan atau tanah yang tidak rata.



Gambar 4.122 Dump Truck terperosot

- f) Menabrak mobil.



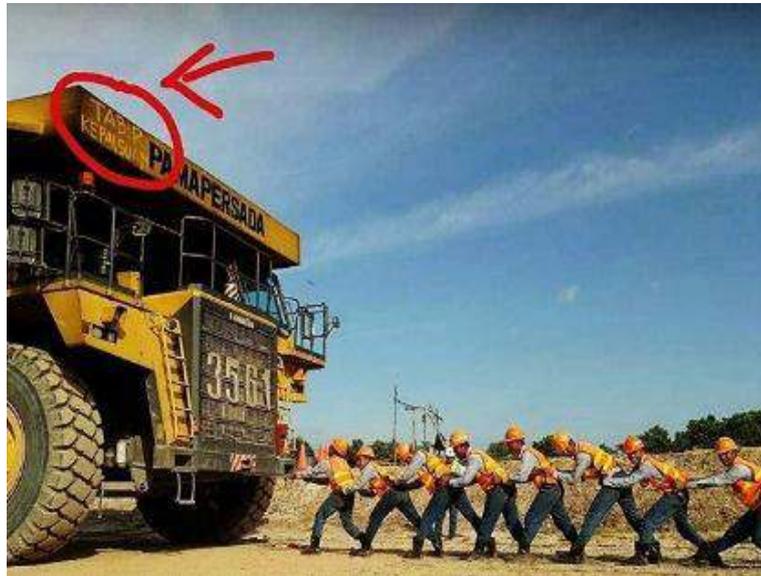
Gambar 4.123 Dump Truck Menabrak

- g) Dump Truck Terbalik.



Gambar 4.124 Dump Truck Terguling

h) Dump Truck Macet.



Gambar 4.125 Dump Truck Mogok

e. Solusi

1) Solusi pada Sopir Dump Truck

Ada beberapa cara yang dapat dilakukan untuk meminimalisir terjadinya kecelakaan pada Dump Truck yaitu;

- a) Pada saat recruiting/seleksi awal masuk, para calon sopir Dump Truck harus memenuhi persyaratan. Persyaratan berikut meliputi; Surat Ijin Mengemudi (SIM) Dump Truck, sertifikat Dump Truck Standar Internasional, pengalaman kerja pada bidang sopir Dump Truck, sertifikat ahli dalam pengoperasian Dump Truck di segala medan dan penanggungannya, dll.
- b) Pelatihan atau traning simulator untuk mencegah terjadinya human error. Untuk memprediksi kondisi dan mencegah terjadinya kecelakaan pada keadaan sebenarnya,
- c) Melakukan pelatihan atau sosialisasi tentang K3 tentang perbaikan, perawatan, penanganan tentang Dump Truck. Untuk meminimalisir terjadinya kecelakaan atau kerusakan pada mesin saat dioperasikan.

- d) Pemberian rambu-rambu yang mudah dimengerti oleh para sopir Dump Truck di dalam maupun di luar area pertambangan.
- e) Menggunakan atribut-atribut untuk melindungi diri yang sesuai standar di area pertambangan.
- f) pemberian sanksi sampai pemecatan kepada sopir yang tidak memperhatikan Standard Operation Prosedure (SOP) ataupun terjadinya suatu kecelakaan.
- g) Pemberian sanksi tegas jika melakukan pelanggaran tata tertib lalu lintas.

Masih banyak potensi-potensi bahaya yang bisa timbul saat melakukan dumping material. Resiko terjadinya kecelakaan bisa dihindari dengan selalu berhati-hati dalam melakukan pekerjaan atau **Safety First**.

2) Solusi 19 (Si)

- |                               |                         |
|-------------------------------|-------------------------|
| a) Edukasi / Promosi          | k) Otomasi              |
| b) Gizi / Nutrisi             | l) Sinkronisasi         |
| c) Relaksasi                  | m) Reparasi / Perawatan |
| d) Adaptasi /<br>Aklimatisasi | n) Isolasi              |
| e) Eliminasi                  | o) Proteksi             |
| f) Antisipasi                 | p) Iluminasi            |
| g) Reduksi                    | q) Rekulturasi          |
| h) Kombinasi                  | r) Restrukturisasi      |
| i) Simplifikasi               | s) Regulasi             |
| j) Dilusi                     |                         |
- f. JSA

JSA atau Job Safety Analysis dari pengoperasian Wheel Loader tercantum pada tabel berikut.

<b>Tahap Pekerjaan</b>	<b>Bahaya</b>	<b>Resiko</b>	<b>Pengendalian</b>
Menghidupkan mesin dan mengecek komponen dump truck.	Suara Bising, Faktor Psikologi Sopir (Sopir Lelah, dll)	Merusak Telinga, Menabrak Mobil lain karena tidak fokus, terguling dll.	Saat akan menghidupkan mesin, gunakan APD sesuai standar, lihat kondisi mental dan fisik dari sopir ataupun kondisi sekitar area kerja.
Menjalankan Dump Truck	Menabrak, terguling,	Terhimpit kabin mobil, terbentur bagian dalam kabin	Memakai seatbelt, dan selalu berhati-hati dalam berkendara.
Mengambil dan mengangkut material	Bising, stress, bosan, pencahayaan, Kebanyakan muatan	Terguling, pekerja bisa terluka	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Kebisingan tempat telah memenuhi peraturan</li> <li>• Pencahayaan tempat telah memenuhi peraturan</li> <li>• Mengangkut material sesuai kapasitas Dump Truck.</li> <li>• Pekerja harus lengkap memakai APD</li> </ul>
Menurunkan Material	perhatikan	tertabrak, menabrak, terguling.	Saat akan menurunkan material cari tempat yang datar agar dump truck tidak terguling.
Mematikan mesin		Tersetrum listrik,	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Kembalikan Dump Truck pada area yang telah ditentukan</li> <li>• Pada saat akan meninggalkan alat, dipastikan mesin benar-benar dalam keadaan mati.</li> </ul>

g. SOP

Beberapa hal berikut perlu diwaspadai saat melakukan pekerjaan dumping, terutama pada dumping dengan area yang curam.

1) Posisikan Dump Truck pada Area yang Stabil

Area dumping terdiri dari timbunan material. Area ini sudah diperkeras oleh excavator dan dozer, namun operator harus melakukan pengecekan sebelum melakukan dumping material, terutama jika tidak ada petugas pemberi aba-aba (banksman) pada lokasi. Kondisi rawan longsor juga harus diwaspadai jika akan melakukan dumping sehabis turun hujan deras.

2) Tidak Melakukan Dumping dengan Posisi Roda Depan Berbelok

Area tambang yang menerapkan sistem rotasi, akan mendorong operator untuk bekerja maksimal mengejar rotasi sebanyak-banyaknya dengan mengabaikan keselamatan. Lokasi yang sempit untuk melakukan dumping, akan membuat operator memerlukan waktu lebih lama untuk memposisikan dump truck. Operator Dump Truck cenderung melakukan dumping dalam keadaan roda depan berbelok. Terkait material-material yang berukuran homogen, mungkin hal ini masih diizinkan. Namun, untuk material dengan ukuran yang tidak homogen, misalnya terdapat banyak batuan besar, maka dumping dengan roda berbelok tidak bisa ditolerir. Keseimbangan Dump Truck ketika melakukan dumping cenderung tidak stabil, serta bergesernya titik keseimbangan karena beban berat dengan ukuran yang tidak homogen bisa menyebabkan Dump Truck terguling.

3) Pastikan Parking Brake Aktif saat Melakukan Dumping

Umumnya unit-unit Dump Truck keluaran terakhir telah memiliki pengaman, sehingga secara otomatis parking brake pada Dump Truck akan aktif. Parking brake yang tidak berfungsi dapat disebabkan adanya kerusakan. Hal tersebut membuat operator Dump Truck harus memastikan parking brake yang sudah diaktifkan sebelum melakukan dumping. Pengaktifan parking brake akan

memperkecil kemungkinan Dump Truck mundur dan terperosok ke area penimbunan.

4) **Hindari Memundurkan Dump Truck dengan Roda Belakang Membentur Keras Tanggul Pengaman (Berm)**

Banyak area tambang yang telah menerapkan pengaman berupa tanggul (berm) pada dumping area yang curam. Proses memundurkan Dump Truck dilakukan secara perlahan dan pengereman bertahap. Hal tersebut bertujuan agar tanggul dapat bertahan lebih lama. Kerusakan tanggul akan menyebabkan operator tidak memiliki kontrol saat melakukan dumping, dimana hal itu berpotensi membuat dump truck meluncur ke bawah tebing.

5) **Pada Pekerjaan di Malam Hari, Jangan Melakukan Dumping Bila Kondisi Penerangan Tidak Memadai**

Bekerja pada malam hari memiliki resiko yang tinggi. Penerangan yang kurang akan membuat pandangan operator terbatas.

6) **Pastikan Dump Body Sudah Turun Sebelum Mulai Berjalan Kembali**

Dump Truck yang bergerak maju setelah membuang material di permukaan jalan yang tidak rata berpotensi membuat alat berat menjadi tidak stabil, atau bahkan terbalik. Selalu pastikan dump body sudah pada kondisi ‘duduk’ untuk frame Dump Truck sebelum mulai menjalankan alat berat tersebut.

## **BULLDOZER**

a. **Pengertian**

Bulldozer adalah salah satu alat berat yang mempunyai roda rantai (track shoe) untuk pekerjaan serbaguna yang memiliki kemampuan traksi tinggi. Bisa digunakan untuk menggali (digging), mendorong (pushing), menggosur meratakan (spreading), menarik beban, menimbun (filling), dan lain-lain. Mampu beroperasi di daerah lunak atau keras sekalipun. Bulldozer menggunakan traktor sebagai penggerak utama dengan blade sebagai pelengkap tambahan. Alat berat

tersebut adalah salah satu alat berat yang mempunyai roda rantai (track shoe) untuk pekerjaan serbaguna yang memiliki kemampuan traksi tinggi. Beberapa fungsi Bulldozer, yaitu menggali (digging), mendorong (pushing), menggosok meratakan (spreading), menarik beban, menimbun (filling), dan sebagainya.



Gambar 4.126 Bulldozer

b. Pengoperasian Bulldozer

Bulldozer biasanya dioperasikan pada beberapa jenis pekerjaan, yaitu:

1) Pembabatan atau penebasan (Clearing)

Bulldozer dapat digunakan untuk membersihkan semak-semak, pohon besar maupun kecil, sisa pohon yang sudah ditebang, serta menghilangkan atau membuang bagian tanah dan batuan yang menghalangi pekerjaan.

2) Merintis (Pioneering).

Pekerjaan merintis merupakan lanjutan dari proses pembabatan/penebasan. Pekerjaan ini terdiri dari proses perataan tanah, pembuatan jalan darurat untuk transportasi alat berat, dan juga pembuatan saluran air untuk drainase alat kerja.

3) Gali/angkut jarak pendek.

Bulldozer juga dapat digunakan untuk menggali dan mengangkut material, namun untuk jarak pendek. Secara umum Bulldozer tidak efektif untuk perjalanan jarak jauh, seperti pembuatan tanggul, dam, dan juga

pembuatan saluran-saluran air di tepi jalan. Jarak dorong Bulldozer roda besi < 200 ft dan untuk roda karet < 400 ft. Hasil pengoperasiannya tidak akan maksimal bila melebihi jarak dorong tersebut.

4) Menyebarkan material

Menyebarkan tanah ke tempat tertentu dengan ketebalan yang dikehendaki.

5) Penimbunan kembali.

Pekerjaan ini dilakukan terhadap lubang bekas galian. Beberapa diantaranya adalah menutup kembali gorong-gorong di bawah tanah, penimbunan lubang fondasi dan tiang penyangga bangunan besar (jembatan dan menara beton) dan menutup kembali pipa minyak, pipa gas alam, atau pipa air minum setelah dipasang.

6) Menarik beban

Tidak hanya digunakan untuk mendorong, Bulldozer juga berfungsi untuk menarik beban yang berat atau peralatan mekanis yang sudah rusak untuk dipindahkna ke suatu tempat.

c. Bagian-Bagian Bulldozer



Gambar 4.127 Bagian Bulldoser

Keterangan :

- a. Blade : untuk mendorong material
- b. Lift silinder : untuk menggerakkan blade
- c. Carrier roller : penahan main frame
- d. Sproket : penggerak track
- e. Main Frame : alur carrier roller
- f. Staright frame : batang penyanggah blade
- g. Track : Roda excavator
- h. Cutting edge : meratakan tanah
- i. End bit : menyerok material

d. Jenis-Jenis Blade pada Bulldozer

Blade pada Bulldozer memiliki peranan sebagai alat yang berhubungan langsung dengan material. Blade terletak di bagian paling depan bulldozer, serta terdiri dari berbagai bentuk yang memiliki kelebihan dan fungsi masing-masing. Jenis-jenis blade pada bulldozer adalah sebagai berikut:

7) Universal Blade (U-Blade)



Gambar 4.128 Universal Blade

Jenis blade tersebut dilengkapi sayap samping yang bertujuan untuk meningkatkan produktifitas. Sayap samping membuat Bulldozer mampu

membawa atau mendorong material lebih banyak. Mayoritas Bulldozer jenis ini dipakai untuk reklamasi tanah dan pekerjaan penyediaan bahan.

8) Straight Blade (S-Blade)

Blade jenis ini sangat cocok untuk berbagai kondisi medan, blade ini merupakan modifikasi dari U-Blade. Straight Blade digunakan untuk mendorong material cohesive (batu atau kerikil), penggalian struktur dan penimbunan. Posisi blade yang miring dapat berfungsi untuk menggali tanah keras. Manuver tersebut lebih mudah dan dapat menangani material dengan lebih baik.

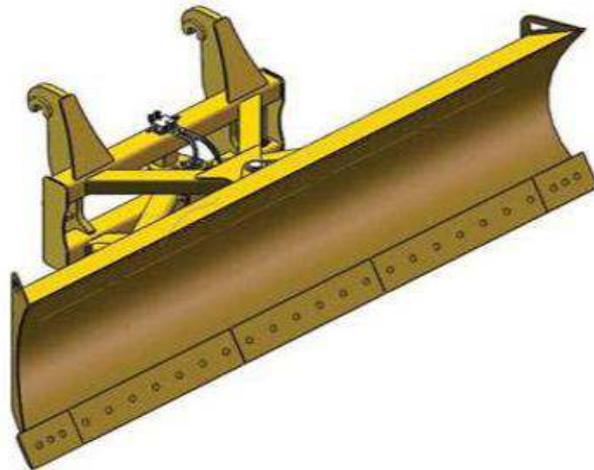


Gambar 4.129 Straight Blade

9) Angling Blade (A-Blade)

Posisi blade yang lurus dan menyudut menjadikannya memiliki beberapa kegunaan, yaitu:

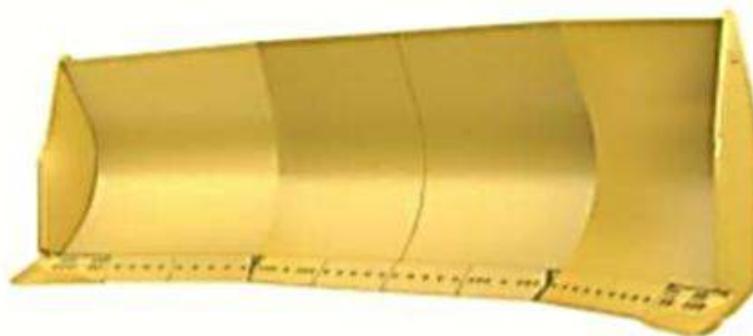
- a) Pembuangan ke samping
- b) Pembukaan jalan
- c) Penggalian saluran



Gambar 4.130 Angling Blade

10) Cussion Blade ( C-Blade )

Blade tipe ini dilengkapi dengan rubber cushion (bantalan karet) untuk meredam tumbukan. Tidak hanya untuk push dozing, blade juga dipakai untuk pemeliharaan jalan dan pekerjaan dozing yang lain. Lebar blade memungkinkan adanya peningkatan manuver pada Bulldozer.



Gambar 4.131 Cussion Blade

11) Bowl Dozer

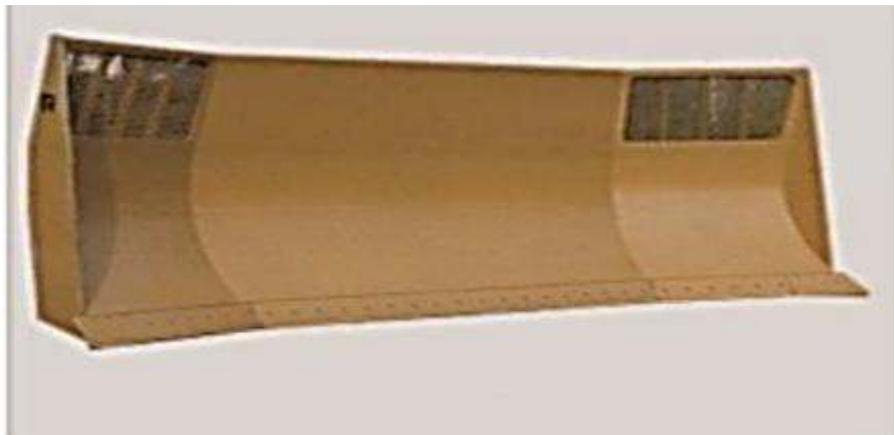
Blade ini dibuat untuk membawa atau mendorong material dengan kehilangan sedikit mungkin, karena terdapat dinding besi pada sisi blade yang cukup lebar. Bentuknya seperti mangkuk, menyebabkan blade ini disebut bowl-dozer.



Gambar 4.132 Bowl Dozer

12) Light Material U Blade (U Blade material ringan)

Blade ini didesain untuk pekerjaan non kohensif yang lebih ringan, seperti tanah lepas atau gembur.



Gambar 4.133 Light Material U Blade

e. Cara Kerja Bulldozer

Cara kerja penggusuran yang dilakukan bulldozer ada tiga metode yang tergantung medan yang akan dilakukan yaitu :

1) Down Hill Dozing

Metode ini memungkinkan bulldozer bekerja dengan cara selalu mendorong kearah bawah sehingga bisa mengambil keuntungan dari bantuan gaya gravitasi untuk menambah tenaga dan kecepatan. Hal ini dilakukan pada medan yang miring.

2) High Wall or Float Dozing

Bulldozer bekerja dengan beberapa kali menggali, selanjutnya mengumpulkan galian menjadi satu dan mendorong dengan hati-hati pada lereng yang curam. Sebelum seluruh tanah habis meluncur ke lereng, Bulldozer harus direm agar tidak terjungkal masuk ke dalam jurang.

3) Trench or Slot Dozing

Bulldozer bekerja dengan cara menggali melalui satu jalan yang sama akan menyebabkan terbentuknya semacam dinding kiri kanan blade yang disebut spilages. Hal itu dilakukan, sehingga pada dorongan tanah yang berikutnya tidak ada tanah yang keluar melalui samping kiri dan kanan blade. Metode trench membuat pekerjaan pada tanah yang datar menjadi efisien.

## **BUCKET WHEEL EXCAVATOR**

a. Pengertian

Bucket Wheel Excavator (B.W.E) adalah alat berat yang digunakan pada surface mining, dengan fungsi utama sebagai mesin penggali terus menerus (continuous digging machine) dalam skala besar pada penambangan terbuka. Sistem pengoperasiannya paling efektif digunakan di tanah lunak yang tidak banyak mengandung batuan keras seperti halnya di tambang batubara. Komponen utama bucket wheel excavator (B.W.E) adalah roda berputar besar (bucket wheel) yang seperti piringan besar pada sebuah lengan raksasa secara vertikal dengan beberapa ember besi/baja (bucket) bergigi-gigi logam di bagian ujung bucket.



Gambar 4.134 Bucket Wheel Excavator (1)

b. Bagian Bucket Wheel Excavator



Gambar 4.135 Bucket Wheel Excavator (2)

Berikut rincian bagian-bagian alat berat tersebut.

- 1) Bucket Wheel
- 2) Arm Depan
- 3) Belt Conveyor
- 4) Undercarriage
- 5) Arm Belakang
- 6) Motor Crane
- 7) Kabel Baja / Sling

c. Cara Kerja Bucket Wheel Excavator

Penggalian pada bucket wheel excavator (B.W.E) dilakukan oleh sebuah arm yang di ujungnya terdapat roda besar dimana di sekelilingnya dipasang mangkuk-mangkuk (bucket). Arm beserta mangkuk-mangkuknya yang berputar pada rodanya ditekan ke arah material yang akan diangkat. Setelah mangkuk-mangkuk tersebut terisi penuh, selanjutnya ditumpahkan ke belt conveyor yang sudah terpasang sebagai alat angkut. Jumlah bucket yang banyak maka penggalian dengan bucket wheel excavator (B.W.E) dapat dilakukan secara terus menerus (continuous). Tidak hanya itu, karena hasil penggaliannya langsung dimuat ke alat angkut yang biasanya berupa rangkaian belt conveyor atau belt wagon, maka bucket wheel excavator (B.W.E) juga berfungsi sebagai alat muat.



Gambar 4.136 Belt Conveyor atau Belt Wagon

Kelebihan Bucket Wheel Excavator (B.W.E) dapat meningkatkan produksi karena kerjanya yang terus menerus dan mesin raksasa ini dioperasikan dengan sistem hidrolik. Kelemahan pada bucket wheel excavator (B.W.E) ialah pada harga alat yang sangat tinggi dan karakteristik mesin yang hanya cocok digunakan di tanah yang relatif lunak



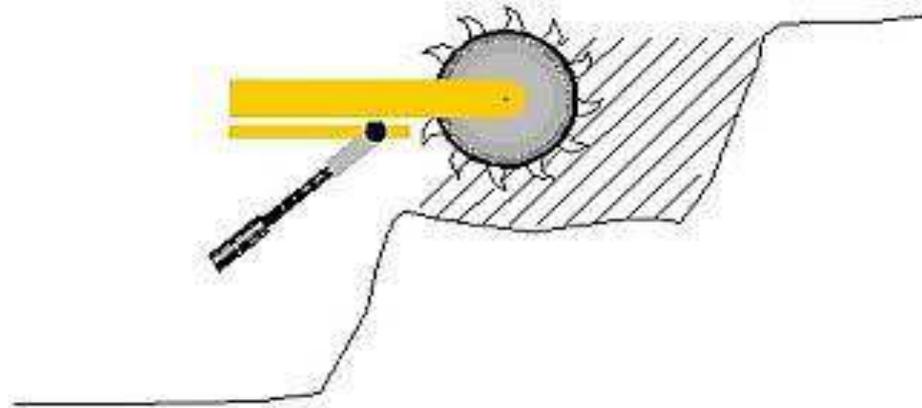
Gambar 4.137 Mesin Bucket Wheel Excavator

### **Sistem kerja**

Penggalian oleh BWE dilakukan oleh sebuah boom yang pada ujungnya terdapat roda besar yang sekelilingnya dipasang mangkuk-mangkuk. Boom beserta mangkuk-mangkuk yang berputar pada roda itu ditekan ke arah material yang digali. Jumlah mangkuk berkisar antara enam sampai 12 buah, sehingga penggalian dengan BWE dapat dilakukan secara terus menerus. Cara penggalian mangkuk-mangkuk BWE dapat dibedakan menjadi tiga macam:

- 1) Terrace Cut

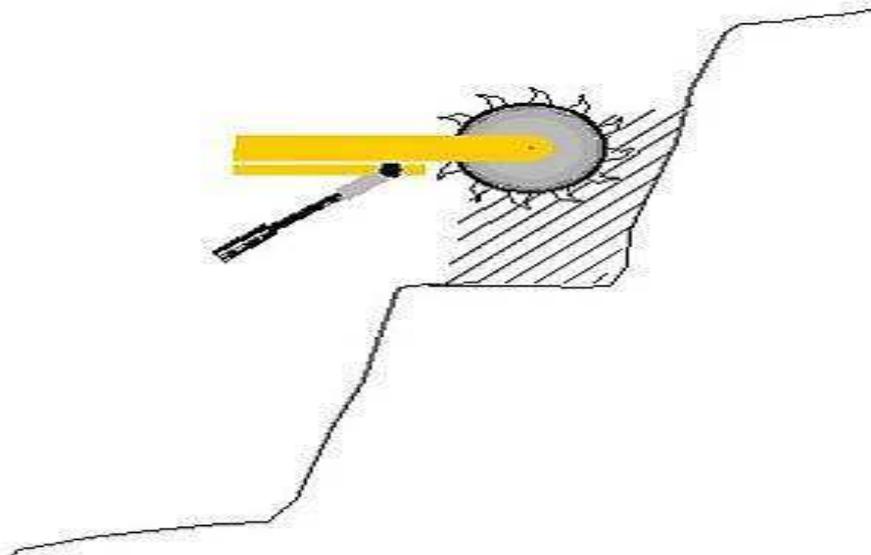
Penggalian dengan cara pemotongan permukaan kerja ke arah depan, sehingga membentuk jenjang.



Gambar 4.138 Terrace Cut

2) Dropping Cut

Cara penggalian dengan memotong bagian permukaan kerja ke arah bawah.



Gambar 4.139 Dropping Cut

3) Combination Cut

Cara penggalian gabungan; artinya cara penggalian permukaan kerja secara terrace cut untuk bagian atas lapisan, dan secara dropping cut untuk bagian bawahnya.

d. Hazard dan solusi dalam setiap bagian bucket wheel excavator

**1. Bucket Wheel**



Gambar 4.140 bucket wheel

Hazard	Solusi
<p>Terkena panas dari permukaan bucket wheel akibat tidak memakai perlengkapan pakaian yang sesuai standar</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Menggunakan pakaian sesuai standar seperti contoh :                     <div data-bbox="884 1245 1318 1547" data-label="Image"> </div> <p data-bbox="911 1563 1326 1597">Gambar 4.141 pakaian standar</p> </li> <li>• Memberikan poster permukaan panas di sekitar bucket wheel :</li> </ul>

	 <p><b>WASPADA</b></p> <p>Permukaan Panas Jangan disentuh.</p>
<p>Terkena batuan-batuan hasil dari pertambangan di sekitar bucket wheel</p>	<p>Menggunakan pengaman kepala dan sepatu sesuai standar :</p>  <p>Gambar 4.143 pengaman kepala</p>  <p>Gambar 4.144 sepatu standar</p>
<p>Iritasi mata akibat debu hasil pertambangan di sekitar tempat bucket wheel</p>	<p>Menggunakan kaca mata pelindung agar terhindar dari debu</p>

	
<p>Terlalu dekatnya pekerja dengan bucket wheel bisa mengakibatkan terjadinya banyak hazard</p>	<p>Gambar 4.145 kacamata pelindung Memberikan poster jarak minimum pekerja dengan bucket wheel</p>

## 2. Arm depan



Gambar 4.146 arm depan

Hazard	Solusi
<p>Pekerja tergelincir dan jatuh di arm depan akan berbahaya mengingat ketinggian arm depan dengan tanah cukup tinggi</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Memberikan pembatas di bagian samping pada arm depan</li> <li>• Menggunakan sepatu yang mengurangi licin atau slip di arm depan</li> </ul>



### 3. Belt Conveyor



Gambar 4.148 belt conveyor

Hazard	Solusi
<p>Terkena panas batuan hasil tambang yang dibawa melalui belt conveyor</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Menggunakan sarung tangan anti panas</li> </ul> <div style="text-align: center;">  </div> <p style="text-align: center;">Gambar 4.149 sarung tangan</p>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Memberikan pembatas pada belt conveyor agar batuan hasil tambang tidak terjatuh di jalurnya</li> </ul>
Terkena debu hasil pertambangan	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Menggunakan masker untuk menghalang debu masuk ke saluran pernapasan</li> </ul>  <p>Gambar 4.150 masker</p>

**4. Under carriage**



Gambar 4.151 under carriage

<b>Hazard</b>	<b>Solusi</b>
Pekerja terlindas under carriage	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Menetapkan batas minimum jarak yang yang diperbolehkan antara pekerja dan under carriage</li> <li>• Menggunakan sepatu yang tebal dan keras</li> </ul>

Hazard	Solusi
Terkena panas dari permukaan under carriage	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Pemberian aturan yang melarang untuk menyentuh permukaan dari under carriage</li> <li>• Menggunakan sarung tangan anti panas</li> </ul>
Terkena uap mesin dari under carriage	<p>Pemberian masker kepada para pekerja yang bekerja didekat under carriage</p>  <p style="text-align: center;">Gambar 4.152 masker</p>
Ada satwa liar yang telindas	Pensterilan daerah sekitar pertambangan terutama daerah sekitar under carriage sebelum pengoperasian alat berat dilakukan

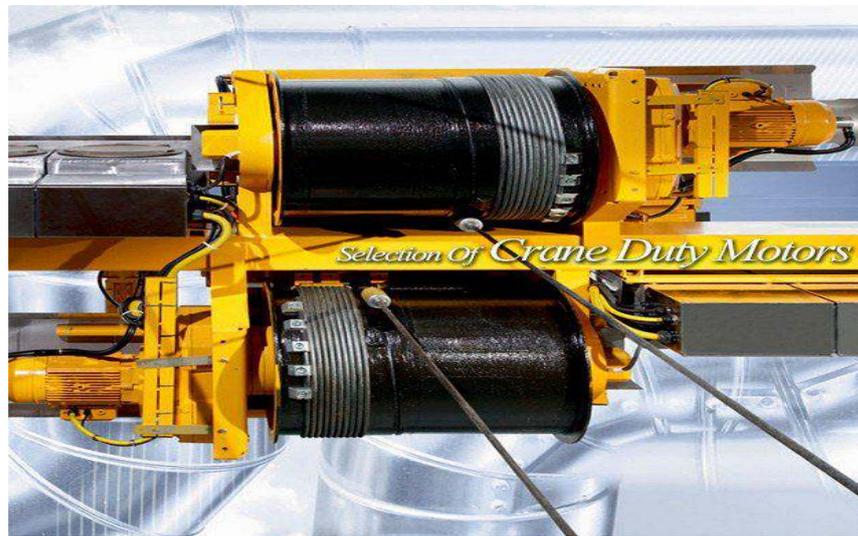
5. Arm belakang



Gambar 4.153 arm belakang

Hazard	Solusi
<p>Terjatuh dari arm belakang, mengingat arm belakang yang memiliki ketinggian cukup tinggi dengan tanah</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Menggunakan sepatu yang bisa mengurangi licin atau slip di arm belakang</li> <li>• Menambahkan pengaman dengan pembatas pada arm belakang agar pekerja tidak mudah untuk jatuh</li> <li>• Memberikan peringatan berupa poster</li> </ul> <div data-bbox="970 1532 1222 1890" style="text-align: center;"> </div> <p style="text-align: center;">Gambar 4.154 poster peringatan</p>

6. Motor Crane



Gambar 4.155 motor crane

Hazard	Solusi
<p>Permukaan motor yang panas</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Pemberian peringatan untuk tidak menyentuh permukaan motor pada saat motor sedang bekerja</li> </ul> <div data-bbox="948 1274 1256 1659" style="text-align: center;"> </div> <p>Gambar 4.156 peringatan</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Memakai sarung tangan anti panas ketika sedang dalam kondisi yang mengharuskan menyentuh permukaan motor crane</li> </ul>

	 <p>Gambar 4.157 sarung tangan</p>
<p>Kerusakan motor akibat penggunaan berlebih</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Sering melakukan pengecekan dan perbaikan pada komponen motor crane</li> <li>• Menetapkan jadwal penggunaan motor crane untuk menghindari penggunaan berlebih</li> </ul>

**7. Kabel baja/ sling**



Gambar 4.158 kabel baja

<b>Hazard</b>	<b>Solusi</b>
<p>Putusnya kabel sling akibat tegangan kabel yang tinggi</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Melakukan pengecekan dan perawatan terhadap kabel baja</li> <li>• Selalu perhatikan suhu kabel baja</li> <li>• Para pekerja diwajibkan memakai</li> </ul>

Hazard	Solusi
	<p>helm untuk menghindari terjadinya kecelakaan terhadap kepala para pekerja</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Pemastian tidak adanya aliran listrik di sekitar kawat baja sling mengingat bahwa baja merupakan bahan yang bisa menghantarkan listrik/ konduktor</li> </ul>
Suhu kabel baja yang panas	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Pemberian peringatan untuk tidak menyentuh kabel baja</li> </ul>

e. Environment

Environment merupakan kondisi sekitar (lingkungan) yang dapat menimbulkan Nilai Ambang Batas (NAB), berikut ini macam-macam NAB yang berhubungan dengan penggunaan Bucket Wheel Excavator:

1) NAB kimia

NAB adalah kadar rata-rata bahan kimia di udara tempat kerja dipercaya bahwa hampir semua tenaga kerja yang terpapar 8 jam perhari dan 40 jam perminggu selama bertahun-tahun waktu kerjanya tidak mengalami gangguan kesehatan dan gangguan kenyamanan kerja. Dari definisi diatas dapat kita simpulkan bahwa NAB adalah kadar rata-rata yang diperbolehkan dalam bekerja, maka dari itu dalam delapan jam kita bekerja, ada suatu ketetapan yang tidak boleh dilampaui. Jika batasan tersebut dilampaui maka sistem kerja dan segala faktor-faktor keamanan dalam bekerja tidak dapat berlangsung dengan baik.

2) NAB Iklim Kerja

NAB iklim kerja adalah kondisi tekanan panas dimana bahwa hampir semua tenaga kerja yang terpapar panas berulang 8 jam perhari dan 40 jam perminggu, selama bertahun-tahun waktu kerjanya, maka dipercaya bahwa dalam masa kerjanya para pekerja tersebut tidak terkena efek yang negatif terhadap kesehatannya. Pengukuran untuk pemantauan beban panas tenaga kerja yang paling sederhana ialah dengan menggunakan Teknik Indeks Suhu Basah Bola (ISBB). Penentuan ISBB memerlukan penggunaan suatu thermometer bola hitam, termometer basah alami statik, dan thermometer kering.

3) NAB Getaran

Berdasarkan keputusan Menteri Tenaga Kerja KEP-51/MEN/1999 tentang NAB Faktor Fisik di tempat kerja, NAB getaran alat kerja yang kontak langsung maupun tidak langsung pada lengan dan tangan tenaga kerja ditetapkan sebesar 4 m/ detik<sup>2</sup>.

f. Resiko

ILO (1989) mengemukakan bahwa kecelakaan akibat kerja pada dasarnya disebabkan oleh tiga faktor pekerja, pekerjaannya dan faktor lingkungan di tempat kerja. Selain itu, terdapat pula Penyakit Akibat Kerja (PAK) yang dapat terjadi pada pengoperasian Bucket Wheel Excavator.

1) KAK (Kecelakaan Akibat Kerja)

<b>Kecelakaan</b>	<b>Keterangan</b>
<p data-bbox="300 1489 427 1523"><b>Terjatuh</b></p>  <p data-bbox="411 1899 782 1933">Gambar 4.159 KAK terjatuh</p>	<p data-bbox="912 1507 1364 1709">Kecelakaan ini dapat terjadi karena pengoperasiannya memiliki potensi kecelakaan jatuh yang cukup besar</p>

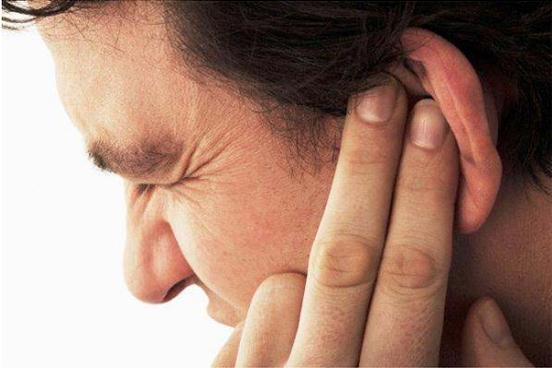
Kecelakaan	Keterangan
<p data-bbox="300 344 432 378"><b>Tertusuk</b></p>  <p data-bbox="400 931 788 965">Gambar 4.160 KAK Tertusuk</p>	<p data-bbox="914 360 1366 1055">Tertusuk bisa berakibat sangat fatal jika benda yang menusuk terbuat dari material logam yang berkarat, ataupun lokasi tempat tertusuk terdapat pada organ vital manusia. Bucket Wheel Excavator memiliki komponen-komponen yang terbuat dari logam besi yang jika berkarat dan tertusuk ke tubuh manusia maka memungkinkan untuk terjadi tetanus, yang jika dibiarkan bisa mengakibatkan kematian</p>
<p data-bbox="300 1151 531 1184"><b>Tersengat listrik</b></p>  <p data-bbox="347 1805 842 1839">Gambar 4.161 KAK Tersengat Listrik</p>	<p data-bbox="914 1167 1366 1962">Tersengat listrik juga sangat memungkinkan terjadi dalam penggunaan Bucket Wheel Excavator. Hal ini mengingat dalam penggunaann alat berat ini tidak hanya membutuhkan tenaga dari bahan bakar saja, tetapi juga membutuhkan energi listrik untuk memfungsikan bagian bagian dari alat tersebut, sehingga jika pekerja tidak mengenakan alat dan perlengkapan yang memadai, maka bisa berakibat tersengat listrik yang kemungkinan listrik bertegangan tinggi.</p>

2) PAK (Penyakit Akibat Kerja)

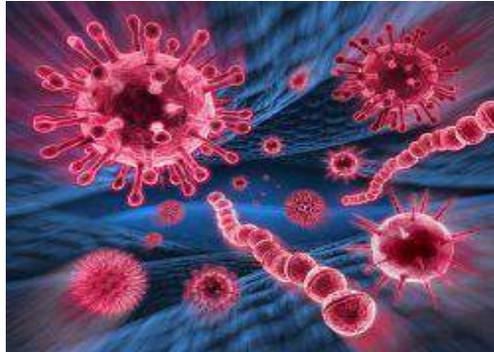
Berikut ini beberapa PAK yang dapat terjadi ketika pengoperasian Bucket Wheel Excavator.

- a) Penyakit Kulit dan Penyakit paru.
- b) Penyakit hati dan gastro-intestinal (lambung dan usus)
- c) Penyakit saluran urogenital (saluran kemih & reproduksi)
- d) Penyakit hematologi (darah).
- e) Penyakit kardiovaskuler (jantung dan saluran darah)
- f) Penyakit muskuloskeletal (otot dan kerangka tubuh)
- g) Gangguan pada organ pendengaran (telinga)
- h) Gangguan pada organ penglihatan (mata)
- i) Gangguan susunan syaraf
- j) Stres
- k) Infeksi
- l) Keracunan

Penyakit	Keterangan
 <p data-bbox="448 1644 746 1682">Gambar 4.162 Tetanus</p>	<p data-bbox="922 1285 1369 1984">Penyakit ini diakibatkan oleh tertusuknya permukaan kulit oleh logam berkarat, atau terkenanya kulit yang terluka oleh logam berkarat. Dalam pengoperasian Bucket Wheel Excavator ini pasti tidak lepas dengan adanya kontak baik secara langsung maupun tidak langsung dengan logam yang sebagian bisa berkarat. Maka jika para pekerja yang tidak memakai perlengkapan k3 sesuai prosedur maka akan dapat</p>

	<p>dapat terkena oleh penyakit tetanus ini.</p>
 <p>Gambar 4.163 Penyakit Pendengaran</p>	<p>Para pekerja yang bekerja di daerah yang dekat atau yang mengoperasikan alat berat dalam kasus ini Bucket Wheel Excavator secara terus-menerus akan memungkinkan untuk terjadi gangguan pendengaran akibat suara mesin dari alat berat ini maka dari itu penutup telinga merupakan alat wajib yang harus dipakai para pekerja yang bekerja di dekat atau yang mengoperasikan alat berat ini.</p>
 <p>Gambar 4.164 Penyakit Penglihatan</p>	<p>Masalah penglihatan juga dapat terjadi ketika bekerja di daerah pertambangan. Banyak faktor yang bisa mengakibatkan para pekerja mengalami penyakit pada penglihatan mereka, salah satunya ialah terpapar debu, jika para pekerja terus menerus terpapar oleh debu di daerah pertambangan, maka penyakit terhadap penglihatan bisa saja terjadi. Maka perlu untuk senantiasa memakai kaca mata pelindung agar hal ini tidak terjadi.</p>

**Infeksi oleh bakteri, kuman dan virus**



Gambar 4.165 Bakteri

Infeksi juga dapat terjadi kepada para pekerja, mengingat tempat mereka bekerja yang dominan berkontak dengan daerah tanah, maupun daerah yang menjadi tempat hidup virus, bakteri, maupun kuman. Banyak penyakit yang bisa diakibatkan oleh mikroorganisme ini, maka dari itu sangat penting bagi para pekerja untuk menjaga kebersihan tubuhnya setelah bekerja dan selalu menggunakan alat pengaman yang memadai sehingga kemungkinan terjadi infeksi bisa di minimalisir.

**Stres**



Gambar 4.166 Stres

Merupakan penyakit psikologis yang bisa saja terjadi kepada para pekerja. Porsi pekerjaan yang diberikan merupakan salah satu faktor terjadinya stres jika para pekerjanya selalu bekerja tanpa henti dan daerah pekerjaannya itu-itulah saja tidak ada perubahan terhadap beban kerjanya maka kemungkinan besar pekerja tersebut akan mengalami stres maka penting bagi para pekerja untuk istirahat dan menghibur diri agar stres tidak terjadi.

<p><b>Keracunan</b></p>  <p>Gambar 4.167 Keracunan</p>	<p>Pada area pertambangan terdapat zat-zat kimia tertentu yang jika terpapar secara terus menerus bisa berakibat fatal bagi para pekerja. Keracunan bisa terjadi jika zat kimia tersebut masuk kedalam sistem pencernaan melalui banyak hal, seperti makanan para pekerja yang telah terkontaminasi oleh zat kimia yang terdapat di area pertambangan, maka bukan tidak mungkin keracunan bisa terjadi kepada para pekerja tersebut.</p>
---	--

g. Solusi

Berikut ini merupakan Solusi dari Hazard Bucket Wheel Excavator

<p>1. <b>Bahaya Biologis</b></p> <p>➤ Cacing pita, dilihat dari tempat alat ini bekerja yaitu di daerah yang dominan tanah, maka kemungkinan mereka yang bekerja dengan menggunakan alat ini pasti berhubungan juga dengan tanah. Dimana, cacing ini dapat masuk kedalam tubuh manusia</p>	<p>➤ Menggunakan alat pelindung diri, yaitu sepatu safety dan sarung tangan. Kedua alat itu berfungsi untuk pelindung tangan dan kaki pada saat bekerja agar terhindar dari bakteri dari kencing tikus dan cacing pita.</p> <p>➤ Menyediakan wastafel dan poster untuk mengingatkan pekerja setelah bekerja agar mencuci tangannya.</p> 
--	--

melalui pori-pori, dan dapat menyebabkan penyakit.

- Kencing tikus, sama dengan cacing pita tikus juga mempunyai habitat di tanah. dimana, salah satu penyakit yang diakibatkan oleh tikus ialah melalui kencingnya, dimana kencing dari tikus terdapat berbagai macam virus dan bakteri yang dapat mengakibatkan penyakit didalam tubuh manusia.
- Bakteri dan kuman, dimana pun kita beraktivitas pasti terdapat bakteri dan kuman, yang membedakan ialah jenis dan jumlah bakteri dan kuman itu sendiri, dimana jika ditinjau seperti yang kita ketahui memiliki bakteri dan kuman yang lebih banyak juga dibanding tempat lain

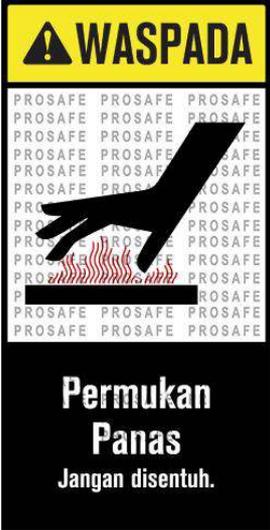
Gambar 4.168 poster cuci tangan



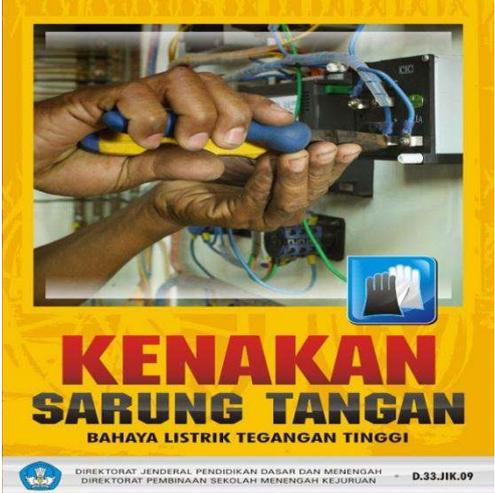
Gambar 4.169 sepatu safety

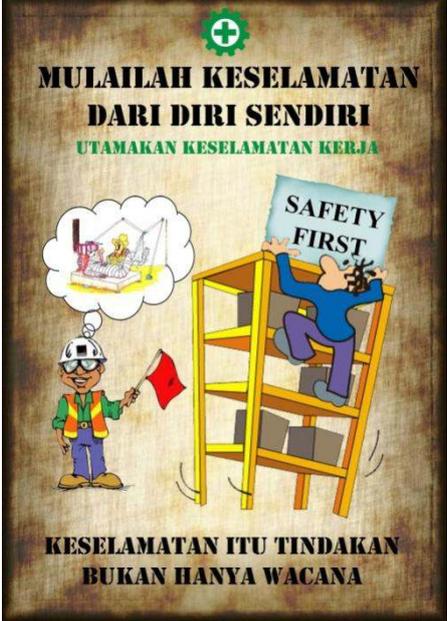


Gambar 4.170 sarung tangan

	<p>karena tanah merupakan tempat bersarangnya berbagai macam bakteri dan kuman.</p>	
<p>2.</p>	<p><b>Bahaya Fisika</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Debu, tentunya di daerah tanah terdapat banyak debu dimana jikalau debu terhirup oleh pernapasan maka bisa terjadi penyakit pernapasan oleh debu.</li> <li>➤ Panas alat tambang, alat tambang yang dipakai pasti menghasilkan energi panas dan jika kita tersentuh permukaan yang panas dari alat tambang tersebut, maka akan menimbulkan sakit di permukaan kulit</li> </ul>	<p>Menggunakan alat pelindung diri berupa sarung tangan dan masker agar terhindar dari debu yang dapat mengakibatkan gangguan pada saluran pernapasan.</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;"> <div data-bbox="692 972 991 1249">  <p>Gambar 4.171 masker</p> </div> <div data-bbox="1059 878 1329 1408">  <p>Gambar 4.172 poster peringatan</p> </div> </div>
	<p><b>Bahaya Kimia</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Limbah tambang, karena limbah tambang memiliki zat kimia yang jika</li> </ul>	

	<p>kita terkontaminasi oleh nya, maka akan menyebabkan penyakit</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Karat alat tambang, jika pekerja memiliki luka atau kulit yang terbuka dan di alat tambang terdapat karat, maka akan berbahaya jika tersentuh karena jika tersentuh kemungkinan besar akan mengakibatkan penyakit tetanus</li> </ul>	<div style="text-align: center;">  </div> <p style="text-align: center;">Gambar 4.173 baju kerja</p> <p>Menggunakan wearpack/baju kerja agar dapat terlindung luka. Pakaian harus benar-benar terikat atau pas dengan pemakainya. Dalam bekerja, baju terkancing secara sempurna, sehingga tidak ada bagian-bagian anggota badan yang terbuka atau tidak terlindungi.</p>
<p>4.</p>	<p>Bahaya Mekanik</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Bagian alat tambang yang tajam, tentunya ada bagian dari alat tambang ini yang memiliki sisi yang tajam yang akan berbahaya jika tertusuk olehnya</li> <li>➤ Bagian alat tambang yang berat, jika bagian yang berat ini jatuh tentunya akan berakibat fatal bagi pekerja yang berada di bawah bagian</li> </ul>	<p>Menghindari bahaya mekanik dengan cara menggunakan wearpack/baju kerja, kemudian menggunakan helm, sarung tangan serta menggunakan sepatu safety untuk mengurangi potensi bahaya apabila ada benda yang terjatuh dari atas.</p> <div style="text-align: center;">  </div> <p style="text-align: center;">Gambar 4.174 helm safety</p>

	<p>alat tambang ini</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Hubungan alat-alat yang terpasang tidak terhubung dengan baik, hal ini juga akan berakibat fatal terhadap pekerja, karena jika hubungan antara bagian-bagian alat tambang yang kurang rapat atau kencang maka kemungkinan besar pengoperasian alat tambang tersebut akan tidak berjalan dengan baik.</li> </ul>	 <p style="text-align: center;">Gambar 4.175 poster</p>
<p>5.</p>	<p>Bahaya Ergonomis</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Ketinggian posisi alat tambang, jika suatu alat tambang memiliki ketinggian yang cukup tinggi, maka bahaya yang ditimbulkan terhadap pekerja juga cukup besar.</li> <li>➤ Posisi tempat bekerja, sebagai contoh adalah posisi tempat mengemudi yang kurang</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Bahaya ergonomis dapat dikurangi potensi bahayanya dengan cara meletakkan alat sesuai dengan letaknya. Menata alat dengan rapi agar mudah dalam pencarian mengurangi resiko terjatuhnya alat.</li> <li>➤ Penempelan poster-poster K3.</li> </ul>

	<p>sesuai dengan posisi tubuh sehingga akan mengakibatkan kurang nyaman pada pekerja yang jika</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ didiamkan akan berakibat fatal.</li> </ul>	 <p style="text-align: center;">Gambar 4.176 poster k3</p>
<p>6.</p>	<p>Bahaya Psikologis</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Rasa Bosan Pekerja , Karena bekerja didalam daerah pertambangan itu memiliki suasana yang tidak berubah, dan itu memberi potensi rasa bosan terhadap pekerja.</li> <li>➤ Lelah, bekerja didalam sector pertambangan mengharuskan untuk memberikan tenaga yang lebih sehingga para pekerja memiliki potensi Lelah yang lebih</li> </ul>	<p>Untuk menghindari bahaya psikologis, dapat dilakukan dengan cara memberikan jeda kerja/istirahat dengan diselingi musik relaksasi, kemudian memberikan pemeriksaan kesehatan rutin, kemudian diberikan humor-humor.</p>

	<p>besar.</p> <p>➤ Stres, disebabkan oleh kondisi daerah pertambangan yang cenderung panas serta rasa lelah yang berlebih, maka memungkinkan kondisi pekerja mengalami stres cukup besar.</p>	
--	---	--

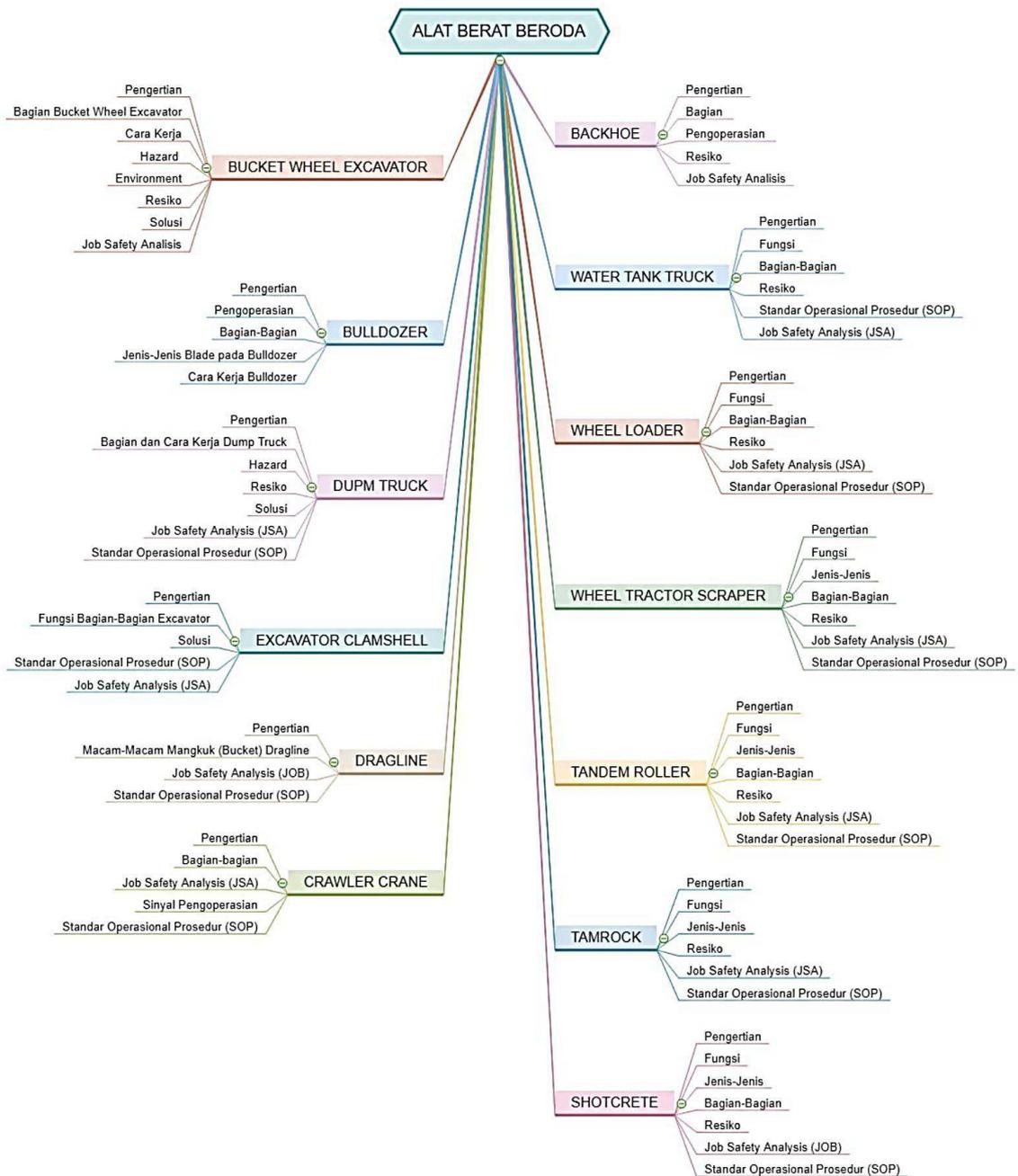
h. Job Safety Analisis

JOB SAFETY ANALYLIS			
NAMA	Rizqi Faishal Hilmy (17506134013) Ananta Daniswara (17506134028)		
Nama Alat	Bucket Wheel Excavator		
Tanggal pekerjaan	29 April 2018		
Tahap Pekerjaan	Bahaya	Resiko	Pengendalian
Penghidupan mesin	Tenaga Listrik	Tersengat listrik	Ketika dalam menghidupkan mesin, selalu perhatikan bahwa tangan tidak basah, dan selalu perhatikan faktor apa saja yang bisa mengakibatkan timbulnya

			sengatan listrik sehingga resiko tersengat listrik bisa diminimalisir.
Penggalian (terrace cut)	Posisi alat, sisi tajam, bahan tambang.	Tertusuk, tertimbun oleh bahan tambang, terlindas alat berat.	Pensterilan posisi sekitar penggalian pertambangan diutamakan dibagian <b>atas</b> tempat yang ingin digali mengingat pengalihan dengan cara Terrace Cut merupakan penggalian <b>keatas</b> sehingga bagian <b>atas</b> tanah yang ingin digali harus steril akan makhluk hidup.
Penggalian (Dropping Cut)	Posisi alat, sisi tajam, bahan tambang.	Tertusuk, tertimbun oleh bahan tambang, terlindas alat	Pensterilan posisi disekitar penggalian pertambangan diutamakan

		berat	bagian <b>bawah</b> tempat yang ingin digali mengingat penggalian dengan cara Dropping Cut merupakan penggalian ke <b>bawah</b> sehingga bagian <b>bawah</b> tanah yang ingin digali harus steril dari makhluk hidup.
Penggalian (Combination Cut)	Posisi alat, sisi tajam, bahan tambang.	Tertusuk, tertimbun oleh bahan tambang, terlindas alat berat	Sama seperti metode Terrace Cut maupun Dropping cut, hanya saja harus memperhatikan posisi bagian atas dan bawah tanah yang akan digali mengingat metode Combination Cut adalah gabungan dari metode Terrace Cut dan Dropping Cut.

# MIND MAPPING



**BAB 5****ALAT BERAT TIDAK BERODA****Belt Conveyor**

## a. Pengertian

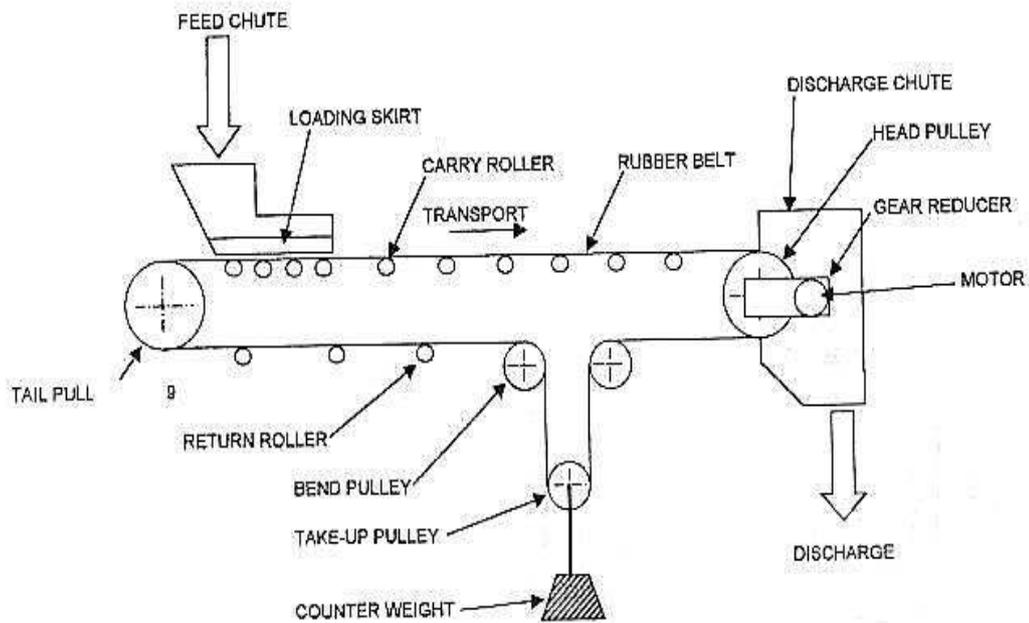


Gambar 5.1 Belt Conveyor di Pertambangan

Belt Conveyor adalah sebuah alat transportasi material tambang yang lebih efisien dari transportasi lain dalam radius  $< 2$  km tergantung pada desain. Material yang ditransportasikan dapat berupa powder, granule, atau lump dengan kapasitas lebih dari 2000 ton/jam. Belt Conveyor lebih menguntungkan dari alat lain karena alat ini tidak memerlukan muat dan bongkar material, keduanya telah dijadikan satu dalam Belt Conveyor.

Pengoperasian yang lebih mudah juga merupakan nilai lebih dari alat berat ini. Pertambangan menggunakan alat ini biasanya untuk mencari efisiensi produksi yang tinggi. Medan yang terjal membuat perusahaan pertambangan memilih untuk menggunakan Belt Conveyor demi alasan keselamatan dan keamanan.

b. Bagian-Bagian Belt Conveyor



Gambar 5.2 Ilustrasi Komponen Belt Conveyor

1) Sistem Penggerak

Sebuah kumpulan dari komponen yang saling terhubung untuk menggerakkan belt, sistem ini terdiri dari berbagai komponen, meliputi:

a) Motor



Gambar 5.3 Motor Penggerak

Motor penggerak merupakan komponen utama pada Belt Conveyor yang berfungsi untuk menggerakkan pulley. Biasanya motor yang digunakan adalah motor listrik berkekuatan (Horse Power) tertentu menyesuaikan dengan beban dan konstruksi Conveyor yang digunakan.

b) Coupling

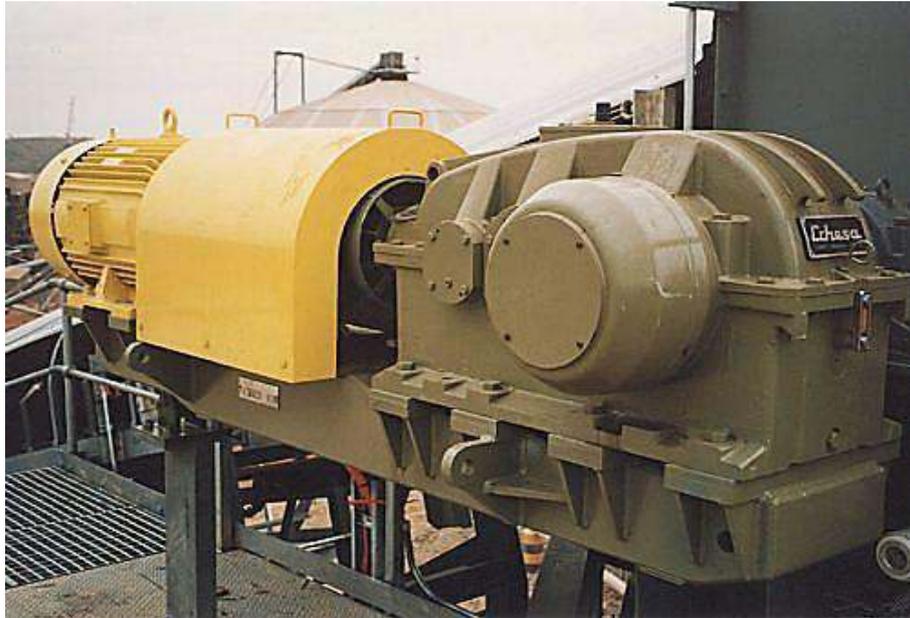


Gambar 5.4 Coupling

Coupling pada alat berat ini adalah fluid coupling yang bersifat hidrodinamik. Fungsinya adalah mentransmisikan daya gerak. Bagian ini pada Belt Conveyor digunakan untuk memindahkan tenaga gerak pada motor ke unit gearbox.

c) Gearbox

Gearbox merupakan alat transmisi untuk memindahkan dan mengubah tenaga pada motor penggerak ke beban yang akan digerakkan. Alat berat ini juga memiliki pengaturan kecepatan gerak dan torsi melalui rasio gigi serta putar balik yang memungkinkan belt maju dan mundur.



Gambar 5.5 Gearbox

d) Pulley penggerak

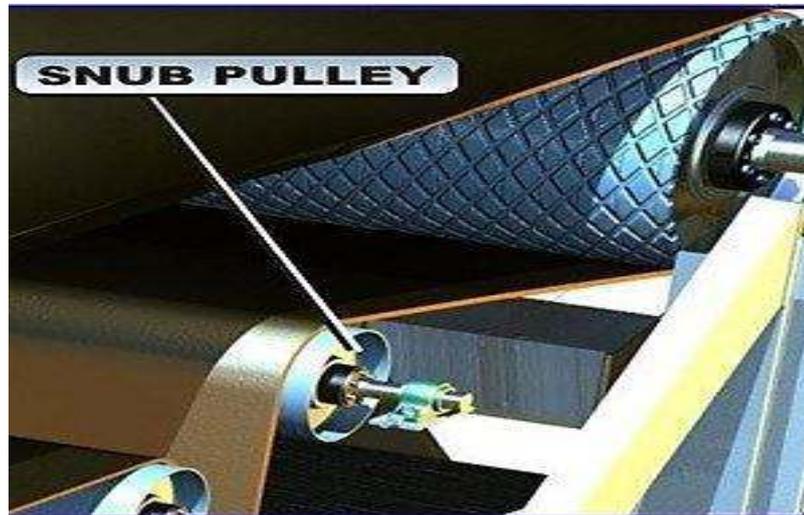


Gambar 5.6 Pulley Penggerak

Komponen ini berfungsi untuk menggerakkan sabuk atau belt. Pulley penggerak yang digerakkan oleh motor akan memutar belt dengan memanfaatkan gesekan yang terjadi antara pulley dan belt. Biasanya pulley tersebut terletak pada ujung dekat corong keluar dan memungkinkan adanya tambahan, serta mempunyai ukuran yang besar dibandingkan pulley lainnya.

e) Pulley snub

Pulley yang mempunyai fungsi untuk menambah dan mengurangi kontak pada pulley terdekat.



Gambar 5.7 Pulley Snub

f) Take-Up Pulley



Gambar 5.8 Take-Up Pulley

Pulley berfungsi untuk menjaga ketatnya belt dalam keadaan yang sesuai. Letak Take-Up Pulley berada di balik belt, namun dapat menyesuaikan kebutuhan.

g) Tail Pulley (driver pulley)

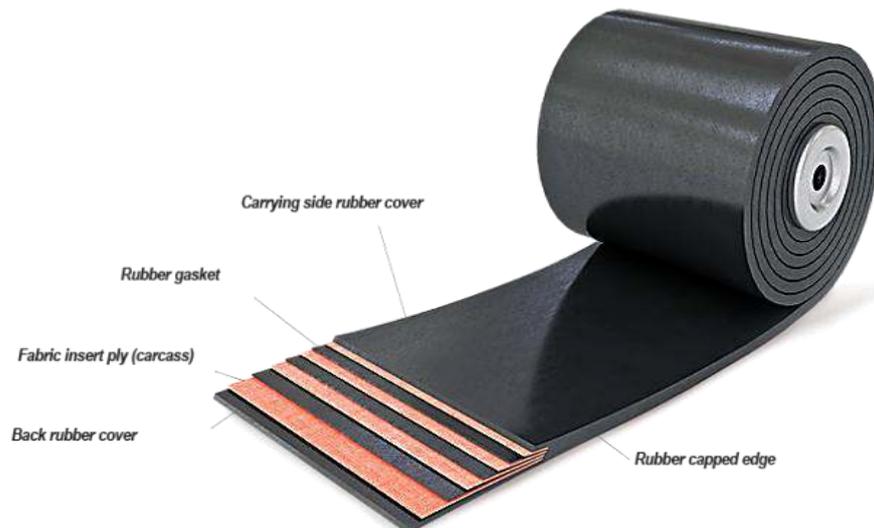
Pulley yang berada pada ujung belakang conveyor. Fungsinya adalah untuk pembangkit belt berjalan.



Gambar 5.9 Tail Pulley

2) Sitem Pengangkut

a) Sabuk (Belt)



Gambar 5.10 Sabuk Conveyor (belt)

Lintasan yang berfungsi untuk membawa muatan atau beban, dimana belt ini bergerak karena perputaran pulley melalui gaya gesek keduanya. Area pertambangan biasanya menggunakan

rubber belt yang diperkuat oleh anyaman kawat baja untuk membawa muatan berat dengan jarak panjang, serta ruber belt yang diperkuat caracas untuk lintasan yang tidak terlalu panjang.

b) Idler Pembawa



Gambar 5.11 Idler Pembawa

Komponen yang berfungsi untuk menyangga belt bermuatan. Letaknya berada dibawah serta samping belt atas. Komponen paling banyak ditemukan pada Belt Conveyor karena tugasnya sebagai penyangga sepanjang lintasan belt.

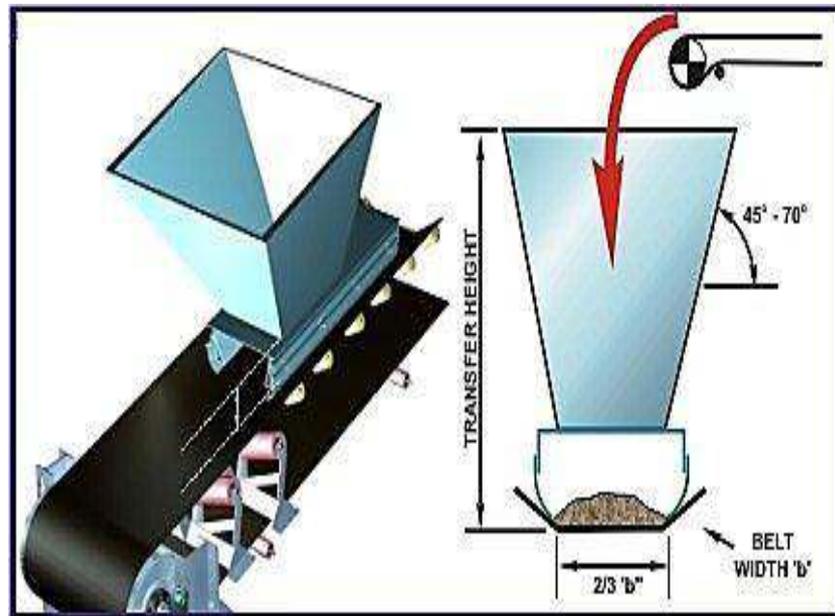
c) Idler Balik

Komponen yang berada pada belt bawah atau balik ini mempunyai fungsi sebagai penopang belt balik. Biasanya jumlahnya tidak lebih banyak dibandingkan idler pembawa.



Gambar 5.12 Idler Balik

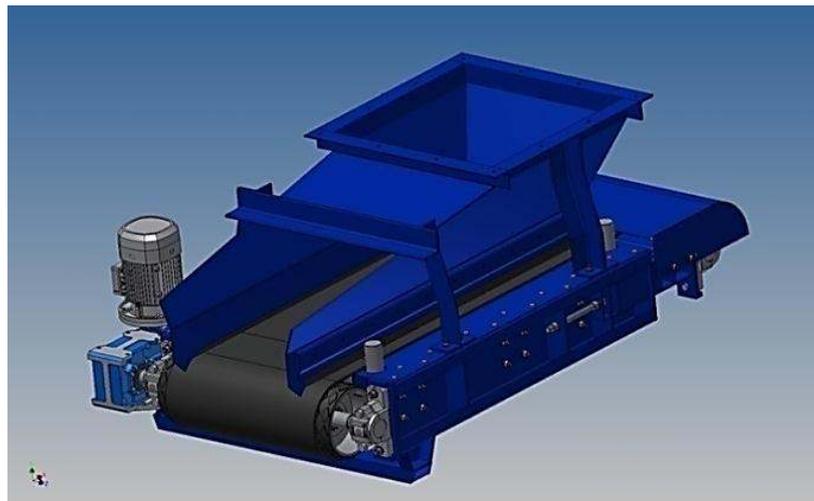
- 3) Sistem Pengumpan
  - a) Corong Pengumpan (feeding chute)



Gambar 5.13 Corong Pengumpan

Peralatan yang berfungsi untuk meletakkan muatan pada belt berjalan yang berupa corong.

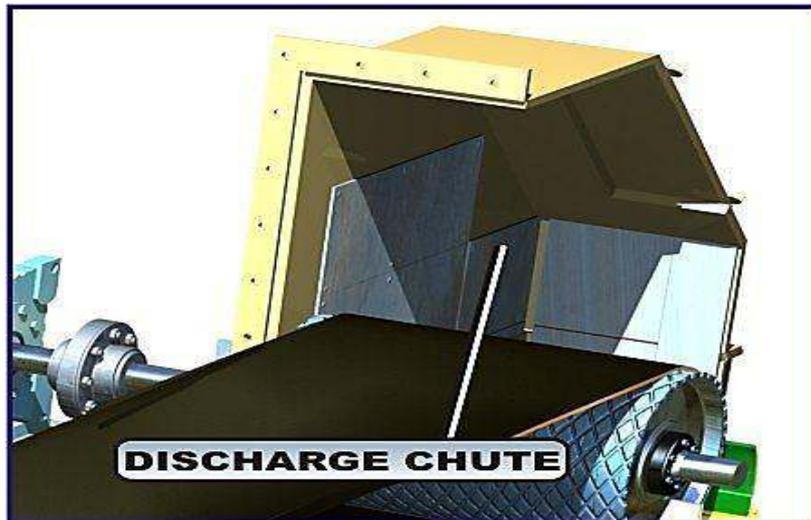
- b) Sabuk Pengumpan (beltfeeder)



Gambar 5.14 Belt Feeder

Sabuk pengumpan sama seperti corong pengumpan. Perbedaan keduanya adalah bentuk sabuk pengumpan serupa dengan sabuk berjalan atau belt.

- 4) Sistem Pembuang
  - a) Corong Keluar (Discharge chute)



Gambar 5.15 Discharge Chute

Alat yang biasanya berada pada ujung belt dan berfungsi sebagai pembongkar atau pembuang muatan.

- 5) Sistem Pembersih
  - a) Pembersih Sabuk (BeltCleaner)

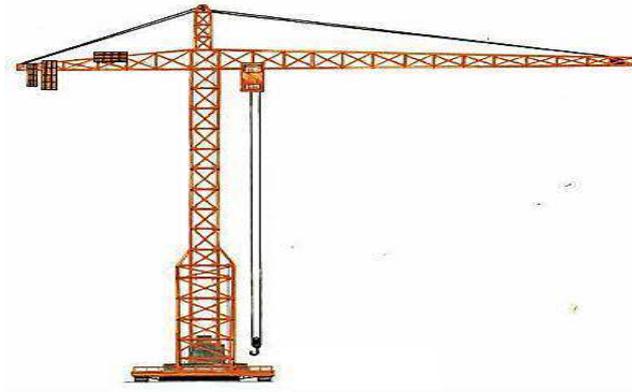


Gambar 5.16. Belt Cleaner

Komponen yang berada pada belt balik atau bawah, dekat dengan keluaran muatan. Belt Cleaner berfungsi untuk membersihkan belt agar sisa muatan dapat terbuang.

## **Tower Crane**

a. Pengertian



Gambar 5.17 Tower Crane

Tower Crane merupakan alat untuk mengangkat material. Material tersebut dapat diangkat secara vertikal dan horizontal. Terdapat beberapa signal yang digunakan dalam pengoperasian Tower Crane. Hand signal dilakukan ketika jarak antara signal man dengan operator Tower Crane memiliki tingkat visibilitas jelas. Namun, bila tidak terpenuhi, maka signal man dapat menggunakan radio untuk berkomunikasi dan memberikan instruksi kepada operator. Berikut ini beberapa signal yang digunakan.

1) Hoist



Isyarat yang digunakan pada proses pengangkatan beban.

Gambar 5.18 Isyarat Hoist

2) Lower



Isyarat yang digunakan untuk menurunkan beban.

Gambar 5.19 Isyarat Lower

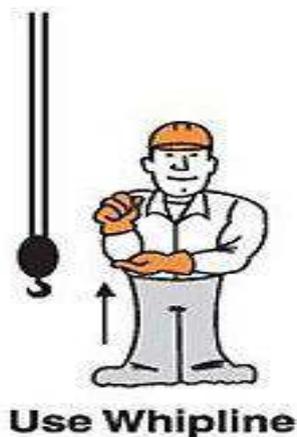
3) Use Main Hoist



Isyarat agar operator Tower Crane menggunakan hoist utama.

Gambar 5.20 Isyarat Use Main Hoist

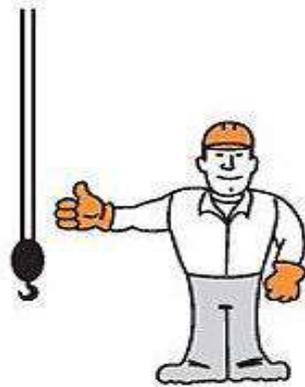
4) Use Whipline



Isyarat agar operator Tower Crane menggunakan whipline atau auxiliary hoist.

Gambar 5.21 Isyarat Use Whipline

5) Raise Boom

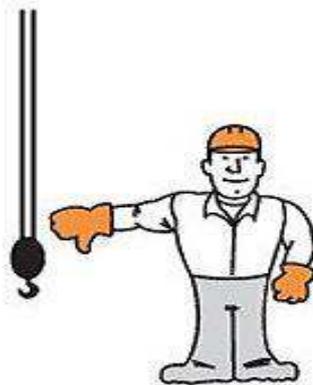


**Raise Boom**

Gambar 5.22 Isyarat Raise Boom

Isyarat bahwa boom dinaikkan.

6) Lower Boom

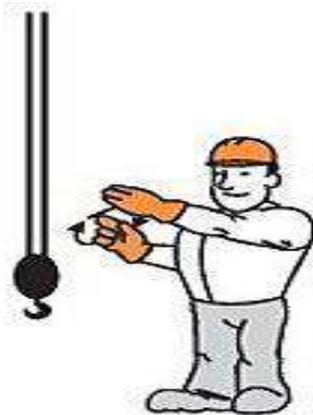


**Lower Boom**

Gambar 5.23 Isyarat Lower Boom

Isyarat bahwa boom diturunkan.

7) Move Slowly

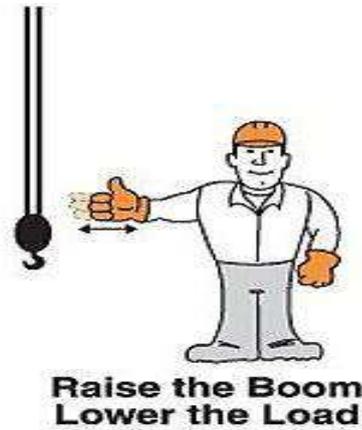


**Move Slowly**

Gambar 5.24 Isyarat Move Slowly

Isyarat menaikkan atau menurunkan secara perlahan.

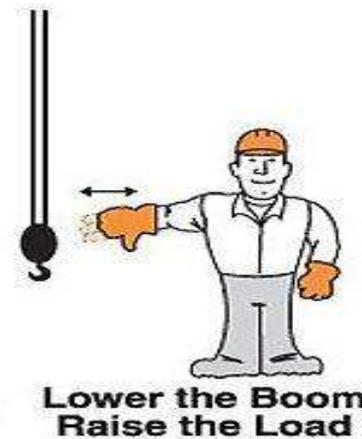
8) Raise The Boom and Lower The Load



Isyarat ini menunjukkan operator Tower Crane harus menaikkan boom dan menurunkan beban.

Gambar 5.25 Isyarat Raise The Boom And Lower The Load

9) Lower The Boom and Raise The Load



Isyarat agar operator Tower Crane menurunkan boom dan menaikkan beban.

Gambar 5.26 Isyarat Lower The Boom and Raise The Load

10) Swing



Isyarat boom atau tekel digerakkan sesuai arah yang dikehendaki.

Gambar 5.27 Isyarat Swing

11) Stop



Isyarat operasi boom atau tekel dihentikan sementara waktu.

Gambar 5.28 Isyarat Stop

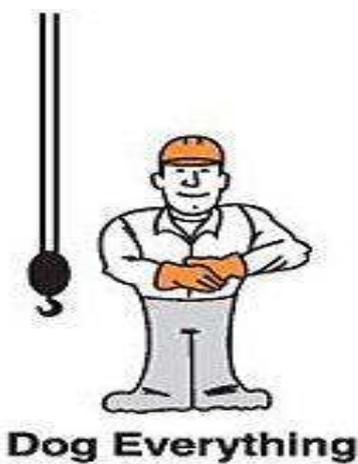
12) Emergency Stop



Isyarat operasi boom atau tekel harus dihentikan karena darurat.

Gambar 5.29 Isyarat Emergency Stop

13) Dog Everything



Isyarat peralatan dalam kondisi standby atau berhenti beroperasi.

Gambar 5.30 Isyarat Dog Everything

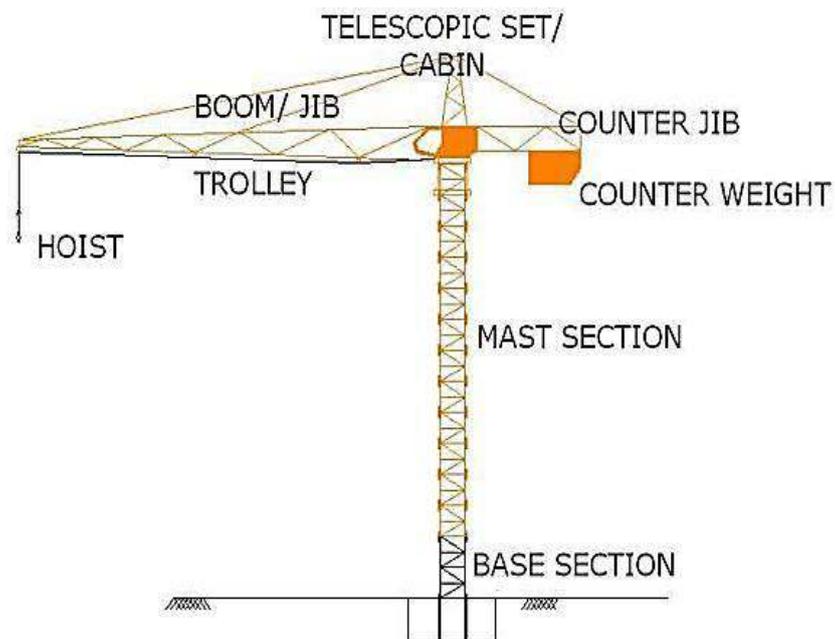
b. Fungsi

Berikut beberapa fungsi dari Tower Crane.

- 1) Mengangkut material secara vertikal dan horizontal.
- 2) Mengangkut berbagai alat untuk konstruksi bangunan.

c. Bagian-Bagian

Berikut bagian-bagian dari Tower Crane.



Gambar 5.31 Bagian-Bagian Tower Crane

1) Jib

Bagian ini merupakan “lengan” Tower Crane. Lengan tersebut dapat digerakkan secara horizontal hingga 360°. Jib terbuat dari kabel baja (sling). Fungsi dari bagian ini adalah mengangkat dan menahan alat-alat yang digunakan sebagai konstruksi bangunan.

2) Counter Weigh

Posisi counter weigh berada di belakang lengan Tower Crane. Bagian ini terbuat dari beton. Fungsinya adalah sebagai pemberat sekaligus penyeimbang saat alat proyek diangkut.

3) Joint Pin

Bagian ini adalah tempat operator mengatur pergerakan Tower Crane. Terdapat dua tombol limit pada alat ini, yaitu Tombol Beban

Maksimum dan Tombol Momen Beban yang berfungsi memastikan operator Tower Crane tidak mengangkat beban secara berlebihan

4) Collar Frame atau Anchorages Frame

Collar frame merupakan bagian penting yang digunakan saat alat ini memiliki ketinggian melebihi batas ketentuan. Bagian ini diikat ke bangunan dengan memperhatikan kekuatan bracing. Hal itu dilakukan untuk memastikan bangunan tetap stabil, meskipun terdapat tarikan atau tekanan.

5) Mast Section

Mast section merupakan bagian penting dari Tower Crane. Bagian ini berfungsi untuk mengatur ketinggian Tower Crane. Pemasangan mast section ini membutuhkan alat hidrolik dengan arah vertikal.

d. Resiko

1) Kecelakaan Akibat Kerja (KAK)

Berikut beberapa KAK yang dapat terjadi ketika pengoperasian Tower Crane.

- a) Terjatuh dari ketinggian
- b) Menabrak objek Tower Crane
- c) Kontak dengan listrik secara langsung tanpa menggunakan pengaman
- d) Kontak dengan bahan kimia berbahaya
- e) Terpapar radiasi
- f) Terkena faktor stress mental
- g) Terjadi longsor
- h) Mekanisme cedera yang tidak spesifik
- i) Tertabrak objek yang bergerak
- j) Terkena getaran mekanik

Berdasarkan KAK di atas, diketahui bahwa terdapat beberapa faktor penyebab terjadinya kecelakaan. Faktor tersebut terdiri dari faktor manusia, material, dan sumber bahaya. Faktor sumber bahaya

dikategorikan dalam perbuatan bahaya dan kondisi bahaya. Perbuatan bahaya adalah kesalahan dalam menerapkan metode kerja ataupun sikap kerja yang tidak sesuai, sedangkan kondisi bahaya terkait dengan keberadaan mesin atau alat lain yang tidak memenuhi standar keamanan. Salah satu faktor yang dihadapi terhadap kondisi tersebut adalah kurangnya perawatan pada mesin Tower Crane.

2) Penyakit Akibat Kerja (PAK)

Terdapat beberapa faktor penyebab PAK, diantaranya adalah faktor fisika, biologi, mekanik, psikologi, ergonomic,

Tabel . Faktor Penyebab PAK pada Wheel Loader

Faktor-Faktor	Bahaya
Fisik	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Suara bising dapat menyebabkan stres, miss komunikasi, kehilangan indera pendengaran</li> <li>- Suhu yang ekstrim seperti heat cramps disebabkan adanya peningkatan panas tubuh</li> <li>- Gangguan fungsi tangan, seperti hand-arm vibration syndrome (HAVS karena tangan terpapar alat-alat kerja yang bergetar dalam jangka waktu lama</li> <li>- Kelelahan mata dan mental ataupun pegal di area mata dan sakit kepala adalah akibat dari pencahayaan yang kurang memenuhi syarat</li> </ul>
Mekanik	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Luka akibat tergores atau tertusuk benda logam berkarat dapat menyebabkan tetanus</li> <li>- Patah tulang akibat dari terjepit alat-alat berat</li> <li>- Luka bakar karena tersengat mesin yang masih panas atau bagian lain dari alat berat</li> </ul>
Biologi	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Tetanus dapat dialami pekerja yang terkena luka dari logam besi berkarat atau tanah yang terkontaminasi bakteri</li> </ul>

<b>Faktor-Faktor</b>	<b>Bahaya</b>
	<ul style="list-style-type: none"><li>– Infeksi jamur dapat menyebabkan panu pada kulit</li><li>– Anggota badan yang terkena air kencing tikus dapat membuat badan terasa pegal, demam, dan bahkan komplikasi ginjal</li><li>– Bahaya anemia berat karena terkena cacing di area tanah pertambangan</li></ul>
Psikologi	<ul style="list-style-type: none"><li>– Stres</li><li>– Sindrom kelelahan kronis yang ditandai dengan kelemahan dan rasa kantuk terus menerus meski telah beristirahat</li><li>– Migren yang disebabkan kelelahan akibat bekerja</li></ul>
Ergonomic	<ul style="list-style-type: none"><li>– Stres karena beban kerja yang terlalu tinggi dan desain tempat kerja yang tidak memudahkan aktivitas kerja</li><li>– Pusing, mual, dan dehidrasi berat karena udara panas di sekitar area kerja</li></ul>
Kimia	<ul style="list-style-type: none"><li>– Penyakit asma karena menghirup udara yang tercemar limbah B3</li><li>– Penurunan sistem imun karena organ tubuh terkontaminasi logam berat</li></ul>

e. SOP

Berikut ini SOP atau Standar Operasional Prosedur dalam pengoperasian Tower Crane.

- 1) Persiapan Pengoperasian Ketika di Bawah, Sebelum Naik
  - a) Memeriksa kondisi peralatan bagian bawah, seperti baut fondasi, penjalannya, sambungan rel, kabel daya, panel bawah, rem, dan lainnya.

- b) Memperhatikan baut-baut sambungan Tower Crane, motor-motor, kabel, tali bantu angkat, kontrol panel, dan lainnya ketika naik ke atas.
- 2) Persiapan Pengoperasian Ketika di Atas dan di Luar Kabin
- a) Memeriksa keadaan peralatan Tower Crane, motor-motor, kabel, tali bantu angkat, kontrol panel, dan lainnya.
  - b) Menghidupkan alat-alat dan melakukan uji kerja atau fungsi peralatan (troli, pengait, pemutar, kecepatan, dan lainnya) ketika di dalam kabin.
  - c) Melakukan pemeriksaan komunikasi radio dengan juru ikat atau petugas sinyal dan menginformasikan kepada petugas tersebut bahwa alat siap beroperasi.
  - d) Tidak mengizinkan orang lain selain operator untuk berada di atas Tower Crane.
- 3) Prosedur Pengoperasian Alat (Tower Crane)
- a) Operator Tower Crane, juru ikat, dan supervisor memperhatikan sifat dan bentuk material yang akan diangkat (kotak, plat, batang, ataupun cairan).
  - b) Mencoba semua gerakan secara perlahan dengan kecepatan yang tidak berlebihan.
  - c) Selalu memperhatikan radius beban, kondisi di area bawah beban, dan sebagainya.
  - d) Bila terdapat 2 kran menara atau lebih, maka yakinkan bahwa ruang bebas ketika sebelum memutar berfungsi.
  - e) Tidak menarik beban dari samping dan memastikan bahwa material yang diangkat berada pada titik tengah, serta diangkat lurus.
  - f) Mengarahkan lengan searah rel jika melakukan perjalanan.
  - g) Memahami instruksi dari juru ikat sebelum bertindak.
  - h) Memastikan bahwa juru ikat menghidupkan sirine sebelum dan selama dilakukan pengangkatan.

- i) Menghentikan operasi Tower Crane bila cuaca buruk/hujan atau kecepatan angin 40 km/h ataupun 11,11 m/s (24,85 mph) berdasarkan anemometer.
- 4) Prosedur Pengikatan dan Pengangkatan
- a) Menentukan lokasi pengangkatan material dan tidak boleh sembarang area.
  - b) Pengikatan material ke Tower Crane harus dilakukan juru ikat atau di bawah pengawasan juru ikat. Semua material harus terpasang tali.
  - c) Titik pengangkatan harus lurus, tidak menyamping atau menyeret material.
  - d) Memasukkan material kecil ke dalam kotak yang kuat, sedangkan kayu-kayu dan tripleks yang kecil harus dipaku pada material yang lebih besar dan diikat dengan kuat.
  - e) Bila telah yakin bahwa material terikat dengan kuat, selanjutnya mintalah operator Tower Crane untuk mengangkat material setinggi 1 m dan guncangkan material dengan kuat. Bila material cukup besar, mintalah bantuan pekerja lain. Langsung turunkan material dan perbaiki ikatan, jika terlihat bahwa material kurang terikat (kendor).
  - f) Setelah ikatan diperbaiki, naikkan material 1 m kembali lalu guncangkan. Bila telah terikat kuat, juru ikat dan pekerja yang terlibat menjauh dari material dengan jarak minimal 2 m. Juru ikat menghidupkan sirine (alarm) sebagai tanda pengangkatan dan memerintahkan operator Tower Crane mengangkat material. Pastikan sirine tetap hidup selama proses pengangkatan.
  - g) Komunikasi dengan operator Tower Crane hanya boleh dilakukan oleh juru ikat, dimana petugas operasional lain dilarang menggunakan jalur komunikasi tersebut.

5) Prosedur Selesai Pengoperasian

- a) Memastikan lengan atau jib searah dengan arah angin.
- b) Memosisikan troli di atas dan dekat kabin.
- c) Mematikan semua sambungan listrik dan alat komunikasi.
- d) Meninggalkan kabin dan berbagai panel dalam keadaan tertutup dan terkunci.
- e) Meninggalkan alat setelah mematikan mesin, serta memasang pengunci pada roda.
- f) Segera memberitahu mekanik bila terjadi kerusakan.

f. JSA

JSA atau Job Safety Analysis dari pengoperasian Tower Crane tercantum pada tabel berikut.

Tahap Pekerjaan		Bahaya	Resiko	Solusi
Memasang Tower Crane				
1	Persiapan	Sisi tajam, kurang bahan	Tergores, resiko ergonomis	Supervisor memastikan semua alat dan bahan tidak ada yang kurang
2	Menyiapkan alat dan bahan yang dibutuhkan	Sisi tajam, berat	Tergores, lelah	Supervisor dan pekerja menggunakan sarung tangan, mengangkat dengan benar
3	Membuat pondasi	Berat, sisi tajam	Tergores	Pekerja memakai sarung tangan saat membuat pondasi
4	Menyusun atau memasang bahan	Sisi tajam, ketinggian	Tergores, jatuh	Pekerja dan supervisor menggunakan sarung tangan, tidak melihat ke bawah, dan hati-hati saat bekerja di atas
5	Finishing			Supervisor memvalidasi dengan tim safety
Mengoperasikan Tower Crane untuk mengangkat beban material				
1	Memasang beban ke pengaitnya	Tali kurang kencang	Jatuh	Tim dan supervisor memastikan bahwa beban dipasang pada pengait dengan rantai yang kuat
2	Menaikkan Crane	Beban lebih	Beban jatuh, crane patah, wire rope putus	Supervisor dan pemberi kerja memastikan bahwa beban tidak melebihi batas

				maksimum
3	Melepas beban di atas	Jatuh	Salah dalam penempatan	Supervisor memastikan bahwa titik yang akan ditempati bebannya tepat
4	Menurunkan pengait	Berhenti kurang dari titik minimumnya	Terjatuh, terbentur	Supervisor dan pemberi kerja memastikan bahwa saat menurunkan pengait tidak sampai kurang dari batas minimum.

### **Drilling Rig**

a. Pengertian



Gambar 5.32 Contoh Drilling Rig

Drilling rig adalah suatu instalasi peralatan untuk melakukan pengeboran ke dalam reservoir bawah tanah untuk mendapatkan air, minyak, gas bumi atau mineral bawah tanah. Drilling Rig bisa berada di atas tanah (on shore) atau di atas laut/di lepas pantai (off shore) tergantung kebutuhannya. Drilling Rig minyak dan gas bumi dapat digunakan tidak hanya untuk mengidentifikasi sifat geologis dari reservoir, tetapi juga untuk membuat lubang yang memungkinkan pengambilan kandungan minyak atau gas bumi dari reservoir tersebut.

b. Bagian-Bagian

Sistem utama dalam Drilling Rig sebagai berikut:

- 1) Hoisting System

System Perangkat (Hoisting System) adalah salah satu dari antara komponen–komponen utama dari Rig yang berfungsi untuk membantu sistem alat–alat pemutar di dalam mengebor sumur dengan menyediakan alat-alat yang sesuai serta ruang kerja yang di butuhkan untuk mengangkat dan menurunkan drill string, casing string dan peralatan subsurface (bawah tanah).



Gambar 5.33 Alat Berat Hoist

2) Circulating System



Gambar 5.34 Circulating System

Circulating System adalah suatu bagian dari sistem utama dalam rig pemboran yang berfungsi untuk mengalirkan lumpur pemboran, turun melewati rangkaian pipa pemboran dan naik ke annulus membawa serbuk bor ke permukaan. Aliran lumpur bor pada saat sirkulasi melewati bagian-bagian:

- a) Mud tank ke mud pump
  - b) Mud pump ke high pressure surface connection dan ke drillstring
  - c) Drillstring ke bit
- 3) Roating System



Gambar 5.35 Rotating System

Rotating system (Sistem Pemutar) adalah salah satu dari beberapa komponen utama suatu drilling rig. Tugas utamanya adalah memutar mata bor memberi beban mata bor dan memberi saluran lumpur bertekanan tinggi ke mata bor untuk mengebor membuat lubang sumur.

- 4) BOP System

Sistem rig pemboran yang memiliki beberapa fungsi, yaitu:

- a) Menutup lubang sumur pada keadaan ada pipa atau tidak ada pipa dlm lubang serta untuk pekerjaan stripping in atau stripping out.
- b) Menahan tekanan sumur yang timbul dan dapat dilalui semua peralatan yang dipakai untuk operasi pemboran/kerja ulang.

- c) Mengendalikan tekanan sumur dan dapat dipakai untuk pekerjaan sirkulasi mematikan kick.
- d) Menggantung (hanging off) dan memotong pipa bor pada keadaan darurat.
- e) Memiliki sistem peralatan cadangan apabila salah satu rusak, khusus untuk sumur bertekanan tinggi.



Gambar 5.36 Contoh BOP System

5) Power System

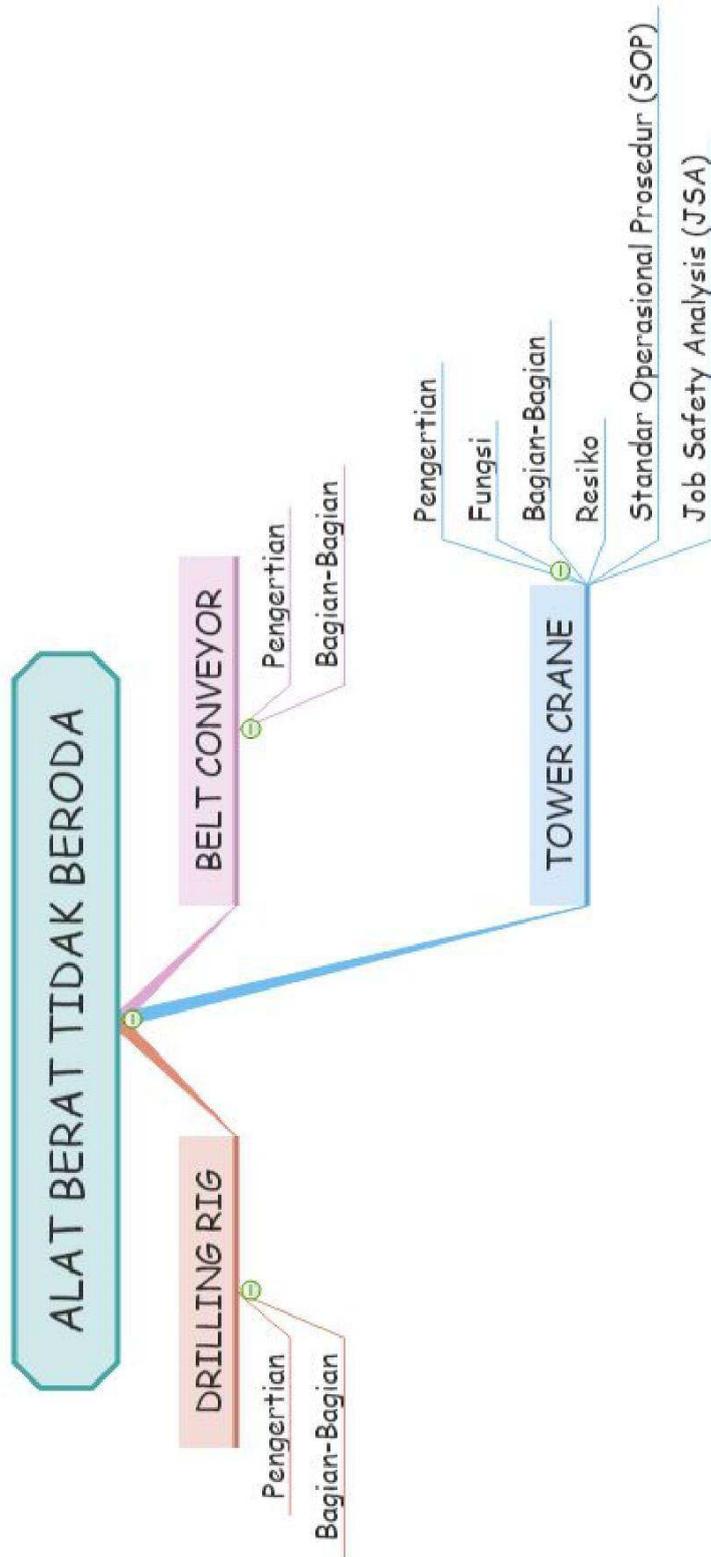


Gambar 5.37 Contoh Power System

Sistem dalam rig pengeboran, dimana perangkat instalasi pengeboran mendapatkan supply daya untuk menggerakkan sistem-sistem yang lain. Rig pengeboran terdiri dari power system, yaitu mechanical dan electrical.



# MIND MAPPING



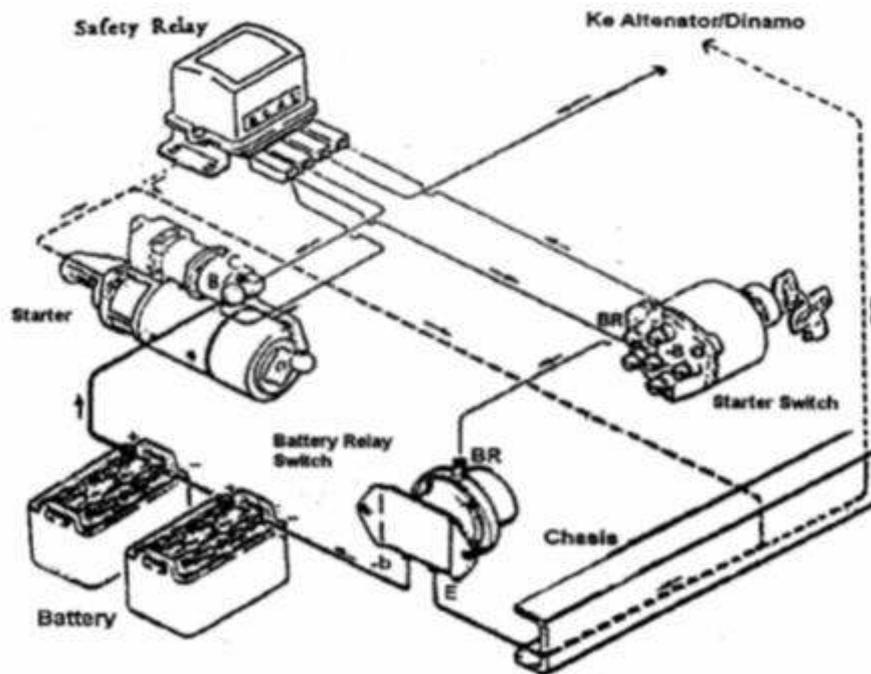
# BAB 6

## K3 KELISTRIKAN ALAT BERAT

### SISTEM STARTER

Sistem starter menggunakan motor listrik sebagai pemutar sehingga system bahan bakar dan sistem pengapian (pada mesin bensin) dapat bekerja. Motor starter menggerakkan atau memutar mesin pada saat gigi pinion dan gigi ring gear pada roda penerus (fly wheel) berkaitan.

Motor starter yang tidak dapat bekerja jika tidak ada sumber tenaga yang menggerakannya. Sistem starter adalah serangkaian komponen yang terkait satu sama lain untuk menghidupkan starter. Komponen – komponen rangkaian system starter pada umumnya dapat dilihat pada gambar dibawah ini.



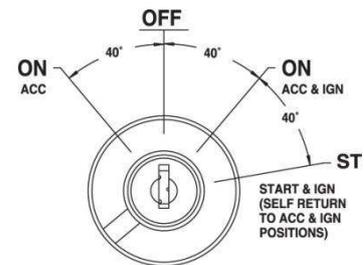
Gambar 6.1 Sistem Starter Alat Berat

Rangkaian starting pada unit alat berat memiliki perangkat pengontrol dan pelindung. Perangkat ini dibutuhkan untuk operasi alternative motor starter serta untuk mencegah operasi saat mesin sedang berada dalam mode operasi karena alasan keamanan. Nama komponen rangkaian system starter alat berat antara lain: Battery, key start switch, Switch pengaman netral/ switch pengaman clutch,

Starter relay, Starter solenoid. Fungsi dari masing-masing komponen starter tersebut adalah:

1) Kunci kontak

Kunci kontak atau disebut dengan ignition switch berfungsi untuk mengaktifkan system starter dengan memberikan arus dari terminal ST (starter) pada kunci kontak ke solenoid. Off : terputus dari sumber tegangan yaitu baterai, ACC : terhubung dengan arus baterai, tetapi hanya untuk kebutuhan aksesoris, ON/IG : terhubung ke system pengapian (ignition), START : untuk starting engine.



Gambar 6.2 kunci kontak

2) Key start switch

Key start switch mengaktifkan motor starter dengan cara menyediakan daya ke starter relay dan baterai. Switch tersebut dapat dioperasikan secara langsung dengan menggunakan kunci atau tombol yang diaktifkan dari jarak jauh dengan menggunakan kunci pengontrol, serta dapat ditempatkan pada dashboard assembly atau kolom kemudi.

3) Baterai

Baterai berfungsi sebagai sumber energi yang menyediakan arus listrik sehingga dapat bekerja dan memutar mesin. Baterai menyuplai semua kebutuhan energi listrik ke starter, sehingga dapat menggerakkan crank shaft engine.

4) Sekering (Fuse)

Sekering (Fuse) berfungsi sebagai pembatas arus (pengaman) agar tidak terjadi kelebihan yang akan menyebabkan kerusakan pada setiap komponen system kelistrikan.

5) Kabel

Kabel adalah konduktor yang dibungkus isolator dan berfungsi sebagai penghubung komponen-komponen system kelistrikan pada mobil, kabel dibedakan ukuran diameternya menurut penggunaannya. Kabel kecil digunakan untuk arus kecil dan kabel besar digunakan untuk arus yang besar. Untuk penghubung pada system starter yang digunakan kabel yang cukup besar karena perlu arus yang besar. Aliran arus tinggi yang melalaui motor starter membutuhkan kawat/wire yang harus berukuran cukup besar agar memiliki resistansi rendah.

6) Motor starter

Motor starter berfungsi untuk mengubah energi listrik yang berasal dari batrai mejadi energi mekanik atau energi gerak. Tenaga yang dihasilkan digunakan sebagai penggerak awal untuk memutar poros engkol melalui roda penerus atau fly wheel sehingga proses kerja engine dapat hidup.

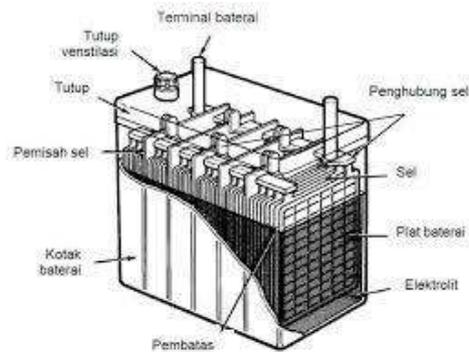
7) Starter relay

Starter relay (switch magnet)/ safety relay dapat dipergunkan dalam beberapa system starter. Switch ini terletak diantara key start switch dan starter solenoid. Switch ini merupakan sebuah switch magnet yang diaktifkan oleh daya dari batrai yang disuplai melalui key start switch. Starter relay menggunakan sejumlah kecil arus dari key start switch untuk mengdelainkan arus yang lebih besar ke starter solenoid serta mengurangi beban pada key start switch.

8) Battery relay switch

battery dengan body/chasis, ini disebut negative relay.

## BATERAI



Gambar 6.3 Baterai

### Bahaya yang ditimbulkan dari baterai

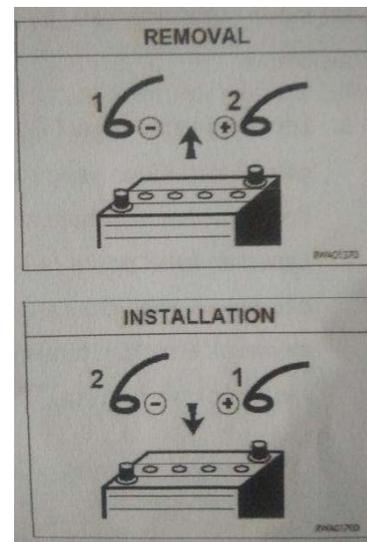
1. Batre elektronik mengandung sulphuric acid (asam sulfat) yang dapat dengan cepat membakar kulit dan merusak pakaian hingga membuat lubang di kain. Jika asam tumpah mengenai tubuh,segera bilas area tersebut dengan air yang banyak.
2. Cairan asam pada baterai dapat menyebabkan kebutaan jika tersiram ke mata.jika cairan asam tidak sengaja mengenai mata ,segera siram dengan banyak air dan segera berkonsultasi dengan dokter.
3. Jika dengan tidak sengaja menelan cairan asam,minum banyak air bersih atau susu, kocok putih telur atau minyak sayur atau zat anti-acid seperti magnesium, bikarbonat, dan lain-lain. Segera hubungi dokter atau pusat pencegahan keracunan.
4. Saat menangani baterai, selalu digunakan kacamata dan sarung tangan keselamatan.
5. Baterai menghasilkan hydrogen yang bersifat sangat ekspolif, atau dapat dengan mudah terbakar dengan percikan api kecil atau nyala api. Hindari menyalakan rokok atau hal lain yang menimbulkan percikan api.
6. Sebelum menangani baterai, matikan mesin dan cabut kunci.

7. Hindari hubungan arus pendek (short) pada terminal baterai yang disebabkan kontak dengan benda atau logam.
8. Kencangkan terminal baterai dengan aman. Terminal yang longgar dapat menyebabkan percikan api dan bahkan ledakan pada baterai.

### Melepas dan memasang baterai

Hal-hal yang harus diperhatikan:

- Saat memeriksa atau melakukan tindakan apapun pada baterai, matikan mesin dan pastikan kunci kontak pada posisi <0>.
- Saat menangani baterai, selalu gunakan kacamata dan sarung tangan yang sesuai standar keselamatan.
- Saat melepaskan baterai, lepaskan dahulu kabel ground (-), kemudian lepas kabel positif (+).
- Saat memasang baterai, pasang dahulu kabel positif (+), kemudian pasang kabel negative (-).



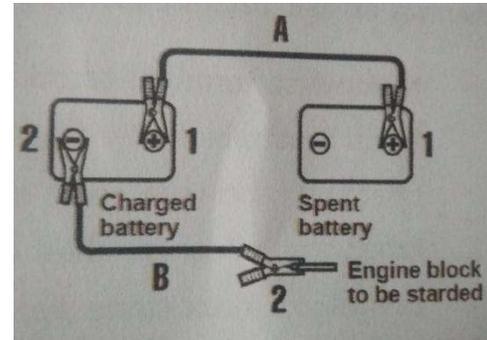
Gambar 6.4 Melepas dan Memasang Baterai

### Menyalakan mesin dengan kabel Booster (jumper)

Prosedur ini dilakukan jika baterai alat berat dengan keadaan arusnya lemah sehingga tidak dapat menyalakan mesin. Maka langkah yang bisa diambil adalah dengan menghubungkan baterai yang lemah dengan baterai dari alat berat lain yang kondisinya masih bagus.

Menghubungkan kabel dan menyalakan mesin

1. Pastikan bahwa kunci kontak pada posisi <0>.
2. Hubungkan kutub positif (+) pada dua baterai dengan kabel (A).
3. Hubungkan terminal negative (-) pada baterai yang akan diisi daya dengan terminal ground dari mesin yang akan dinyalakan (B).
4. Nyalakan mesin alat berat yang memasok arus dan tingkatkan kecepatannya.
5. Nyalakan mesin alat berat yang mendapat pasokan arus listrik.

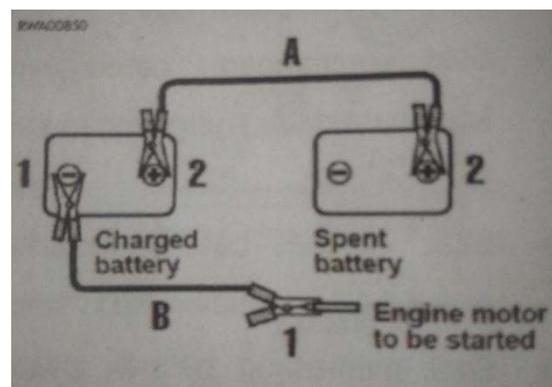


Gambar 6.4 Prosedur jumper baterai

Melepas kabel

Saat mesin sudah menyala, lebaskan kabel dengan cara terbalik dari prosedur sebelumnya

1. Lepaskan kabel negatif (-) terminal ground dari mesin yang sudah dinyalakan dari baterai (B).
2. Lepaskan kabel positif (+) terlebih dahulu dari baterai yang digunakan untuk memasok listrik, dan terakhir pada baterai yang listriknya habis (A).



Gambar 6.4 Prosedur melepas baterai

**Tips perawatan baterai alat berat**

Baterai pada alat berat seperti bulldozer, excavator, compactor, motor grade, wheel loader dan lain-lain, sebaiknya secara rutin dilakukan pemeriksaan. Karena baterai sangat penting dalam mengoperasikan mesin dan komponen yang menggunakan listrik.

Baterai yang kurang mendapatkan perawatan yang baik biasanya hanya mampu bekerja secara maksimal kurang lebih 1,5 sampai 2 tahun. Apabila baterai tidak mendapatkan perawatan yang maksimal, maka umur dari baterai tidak akan lama, mengingat harga baterai yang semakin lama semakin mahal. Ada beberapa tips yang bisa dilakukan untuk merawat aki atau baterai, antara lain:

- Periksa terminal-terminal baterai, periksa apakah korosi atau tidak. Lihat juga kabel-kabel positif dan negative. Mungkin kendur atau longgar, korosi dan kabel kendur membuat daya hantar arus listrik lemah, sehingga arus yang mengalir ke motor starter kecil dan tidak mampu kuat untuk memutar mesin. Berikan gemuk atau grease pada terminal-terminal aki untuk mencegah korosi.
- Selesai menggunakan alat berat, matikan dulu komponen-komponen kelistrikan sebelum mematikan mesin, agar pada saat dihidupkan kembali, beban aki terpusat ke system starter.
- Periksa berat jenis elektrolit baterai dengan menggunakan hydrometer. Berat jenis elektrolit yang baik adalah 1,25 – 1,27. Apabila berat jenis kurang, baterai harus segera di charge.
- Jika alat berat tidak digunakan dalam waktu lama, lepas terminal negative agar listrik pada baterai tidak terus menerus tersedot. Pelepasan kabel dari terminal baterai sebaiknya dilakukan oleh mekanik supaya ECU tidak eror.

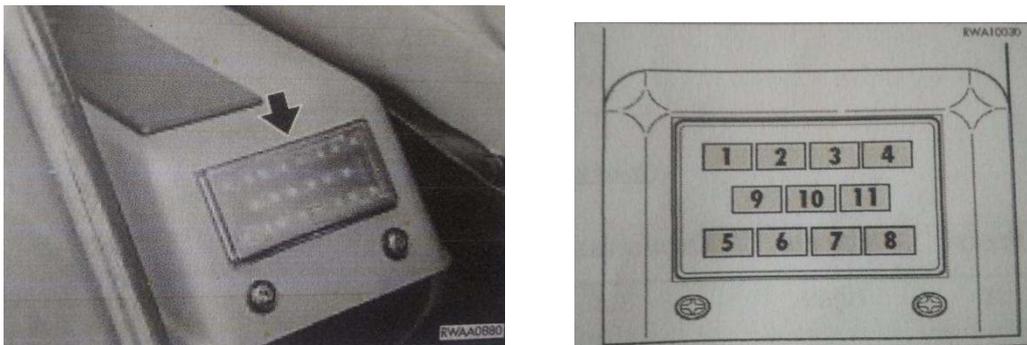
## SEKRING DAN RELAY

### PENTING

- Saat mengganti sebuah sekring, pastikan kunci kontak pada saat <0>.
- Jika sekring teroksidasi, atau tidak pas pada tempatnya, ganti dengan sekring baru yang memiliki kapasitas sama.
- Jika mesin tidak dapat dinyalakan ketika kunci kontak diputar ke posisi start, periksa sekring utama dan anti jika perlu

### Sekring

Peralatan sekring dikelompokkan pada satu basis yang terletak di sebelah kiri kotak kontrol, sedangkan sekring utama terletak dalam kompartemen baterai.



Gambar 6.5 kompartemen sekring

posisi	warna	Kapasitas (A)	Sirkuit hubung
1	Hijau	30	Engine stop
2	Violet	3	Engine alarm, relay start, instrument power
3	Light Blue	15	Kipas
4	Merah	10	Pengatur radio
5	Coklat	7,5	Lampu pudar, katup pengatur

			solenoid
6	Merah	10	Pompa selnoid
7	Coklat	7,5	Outlet, kabin
8	Coklat	7,5	Alternator, penambah kecepatan
9	coklat	7,5	katub solenoid
10	Coklat	7,5	Solenoid engine stop
11	coklat	7,5	Lampu kerja

Sekring utama

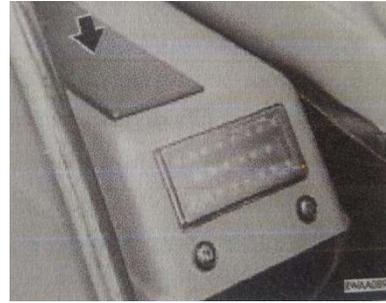


Gambar 6.6 Sekring utama

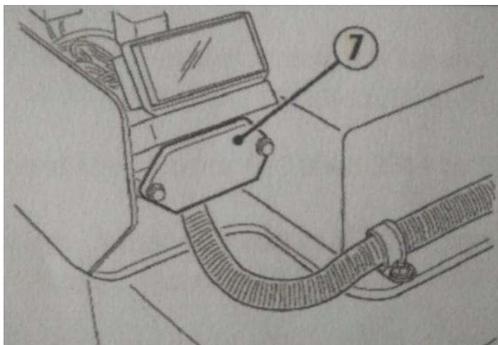
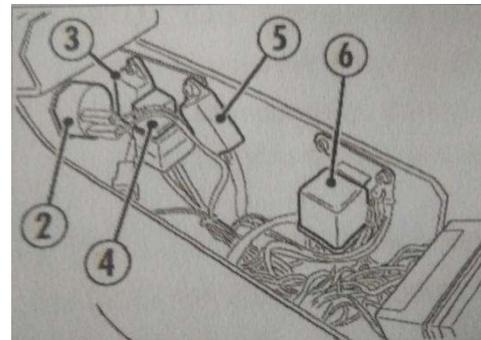
Posisi	Warna	Kapasitas(A)	Sirkuit Terhubung
1	hijau	30	System sekring utama

## Relay

Horn relay terletak dikontrol box kanan, dibawah dashboard, sedangkan relay yang lain di kelompokkan pada satu papan di dalam kontrol box kiri.



Gambar 6.7 Relay



Gambar 6.8 kompartemen Relay

Keterangan :

1. Horn relay
2. Alam mesin
3. Lampu peringatan
4. Relay preheating
5. Solenoid excitation timer (start)
6. Solenoid excitation relay (start)
7. Safety relay

## **BAB 7**

## **KOMPETENSI PENDUKUNG**

### **PROSEDUR LOTO (Lock Out, Tag Out)**

Menjalankan atau maintenance sebuah alat berat dapat dimungkinkan seorang pekerja akan melakukan pekerjaan menghidupkan atau mematikan suatu sistem dimana orang lain sebenarnya sedang bekerja dalam area tersebut tetapi tidak diketahui keberadaannya. Hal ini karena luasan peralatan yang besar dan tidak memungkinkan adanya komunikasi antara satu pekerja dengan pekerja lainnya. Diperlukan suatu prosedur untuk mengkomunikasikan dan memberi penanda bahwa peralatan tersebut sedang dalam perbaikan atau ada yang sedang memperbaiki untuk menanggulangi adanya kecelakaan kerja yang disebabkan oleh hal tersebut. Prosedur ini disebut dengan LOTO (Lock Out, Tag Out).

Tujuan dari prosedur LOTO adalah untuk memberi perlindungan pribadi kepada individu terhadap perlengkapan yang secara tidak sengaja dihidupkan atau dinyalakan pekerja lain ketika sedang melaksanakan pekerjaan dalam suatu sistem/ alat dan untuk mencegah penggunaan perlengkapan, plant atau mesin bila peralatan tersebut dalam kondisi yang tidak aman. LOTO juga sebagai suatu tatacara untuk mengamankan/ mengisolasi energi sebuah alat, peralatan, atau instalasi dari pengoperasian yang tidak direncanakan. Prosedur LOTO dilakukan pada saat terdapat kemungkinan kecelakaan pada orang atau alat itu sendiri, sehingga LOTO mencegah terjadinya kecelakaan karena energi yang tersimpan oleh alat, peralatan atau instalasi itu sendiri

Berikut contoh jenis pekerjaan dan skenario bahaya yang terjadi dimana dapat diantisipasi dengan menggunakan prosedur LOTO :

Jenis Pekerjaan	Skenario Bahaya
Pekerjaan repair/ maintenance/ service mesin, equipment atau sistem	Terpapar energi (listrik, panas, gas, semburan dll) karena pengoperasian tidak sengaja atau masih ada energi tersimpan
Membuka, memasang pagar pengaman, peralatan pengaman dalam produksi normal	Luka amputasi atau cedera karena terkena energi atau pergerakan mesin produksi
Menempatkan anggota badan dalam daerah atau pada mesin atau sebagian peralatan dimana pekerjaan dilakukan	Luka amputasi atau cedera karena terkena energi atau pergerakan mesin produksi
Mesin berputar	Luka amputasi karena terseret putaran
Penggantian & penyetelan perlengkapan yang minor dimana produksi berjalan normal	Luka karena semburan, terseret putaran, asap atau terkena gerakan mesin
Hot tap melibatkan sistem transmisi, distribusi (gas, steam, air, minyak bertekanan)	Semburan dari tekanan atau lemparan peralatan yang ada dalam sistem hingga ledakan

### Tanda "Bahaya" (Danger Tag)

Dua tipe dari label bahaya dapat ditemukan pekerja dalam suatu perusahaan tambang yaitu:

- Label umum yang bisa berwarna merah, putih atau hitam yang digunakan oleh orang yang bekerja pada peralatan untuk mengidentifikasi orang-orang yang sedang bekerja pada peralatan itu dan kemudian melengkapi data secara detail yang dibutuhkan.
- Label Bahaya Pribadi yang dilaminasi. Label Bahaya yang dilaminasi dilengkapi dengan photo dan nama orang yang memilikinya.

### Tanda "Rusak" atau Tanda "Out of Service" (Kuning dan Hitam)

Label warna kuning dan hitam untuk menunjukkan perlengkapan tidak dapat dipakai sampai dilakukan perbaikan atau penggantian. Label Tanda "Rusak/ Out of Service" sebagai tanda bahwa peralatan tersebut dalam keadaan rusak atau sudah tidak dapat dipergunakan lagi.

**Label "Informasi " (Biru dan putih)**

Label warna Biru dan putih adalah untuk menunjukkan perlengkapan /alat atau unit dalam kondisi rusak, tetapi untuk alasan keselamatan masih dapat difungsikan untuk kemudian dipindahkan, namun setelah tiba ditempat yang aman dapat diganti dengan label peralatan rusak. Pemasangan dan pelepasan informasi dilakukan oleh seorang Isolation officer, pengawas (supervisor) atau orang yang didelegasikan untuk memasang label tersebut, dan wajib menggantikan label tersebut dengan label peralatan rusak bila telah sampai di area dimana peralatan tersebut akan dilakukan perbaikan lebih lanjut.

**Prosedur Pengisolasian**

Beberapa bagian dari peralatan perlu diisolasi dari beberapa sumber atau energi yang berbahaya, contohnya listrik, pemberian isolasi tersebut harus dilakukan pada isolator utama oleh orang yang kompeten. Setiap orang yang bekerja pada peralatan harus menempatkan sebuah label bahaya baik berupa label umum atau label bahaya pribadi dengan photo yang dilaminasi pada isolasi utama pada bagian yang dapat dikunci. Jika pekerja tersebut mempunyai kunci gembok (sebagai penanda sedang dalam perbaikan) mereka harus memasang kunci dan label pribadi mereka pada isolasi positif pada bagian yang dapat dikunci. Hal ini dilakukan oleh orang yang kompeten. Jika orang ini tidak memiliki kunci pribadi (personal) maka harus dipasang kunci non-personal pada isolasi sebagai penandanya.

Jika tidak terdapat isolasi positif yang dapat dikunci yang terdapat pada alat maka orang yang kompeten harus menentukan metode apa yang akan digunakan untuk mencegah digunakannya alat dalam waktu perbaikan. Misalnya mencopot baterai atau accu dan mengunci terminal fittingnya. Mencopot kunci kontak dan ditaruh di tempat yang aman dan memasang label pada alat kemudi. Untuk prosedur dalam penanganan udara bertekanan, gas, uap, cairan semen dan sebagainya dimana valve

merupakan alat isolasinya, maka valve tersebut harus dikunci pada posisi tertutup dengan beberapa metode seperti dirantai dan digembok.

Setelah peralatan diisolasi, semua starter, sumber energi, valve otomatis dan sebagainya harus diuji untuk memastikan bahwa isolasi telah berfungsi dengan baik. Kemudian apabila isolasi telah berfungsi dengan baik, pekerjaan perbaikan dapat segera dilakukan. Selain penjelasan diatas, tombol starter, pengontrol atau trip switch darurat sama sekali tidak boleh dipakai sebagai switch untuk tujuan mengisolasi. Tidak diperbolehkan sama sekali bagi seseorang untuk mengoperasikan atau mem-bypass switch isolasi atau switch isolasi utama yang terpasang label bahaya.

Jika pekerjaan reparasi belum selesai pada akhir shift - setiap orang akan melepaskan Label Bahayanya dan gembok jika dipasang dari switch dan meninggalkannya dalam posisi terbuka. Valve harus ditinggalkan dalam posisi tertutup. Sebuah Label Rusak akan dipasang pada peralatan untuk menandakan bahwa pekerjaan belum selesai. Setelah pekerjaan selesai, setiap Label Bahaya dan gembok dilepas oleh masing-masing pekerja yang memasangnya. Kemudian label harus dibuang. Jika seorang karyawan tidak melepas Tanda Bahaya atau gembok setelah pekerjaan selesai, maka segala usaha harus dilakukan untuk menghubungi orang tersebut untuk mengupayakan agar orang tersebut kembali untuk melepas Label Pribadinya dan/atau gemboknya. Jika tidak memungkinkan, maka Manajer Proyek atau orang yang didelegasikan boleh melepas sesudah memastikan bahwa peralatan aman untuk kembali digunakan.



Gambar 6.1 Gembok penanda untuk LOTO

### **Penggunaan kunci Gembok berwarna**

Prosedur penggembokan/pad lock di perusahaan tambang ada 3 (tiga) jenis perwarnaan :

#### **1. Lock Isolasi perorangan berwarna Merah**

Kunci ini digunakan secara pribadi yang mengunci dan digunakan sebagai protected person (perlindungan perseorangan) atau dipakai sebagai tempat isolasi pribadi dengan tujuan perlindungan diri bagi pekerja, dan kunci tersebut harus mencantumkan Nomor kodenya.

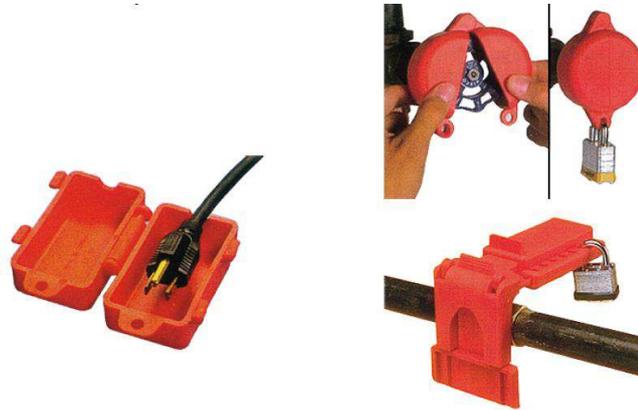
#### **2. Lock Isolasi peralatan berwarna Kuning**

Kunci berwarna kuning adalah kunci yang digunakan untuk mengamankan piranti Isolasi agar posisi aman, dipasang pertama kali dan dilepas pada peralatan oleh isolation officer setelah pekerjaan telah selesai dilakukan.

#### **3. Lock Isolasi Tamu/ Peninjau berwarna Biru**

Kunci Isolasi Tamu/ peninjau warna biru digunakan untuk mengunci piranti isolasi pengaman tamu. Kunci warna biru dikeluarkan dengan menggunakan

nomor khusus. Dalam hal ini peninjau tidak dapat melakukan suatu pekerjaan, ataupun memasang kunci, peninjau hanya dapat mengamati dan membuat rekomendasi dari hasil pengamatannya.



Gambar 6.2 Contoh Pemasangan Gembok sebagai Tanda Lockout

### **Peraturan Pengisolasian dan Pemasangan Tanda**

- Tidak seorangpun boleh memasang Label Bahaya pribadi berwarna merah atau gembok pada alat isolasi kecuali telah diisolasi oleh pekerja yang kompeten.
- Tidak seorangpun boleh memasang Label Bahaya pribadi berwarna merah atau gembok ke alat isolasi kecuali untuk dirinya sendiri.
- Tidak seorangpun boleh memulai pekerjaan pada peralatan sampai ia memasang Label Bahaya pribadi berwarna merah dan gembok pribadi jika diperlukan pada semua alat isolasi/ titik penandaan bersama dan telah puas bahwa hal ini aman dilakukan.
- Semua Label Bahaya pribadi berwarna merah dan gembok dilepas oleh orang yang memasangnya pada akhir shift atau akhir pekerjaan.
- Tidak seorangpun boleh melepaskan Label Bahaya pribadi berwarna merah atau gembok milik orang lain selain atas ijin Project Manager.



Gambar 6.3 orang yang terlibat dalam LOTO

Berikut contoh prosedur dalam melaksanakan LOTO :



Gambar 6.4 Prosedur LOTO

### Spotter

Spotter adalah Orang yang bertugas untuk memberikan arahan/ petunjuk kepada operator/ teknisi yang berwenang (mempunyai kimper) yang sedang mengoperasikan suatu unit/ equipment pada saat beroperasi di area kerja yang memerlukan arahan.

## **Kewajiban Spotter**

### 1. Persiapan untuk mengarahkan Unit :

- Spotter harus memastikan area yang akan dilalui oleh unit bersih dari rintangan dan peralatan yang berada di area tersebut
- Spotter harus berkomunikasi dengan operator terlebih dahulu untuk menyamakan persepsi
- Spotter harus memastikan apakah operator memerlukan rekan lain untuk membantu mengarahkan unit tersebut atau tidak

### 2. Proses selama mengarahkan unit

- Spotter harus selalu berdiri/ berada pada posisi yang aman dari potensi tertabrak oleh unit pada saat unit bergerak.
- Jika pada saat mengarahkan unit diperlukan dua spotter atau lebih, hanya satu spotter saja yang berhak memberikan arahan kepada operator
- Spotter harus selalu berdiri / berada pada posisi yang dapat dilihat oleh operator agar komunikasi tidak terputus selama proses mengarahkan unit.
- Spotter harus memastikan bahwa area bay yang dimasuki unit bebas dari rintangan.
- Selama proses mengarahkan, spotter harus selalu mengamati setiap pergerakan unit untuk memastikan unit tidak menabrak equipment / peralatan lain.
- Spotter berdiri pada sisi yang jelas dan dengan jarak aman 8-10 meter dan selalu melakukan kontak mata dengan operator untuk memastikan bahwa aba-aba dipahami.
- Gunakan isyarat panduan yang mudah dan dapat dimengerti oleh operator.

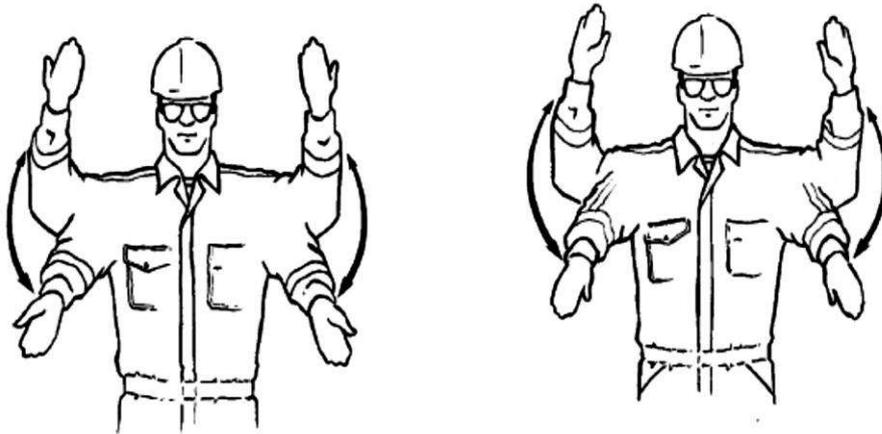
## **Pekerjaan yang memerlukan spotter**

### 1. Melakukan perbaikan/service unit di area workshop

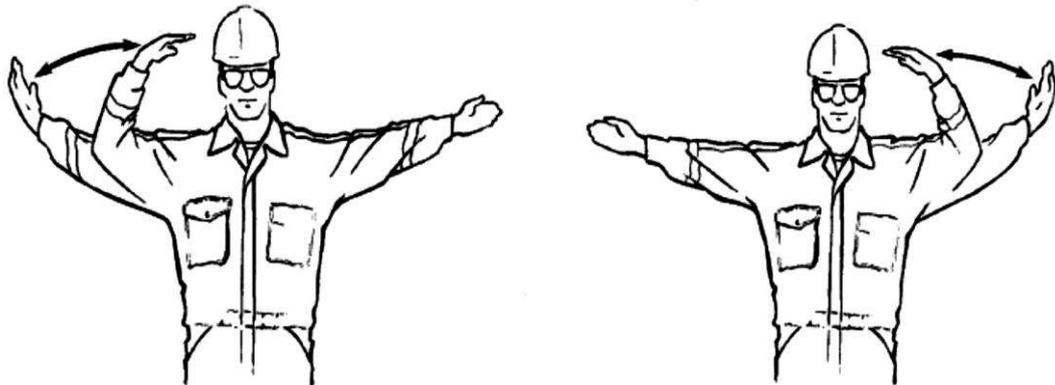
- Mengoperasikan unit dari area di luar workshop masuk ke dalam Workshop
- Mengoperasikan unit dari area di dalam workshop ke area di luar workshop
- Melakukan "Live Testing Unit"

2. Melakukan perbaikan/ service unit di luar area workshop / di tambang
  - Menempatkan unit pada area yang akan dilakukan perbaikan/ service
  - Melakukan "Live Testing Unit"
3. Melakukan "Towing"/ Penarikan Unit

Berikut ini panduan aba-aba dari spotter untuk mengarahkan alat berat :



ARAH LURUS ATAU KE DEPAN - Untuk mengarahkan kendaraan lurus maju atau mundur.



BELOK - Untuk mengarahkan kendaraan belok ke kanan atau ke kiri saat kendaraan bergerak.



BERHENTI DI TITIK TERTENTU - Untuk menyediakan referensi bagi driver secara visual untuk jarak ke titik berhenti.



TINGGALKAN AREA - Untuk memberi petunjuk pengemudi kendaraan untuk pergi ke arah yang ditunjukkan.



BERHENTI – Petunjuk untuk menghentikan semua gerakan kendaraan, dan menunggu instruksi selanjutnya.

Terdapat instruksi khusus untuk beberapa alat berat, sebagai contoh Crane. Berikut disajikan instruksi yang digunakan dalam mengarahkan crane :

 Main Hoist	 Auxiliary Hoist	 Hoist Load	 Hoist Load Slowly	 Stop
 Raise Boom	 Raise Boom & Lower Load	 Lower Load	 Lower Load Slowly	 Emergency Stop
 Lower Boom	 Lower Boom & Raise Load	 Swing Boom	 Swing Boom Slowly	 Travel (mobile eqpt)
 Retract Boom 2 hands	 Retract Boom 1 hand	 Extend Boom 2 hands	 Extend Boom 1 hand	 Dog Everything

Gambar 6.5 Instruksi Mengarahkan Crane

### Proses Memanjat dengan Three Point Contact

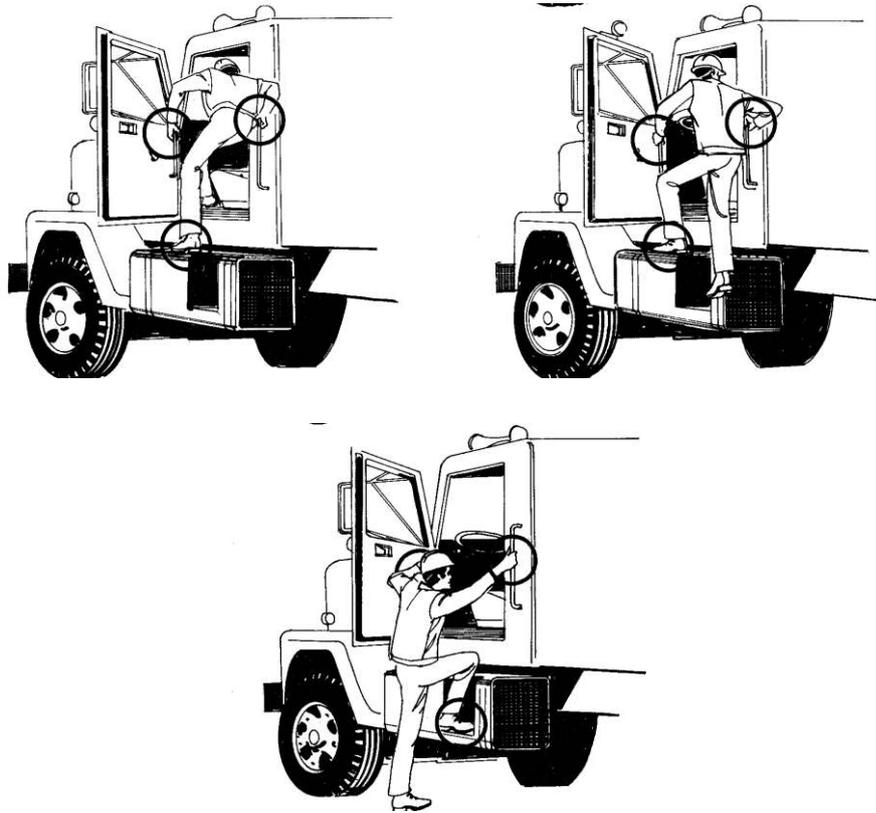
Bekerja di bidang alat berat pasti tidak akan lepas dari peralatan yang membutuhkan keahlian bekerja di atas ketinggian. Salah satu prosedur yang

harus dikuasai dalam bekerja di atas ketinggian adalah menaiki dan menuruni peralatan. Berikut ini cara menaiki dan menuruni peralatan/tangga dengan aman:

- ✓ Pegang anak tangga dengan kedua tangan sebelum menaiki
- ✓ Naik dan turun dari peralatan hanya jika tersedia pijakan dan pegangan
- ✓ Menghadap ke peralatan saat menaiki dan menuruninya
- ✓ Jagalah selalu tiga point kontak (dua tangan - satu kaki atau dua kaki - satu tangan)
- ✓ Jangan pernah membawa alat saat menaiki atau menuruni tangga unit, gunakanlah tas untuk membawa barang-barang tersebut.
- ✓ Pastikan alas kaki yang anda gunakan anti-slip
- ✓ Bersihkan alas kaki dari kotoran (oil, lumpur, dan lain-lain) sebelum menaiki tangga
- ✓ Menaiki/menuruni alat pada saat alat benar-benar berhenti
- ✓ Jangan pernah melompat, walaupun sudah berada di anak tangga paling bawah.
- ✓ Tidak terburu-buru saat menaiki atau menuruni tangga.
- ✓ Housekeeping
- ✓ Pastikan area di atas & di bawah tangga bersih dari sampah, alat, dll

Bekerja di unit peralatan tambang maupun konstruksi, tiga titik tumpu sangat diperlukan dalam aktivitas menaiki dan menuruni peralatan. Peralatan yang digunakan biasanya memiliki ketinggian yang cukup. Sehingga perlu kompetensi khusus dalam menaiki dan menuruni peralatan tersebut. Karena kesalahan yang sedikit saja dalam prosedur menaiki dan menuruni peralatan. Operator pada peralatan tersebut dapat terjatuh atau tergelincir. Kecelakaan banyak terjadi karena kurang sigapnya operator dalam mengimplementasikan prosedur tiga titik tumpu dalam menaiki maupun menuruni unit peralatan tambang/ konstruksi.

Berikut prosedur dalam mengimplementasikan tiga titik tumpu :



Gambar 6.6 Prosedur Mengaplikasikan Tiga Titik Tumpu



Gambar 6.7 Salah Satu Contoh Mengaplikasikan Titik Tumpu

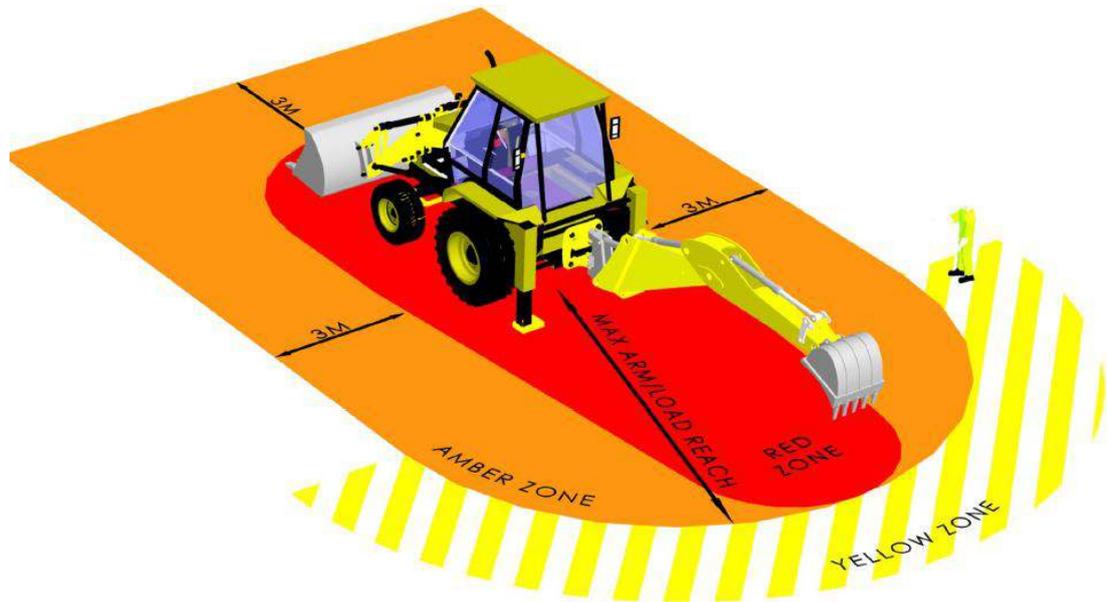


Gambar 6.8 Poster Three Point Contact

### Zona Berbahaya Alat Berat

Bekerja sebagai operator alat berat yang beragam jenisnya memerlukan pengetahuan tentang zona-zona berbahaya di sekitar alat berat tersebut. Zona berbahaya tersebut yaitu : Blind spots, Rotating machinery, Swing radius, Travel Path, Mendekati mesin tanpa diketahui operator, Pekerja yang non-esensial berada di daerah tersebut dan area yang dapat tertimpa oleh beban overhead yang jatuh. Berikut ini dijelaskan zona keselamatan pada beberapa alat berat :

## BACKHOE



Gambar 6.9 Zona Keselamatan Backhoe

### **Yellow Zone**

Pekerja yang bertugas mengarahkan (Signaler) operator backhoe atau pekerja proyek lainnya harus tetap berada dalam zona ini. Zona berada di sekeliling backhoe dengan jarak minimal sama dengan jarak maksimal lengan backhoe dan minimal 3 meter dari bucket belakang, atau diluar jangkauan kerja backhoe.

### **Amber Zone**

Pekerja lain dilarang memasuki zona ini sebelum dikonfirmasi secara pasti oleh operator backhoe untuk memastikan keselamatan pekerja tersebut. Jika harus dilakukan pekerjaan di zona ini maka prosedur keselamatan harus diperhatikan dengan baik, dan job desk harus jelas untuk meminimalkan waktu yang dihabiskan di dalam zona ini. Zona berada di dalam jangkauan kerja backhoe, namun tidak berada dibawah lengan dan sekitar badan backhoe.

### **Red Zone**

Pekerja dilarang memasuki zona ini sampai backhoe benar-benar terisolasi atau mesin dimatikan untuk mencegah cedera serius yang diakibatkan oleh kontak fisik

dengan lengan, bucket atau material. Zona di bawah lengan backhoe dan di dekat bucket, zona ini sangat berbahaya karena dapat beresiko cedera serius bahkan kematian.

**Tips bekerja dengan aman untuk alat berat backhoe :**



Gambar 6.10 Operator Backhoe

Operator adalah “perangkat” keamanan utama, dengan tanggung jawab untuk menjaga semua orang tetap aman saat proses menggali.



Gambar 6.11 Memastikan Alarm Backhoe Berfungsi  
Saat melakukan pekerjaan pemuatan, pastikan alarm backup berfungsi, dan perhatikan pejalan kaki dan kondisi lalu lintas.



**Gambar 6.12 Kegunaan Stabilizer Ketika Mengendarai Backhoe**

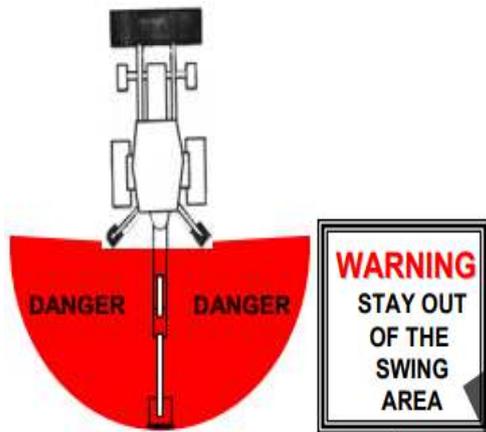
Stabilizer dapat digunakan untuk menyeimbangkan Backhoe, dan mencegahnya dari tergelincir saat proses penggalian.



**Gambar 6.13 Tips Posisi Stabilizer dan Tanah dari Backhoe**

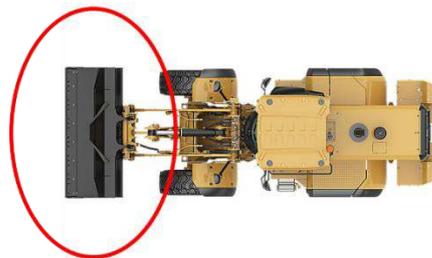
Ketika menggali parit, pastikan stabilizer diposisikan dengan baik dan tanah hasil galian berjarak minimal 1 meter dari Backhoe.

**Kondisi bahaya saat pengoperasian alat berat Backhoe:**



Ketika Backhoe sedang beroperasi, tidak ada pekerja lain yang boleh memasuki area samping belakang dari backhoe. Karena pada area tersebut pandangan operator tidak jelas dan pekerja lain yang memasuki area tersebut kemungkinan tidak terlihat oleh operator.

Gambar 6.14 Posisi Bahaya Saat Pengoperasian Backhoe



Ketika backhoe sedang beroperasi, pekerja lain tidak boleh berada di depan atau sekitar bucket. Karena akan menimbulkan resiko cedera dan kecelakaan kerja.

Gambar 6.14 Posisi Bahaya Sekitar Bucket Backhoe



Hindari mengoperasikan backhoe di area yang berbahaya atau di area yang sulit dijangkau oleh backhoe, seperti bekerja di medan miring, terjal, atau ketinggian. Resiko terguling bisa terjadi ketika bekerja di medan yang miring.

Gambar 6.15 Resiko Terguling Ketika Mengendarai Backhoe

## BUCKET EXCAVATOR



Gambar 6.17 Zona Keselamatan Bucket Excavator

### **Yellow Zone**

Pekerja yang bertugas mengarahkan operator excavator harus tetap berada dalam zona ini untuk dapat mengarahkan operator dengan aman. Zona berada di sekeliling excavator dengan jarak minimal sama dengan jarak maksimal lengan excavator, atau diluar jangkauan lengan excavator.

### **Amber Zone**

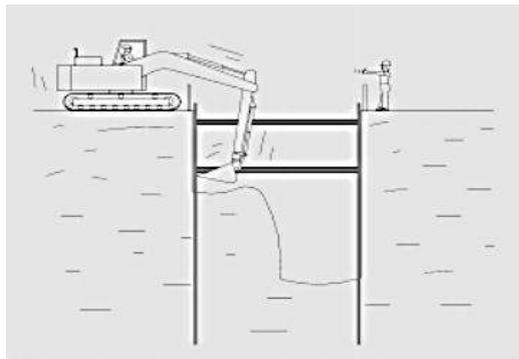
Pekerja lain dilarang memasuki zona ini sebelum dikonfirmasi secara pasti oleh operator excavator untuk memastikan keselamatan pekerja tersebut. Jika harus dilakukan pekerjaan di zona ini maka prosedur keselamatan harus diperhatikan dengan baik, dan job desk harus jelas untuk meminimalkan waktu yang dihabiskan di dalam zona ini. Zona berada di dalam jangkauan lengan excavator namun berada di bawah lengan dan sekitar badan excavator.

### **Red Zone**

Pekerja dilarang memasuki zona ini sampai mesin benar-benar terisolasi atau mesin dimatikan untuk mencegah cedera serius yang diakibatkan oleh kontak fisik

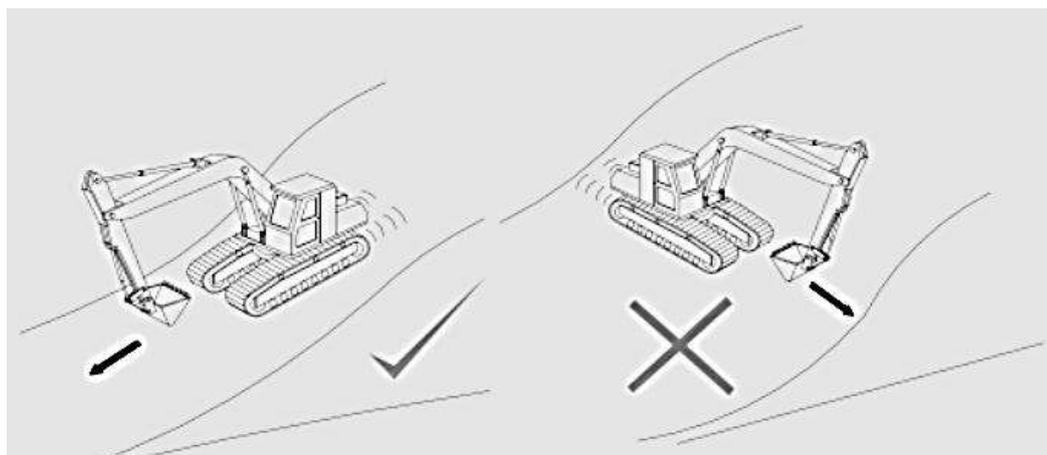
dengan bucket atau material. Zona di bawah lengan excavator, zona ini sangat berbahaya karena dapat beresiko cedera serius bahkan kematian.

**Tips keselamatan pengoperasian Excavator:**



Dalam situasi ketika operator Excavator tidak dapat melihat medan kerja dengan jelas maka dibutuhkan seorang “signaler” atau pekerja yg bertugas memberikan sinyal dan mengarahkan operator.

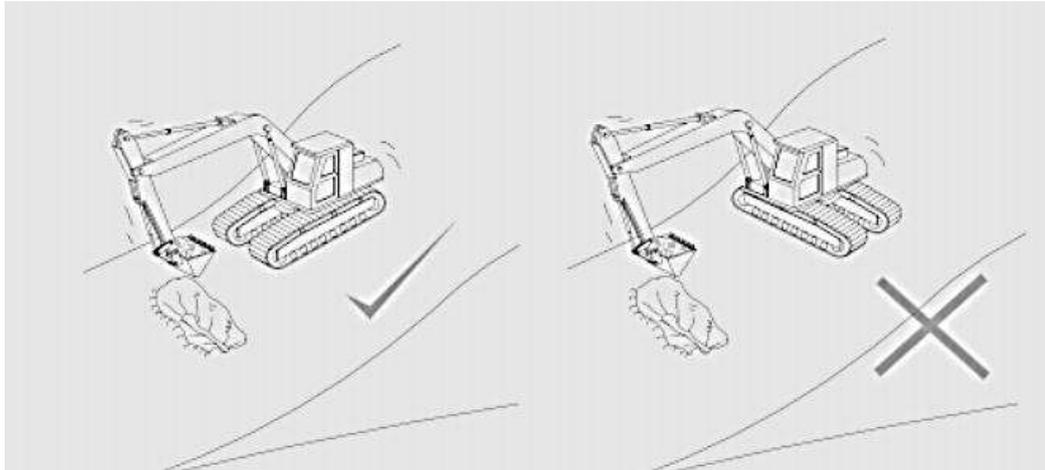
Gambar 6.18 Tips Pengoperasian Excavator (1)



Gambar 6.19 Tips Pengoperasian Excavator (2)

Ketika Excavator berjalan di sebuah lereng, maka excavator harus dikendarai dengan posisi lurus atau sejajar dengan lereng. Dan dengan kecepatan rendah.

Ketika Excavator berjalan di sebuah lereng, excavator tidak boleh dikendarai menyilang atau tegak lurus dengan arah lereng.



Gambar 6.20 Tips Pengoperasian Excavator (3)

Ketika Excavator beroperasi melakukan pekerjaan galian di lereng, maka crawler (roda kelabang) harus diposisikan sejajar dengan arah lereng.

Ketika Excavator beroperasi melakukan pekerjaan galian di lereng, maka crawler (roda kelabang) tidak boleh diposisi menyilang/ tegak lurus dengan arah lereng.

**Studi kasus pengoperasian excavator pada area atau kondisi yang berbahaya**



Gambar 6.21 Pengoperasian Excavator pada Area Berbahaya

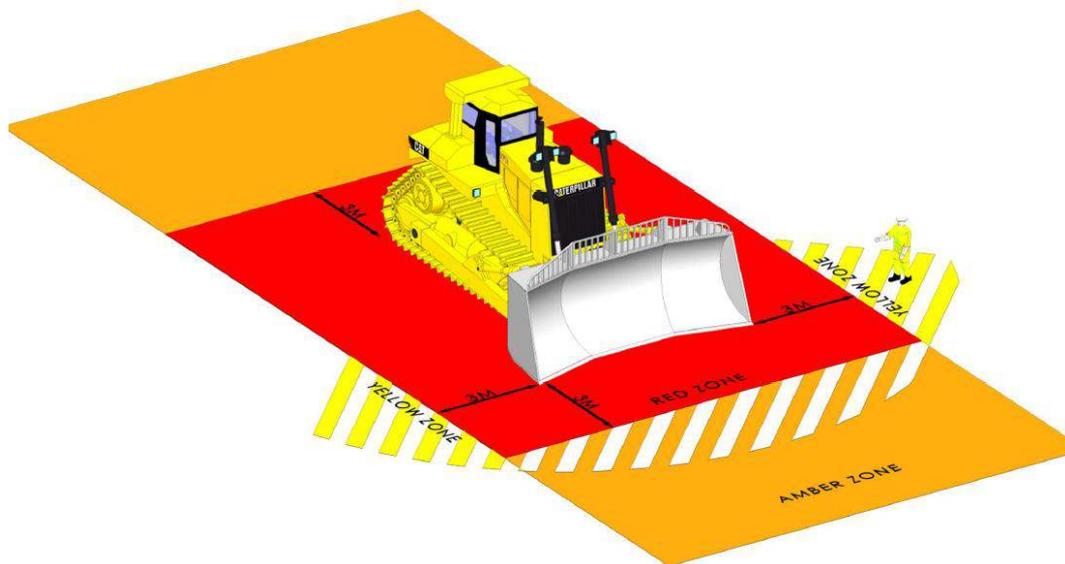
Pada gambar diatas dapat dilihat Excavator sedang melakukan upaya penyelamatan sebuah kendaraan yang terjebak di area berpasir.

Bahaya dan resiko :

1. Posisi excavator tidak berada di lahan yang datar sehingga rawan tergelincir
2. Operator excavator tidak dapat melihat medan kerja dan kendaraan yang akan diselamatkan dengan baik, hal ini karena posisi badan excavator tidak datar sedangkan objek berada di bawah. sehingga beresiko terjadi kesalahan operasi.

Solusi untuk permasalahan diatas adalah dengan melibatkan banyak signaler atau personel yang bertugas membantu dan memberi pengarahannya kepada operator excavator.

## BULLDOZER



Gambar 6.22 Zona Keselamatan Bulldozer

### Yellow Zone

Seluruh personel yang terlibat pada operasi plant harus berada di zona ini untuk mendapatkan kontak visual yang jelas dengan operator dozer. Zona berada di samping dozer dengan jarak minimal 3 meter dari dozer.

### **Amber Zone**

Personel proyek dilarang memasuki area ini sampai mendapat konfirmasi dari operator bahwa dirinya terlihat jelas oleh operator. Zona berada di depan dozer dengan jarak minimal 3 meter dari bucket.

### **Red Zone**

Personel proyek dilarang memasuki area ini, kecuali dozer benar-benar terisolasi dengan aman dan mesin sudah dimatikan. Sistem keselamatan harus jelas, untuk menghindari mesin dioperasikan baik secara sengaja ataupun tidak. Zona berada di sekeliling dozer dengan jarak kurang dari 3 meter dari dozer baik depan, samping maupun belakang.

### **Tips keselamatan pengoperasian crawler dozer**



Gambar 6.23 Keselamatan Pengoperasian Crawler Dozer

Sebelum Operasi:

1. Hanya pekerja yang berkualifikasi, kompeten, dan terlatih yang diizinkan untuk beroperasi dan mengendarai buldoser.
2. Operator harus selalu menggunakan sabuk pengaman saat mengendarai atau mengoperasikan buldoser.
3. Buldoser harus dilengkapi dengan alarm back-up otomatis yang dapat didengar di seluruh tempat kerja.

Ketika Operasi:

4. Hidupkan mesin hanya ketika duduk di kursi operator dan ketika jalurnya bersih dari pekerja, benda dan penghalang lainnya.
5. Gunakan sistem kontrol lalu lintas saat mengoperasikan bulldozer di jalan umum atau di area yang dekat dengan lalu lintas kendaraan atau menghalangi.
6. Signaler harus ditugaskan di area dimana tanda-tanda peringatan dan barikade tidak dapat mengontrol arus lalu lintas.
7. Jauhkan bulldozer dari jaringan listrik di atas.
8. Matikan mesin setiap kali mengisi bahan bakar.
9. Jangan pernah memanjat bagian-bagian mesin dimana pegangan tangan dan kaki tidak disediakan.
10. Berhati-hatilah saat mendekati atau beroperasi dekat parit atau penggalian.
11. Jangan pernah menggunakan bulldozer pada struktur yang lebih tinggi dari bulldozer itu sendiri, kecuali ada perlindungan atas kepala yang cukup.

Setelah Operasi:

12. Matikan mesin saat mengisi bahan bakar
13. Ketika pekerjaan selesai, matikan mesin dan ada baiknya kunci dozer./

### **Pengoperasian Bulldozer pada kondisi berbahaya**

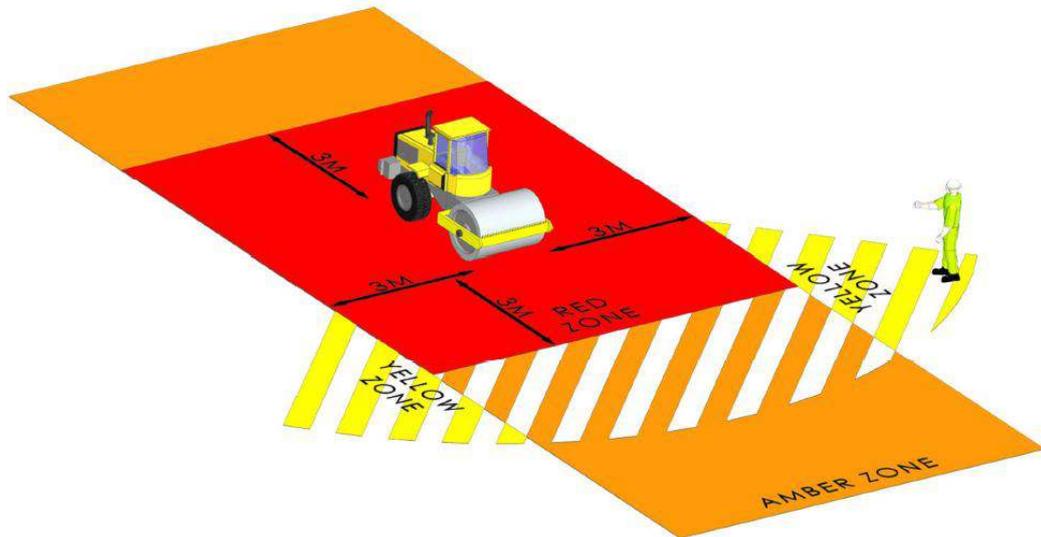


Gambar 6.24 Pengoperasian Bulldozer pada Area Berbahaya

Faktor keselamatan yang harus diperhatikan ketika mengoperasikan dozer pada area yang berbahaya atau resiko kecelakaan tinggi antara lain:

- 1) Kemampuan operator, untuk mengoperasikan dozer pada area yang berbahaya sebaiknya memilih operator yang memiliki kualifikasi tinggi dan sudah berpengalaman
- 2) Kondisi dozer, sebelum melakukan operasi sebaiknya kondisi dozer diperhatikan dengan teliti. Yang harus dicek antara lain : crawler (roda kelabang), mesin utama, sistem hidrolik, bahan bakar, dan mounting atau sambungan antar part.
- 3) Signaler, jika diperlukan maka penggunaan signaler akan sangat membantu operator dan proses operasi, serta untuk menghindari kecelakaan kerja.

## TANDEM ROLLER



Gambar 6.25 Zona Keselamatan Tandem Roller

### Yellow Zone

Pekerja yang bertugas mengarahkan (Signaler) operator roller atau pekerja proyek lainnya harus bekerja di dalam zona ini. Zona berada di sekeliling tandem roller dengan jarak minimal 3 meter dari badan alat berat.

### Amber Zone

Pekerja lain dilarang memasuki zona ini sebelum dikonfirmasi secara pasti oleh operator roller untuk memastikan keselamatan pekerja tersebut. Jika harus dilakukan pekerjaan di zona ini maka prosedur keselamatan harus diperhatikan dengan baik, dan job desk harus jelas untuk meminimalkan waktu yang dihabiskan di dalam zona ini. Zona berada di belakang alat berat dengan jarak minimal 3 meter, untuk zona di depan roller jarak aman harus diatur lebih jauh, mengingat alat berat ini memiliki kecepatan mobilisasi yang tinggi.

### Red Zone

Pekerja dilarang memasuki zona ini sampai tandem roller benar-benar terisolasi atau mesin dimatikan untuk mencegah cedera serius yang diakibatkan oleh kontak

fisik roller. Zona berada disekitar tandem roller dengan jarak dibawah 3 meter, zona ini sangat berbahaya karena dapat beresiko cedera serius bahkan kematian.



Gambar 6.26 Pengoperasian Tandem Vibratory Roller

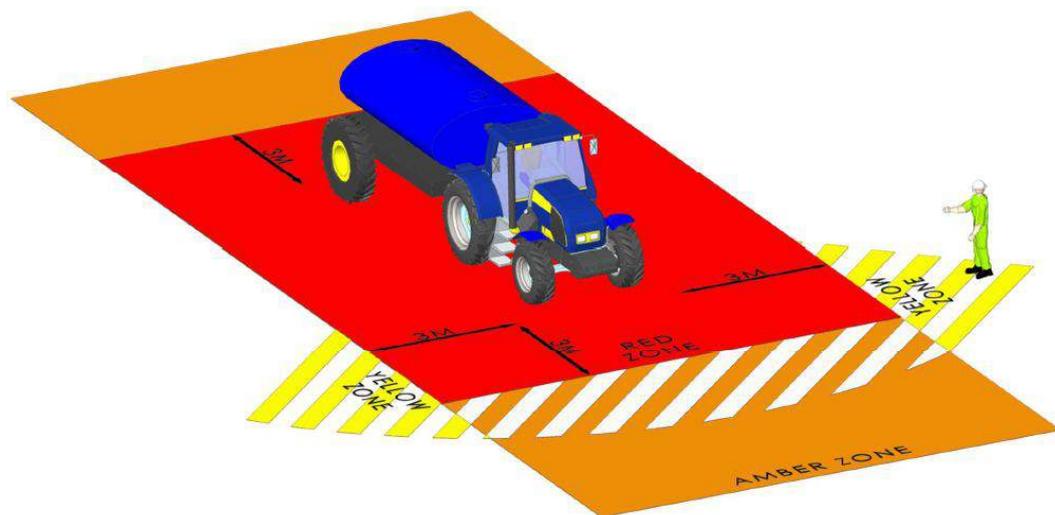


Gambar 6.27 Pengoperasian Single Drum Roller



Gambar 6.28 Pengoperasian Tandem Roller

## WATER TANK TRUCK



Gambar 6.29 Zona Keselamatan Water Tank Truck

### Yellow Zone

Signaler atau pekerja yang bertugas mengarahkan operator water tank truck harus bekerja di dalam zona ini. Zona berada di samping depan dump truck, dengan jarak aman minimal 3 meter dari kepala truck.

### **Amber Zone**

Signaler atau pekerja lain dilarang memasuki zona ini sebelum dikonfirmasi secara pasti oleh operator truck untuk memastikan keselamatan pekerja tersebut. Jika harus dilakukan pekerjaan di zona ini, maka prosedur keselamatan harus diperhatikan dengan baik, dan job desk harus jelas untuk meminimalkan waktu yang dihabiskan di dalam zona ini. Zona berada di belakang alat berat dengan jarak minimal 3 meter, untuk zona di depan water tank truck jarak aman harus diatur lebih jauh, yaitu lebih dari 3 meter dari kepala dump truck mengingat alat berat ini memiliki dimensi yang besar dan kecepatan mobilisasi yang tinggi.

### **Red Zone**

Pekerja dilarang memasuki zona ini sampai water tank truck benar-benar terisolasi atau mesin dimatikan untuk mencegah cedera serius yang diakibatkan oleh kontak fisik dengan alat berat ini. Zona berada disekitar truck dengan jarak dibawah 3 meter, zona ini sangat berbahaya, karena dapat beresiko cedera serius bahkan kematian jika terlindas oleh water tank truck.

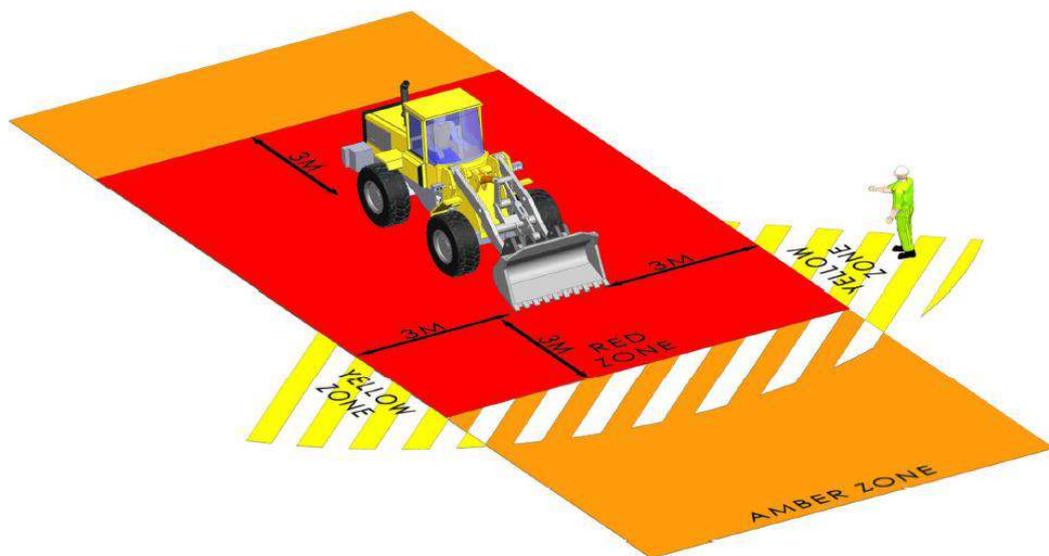


Gambar 6.30 Penyemprotan dengan Water Tank Truck di Area Datar



Gambar 6.31 Penyemprotan dengan Water Tank Truck di Area Tambang

## WHEEL LOADER



Gambar 6.32 Zona Keselamatan Wheel Loader

### Yellow Zone

Signaler atau pekerja yang bertugas mengarahkan operator wheel loader harus bekerja di dalam zona ini. Zona berada di samping depan wheel loader, dengan jarak aman minimal 3 meter dari wheel loader.

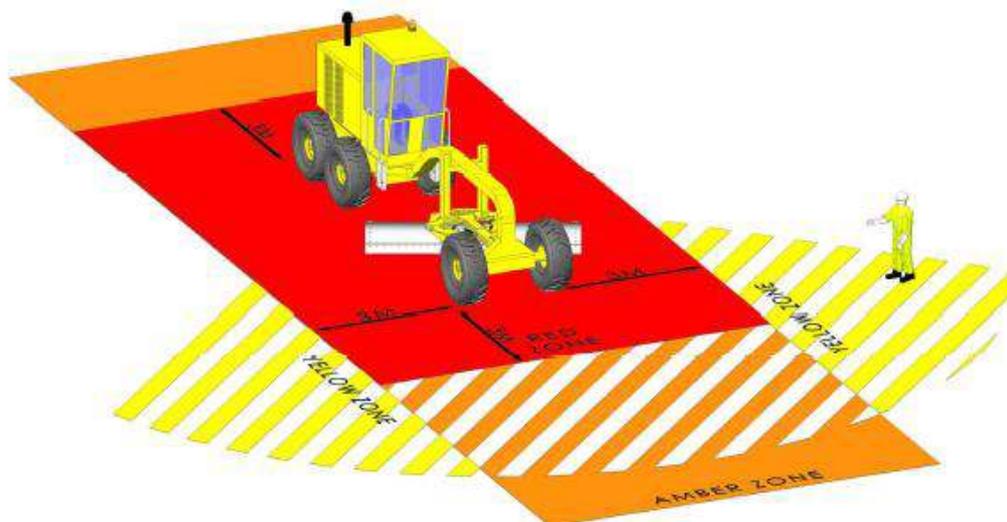
### **Amber Zone**

Signaler atau pekerja lain dilarang memasuki zona ini sebelum dikonfirmasi secara pasti oleh operator wheel loader untuk memastikan keselamatan pekerja tersebut. Jika harus dilakukan pekerjaan di zona ini maka prosedur keselamatan harus diperhatikan dengan baik, dan job desk harus jelas untuk meminimalkan waktu yang dihabiskan di dalam zona ini. Zona berada di belakang alat berat dengan jarak minimal 3 meter, untuk zona di depan wheel loader jarak aman harus diatur lebih jauh, yaitu lebih dari 3 meter mengingat alat berat ini memiliki kecepatan mobilisasi yang tinggi.

### **Red Zone**

Pekerja dilarang memasuki zona ini sampai wheel loader benar-benar terisolasi atau mesin dimatikan untuk mencegah cedera serius yang diakibatkan oleh kontak fisik dengan alat berat ini. Zona berada disekitar tandem roller dengan jarak dibawah 3 meter, zona ini sangat berbahaya karena dapat beresiko cedera serius bahkan kematian.

### **WHEEL TRACTOR SCRAPER**



Gambar 6.33 Zona Keselamatan Wheel Tractor Scraper

**Yellow Zone**

Signaler atau pekerja yang bertugas mengarahkan operator wheel tractor scraper harus bekerja di dalam zona ini. Zona berada di samping depan wheel loader, dengan jarak aman minimal 3 meter dari roda depan tractor.

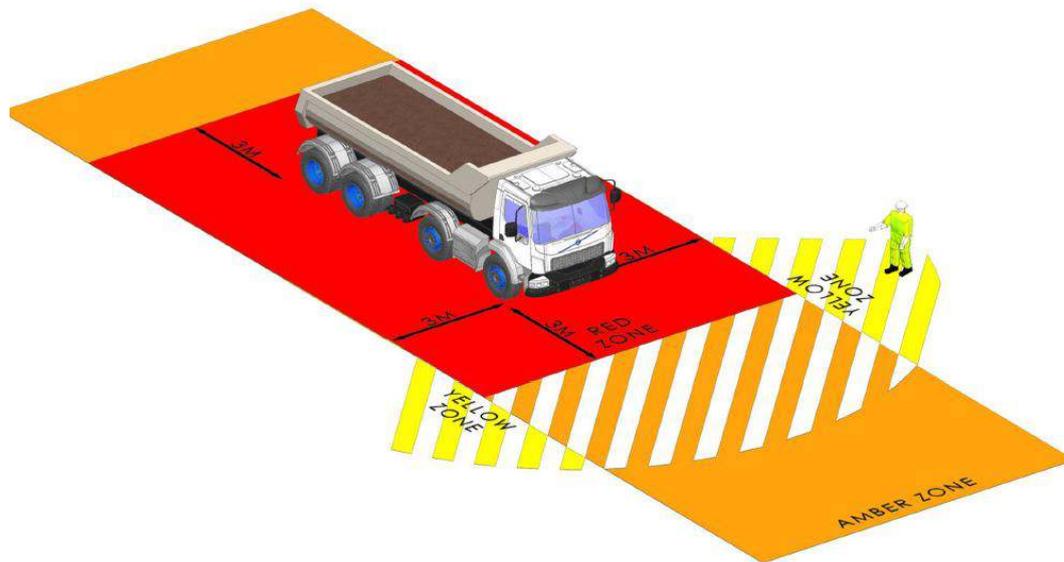
**Amber Zone**

Signaler atau pekerja lain dilarang memasuki zona ini sebelum dikonfirmasi secara pasti oleh operator tractor untuk memastikan keselamatan pekerja tersebut. Jika harus dilakukan pekerjaan di zona ini maka prosedur keselamatan harus diperhatikan dengan baik, dan deskripsi pekerjaan harus jelas untuk meminimalkan waktu yang dihabiskan di dalam zona ini. Zona berada di belakang alat berat dengan jarak minimal 3 meter, untuk zona di depan wheel tractor scraper jarak aman harus diatur lebih jauh, yaitu lebih dari 3 meter dari roda depan tractor mengingat alat berat ini memiliki kecepatan mobilisasi yang tinggi.

**Red Zone**

Pekerja dilarang memasuki zona ini sampai wheel tractor scraper benar-benar terisolasi atau mesin dimatikan untuk mencegah cedera serius yang diakibatkan oleh kontak fisik dengan alat berat ini. Zona berada sekitar wheel tractor scraper dengan jarak dibawah 3 meter, zona ini sangat berbahaya karena dapat beresiko cedera serius bahkan kematian.

## DUMP TRUCK



Gambar 6.34 Zona Keselamatan Dump Truck

### **Yellow Zone**

Signaler atau pekerja yang bertugas mengarahkan operator dump truck harus bekerja di dalam zona ini. Zona berada di samping depan dump truck, dengan jarak aman minimal 3 meter dari kepala truck.

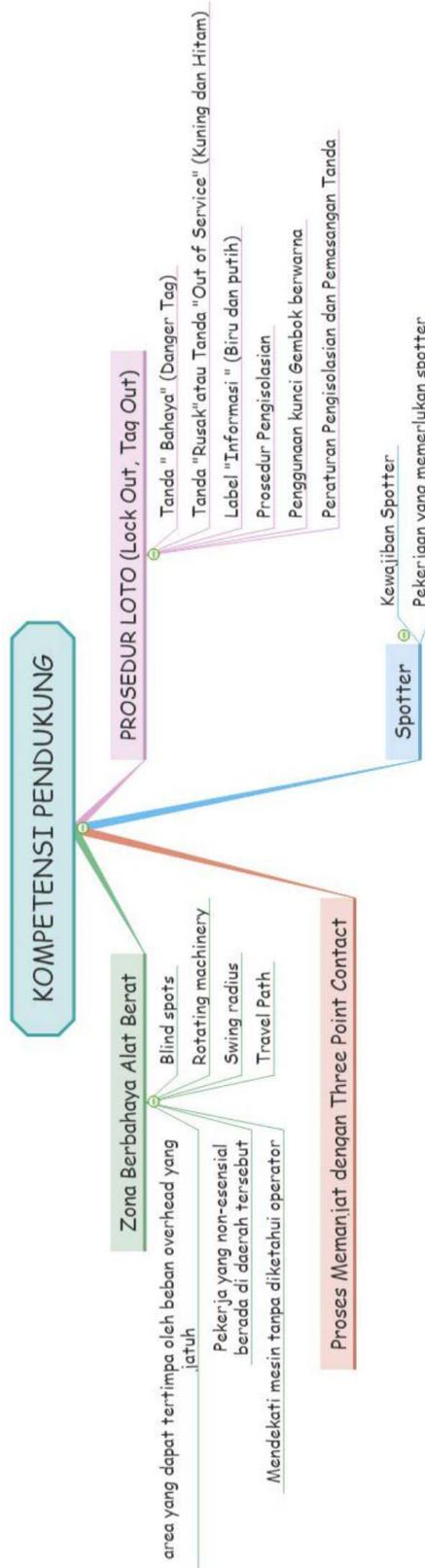
### **Amber Zone**

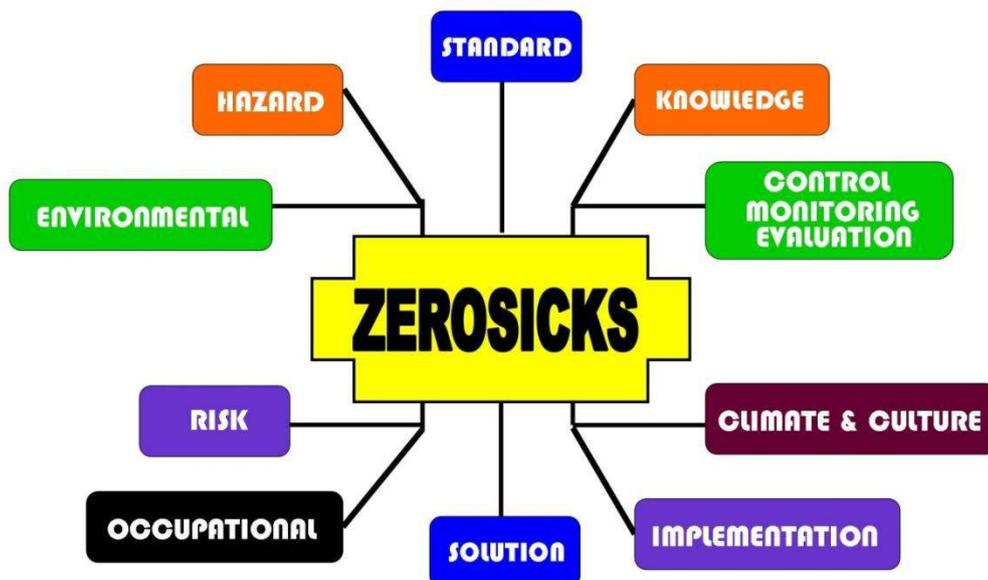
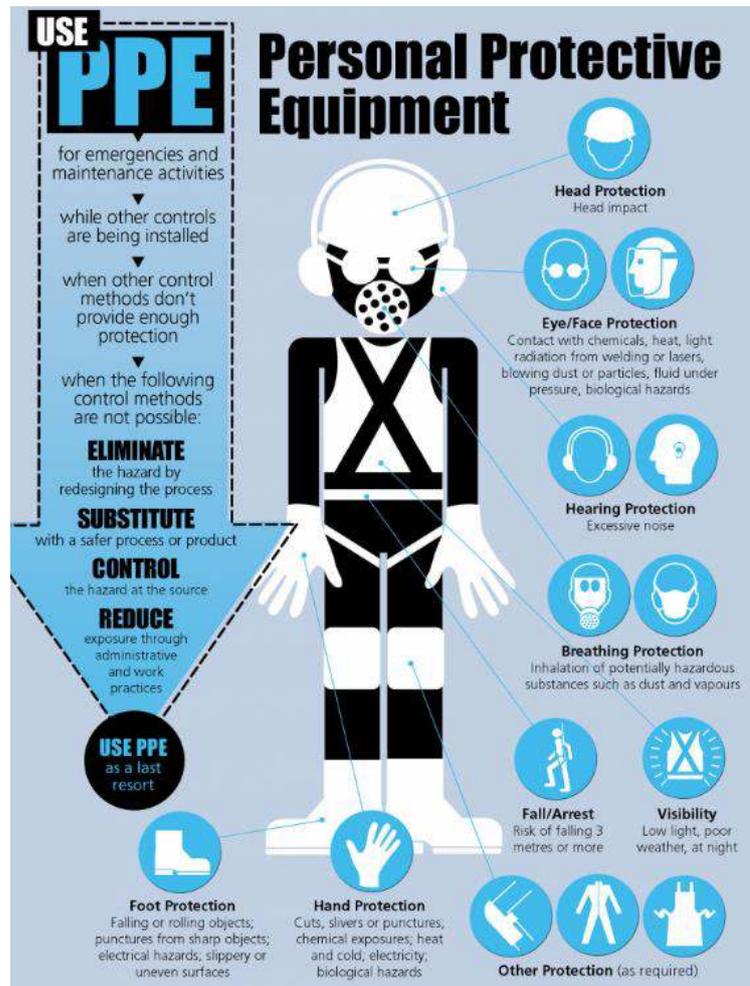
Signaler atau pekerja lain dilarang memasuki zona ini sebelum dikonfirmasi secara pasti oleh operator truck untuk memastikan keselamatan pekerja tersebut. Jika harus dilakukan pekerjaan di zona ini, maka prosedur keselamatan harus diperhatikan dengan baik, dan deskripsi pekerjaan harus jelas untuk meminimalkan waktu yang dihabiskan di dalam zona ini. Zona berada di belakang alat berat dengan jarak minimal 3 meter, untuk zona di depan dump truck jarak aman harus diatur lebih jauh, yaitu lebih dari 3 meter dari kepala dump truck mengingat alat berat ini memiliki dimensi yang besar dan kecepatan mobilisasi yang tinggi.

### **Red Zone**

Pekerja dilarang memasuki zona ini sampai dump truck benar-benar terisolasi atau mesin dimatikan untuk mencegah cedera serius yang diakibatkan oleh kontak fisik dengan alat berat ini. Zona berada disekitar wheel tractor scraper dengan jarak dibawah 3 meter, zona ini sangat berbahaya karena dapat beresiko cedera serius bahkan kematian jika terlindas oleh dump truck.

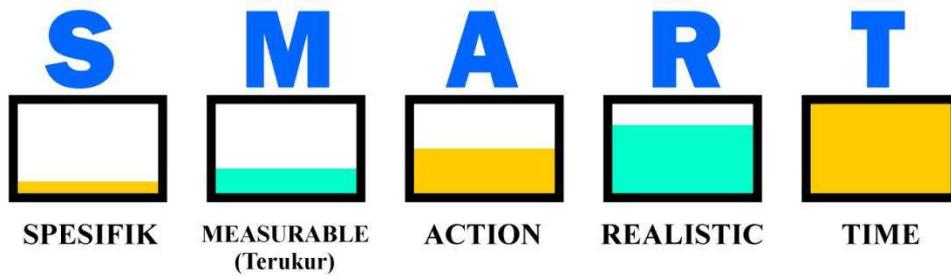
# MIND MAPPING





### Konsep SMART

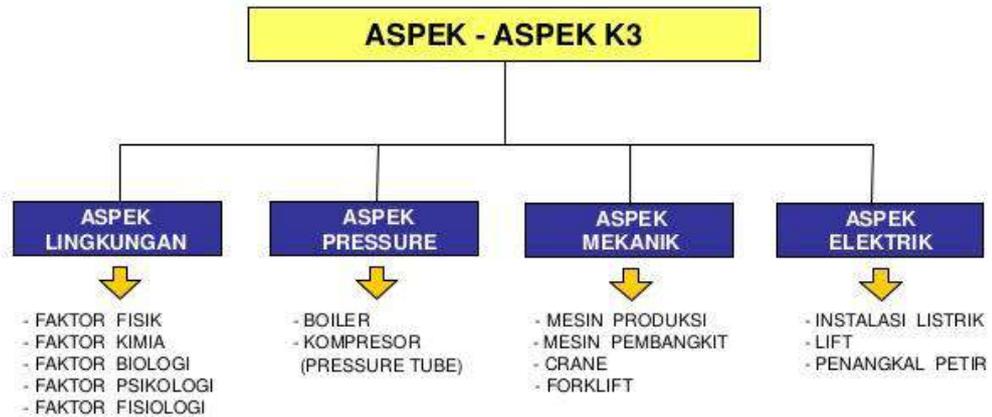
Merupakan suatu konsep untuk mencapai tujuan secara efektif



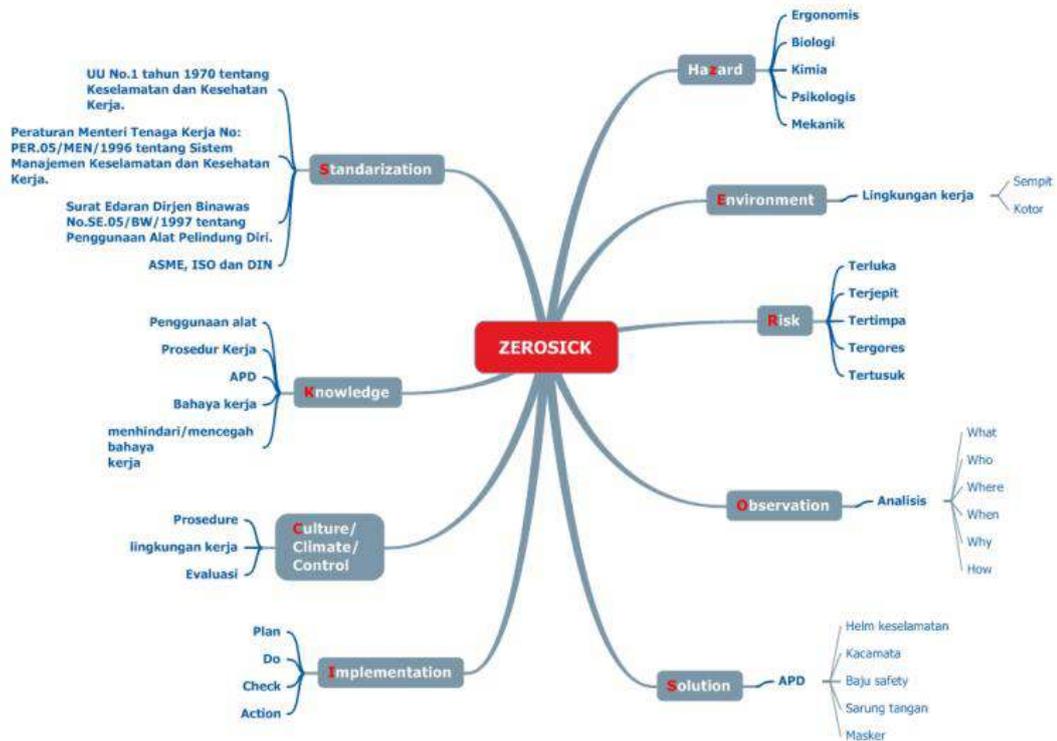
1. Spesifik, ketika kita menentukan target atau mencari sebuah solusi harus jelas dan spesifik agar semua yang sudah disusun terarah dengan baik
2. Measurable, pencapaian target serta kebutuhan pada sesuatu harus terukur dan terstruktur dengan baik
3. Action, sesuatu yang telah disusun harus ditindaklanjuti sebagai kegiatan
4. Realistic, menentukan target atau mencari sebuah solusi harus memperhatikan lingkungan sekitar agar keduanya dapat terlaksana (tidak hanya sebatas rencana)
5. Time, artinya dalam merencanakan solusi harus dilengkapi dengan jangka waktu sebagai perkiraan pelaksanaan program secara terstruktur.



## ASPEK-ASPEK KESELAMATAN DAN KESEHATAN KERJA (K3)



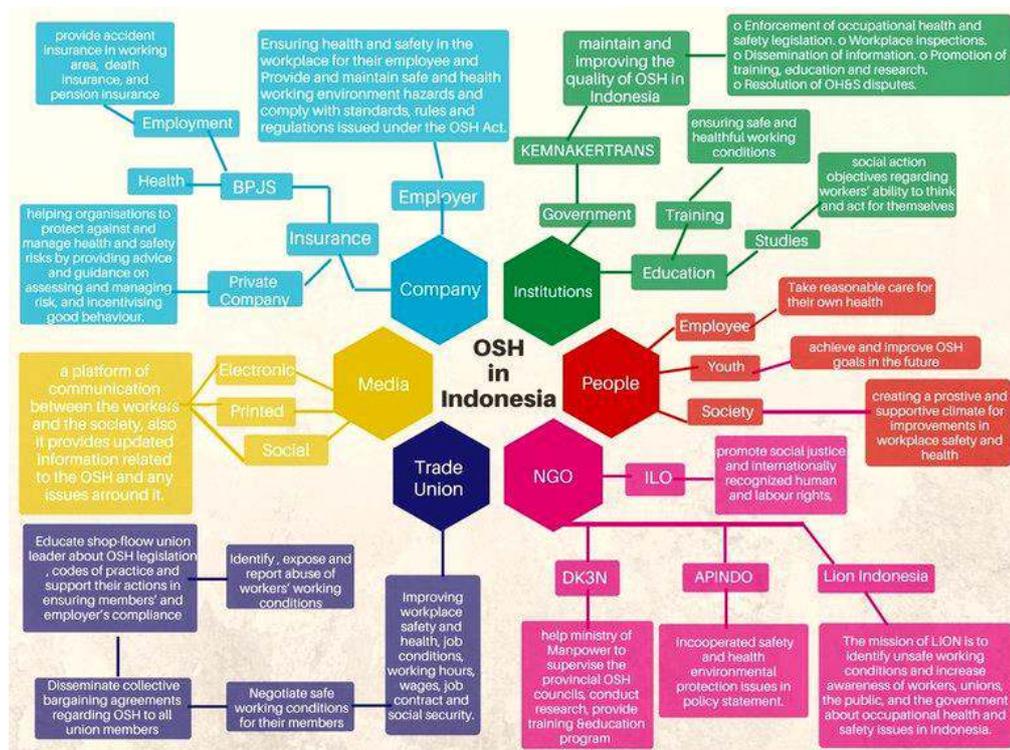
. Gambar 2. Contoh Tabel Aspek kesehatan dan keselamatan kerja pada Perusahaan



Gambar 3. Metode Analisis Zerosick Pada K3



Gambar 4. Skema Analisa Hazard Pada Kasus



Gambar 5. Contoh mindmap manajemen standart risk safety management



Model siklus PDCA dalam implementasi K3

Beberapa Pertimbangan Dalam Melakukan  
**Identifikasi Bahaya, Penilaian Risiko  
Serta Penetapan Pengendalian  
di Tempat Kerja:**

SAFETY at SCHOOL | SYNERGY SOLUTIONS | PROXSIS

**10** Desain tempat kerja, proses, instalasi, permesinan dan peralatan, prosedur operasional dan organisasi kerja.

**09** Kewajiban perundangan yang terkait penilaian risiko dan tindakan pengendalian.

**08** Modifikasi sistem manajemen K3.

**07** Perubahan pada organisasi, aktifitas atau material.

**06** Infrastruktur, peralatan dan material yang ada di tempat kerja.

**01** Aktifitas rutin dan tidak rutin.

**02** Aktifitas orang-orang yang mempunyai akses ke tempat kerja.

**03** Perilaku manusia, kemampuan dan faktor manusia lainnya.

**04** Bahaya dari luar tempat kerja.

**05** Bahaya yang timbul di tempat kerja.

Sumber: OHSAS 18001:2007 dan PP No. 50 Tahun 2012

www.synergysolusi.com | www.indonesiasafetycenter.org

Facebook SynergySolusiGroup 
 Twitter @synergysolusi 
 LinkedIn Synergy Solusi Group (Proxsis Sustainability) 
 Instagram synergysolusihs

Gambar 4. Infografis

Sumber : <https://www.synergysolusi.com/images/pop-up/infografis-baru.jpg>

## BAB 8

## SAFETY ALERT

Safety Alert adalah materi panduan singkat yang menyoroiti insiden atau praktik tidak aman pada suatu industri. Safety Alert menguraikan tindakan yang perlu diambil untuk mencegah insiden tersebut kembali terjadi atau untuk mencegah praktik yang tidak aman. (<http://www.worksafe.nt.gov.au>). Komponen-komponen yang penting dalam menyusun sebuah safety alert yaitu bagian identitas, situation, background, assessment dan recommendation.

1. Bagian identitas

Bagian identitas pada safety alert berisi nomor kejadian, lokasi kejadian, departemen tempat terjadinya kecelakaan, dan tanggal waktu kejadian.

2. Situation

Bagian ini menguraikan tentang situasi secara detail mengenai kecelakaan yang terjadi.

3. Background

Bagian ini menjelaskan tentang latar belakang terjadinya kecelakaan kerja, aspek apa saja yang mempengaruhi terjadinya kecelakaan kerja dan penyebab terjadinya kecelakaan kerja tersebut.

4. Assessment

Assessment memberikan penilaian atau penaksiran dari kecelakaan yang terjadi. Penilaian ini dapat berupa mencari faktor-faktor apa sajakah yang mempengaruhi terjadinya kecelakaan kerja tersebut termasuk bahaya apa saja yang dapat terjadi dari suatu penyebab kecelakaan kerja yang telah diidentifikasi.

5. Recommendation

Bagian recommendation memberikan penjelasan mengenai tindakan apa saja yang harus dilakukan apabila terjadi kecelakaan serupa. Bagian ini juga dapat berisi pencegahan agar kecelakaan serupa tidak terjadi lagi atau tindakan apa saja yang harus dilakukan agar kecelakaan tidak kembali terjadi.

Pada beberapa perusahaan, safety alert berisi identitas kecelakaan kerja, situasi/ uraian kejadian kecelakaan kerja, cedera yang dialami oleh pekerja yang

mengalami kecelakaan, faktor penyebab kecelakaan kerja dan tindakan perbaikan yang harus dilakukan agar kecelakaan tidak terjadi lagi.

Berikut contoh beberapa safety alert yang diambil dari beberapa sumber :

<b>SAFETY ALERT INFORMATION</b>			
<b>Nomor Kejadian :</b>	01/ME/XI/2018	<b>Bagian/ Departemen :</b>	Mekanikal Elektrikal
<b>Lokasi Kejadian :</b>	Bengkel	<b>Tanggal dan waktu kejadian:</b>	14 November 2018 pukul 09.30 WIB
<b>Uraian Kejadian :</b> Dalam proses pemindahan cylinder bucket dari stand ke crane truck, tiba – tiba jari manis tangan kanan terjepit diantara cylinder yang diangkat dengan cylinder yang ada di stand.			
<b>Cidera :</b> Korban mengalami cedera berat dengan luka terbuka dan patah tulang jari telunjuk tangan kanan pada ruas kedua sehingga penangannya jari harus diamputasi.			
<b>Faktor Penyebab :</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>A. Penyebab Langsung                             <ul style="list-style-type: none"> <li>1. Tindakan tidak aman (uraian tindakan tidak aman yang dilakukan pekerja)</li> <li>2. Kondisi tidak aman (uraian kondisi tidak aman yang dialami pekerja saat terjadinya kecelakaan kerja)</li> </ul> </li> <li>B. Penyebab Dasar Kecelakaan                             <ul style="list-style-type: none"> <li>1. Faktor Pribadi (uraikan faktor dari dalam pribadi pekerja yang menjadi penyebab kecelakaan misalnya ; kurang memahami tugas yang diberikan, kurang memahami resiko bahaya dari pekerjaan yang dilakukan dan lain sebagainya)</li> <li>2. Faktor Pekerjaan</li> </ul> </li> </ul>			

<p>(uraikan faktor penyebab yang berasal dari pekerjaan yang sedang dilakukan misalnya ; tidak jelasnya SOP yang telah disusun, kurangnya supervisi dari atasan, JSA yang dibuat masih kurang memadai, tidak dilakukannya identifikasi bahaya, JSA tidak dievaluasi dan lain sebagainya)</p>
<p><b>Tindakan Perbaikan :</b>          (uraikan tentang tindakan yang segera dilakukan agar kecelakaan serupa tidak akan terjadi kembali)</p>

Berikut contoh Safety Alert yang diberikan dari sumber <https://www.hse.ie/> :

	SAFETY ALERT		
Ref: SA:001:00	RE: - Electrical Equipment e.g. Treatment Couches, Chairs & Beds -Potential Risk Of Injury From Damaged Electrical Cables		
Issue date:	December 2014	Review date:	Decembe
Author(s):	National Health & Safety Function - Training Team		
S	<p><b>SITUATION:</b>            The purpose of this Safety Alert is to highlight the importance of managing potential risks presented by electrical equipment and associated cables.</p>		

**B**

**BACKGROUND:**

**Figure 1:** Illustrates mechanical damage to the insulation of an electrical cable has the potential to cause serious electrical shock or electrocution.



**A**

**ASSESSMENT:**

**Electrical Cable Hazards:**

The insulation on electrical cables can become damaged and frayed, exposing internal conductors, which may present a risk to staff, patients, visitor and others. Potential injuries arising from contact with live electricity can be severe and may include:

1. Electric shock or Electrocution
2. Burns sustained at the point of electrical contact
3. Fires caused by overheating, or the ignition of explosive atmospheres.
4. Secondary injuries as a result of muscle spasms or, for example, falling after an electric shock

A number of factors may cause electrical cables to become damaged or severed, including:

1. Trapping/pinching of the cable, e.g.:
  - a. By contact with moving components of the equipment, e.g. wheels and brakes
  - b. When raising or lowering equipment or its parts, e.g. bed/seat frame, leg support, backrest, headrest, etc
2. Rolling or resting equipment over/on the cables, e.g. when positioning a bed or patient hoist
3. Overstretching cabling when repositioning equipment, e.g. during cleaning procedures
4. Unsafe placement of cables across work areas, including:
  - a. Traffic routes and doorways and under carpets and rugs where cables may be subject to foot, vehicular and/or trolley traffic
  - b. Contact with hot equipment, e.g. heaters and toasters
  - c. On, or along the walls of narrow corridors where cables/plugs may be vulnerable to impact damage, e.g. due to contact with trolleys
5. Cabling positioned so that it severely bends at a single point
6. Incorrect storage of electrical equipment and cabling
7. Use of equipment and cabling in an inappropriate environment, e.g. wet environment/outdoors

Additional hazards created by electrical cables may include:

1. Trip and fall hazard due to a taut or stretched cable positioned close to, or across a walkway
2. Dislodgement of a plug from a wall socket, which could result in arcing/sparking, resulting in fire or explosion, e.g. where there may be an oxygen rich environment
3. Extension leads or flexes left in an area which may be accessible to children – risk of electric shock
4. Overheating of a cable/flex if not fully unwound, or if wrapped around a piece of furniture (e.g. table leg)
5. Overheating of a cable/flex if placed under too much electrical load

## R

**RECOMMENDATIONS:****Service/Department/Ward/Line Managers Actions:**

1. Immediately undertake a review of the use (working procedures), positioning and condition of electrical equipment and cabling. Faulty or damaged equipment should be removed from use and labelled as described in 6(iv) below
2. Ensure risk assessments take into account the risks associated with electrical equipment and cables
3. Ensure that equipment/cabling is positioned, checked, used and maintained, etc., so as to avoid risks such as those described in this Alert
4. A competent person must undertake periodic inspections and servicing of electrical equipment and cabling as per the equipment manufacturer's instructions
5. A written record must be kept of all inspections, maintenance and servicing of equipment
6. Information and instruction should be provided to relevant employees and others regarding:
  - (i) Hazards and risks presented by electrical equipment and cabling
  - (ii) The safe usage of the equipment as per manufacturer's instructions
  - (iii) The visual checking of electrical equipment prior to use
  - (iv) The actions to be taken should electrical equipment appear unsafe.
 

In summary:

    - a. The line manager should be informed immediately
    - b. Equipment must be taken out of use and labelled: "DAMAGED DO NOT USE"
    - c. The relevant competent persons should be contacted to arrange a repair or replacement
    - d. The safety of staff, service users and others shall be maintained at all times
7. All incidents and near misses involving the electrical equipment must be reported and investigated in accordance with the current version of the HSE Safety Incident Management Policy

**All Staff Should:**

1. Observe risk assessments and adhere to safe working procedures and manufacturer instructions
2. Undertake a visual inspection of electrical equipment and cables prior to use.
3. Report damage/defects to the manager immediately - Do not use damaged/defective equipment (see 6(iv) above)
4. Report incidents and near misses to the manager
5. Any damaged or faulty equipment is immediately removed from use, labelled and either repaired or replaced as appropriate

<b>Distribution:</b>	Each Member of the Directorate and National Director HSE Each Chief Officer, HSE Each Assistant National Director, HR Each Employee Relations Manager, HR, HSE Each Hospital Group CEO Divisional and Corporate Management Teams Senior Managers Service Managers /Designated Local Managers <b>Please ensure that this Safety Alert is brought to the attention of all relevant persons in the workplace.</b>
<b>Acknowledgments:</b>	Julie Keegan, Health & Safety Advisor, National Health & Safety

---

## GLOSSARIUM

- ALAT BERAT** : Mesin berukuran besar yang didesain untuk melaksanakan fungsi konstruksi seperti pengerjaan tanah (earthworking) dan memindahkan bahan bangunan. Alat berat umumnya terdiri atas lima komponen, yaitu implemen, alat traksi, struktur, sumber tenaga dan transmisinya (power train), serta sistem kendali.
- ADDITIVE PUMP** : Pompa aditif dibuat dari baja galvanis dan disediakan lengkap dengan rakitan pompa dan motor dengan berbagai ukuran.
- ADDITIVE TANK** : Tangki tempat penyimpanan aditif cair sebagai bahan pembangunan jalan
- ALAT PELINDUNG DIRI (APD)** : kelengkapan yang wajib digunakan saat bekerja sesuai bahaya dan risiko kerja untuk menjaga keselamatan pekerja itu sendiri dan orang di sekelilingnya.
- ATTACHMENT** : Suatu berkas yang dikirimkan bersama dengan pengiriman pesan.
- BACKHOE** : Alat penggali hidrolis yang pada bagian depan terpasang bucket
- BASE COURSE** : Lapisan pondasi atas
- BELT CONVEYOR** : sebuah alat transportasi material tambang yang lebih efisien dari transportasi lain dalam radius < 2 KM tergantung desainnya. Material yang ditransportasikan

dapat berupa bubuk, granula dan benjolan dengan kapasitas lebih dari 2000ton/jam

**BIT** : Sedikit

**BLASTING** : proses pembersihan permukaan material dengan menggunakan sistem penyemprotan udara bertekanan tinggi dengan berbagai media seperti pasir,air,dan lain-lain.

**BUCK WHEEL EXCAVATOR** : alat berat yang digunakan pada surface mining, dengan fungsi utama sebagai mesin penggali terus menerus dalam skala besar pada penambangan terbuka.

**BULLDOZER** : salah satu alat berat yang mempunyai roda rantai (track shoe) untuk pekerjaan serbaguna yang memiliki kemampuan traksi tinggi. Bisa digunakan untuk menggali (digging), mendorong (pushing), menggusur meratakan (spreading), menarik beban, menimbun (filling), dan lain-lain. Mampu beroperasi di daerah lunak atau keras sekalipun.

**CRANE** : suatu alat pengangkat dan pemindah material yang bekerja dengan prinsip kerja tali, crane digunakan untuk angkat muatan secara vertikal dan gerak kearah horizontal bergerak secara bersama dan menurunkan muatan ke tempat yang telah ditentukan dengan mekanisme pergerakan crane secara dua derajat kebebasan.

- CONCRETE PUMP** : sebuah mesin/alat yang digunakan untuk menyalurkan adonan beton segar dari bawah ke tempat pengecoran atau tempat pengecoran yang letaknya sulit dijangkau oleh truck mixer.
- CONTROL SYSTEM** : suatu alat (kumpulan alat) untuk mengendalikan, memerintah, dan mengatur keadaan dari suatu sistem.
- CRAWLER CRANE** : salah satu jenis dari crane, dimana alat ini merupakan alat pengangkat yang biasa digunakan didalam proyek konstruksi ataupun pertambangan. Cara kerja crane adalah dengan mengangkat material yang akan dipindahkan, memindahkan secara horizontal, kemudian menurunkan material di tempat yang diinginkan.
- DRAGLINE** : jenis excavator yang menghubungkan bucket dan boom dengan wirerope (tali besi). Dragline digunakan untuk menggali material dan kemudian memindahkan material tersebut ke alat pengangkut seperti truk atau daerah penimbunan.
- DRILLING RIG** : suatu instalasi peralatan untuk melakukan pengeboran ke dalam reservoir bawah tanah untuk mendapatkan air, minyak, gas bumi atau mineral bawah tanah. Drilling Rig bisa berada di atas tanah (on shore) atau di atas laut/di lepas pantai (off shore) tergantung kebutuhan pemakaiannya.
- DRILL STRING** : Tali bor

- DUPM TRUCK** : dikenalkan pertama kali pada Tahun 1930 dengan kapasitas angkut kurang lebih 15 ton. Saat ini alat berat tersebut dapat mengangkut kurang lebih 350 ton material. Secara umum, Dump Truck dilengkapi dengan bak terbuka untuk mengangkut material di pertambangan. Dump truck juga dilengkapi hidrolik di bagian depan, sehingga dapat mengangkat bagian bak, serta engsel pada bagian bawah bak yang menyebabkan material tersebut melorot ke bawah.
- EXCAVATOR** : Alat penggali
- EXCAVATOR  
CLAMSHELL** : alat berat yang biasanya digunakan di 315ndustry, seperti konstruksi pertambangan, infrastruktur dan lainnya dengan tujuan untuk mempermudah manusia melakukan pekerjaan. Adapun fungsi dari excavator secara umum, yaitu untuk penggalian dan pemindahan.
- FAKTOR  
BAHAYA** : Merupakan Faktor – factor yang bisa menimbulkan bahaya kerja
- GEMBOK** : sejenis mekanisme yang terdiri dari sebatang logam berbentuk "U" dengan kaitan di ujungnya yang dapat dibuka-tutup dengan bantuan kunci.
- HAZARD** : sumber bahaya yang berpotensi membuat kerugian pada manusia, lingkungan, serta alat kerja. Berikut Sumber bahaya yang ada di pertambangan.

- HUMAN ERROR** : Suatu penyimpangan dari standar performansi yang telah ditentukan sebelumnya sehingga menyebabkan adanya penundaan akibat dari kesulitan, masalah, insiden, dan kegagalan.
- IDLE** : Idle berarti ks. bermalas-malas. 2 tidak jalan.3 (me)nganggur. to stand i. 1 berpangku-tangan, bertopang dagu (of a person). 2 menganggur. -kki. hidup, jalan.
- KAK** : Merupakan singkatan dari Kecelakaan Akibat Kerja
- KKJK** : Kerangka kualifikasi jasa konstruksi
- KKNI** : kerangka penjenjangan kualifikasi sumber daya manusia Indonesia yang menyandingkan, menyetarakan, dan mengintegrasikan sektor pendidikan dengan sektor pelatihan dan pengalaman kerja dalam suatu skema pengakuan kemampuan kerja yang disesuaikan dengan struktur di berbagai sektor pekerjaan
- KOMPETENSI DASAR** : Kompetensi Dasar adalah kemampuan untuk mencapai Kompetensi Inti yang harus diperoleh oleh peserta didik melalui pembelajaran.
- KOMPETENSI INTI** : tingkat kemampuan untuk mencapai Standar Kompetensi Lulusan yang harus dimiliki oleh peserta didik pada setiap atingkat, kelas atau program.
- KONSTRUKSI** : Suatu kegiatan membangun sarana maupun prasarana. Dalam sebuah bidang arsitektur atau teknik sipil, sebuah konstruksi juga dikenal sebagai bangunan atau

satuan infrastruktur pada sebuah area atau pada beberapa area. Secara ringkas konstruksi didefinisikan sebagai objek keseluruhan dari bangun(an) yang terdiri dari bagian-bagian struktur.

- LOADER DAN DOZER** : Alat pemindah material
- LOTO** : suatu prosedur untuk mengkomunikasikan dan memberi penanda bahwa peralatan tersebut sedang dalam perbaikan atau ada yang sedang memperbaiki.
- LOW BACK PAIN** : Nyeri pinggang sering terjadi akibat gangguan pada tulang dan otot punggung.
- METER** : Satuan dasar untuk ukuran panjang dalam sistem SI
- MOTORIZED CHASIS** : Bagian paling dasar dari sepeda motor yang berfungsi mendukung mesin, transmisi, suspensi, dan sebagainya, serta untuk menjaga stabilitas pengendalian dan kenyamanan.
- MUD PUMP** : Pompa Lumpur digunakan untuk mensirkulasikan cairan pemboran dari tangki Lumpur, stad pipe, swivel, Kelly dan sepanjang pipa bor dan keluar melalui annulus kembali ke tangki lumpur.
- NYUNGSEP** : Jatuh ke depan
- PAK** : merupakan penyakit yang disebabkan oleh proses pekerjaan, bahan kerja, alat kerja serta lingkungan kerja. PAK adalah akibat yang timbul dari adanya KAK.

<b>PIRANTI</b>	: Perangkat
<b>PRESSURE SURFACE CONNECTION</b>	: Koneksi permukaan tekanan
<b>RISK (RESIKO)</b>	: Merupakan bahaya yang dapat terjadi akibat adanya suatu tindakan atau proses yang dilakukan seseorang. Jenis resiko yang timbul dan dihadapi oleh pekerja dalam dunia kerja yang dapat diidentifikasi menjadi dua jenis, yaitu Kecelakaan Akibat Kerja (KAK) dan Penyakit Akibat Kerja (PAK).
<b>REMOTE CONTROL</b>	: Kendali jarak jauh
<b>SAFETY</b>	: Suatu kegiatan yang ditujukan untuk mencegah semua jenis kecelakaan yang ada kaitannya dengan lingkungan dan situasi kerja.
<b>SHOTCRETE</b>	: Shotcrete terutama digunakan dalam proyek konstruksi bawah tanah sebagai penguat struktural awal ataupun permanen untuk struktur bangunan, seperti jalan bawah tanah, terowongan kereta api, Pembangkit Listrik Tenaga Air (PLTA), tambang bawah tanah, kereta bawah tanah, dan lain-lain. Tidak hanya itu, shotcrete juga dapat digunakan untuk penguat lereng guna mencegah terjadinya longsor, pembuatan kolam renang, saluran air, perbaikan beton, dan inner lining arsitektur.

- SKELETON** : Berfungsi untuk menggali dan memuat batu-batu bekas ledakan atau bekerja di crusher.
- BUCKET**
- SKKNI** : Rumusan kemampuan kerja yang mencakup aspek Pengetahuan (knowledge), Keterampilan dan/atau Keahlian (skills) serta Sikap kerja (attitude) yang relevan dengan pelaksanaan tugas dan syarat jabatan yang ditetapkan sesuai dengan ketentuan peraturan perundang-undangan yang berlaku.
- SOLUSI** : sebuah upaya untuk mengurangi, memperkecil, dan menghilangkan risiko yang ada pada lingkungan kerja. Secara umum solusi yang dapat dilakukan guna mencegah kecelakaan kerja pada lingkungan kerja
- SPEEDOMETER** : Sebuah alat pengukur kecepatan kendaraan darat, yang merupakan perlengkapan standar setiap kendaraan yang beroperasi di jalan.
- SPECIFIC GRAVITY** : Merupakan perbandingan densitas suatu fluida terhadap fluida standar (reference)
- SPOTTER** : Orang yang bertugas untuk memberikan arahan/ petunjuk kepada operator/ teknisi yang berwenang yang sedang mengoperasikan suatu unit atau equipment pada saat beroperasi di area kerja yang memerlukan arahan.
- SPRAYING ARM** : Lengan penyemprot
- STANDBY** : Bersiap siap , Siap sedia

- SUB BASE** : Material yang dipasang dibawah Base di atas Subgrade
- SUBGRADE** : Tanah dasar di bagian paling bawah lapis perkerasan jalan.
- TALUD** : Dinding penahan tanah
- TAMROCK** : Salah satu alat berat yang dapat digunakan untuk proses blasting. Tamrock merupakan alat berat yang digunakan untuk pembongkaran material.
- TANDEM  
ROLLER** : Pelaksanaan konstruksi jalan dan lapangan terbang, atau bahkan konstruksi pembangunan lainnya yang membutuhkan stabilitas dan kepadatan tertentu, sehingga diperlukan suatu alat berat untuk melakukan pemadatan. Terkait usaha pemadatan tersebut, umumnya dalam pelaksanaan konstruksi jalan dilakukan dengan penggilasan yang menggunakan rollers.
- THREE POINT  
CONTACT** : Proses dalam memanjat dan menuruni saat bekerja di atas ketinggian dengan tiga prosedur
- TOWER CRANE** : alat untuk mengangkut material. Material tersebut dapat diangkut secara vertikal dan horizontal. Namun, proses pengangkutan terbatas pada ruang gerak dan ketinggian tertentu.
- V-EDG TYPE** : Bucket dengantipe berbentuk huruf “V”.
- WATER TANK  
TRUCK** : kendaraan berat yang dirancang dan difungsikan untuk membawa beban bersifat cair (zat cair), seperti air, minyak, aspal, dan sebagainya. Truck tanker pada

umumnya berukuran besar, dimana muatan yang terdapat dalam tangki dapat terisolasi atau non terisolasi, bertekanan atau non bertekanan, dan dirancang untuk satu jenis beban ataupun beberapa jenis beban.

**WHEEL LOADER** : salah satu alat berat bergerak yang digunakan untuk memindahkan material ke dalam dumptruck atau tempat lain. Alat ini dapat beroperasi pada daerah yang rata, kering, dan keras. Material tersebut dapat berupa tanah, pasir, dan sebagainya.

**WHEEL TRACTOR SCRAPER** : adalah alat berat beroda ban (tire) yang berfungsi untuk memuat, memindahkan, menyebarkan, dan membuang material dalam rangka pemeliharaan jalan (Buntarto, 2016: 5). Selain itu, Wheel Tractor Scraper dapat digunakan untuk mengeruk, mengangkat dan menabur tanah hasil pengerukan secara berlapis. Memuat atau mengangkat dan membuang secara individu dapat dilakukan dengan atau tanpa dibantu pendorong (buldozer).

**WORK ZONE** : Zona kerja atau wilayah kerja

**ZEROSICK** : merupakan metode analisis untuk mengatur proses-proses pekerjaan dalam satuan pekerjaan. Zerosicks biasanya digunakan dalam lingkup industri atau instansi lain yang bertujuan untuk memberikan solusi berlandaskan analisis kecelakaan yang telah terjadi.

**ZONA BERBAHAYA** : Blind spots (Titik buta), Rotating machinery (Putaran mesin), Swing radius (Radius ayunan), Travel Path (Jalan

setapak), Mendekati mesin tanpa diketahui operator, Pekerja yang non-esensial berada di daerah tersebut dan area yang dapat tertimpa oleh beban diatas yang jatuh.

**5S/5R**

: Suatu metode untuk mengatur lingkungan kerja yang sesuai dengan prosedur agar menjadi lingkungan kerja baik secara berkelanjutan. 5R/5S merupakan culture atau budaya yang harus terus terbudayakan dalam benak para pekerja.

## DAFTAR PUSTAKA

### I. PENDAHULUAN

Departemen Pekerjaan Umum. (2008). Standar Kompetensi Kerja Nasional Indonesia, Tahun 2008, tentang Mekanika Engine Alat Berat.

### II. ZEROSICK

[www.safetyposter.co.id](http://www.safetyposter.co.id)

[www.bukalapak.com](http://www.bukalapak.com)

[www.safetysign.co.id](http://www.safetysign.co.id)

[www.histeel.co.id](http://www.histeel.co.id)

hedisasrawan.blogspot.com

katigaku.top

### III. DASAR ALAT BERAT

[www.twentywheels.com](http://www.twentywheels.com)

[www.hargahino.com](http://www.hargahino.com)

Proyek Stok Yard Suzuki Negara (10/05/2015)

Susy Fatena Rostiyanti (2008)

### IV. ALAT BERAT BERODA

**Backhoe**

-

**Water Tank Truck**

Fernando, Rudi. "Konsep Dasar Kesehatan dan Keselamatan Kerja". 29 November 2016.

<http://digilib.mercubuana.ac.id/>

<http://rudifernando.blogspot.co.id/2013/01/konsep-dasarkesehatan-dan-keselamatan.html>

<https://www.fullyloaded.com.au/detail/caterpillar-773-water-tank-201605>

<https://www.youtube.com/watch?v=wnjBepHpFBs>

<https://www.youtube.com/watch?v=UeiP11P1Jsg>

<https://www.youtube.com/watch?v=H-zNvMwBrUQ>

- <http://www.indoshe.com/category/artikel/inspiratif-k3/>  
<http://k3pelakan.blogspot.co.id/2010/11/lampu-rotary.html>  
[http://www.cakrawajaya.com/2009/03/referensi-simbol-rambu-rambu\\_05.html#.WuaVjoiFPIU](http://www.cakrawajaya.com/2009/03/referensi-simbol-rambu-rambu_05.html#.WuaVjoiFPIU))  
<http://theartofcritism.blogspot.co.id/2015/06/faq-about-k3-keselamatan-dan-kesehatan.html> )  
[http://i.ebayimg.com/00/s/MTAwNVgxMTAy/z/eJUAASw~FNUZEjo/\\$3.JPG?set\\_id=2](http://i.ebayimg.com/00/s/MTAwNVgxMTAy/z/eJUAASw~FNUZEjo/$3.JPG?set_id=2))  
<http://www.dhelalqamar.ae/wp-content/uploads/Cow-Split-Leather-Double-Palm-Work-Gloves>  
<https://4.imimg.com/data4/SK/LG/MY-3854480/industrial-safety-shoes>  
[https://images.homedepot-static.com/productImages/c42fb37c-b95f-4685-bab1-090388fd34ee/svn/high-visibility-yellow-tr-industrial-safety-vests-tr88006-64\\_1000.jpg](https://images.homedepot-static.com/productImages/c42fb37c-b95f-4685-bab1-090388fd34ee/svn/high-visibility-yellow-tr-industrial-safety-vests-tr88006-64_1000.jpg)  
<https://multimedia.3m.com/mws/media/662450P/tracer-earplugs.jpg>  
[https://cdn8.bigcommerce.com/s-d8bzk61/images/stencil/1280x1280/products/1041/8604/BF57\\_93383.1493233799.jpg?c=2&imbyypass=on](https://cdn8.bigcommerce.com/s-d8bzk61/images/stencil/1280x1280/products/1041/8604/BF57_93383.1493233799.jpg?c=2&imbyypass=on) )  
<https://www.instagram.com/p/BiLwglehnVO/>  
[https://blog.klikmro.com/wp-content/uploads/2018/03/10114726\\_1.jpg](https://blog.klikmro.com/wp-content/uploads/2018/03/10114726_1.jpg)  
 Kulo, E.N., Joice E.W. & Oscar H.K. 2017. Analisa Produktivitas Alat Berat untuk Pekerjaan Pembangunan Jalan. Jurnal Sipil Statik. 5, No.7. Diambil pada tanggal 30 Juli 2018, dari <https://ejournal.unsrat.ac.id/index.php/jss/article/download/17634/17154>

### **Wheel Loader**

- Wedhanto, S. 2009. Alat Berat dan Pemindahan Tanah Mekanis. [https://s3.amazonaws.com/academia.edu.documents/34416614/Alat\\_Berat\\_dan\\_Pemindahan\\_Tanah\\_Mekanis\\_-\\_Bab\\_I\\_pembagian\\_alat\\_berat.pdf](https://s3.amazonaws.com/academia.edu.documents/34416614/Alat_Berat_dan_Pemindahan_Tanah_Mekanis_-_Bab_I_pembagian_alat_berat.pdf) [Diakses pada tanggal 22 Juli 2018]

Buntarto. 2016. Alat Berat dan Sistem Undercarriage. Yogyakarta: PUSTAKABARUPRESS.

### **Wheel Tractor Scraper**

Anonymous. 2007. Controlling OHS hazards and risk. Worksafe Victoria: Victoria.

Buntarto. 2016. Alat Berat dan Sistem Undercarriage. Yogyakarta: PUSTAKABARUPRESS.

Fernandez, Jeffrey E., Michael Goodman. 1999. Ergonomics In The Workplace. Alexandria, VA: Exponent Health Group

Fernando, Rudi. "Konsep Dasar Kesehatan dan Keselamatan Kerja". 29 November 2016.

<https://burjoweb.wordpress.com/2017/03/23/jenis-jenis-alat-pelindung-diri-apd-beserta-fungsinya/>

<https://sistemmanajemenkeselamatankerja.blogspot.co.id/2013/09/pengertian-dan-definisi-k3-keselamatan.html>

[http://mustofarobi.blogspot.co.id/2016/05/materi-sop-dan-k3-dalam-bekerja\\_11.html](http://mustofarobi.blogspot.co.id/2016/05/materi-sop-dan-k3-dalam-bekerja_11.html)

<http://faisalichal.blogspot.co.id/2013/06/k3-kesehatan-keselamatan-dan-keamanan.html>

<http://dila12234.blogspot.co.id/2016/04/pengertian-sop-dan-k3.html>

[http://andreasanda411.blogspot.co.id/2017/05/k3-kesehatan-keselamatan-dan-keamanan\\_31.html](http://andreasanda411.blogspot.co.id/2017/05/k3-kesehatan-keselamatan-dan-keamanan_31.html)

<https://pxhere.com/id/photo/659806>

Pranoto, S., Dwiyanto, J.S., Eko Yuli, P. 2009. Buku Ajar Pemindahan Tanah Mekanis. <http://eprints.undip.ac.id/27841/1/0158-BA-FT-2009.pdf> [Diakses pada tanggal 30 Juli 2018]

### **Tandem Roller**

Anonim. 2008. Operating Manual Articulated Tandem Roller AV 80 X4 Edition 09. <http://www.yrco.co.nz/resources/library/AV80XOP.pdf> [Diakses pada tanggal 03 Agustus 2018]

Buntarto. 2016. Alat Berat dan Sistem Undercarriage. Yogyakarta: PUSTAKABARUPRESS.

<https://www.catanteguh.com/2016/12/macam-alat-berat-untuk-pemadatan-jalan.html>

<http://www.alatberat.com/blog/fungsi-dan-jenis-alat-berat-compacto>

[https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=5&cad=rja&uact=8&ved=0ahUKEWjn8JquyoTbAhUE448KHeyGBBQQFghHMAQ&url=https%3A%2F%2Fwww.bccsa.ca%2F\\_customelements%2FuploadedResources%2FTTSRollerSafety.docx&usg=AOvVaw3NpdgovbYiGKJ4D1xr6sMH](https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=5&cad=rja&uact=8&ved=0ahUKEWjn8JquyoTbAhUE448KHeyGBBQQFghHMAQ&url=https%3A%2F%2Fwww.bccsa.ca%2F_customelements%2FuploadedResources%2FTTSRollerSafety.docx&usg=AOvVaw3NpdgovbYiGKJ4D1xr6sMH)

[https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=9&cad=rja&uact=8&ved=0ahUKEwiw\\_6PCyoTbAhVFKo8KHaiEBPcQFghHMAg&url=http%3A%2F%2Fmadesafe.ca%2Fwp-content%2Fuploads%2F2016%2F09%2FCompacto\\_Safety\\_and\\_Operating\\_Procedures.doc&usg=AOvVaw0xj\\_t0ZGmbj2yqlvZujbs1](https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=9&cad=rja&uact=8&ved=0ahUKEwiw_6PCyoTbAhVFKo8KHaiEBPcQFghHMAg&url=http%3A%2F%2Fmadesafe.ca%2Fwp-content%2Fuploads%2F2016%2F09%2FCompacto_Safety_and_Operating_Procedures.doc&usg=AOvVaw0xj_t0ZGmbj2yqlvZujbs1)

<https://www.safetyculture.com.au/safe-work-procedure-templates/compacto-plastic-sop-60180-2/>

<https://www.scribd.com/doc/311314164/Bahaya-Fisik-Dan-Mekanik>  
[www.who.int/occupational\\_health/publications/hazardpsychosocial/en](http://www.who.int/occupational_health/publications/hazardpsychosocial/en)

[https://www.cat.com/id\\_ID/products/new/equipment/compactors/vibratory-soil-compactors/18230166.html](https://www.cat.com/id_ID/products/new/equipment/compactors/vibratory-soil-compactors/18230166.html)

<https://www.slideshare.net/Veronicamaurageraldi/compacto-alat-pemadatanah>

### **Tamrock**

Ghaisani, H. & Erwin Dyah, N. 2014. Identifikasi Bahaya, Penilaian Risiko dan Pengendalian Risiko pada Proses Blasting di PT Cibaliung Sumberdaya, Banten. The Indonesian Journal of Occupational Safety and Health. 3, No.3. Diambil pada tanggal 30 Juli 2018, dari <https://media.neliti.com/media/publications/3814-ID-identifikasi->

[bahaya-penilaian-risiko-dan-pengendalian-risiko-pada-proses-blastin.pdf](#)

<https://iwanpharm.blogspot.co.id/2015/04/analisis-dan-solusi-k3-keselamatan-dan.html>

<http://www.safetyshoe.com/kesehatan-kerja-dan-keselamatan-kerja/>

<https://gumbalid.weebly.com/home/3-prinsip-dalam-k3-keselamatan-dan-kesehatan-kerja>

<https://www.slideshare.net/DikriPurnamaYouth/k3-kesehatan-dan-keselamatan-kerja-62082578>

<https://sistemmanajemenkeselamatankerja.blogspot.co.id/2013/09/pengertian-dan-definisi-k3-keselamatan.html>

<http://dutaselarassolusindo.com/sharing-knowledge-hse-job-safety-analysis/>

<https://safetysign.co.id/news/260/Memahami-Pentingnya-Job-Safety-Analysis-JSA-dan-Langkah-Pembuatannya>

<https://www.synergysolusi.com/berita/berita-k3/403-pengertian-hazard-and-operability-study-hazop>

[http://www.academia.edu/5206635/Budaya\\_K3\\_dan\\_Iklim\\_K3](http://www.academia.edu/5206635/Budaya_K3_dan_Iklim_K3)

<http://www.wqa-apac.com/iso-45001/>

<https://www.youtube.com/watch?v=b75H2M2ieOc>

<https://www.youtube.com/watch?v=5qObjMrjC9M>

[https://www.youtube.com/watch?v=Io\\_6vvolATE](https://www.youtube.com/watch?v=Io_6vvolATE)

Jouko Salonen. 2016. Drilling Methods and Commonly Used Machinery.

<http://nff.no/wp-content/uploads/2016/03/02-Rock-drilling-methods-and-machinery.pdf> [Diakses pada tanggal 24 Agustus 2018]

### **Shotcrete**

Anonim. 2009. Standard Operating (Installation) Procedures (SOP) for Manual Refractory Shotcreting Applications.

[http://portal.tmcop.us/ManagerDocs/SOP/Samples/Design\\_Build-AP\\_UK/SOP\\_Shotcrete\\_MM.pdf](http://portal.tmcop.us/ManagerDocs/SOP/Samples/Design_Build-AP_UK/SOP_Shotcrete_MM.pdf) [Diakses pada tanggal 29 Juli 2018]

Anonim. 2017. 5R. <http://www.dutagaruda.com/read/5r> [Diakses 9 April 2018]

- Badraningsih, dan Zuhny, Enny. 2015. Materi ajar k3 Penyakit Akibat Kerja (PAK) dan Kecelakaan Akibat Kerja (KAK). Yogyakarta: UnyPress.
- Fajar, Gito S dan Aggista, Jimmy L. 2017. Keselamatan dan Kesehatan Kerja Alat Kerja Gerinda. Makalah. Tidak diterbitkan. Fakultas Teknik Universitas Negeri Yogyakarta: Yogyakarta.
- Hapsari, A. & Y. Denny Ardyanto. 2014. Analisis Faktor yang Berhubungan dengan Penerapan Lock Out Tag Out (LOTO) pada Mekanik Di Plant Department. The Indonesian Journal of Occupational Safety and Health. 3, No.1. Diambil pada tanggal 30 Juli 2018, dari <https://media.neliti.com/media/publications/3815-ID-analisis-faktor-yang-berhubungan-dengan-penerapan-lock-out-tag-out-loto-pada-mek.pdf>
- Heroris. 2002. Shotcrete. <https://theroris.wordpress.com/2012/07/09/shotcrete/> [Diakses pada tanggal 29 April 2018]
- Keputusan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 1405/MENKES/SK/XI/2002 tentang Persyaratan Kesehatan Lingkungan Kerja Perkantoran Dan Industri. Jakarta: Kemenkes.
- Kristiandkusuma, Penerapan Training 5R (Ringkas, Rapi, Resik, Rawat, Rajin). <https://kristiandkusuma.wordpress.com/2014/06/11/penerapan-training-5r-ringkas-rapi-resik-rawat-rajin/>. [Diakses 9 April 2018]
- Safety, medan. 2015. Fungsi & Jenis Alat Pelindungan Diri. <http://medansafety.com/fungsi-jenis-alat-pelindungan-diri/> [Diakses pada tanggal 29 April 2018 pukul 13.50]
- Siahaan, Hinsa. 2009. Manajemen Risiko Pada Perusahaan dan Birokrasi. Jakarta: PT Elex Media Komputindo.
- Surosu, Agus. 2014. Sejarah Beton Semprot (Shotcrete). <https://www.belajarsipil.com/2014/01/16/sejarah-beton-semprot-shotcrete/> [Diakses pada tanggal 20 April 2018]
- [http://portal.tmc corp.us/ManagerDocs/SOP/Samples/Design\\_Build-AP\\_UK/SOP\\_Shotcrete\\_MM.pdf](http://portal.tmc corp.us/ManagerDocs/SOP/Samples/Design_Build-AP_UK/SOP_Shotcrete_MM.pdf)

**Crawler Crane**

<http://id.winningmaquina.com>

**Dragline**

-

**Excavator Clamshell**

<http://www.cranepedia.tk>

[www.equipina.com/event/training-sio-excavator-batch-8/](http://www.equipina.com/event/training-sio-excavator-batch-8/)

[www.equipina.com](http://www.equipina.com)

<https://surabaya.proxisgroup.com>

**Dump Truck**

<http://www.alatberat.com>

<http://www.ebilogi.net>

kampusbiologi.blogspot.com

<http://www.budisma.net>

ermantomuchlis.blogspot.co.id

[www.modifikasi.com](http://www.modifikasi.com)

[www.mongabay.co.id](http://www.mongabay.co.id)

ermantomuchlis.blogspot.co.id

healt.detik.com

darmawansaputra.blogspot.co.id

autoimuncare.blogspot.co.id

indonesiasafetycenter.org

koransidak.blogspot.co.id

bombastis.org

proxissurabaya.com

alatberat.com

**Bulldozer**

evo-usa.com

roadconstrection.com

<http://www.brandt.com>

cat.com

mstforklift.com

slideshare.net

### **Bucket Wheel Excavator**

apod.nasa.gov

coursehero.com

alat-berat07.blogspot.co.id

pikiran-rakyat.com

bpjs-kis.info

tribunnews.com

SatuRadar.com

<http://healthytimes.co.id>

<http://sahabatkecc.com>

smithsonianmag.com

<http://poskotanews.com>

## **V. ALAT BERAT TIDAK BERODA**

### **Belt Conveyor**

<https://www.wasiwa.com/2014/12/belt-conveyor-alat-tambang-untuk-angkut.html>

<https://justoperator.files.wordpress.com/2011/01/picture11.jpg>

[www.cccomponents.com](http://www.cccomponents.com)

[http://voith.com/corp-en/news-room/press-releases\\_46900.html](http://voith.com/corp-en/news-room/press-releases_46900.html)

<http://www.shackletonengineering.co.uk/conveyor-and-crane-gearboxes/>

<http://new.abb.com/mechanical-power-transmission/conveyor-components>

<http://www.sinarsuryalestari.com/product/pesek-pulley-aksesoris-p351101.aspx>

<http://www.pkmachinery.com/belt-conveyor/fixed-belt-conveyor.html>

<https://www.indiamart.com/microtechmumbai/industrial-conveyor-pulleys.html>

<https://dunia-atas.blogspot.co.id/2011/10/belt-conveyor.html>

<https://sst-conveyor.blogspot.co.id/p/belt-conveyor-unit.html>

<http://www.ckit.co.za/secure/conveyor/troughed/beginners-guide/bg11.htm>

<https://grabcad.com/library/conveyor-belt-feeder>

[http://minewiki.engineering.queensu.ca/mediawiki/index.php/Conveyor\\_systems](http://minewiki.engineering.queensu.ca/mediawiki/index.php/Conveyor_systems)

[http://minewiki.engineering.queensu.ca/mediawiki/index.php/Conveyor\\_systems](http://minewiki.engineering.queensu.ca/mediawiki/index.php/Conveyor_systems)

### **Tower Crane**

Gunara, S. (2017). Buku Pedoman Pelaksanaan Keselamatan dan Kesehatan Kerja. Jakarta: SCBD.

<https://www.youtube.com/watch?v=FR6JJHsqVVQ>

<https://halosehat.com/penyakit/sumber-penyakit/bahaya-air-kencing-tikus>

<https://hellosehat.com/hidup-sehat/tips-sehat/kaki-gatal-infeksi-cacing-tambang/>

<https://www.slideshare.net/FazalAkbarV/keselamatan-Tower Crane>

<https://www.apki.or.id/gangguan-kesehatan-akibat-suhu-yang-panas/>

<http://safetyposter.co.id/Poster-K3-Tower Crane-Signal.html?o=default>

<http://waridnurdiansyah.blogspot.co.id/2010/10/pedoman-pemeriksaan-pesawat-angkut.html>

<https://katigaku.top/2014/11/29/cara-membuat-job-safety-analysis-jsa-job-hazard-analysis-jha/>

<https://id.scribd.com/document/243221842/JSA-CRANE>

<file:///C:/Users/acer/Downloads/materi-ajar-k3-ft-uny-20152-kecelakaan-akibat-kerja-dan-penyakit-akibat-ker.pdf>

<https://sistemmanajemenkeselamatankerja.blogspot.co.id/2013/10/tata-cara-penggunaan-apar-alat-pemadam.html>

<https://safetysign.co.id/news/225/20-Hand-Signal-Sesuai-Standar-Internasional-OSHA-ANSI-Sejauh-Mana-Anda-Memahaminya>

<https://safetysign.co.id/news/225/20-Hand-Signal-Sesuai-Standar-Internasional-OSHA-ANSI-Sejauh-Mana-Anda-Memahaminya>

### **Drilling Rig**

<https://blog.ruparupa.id/alat-pelindung-diri-kesehatan-dan-keselamatan-kerja-k3/>

<https://rickyandhika.wordpress.com/2011/02/18/kecelakaan-akibat-kerja/>

<http://k3pelakan.blogspot.co.id/2009/12/spanduk-slogan-pesan-k3.html>

<https://int.search.myway.com>

International Labour Office. (2013). Keselamatan dan Kesehatan Kerja di Tempat Kerja Modul 5. (2013). Jakarta : ILO

## **VI. KOMPETENSI PENDUKUNG**

[https://www.lubawc.com/assets/documents/uploads/Three\\_Point\\_Contact\\_Rule\\_2016.pdf](https://www.lubawc.com/assets/documents/uploads/Three_Point_Contact_Rule_2016.pdf)

[https://www.lubawc.com/assets/documents/uploads/Three\\_Point\\_Contact\\_Rule\\_2016.pdf](https://www.lubawc.com/assets/documents/uploads/Three_Point_Contact_Rule_2016.pdf)

<https://www.forconstructionpros.com/equipment/earthmoving/article/10227761/safety-tips-for-backhoe-loader-operators>

[https://www.oshacampus.com/PDF/Loader\\_Backhoe/Loader\\_Backhoe\\_Student\\_Manual.pdf](https://www.oshacampus.com/PDF/Loader_Backhoe/Loader_Backhoe_Student_Manual.pdf)

<https://www.balfourbeatty.com/media/317040/hsf-rm-0047a-people-vehicle-plant-interface-zones.pdf>

<https://www.labour.gov.hk/eng/public/os/B/excavator.pdf>

<https://www.safetyservicescompany.com/industry-category/construction/heavy-equipment-safety-basic-safety-tips-in-bulldozer-operations/>

## DAFTAR SUMBER GAMBAR

### ZEROSICK

- Gambar 2.1 [https://blog.klikmro.com/wp-content/uploads/2018/03/10114726\\_1.jpg](https://blog.klikmro.com/wp-content/uploads/2018/03/10114726_1.jpg)
- Gambar 2.2 [https://cdn8.bigcommerce.com/s-d8bzk61/images/stencil/1280x1280/products/1041/8604/BF57\\_93383.1493233799.jpg?c=2&imbyypass=on](https://cdn8.bigcommerce.com/s-d8bzk61/images/stencil/1280x1280/products/1041/8604/BF57_93383.1493233799.jpg?c=2&imbyypass=on)
- Gambar 2.3 <https://multimedia.3m.com/mws/media/662450P/tracer-earplugs.jpg>
- Gambar 2.4 <https://www.indiamart.com/proddetail/safety-face-shield-17614415430.html>
- Gambar 2.5 [https://s2.bukalapak.com/img/7946724981/w-1000/Masker\\_Safety\\_Double\\_Murah.jpg](https://s2.bukalapak.com/img/7946724981/w-1000/Masker_Safety_Double_Murah.jpg)
- Gambar 2.6 <https://mokokonveksi.files.wordpress.com/2013/01/wearpack-murah.jpg>
- Gambar 2.7 [https://images.homedepot-static.com/productImages/c42fb37c-b95f-4685-bab1-090388fd34ee/svn/high-visibility-yellow-tr-industrial-safety-vests-tr88006-64\\_1000.jpg](https://images.homedepot-static.com/productImages/c42fb37c-b95f-4685-bab1-090388fd34ee/svn/high-visibility-yellow-tr-industrial-safety-vests-tr88006-64_1000.jpg)
- Gambar 2.8 <https://4.imimg.com/data4/SK/LG/MY-3854480/industrial-safety-shoes-500x500.jpg>
- Gambar 2.9 <http://www.dhelalqamar.ae/wp-content/uploads/Cow-Split-Leather-Double-Palm-Work-Gloves600x600.jpg>
- Gambar 2.10 <http://i.ebayimg.com>
- Gambar 2.11 <https://pxhere.com/id/photo/681207>
- Gambar 2.14 <https://advertising.reklame76.co.id/download/wajib-pakaian-wearpack-sign-vector/>
- Gambar 2.16 <https://rahfanmokoginta.wordpress.com/2013/09/02/terjepit-diantara-integritas-danintervensi/>
- Gambar 2.17 <http://www.safetysign.co.id/rambu-k3-bahaya-terpeleset-tersandung-dan-terjatuh-5134.html>

- Gambar 2.18 <http://www.safetysign.co.id/rambu-k3-waspada-kepala-terbentur-4903.html>
- Gambar 2.19 <http://www.safetysign.co.id/rambu-k3-bahaya-terpeleset-tersandung-dan-terjatuh-5153.html>
- Gambar 2.20 <http://www.safetysign.co.id/rambu-k3-konstruksi-dan-galian-5358.html>
- Gambar 2.21 <https://es.scribd.com/document/358682238/Label-Drigen>
- Gambar 2.22 [www.safetyposter.co.id](http://www.safetyposter.co.id)
- Gambar 2.23 [www.bukalapak.com](http://www.bukalapak.com)
- Gambar 2.24 [www.safetysign.co.id](http://www.safetysign.co.id)
- Gambar 2.25 [www.histeel.co.id](http://www.histeel.co.id)
- Gambar 2.26 [hedisasrawan.blogspot.com](http://hedisasrawan.blogspot.com)
- Gambar 2.27 [katigaku.top](http://katigaku.top)

## DASAR ALAT BERAT

- Gambar 3.1 [www.twentywheels.com](http://www.twentywheels.com)
- Gambar 3.2 [www.hargahino.com](http://www.hargahino.com)
- Gambar 3.3 Proyek Stok Yard Suzuki Negara (10/05/2015)
- Gambar 3.4 Susy Fatena Rostiyanti (2008)

## ALAT BERAT BERODA

- **Backhoe**

- Gambar 4.1 [http://1.bp.blogspot.com/IPgeA4NePmE/Ui9Ahma\\_PII/AAAAAAAtM/Np3rNsbTZ0/s320/Sejarah+Excavator.jpg](http://1.bp.blogspot.com/IPgeA4NePmE/Ui9Ahma_PII/AAAAAAAtM/Np3rNsbTZ0/s320/Sejarah+Excavator.jpg)
- Gambar 4.2 <https://nurdian25dhee.files.wordpress.com/2015/06/gambar-makalah-1.jpg>
- Gambar 4.3 <https://nurdian25dhee.files.wordpress.com/2015/06/gambar-makalah-1.jpg>
- Gambar 4.4 [https://i.ytimg.com/vi/bqh\\_A0vFb\\_c/maxresdefault.jpg](https://i.ytimg.com/vi/bqh_A0vFb_c/maxresdefault.jpg)

Gambar 4.5 <https://tse2.mm.bing.net/th?id=OIP.Vgl4-Eo2pjVAUtAwdlbo4AHaJ4&pid=15.1&P=0&w=300&h=300>

Gambar 4.6 <http://www.mysouthborough.com/wpcontent/uploads/2011/08/20110812-495-accident-backhoe.jpg>

Gambar 4.7 <http://www.peterknaack.ca/resources/Ulderico%20Iannucci%202005.jpg>

Gambar 4.8 <http://sehat.link/wp-content/uploads/digigit-nyamuk.jpg>

Gambar 4.9  
Sumber: <https://tse4.mm.bing.net/th?id=OIP.DXe66MeJw3OclkecHrVdtQAAAA&pid=15.1&P=0&w=223&h=157>

Gambar 4.10  
Sumber: [https://obatsilikosistradisional.files.wordpress.com/2014/02/silikosis\\_silicosis.jpg](https://obatsilikosistradisional.files.wordpress.com/2014/02/silikosis_silicosis.jpg)

Gambar 4.11 <https://jeffreysterlingmd.files.wordpress.com/2016/02/low-back-pain-image.jpg>

Gambar 4.12 <https://s-media-cache-ak0.pining.com/originals/79/dc/93/79dc93bff61d20dc0318de117fab98c0.jpg>

Gambar 4.13 <https://www.prakindo.com/wp-content/uploads/2017/08/Luka-bakar-ringan.jpg>

Gambar 4.14  
[https://tse2.mm.bing.net/th?id=OIP.Oroi\\_6uBYslISOivqTAI9wHaDf&pid=15.1&P=0&w=358&h=169](https://tse2.mm.bing.net/th?id=OIP.Oroi_6uBYslISOivqTAI9wHaDf&pid=15.1&P=0&w=358&h=169)

Gambar 4.15 <https://helo sehat.com/wp-content/uploads/2018/03/Beberapa-Kondisi-yang-Bisa-Menyebabkan-Telinga-Tuli-Mendadak.jpg>

- **Wheel Loader**

Gambar 4.32 [https://www.google.co.id/search?q=wheel+loader&source=lnms&tbm=isch&sa=X&ved=0ahUKEwjy2tbIv4TbAhURT48KHakvAZwQ\\_AUIDSgE&biw=1366&bih=700#imgdii=gmeDUIwNjIsAsM:&imgsrc=F4ZoGLBwD5fBeM:](https://www.google.co.id/search?q=wheel+loader&source=lnms&tbm=isch&sa=X&ved=0ahUKEwjy2tbIv4TbAhURT48KHakvAZwQ_AUIDSgE&biw=1366&bih=700#imgdii=gmeDUIwNjIsAsM:&imgsrc=F4ZoGLBwD5fBeM:)

Gambar 4.33 [https://www.google.co.id/search?biw=1366&bih=700&tbm=isch&sa=1&ei=3CP5WpjfHoSA8QWlzYvwAw&q=bucckett+wheel+loader&oq=bucket+wheel+loader&gs\\_l=img.3...16735.20204.0.20955.12.12.0.0.0.0.310.993.2-3j1.4.0....0...1c.1.64.img..8.3.764...0j0i7i30k1j0i67k1j0i7i5i30k1j0i8i7i30k1.0.fY8fJ8woO7I#imgsrc=8mn3hQ30tju\\_IM:](https://www.google.co.id/search?biw=1366&bih=700&tbm=isch&sa=1&ei=3CP5WpjfHoSA8QWlzYvwAw&q=bucckett+wheel+loader&oq=bucket+wheel+loader&gs_l=img.3...16735.20204.0.20955.12.12.0.0.0.0.310.993.2-3j1.4.0....0...1c.1.64.img..8.3.764...0j0i7i30k1j0i67k1j0i7i5i30k1j0i8i7i30k1.0.fY8fJ8woO7I#imgsrc=8mn3hQ30tju_IM:)

Gambar 4.34 [https://www.google.co.id/search?biw=1366&bih=700&tbm=isch&sa=1&ei=3CP5WpjfHoSA8QWlzYvwAw&q=lift+arm+wheel+loader&oq=lift+arm+wheel+loader&gs\\_l=img.3...2653.6053.0.7402.11.11.0.0.0.0.387.1648.0j4j1j2.7.0....0...1c.1.64.img..4.4.735...0j0i67k1j0i7i30k1j0i8i7i30k1j0i8i30k1.0.YG\\_ZFfcIDbY#imgdii=EaQZf2I6uODTAM:&imgsrc=n3cwP0j5w-8IXM:](https://www.google.co.id/search?biw=1366&bih=700&tbm=isch&sa=1&ei=3CP5WpjfHoSA8QWlzYvwAw&q=lift+arm+wheel+loader&oq=lift+arm+wheel+loader&gs_l=img.3...2653.6053.0.7402.11.11.0.0.0.0.387.1648.0j4j1j2.7.0....0...1c.1.64.img..4.4.735...0j0i67k1j0i7i30k1j0i8i7i30k1j0i8i30k1.0.YG_ZFfcIDbY#imgdii=EaQZf2I6uODTAM:&imgsrc=n3cwP0j5w-8IXM:)

- **Wheel Tractor Scraper**

Gambar 4.36 <http://alat-berat07.blogspot.com/2016/05/pengertian-alat-berat-scraper-jenis.html>

Gambar 4.37 <http://www.miniature-construction-world.co.uk/cat-d9l-631e.html>

Gambar 4.38 [https://www.cat.com/en\\_US/products/new/equipment/wheel-tractor-scrapers/elevating-scrapers.html](https://www.cat.com/en_US/products/new/equipment/wheel-tractor-scrapers/elevating-scrapers.html)

- **Shotcrete**

Gambar 4.53 <http://a.aggregatesandminingtoday.com/atlas-copco-meyco-versa-shotcrete-rig-for-accurate-spraying-with-less-waste-.2015-6,10656,0,237,featured-story.aspx>

Gambar 4.54 <http://bestsupportunderground.com/shotcrete-equipment-for-wet-spraying-works/?lang=en>

- **Crawler Crane**

Gambar 4.55 <http://id.winningmaquina.com>

Gambar 4.56 <https://www.youtube.com/watch?v=jiPucy00nOw>

Gambar 4.57 <http://www.cranesglobal.com/index.php?app=goods&id=73>

Gambar 4.58 <https://www.manitowoccranes.com>

Gambar 4.59 <http://blog.machineryzone.com>

Gambar 4.60 <https://cranenetwork.com>

Gambar 4.61 <http://sariel.pl/2014/05/crawler-crane>

Gambar 4.62 <http://www.miniature-construction-world.co.uk>

Gambar 4.63 <https://www.medkes.com/2015/02/penyebab-dan-pengobatan-nyeri-leher.html>

Gambar 4.64 <http://www.personelsaglikgundem.com/kan-dolasimi-h555.html>

Gambar 4.65 <https://www.pinterest.com/pin/496803402616976342>

Gambar 4.66 <http://sukalive.com/blog/2016/12/7-cara-atasi-sakit-badan-setelah-olahraga/>

Gambar 4.67 <http://lendoot.com/9-efek-ekstasi-yang-mengejutkan-dan-wajib-anda-ketahui/sesak-napas/>

Gambar 4.68 <https://www.japansoftlens.com/news/iritasi-mata/>

Gambar 4.69 <http://maduhitampahit.com/obat-batuk-berdahak-tradisional/>

Gambar 4.70 <http://timorexpress.fajar.co.id/2017/08/28/ribuan-warga-terserang-diare/>

Gambar 4.71 <http://www.gudangjellygamatt.com/obat-penyakit-asma-untuk-anak-anak-dan-dewasa-herbal-alami/>

- Gambar 4.72 <https://helohehat.com/penyakit/demam-berdarah-dengue-dbd/>
- Gambar 4.73 <https://bidanlusiana.com/dermatitis/penyakit-kulit-eksim-neurodermatitis/>
- Gambar 4.74 <http://www.keysigns.co.uk/signs-c2/safety-signs-c3/hazard-warning-signs-c4/men-working-overhead-signs-c41/falling-objects-warning-signs-p1144>
- Gambar 4.75 <https://www.safetysigns4less.co.uk/Safety-Signs/Hazard-Specific-Signs/Construction-Signs/Danger-Slippery-Surface-Landscape>
- Gambar 4.76 <http://blog.idphotobook.com/hati-hati-terjepit-bisa-cacat-seumur-hidup/>
- Gambar 4.77 <https://www.safetysigns4less.co.uk/Safety-Signs/Warning-Signs/Danger-Safety-Signs/Beware-Of-Moving-Vehicles-Landscape>
- Gambar 4.78 <http://crane.createyes.site/crawler-crane-accident/>
- Gambar 4.79 <https://www.youtube.com/watch?v=TtTrYNt37qs>
- Gambar 4.80 <http://www.constructionweekonline.com/article-35728-crane-collapse-conclusion-probe-implicates-sbg/>
- Gambar 4.81 [http://simscrane.com/crane\\_tipping\\_accidents\\_small\\_loads/](http://simscrane.com/crane_tipping_accidents_small_loads/)
- Gambar 4.82 <http://www.claytons-towing.com/gallery.htm>
- Gambar 4.83 <http://www.wsj.com/articles/crane-collapses-in-lower-manhattan-1454680767>
- Gambar 4.84 <http://cara-caramerawatkulit.blogspot.com/2014/11/cara-merawat-kulit-yang-melepuh.html>
- Gambar 4.85 <https://www.jpnn.com/news/kronologis-ambruknya-crane-keluarga-korban-menantang-polisi-berkelahi>
- Gambar 4.86 <http://www.themalaymailonline.com/malaysia/article/one-hurt-massive-jams-in-mrr2-crane-collapse-in-ampang-video>

Gambar 4.87 <http://nasional.republika.co.id/berita/nasional/nusantara-nasional/12/05/07/m3nbgf-angin-topan-hantam-ratusan-rumah-di-sumatera-utara>

- **Excavator Clamshell**

Gambar 4.102 <http://www.cranepedia.tk>

Gambar 4.103 [www.equipina.com/event/training-sio-excavator-batch-8/](http://www.equipina.com/event/training-sio-excavator-batch-8/)

Gambar 4.104 [www.equipina.com](http://www.equipina.com)

Gambar 4.105 <https://surabaya.proxsisgroup.com>

- **Dump Truck**

Gambar 4.99 <http://www.alatberat.com>

Gambar 4.100 <http://www.alatberat.com>

Gambar 4.101 <http://www.alatberat.com>

Gambar 4.102 <http://www.alatberat.com>

Gambar 4.103 <http://www.alatberat.com>

Gambar 4.104 <http://www.alatberat.com>

Gambar 4.105 <http://www.alatberat.com>

Gambar 4.106 <http://www.ebilogi.net>

Gambar 4.107 [kampusbiologi.blogspot.com](http://kampusbiologi.blogspot.com)

Gambar 4.108 <http://www.budisma.net>

Gambar 4.109 [en.wikipedia.org](http://en.wikipedia.org)

Gambar 4.110 [ermantomuchlis.blogspot.co.id](http://ermantomuchlis.blogspot.co.id)

Gambar 4.111 [www.modifikasi.com](http://www.modifikasi.com)

Gambar 4.112 [www.modifikasi.com](http://www.modifikasi.com)

Gambar 4.113 [www.mongabay.co.id](http://www.mongabay.co.id)

Gambar 4.114 [healt.detik.com](http://healt.detik.com)

Gambar 4.115 [darmawansaputra.blogspot.co.id](http://darmawansaputra.blogspot.co.id)

Gambar 4.116 [autoimuncare.blogspot.co.id](http://autoimuncare.blogspot.co.id)

Gambar 4.117 [indonesiasafetycenter.org](http://indonesiasafetycenter.org)

Gambar 4.118 [koransidak.blogspot.co.id](http://koransidak.blogspot.co.id)

Gambar 4.119 PT Testindo

Gambar 4.120 [bombastis.org](http://bombastis.org)

Gambar 4.121 proxsisurabaya.com

Gambar 4.122 alatberat.com

- **Bulldozer**

Gambar 4.126 evo-usa.com

Gambar 4.127 roadconstruction.com

Gambar 4.128 <http://www.brandt.com>

Gambar 4.129 cat.com

Gambar 4.130 mstforklift.com

Gambar 4.131 slideshare.net

Gambar 4.132 slideshare.net

Gambar 4.133 slideshare.net

- **Bucket Wheel Excavator**

Gambar 4.134 apod.nasa.gov

Gambar 4.135 coursehero.com

Gambar 4.136 coursehero.com

Gambar 4.137 coursehero.com

Gambar 4.138 alat-berat07.blogspot.co.id

Gambar 4.139 alat-berat07.blogspot.co.id

Gambar 4.140 alamy.com

Gambar 4.141 histeel.co.id

Gambar 4.142 safetysign.co.id

Gambar 4.143 SatuRadar.com

Gambar 4.144 Bukalapak.com

Gambar 4.145 Alibaba.com

Gambar 4.146 elecon.com

Gambar 4.147 alibaba.com

Gambar 4.148 Indiamart.com

Gambar 4.149 tokopedia.com

Gambar 4.150 lazada.co.id

Gambar 4.151 constructionreviewonline.com

Gambar 4.152 alatkesehatan.id

- Gambar 4.153 thehindu.com  
Gambar 4.154 safetyposter.co.id  
Gambar 4.155 electrical-engineering-portal.com  
Gambar 4.156 thesignshed.co.uk  
Gambar 4.157 indotrading.com  
Gambar 4.158 velascoindonesia.com  
Gambar 4.159 pikiran-rakyat.com  
Gambar 4.160 bpjs-kis.info  
Gambar 4.161 tribunnews.com  
Gambar 4.162 SatuRadar.com  
Gambar 4.163 <http://healthytimes.co.id>  
Gambar 4.164 <http://sahabatkecc.com>  
Gambar 4.165 kerjanya.net  
Gambar 4.166 smithsonianmag.com  
Gambar 4.167 <http://poskotanews.com>  
Gambar 4.168 safetyposter.co.id  
Gambar 4.169 bukalapak.com  
Gambar 4.170 Alibaba.com  
Gambar 4.171 Lazada.co.id  
Gambar 4.172 safetysign.co.id  
Gambar 4.173 histeel.co.id  
Gambar 4.174 alatsafety.net  
Gambar 4.175 hedisasrawan.blogspot.com  
Gambar 4.176 katigaku.top

## ALAT BERAT TIDAK BERODA

- **Belt Conveyor**

Gambar 5.1 <https://www.wasiwa.com/2014/12/belt-conveyor-alat-tambang-untuk-angkut.html>

Gambar 5.2 <https://justoperator.files.wordpress.com/2011/01/picture11.jpg>

Gambar 5.3 [www.cccomponents.com](http://www.cccomponents.com)

Gambar 5.4 [http://voith.com/corp-en/news-room/press-releases\\_46900.html](http://voith.com/corp-en/news-room/press-releases_46900.html)

Gambar 5.5 <http://www.shackletonengineering.co.uk/conveyor-and-crane-gearboxes/>

Gambar 5.6 <http://new.abb.com/mechanical-power-transmission/conveyor-components>

Gambar 5.7 <http://www.sinarsuryalestari.com/product/pesek-pulley-aksesoris-p351101.aspx>

Gambar 5.8 <http://www.pkmachinery.com/belt-conveyor/fixe-belt-conveyor.html>

Gambar 5.9 <https://www.indiamart.com/microtechmumbai/industrial-conveyor-pulleys.html>

Gambar 5.10 <https://dunia-atas.blogspot.co.id/2011/10/belt-conveyor.html>

Gambar 5.11 <https://sst-conveyor.blogspot.co.id/p/belt-conveyor-unit.html>

Gambar 5.12 <https://sst-conveyor.blogspot.co.id/p/belt-conveyor-unit.html>

Gambar 5.13 <http://www.ckit.co.za/secure/conveyor/troughed/beginners-guide/bg11.htm>

Gambar 5.14 <https://grabcad.com/library/conveyor-belt-feeder>

Gambar 5.15 [http://minewiki.engineering.queensu.ca/mediawiki/index.php/Conveyor\\_systems](http://minewiki.engineering.queensu.ca/mediawiki/index.php/Conveyor_systems)

Gambar 5.16 [http://minewiki.engineering.queensu.ca/mediawiki/index.php/Conveyor\\_systems](http://minewiki.engineering.queensu.ca/mediawiki/index.php/Conveyor_systems)

- **Tower Crane**

Gambar 5.17 <https://www.indiamart.com/proddetail/construction-tower-crane-rental-service-16218743933.html>

- Gambar 5.18 <https://safetysign.co.id/news/225/20-Hand-Signal-Sesuai-Standar-Internasional-OSHA-ANSI-Sejauh-Mana-Anda-Memahaminya>
- Gambar 5.19 <https://safetysign.co.id/news/225/20-Hand-Signal-Sesuai-Standar-Internasional-OSHA-ANSI-Sejauh-Mana-Anda-Memahaminya>
- Gambar 5.20 <https://safetysign.co.id/news/225/20-Hand-Signal-Sesuai-Standar-Internasional-OSHA-ANSI-Sejauh-Mana-Anda-Memahaminya>
- Gambar 5.21 <https://safetysign.co.id/news/225/20-Hand-Signal-Sesuai-Standar-Internasional-OSHA-ANSI-Sejauh-Mana-Anda-Memahaminya>
- Gambar 5.22 <https://safetysign.co.id/news/225/20-Hand-Signal-Sesuai-Standar-Internasional-OSHA-ANSI-Sejauh-Mana-Anda-Memahaminya>
- Gambar 5.23 <https://safetysign.co.id/news/225/20-Hand-Signal-Sesuai-Standar-Internasional-OSHA-ANSI-Sejauh-Mana-Anda-Memahaminya>
- Gambar 5.24 <https://safetysign.co.id/news/225/20-Hand-Signal-Sesuai-Standar-Internasional-OSHA-ANSI-Sejauh-Mana-Anda-Memahaminya>
- Gambar 5.25 <https://safetysign.co.id/news/225/20-Hand-Signal-Sesuai-Standar-Internasional-OSHA-ANSI-Sejauh-Mana-Anda-Memahaminya>
- Gambar 5.26 <https://safetysign.co.id/news/225/20-Hand-Signal-Sesuai-Standar-Internasional-OSHA-ANSI-Sejauh-Mana-Anda-Memahaminya>
- Gambar 5.27 <https://safetysign.co.id/news/225/20-Hand-Signal-Sesuai-Standar-Internasional-OSHA-ANSI-Sejauh-Mana-Anda-Memahaminya>

- Gambar 5.28 <https://safetysign.co.id/news/225/20-Hand-Signal-Sesuai-Standar-Internasional-OSHA-ANSI-Sejauh-Mana-Anda-Memahaminya>
- Gambar 5.29 <https://safetysign.co.id/news/225/20-Hand-Signal-Sesuai-Standar-Internasional-OSHA-ANSI-Sejauh-Mana-Anda-Memahaminya>
- Gambar 5.30 <https://safetysign.co.id/news/225/20-Hand-Signal-Sesuai-Standar-Internasional-OSHA-ANSI-Sejauh-Mana-Anda-Memahaminya>
- Gambar 5.31 <https://sipil2006.wordpress.com/2009/09/03/gimana-tower-crane-bisa-naik/attachment/12/>

- **Drilling Rig**

- Gambar 5.32 [www.perthnow.com.au](http://www.perthnow.com.au)
- Gambar 5.33 <https://int.search.myway.com>
- Gambar 5.34 <https://int.search.myway.com>
- Gambar 5.35 <https://int.search.myway.com>
- Gambar 5.36 <https://int.search.myway.com>
- Gambar 5.37 <https://int.search.myway.com>

## KOMPETENSI PENDUKUNG

- Gambar 6.6 [https://www.lubawc.com/assets/documents/uploads/Three\\_Point\\_Contact\\_Rule\\_2016.pdf](https://www.lubawc.com/assets/documents/uploads/Three_Point_Contact_Rule_2016.pdf)
- Gambar 6.7 [https://www.lubawc.com/assets/documents/uploads/Three\\_Point\\_Contact\\_Rule\\_2016.pdf](https://www.lubawc.com/assets/documents/uploads/Three_Point_Contact_Rule_2016.pdf)
- Gambar 6.8 <https://www.slideshare.net/TerryPenney/do-the-3-point-safety-win>
- Gambar 6.10 <https://www.forconstructionpros.com/equipment/earthmoving/article/10227761/safety-tips-for-backhoe-loader-operators>
- Gambar 6.11 <https://www.forconstructionpros.com/equipment/earthmoving/article/10227761/safety-tips-for-backhoe-loader-operators>
- Gambar 6.12 <https://www.forconstructionpros.com/equipment/earthmoving>

- g/article/10227761/safety-tips-for-backhoe-loader-operators
- Gambar 6.13 <https://www.forconstructionpros.com/equipment/earthmoving/article/10227761/safety-tips-for-backhoe-loader-operators>
- Gambar 6.14 [https://www.oshacampus.com/PDF/Loader\\_Backhoe/Loader\\_Backhoe\\_Student\\_Manual.pdf](https://www.oshacampus.com/PDF/Loader_Backhoe/Loader_Backhoe_Student_Manual.pdf)
- Gambar 6.15 [https://www.oshacampus.com/PDF/Loader\\_Backhoe/Loader\\_Backhoe\\_Student\\_Manual.pdf](https://www.oshacampus.com/PDF/Loader_Backhoe/Loader_Backhoe_Student_Manual.pdf)
- Gambar 6.16 [https://www.oshacampus.com/PDF/Loader\\_Backhoe/Loader\\_Backhoe\\_Student\\_Manual.pdf](https://www.oshacampus.com/PDF/Loader_Backhoe/Loader_Backhoe_Student_Manual.pdf)
- Gambar 6.17 <https://www.balfourbeatty.com/media/317040/hsf-rm-0047a-people-vehicle-plant-interface-zones.pdf>
- Gambar 6.18 <https://www.labour.gov.hk/eng/public/os/B/excavator.pdf>
- Gambar 6.19 <https://www.labour.gov.hk/eng/public/os/B/excavator.pdf>
- Gambar 6.20 <https://www.labour.gov.hk/eng/public/os/B/excavator.pdf>
- Gambar 6.21 <https://www.youtube.com/watch?v=QVzL4vof218>
- Gambar 6.23 [https://t3.ftcdn.net/jpg/00/66/31/44/240\\_F\\_66314424\\_QpO2LvCCh6ZEeyyRXSGd1Vv1ScsRvZFC.jpg](https://t3.ftcdn.net/jpg/00/66/31/44/240_F_66314424_QpO2LvCCh6ZEeyyRXSGd1Vv1ScsRvZFC.jpg)
- Gambar 6.26 [https://www.cat.com/en\\_US/products/new/equipment/compactors/tandem-vibratory-rollers/18350130.html](https://www.cat.com/en_US/products/new/equipment/compactors/tandem-vibratory-rollers/18350130.html)
- Gambar 6.27 <https://www.bigrentz.com/equipment-rentals/compaction-equipment/single-drum-roller>
- Gambar 6.28 [http://www.sanyglobal.com/equipment\\_attach/344.html](http://www.sanyglobal.com/equipment_attach/344.html)
- Gambar 6.30 <http://karoseri-tass.blogspot.com/2013/03/water-tank-truck.html>
- Gambar 6.31 <https://www.bigrentz.com/equipment-rentals/construction-vehicle/water-truck>

## BIOGRAFI PENULIS



**Ketut Ima Ismara** ([kimaismara@gmail.com](mailto:kimaismara@gmail.com)). Penulis adalah dosen di Jurusan Pendidikan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Negeri Yogyakarta dengan keahlian di bidang Keselamatan dan Kesehatan Kerja. Pengalaman Pendidikan S3 Psikologi (Industri dan Organisasi) UGM, Magister Manajemen Pendidikan dan Latihan PPS UNMalang, Magister Ilmu Kesehatan Kerja FK UGM dan S3 Ilmu Kesehatan Kerja FK UGM. Penulis pernah mendapatkan pelatihan diantaranya di Festo, PT. Nurtanio, PLN dan Pelatihan Asesor Kompetensi (Workplace Assesor Training) di BNSP serta Pelatihan "ThinkBuzan". Penulis Aktif menjadi peneliti, konsultan, presenter dan trainer di bidang K3, manajemen operasi industri, human-machine interaction, ergonomi di industri, Environmental Health and Safety (EHS), dan psikologi industri dan organisasi (human resources development) khususnya membantu para teknisi dan operator di industri agar dapat lebih meningkatkan performansi kerjanya, serta konsultan dan pelatih nasional baik di BUMN maupun Industri ber-skala nasional.

**Eko Prianto** ([eko.teladan@gmail.com](mailto:eko.teladan@gmail.com)). Pengalaman Pendidikan Sarjana (S1) Pendidikan Teknik Elektro UNY, Pendidikan Pasca Sarjana (S2) Magister Sistem Teknik - Teknik Mesin UGM. Saat ini bertugas sebagai dosen di Program Studi Pendidikan Teknik Mekatronika, Jurusan Pendidikan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Negeri Yogyakarta. Pernah mendapatkan pelatihan terkait keselamatan dan kesehatan kerja di PT THIESS Balikpapan.



**Ahmad Ulin Nuha** ([ulin860510@gmail.com](mailto:ulin860510@gmail.com)). Pengalaman Pendidikan Teknik Elektro (D3), Sarjana (S1) Pendidikan Teknik Elektro UNY. Pengalaman kerja di PT. United Tractors Tbk (2011) dan PT. Pamapersada Nusantara (2011 –sekarang). Posisi dalam pekerjaan yang pernah disandang sampai saat ini yaitu Instruktur Mekanik – Maintenance A2B (Alat-alat berat), Plant Instruktur – Maintenance A2B, spesialis hauling truck Scania & Volvo, Innovation Leader di departemen plant, Multimedia Agent, Ahli K3 (AK3) Listrik dan Human Capital Development Section Head.

# BEKERJA DENGAN ALAT BERAT

## Secara Selamat dan Sehat



Buku ini memiliki manfaat untuk menambah wawasan Keselamatan dan Kesehatan Kerja di bidang Alat Berat agar semakin mudah untuk dipahami. Diharapkan dengan kehadiran buku ini akan membuat siapapun yang mempelajari Keselamatan dan Kesehatan Kerja menjadi lebih terbantu. Bagi pembelajar buku ini akan memudahkan dalam memahami alat-alat berat dan pengelolaannya oleh karena itu buku mengenai K3 terkait alat berat ini sangat dibutuhkan oleh pembelajar. Saat ini masih sulit bagi pembelajar untuk mengetahui alat-alat berat dan keterkaitannya dengan bidang Keselamatan dan Kesehatan Kerja sehingga diharapkan dengan kehadiran buku ini dapat menjawab kebutuhan tersebut.



### UNY Press

Jl. Gejayan, Gg. Alamanda, Komplek Fakultas Teknik UNY  
Kampus UNY Karangmalang Yogyakarta 55281

Telp: 0274 - 589346

E-Mail: [unypress.yogyakarta@gmail.com](mailto:unypress.yogyakarta@gmail.com)

ISBN : 978-602-4981-53-2



9 786024 981532

Anggota Ikatan Penerbit Indonesia (IKAPI)

Anggota Asosiasi Penerbit Perguruan Tinggi Indonesia (APPTI)