

**HANDOUT**

**PERANCANGAN KOSTRUKSI FABRIKASI**



**AAN ARDIAN, M.Pd.**

**[ardian@uny.ac.id](mailto:ardian@uny.ac.id)**

**PENDIDIKAN TEKNIK MESIN  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS NEGERI YOGYAKARTA**

## DAFTAR ISI

Bab 1	Pengenalan Jig & Fixture .....	1
Bab 2	Elemen Jig & Fixture .....	13
Bab 3	Perencanaan Jig & Fixture.....	31
Bab 4	Pencekaman Benda Kerja pada Fixture .....	39
Bab 5	Jig Pengeboran .....	52
Bab 6	Fixture Pembubutan .....	67
Bab 7	Fixture Milling .....	77
Bab 8	Fixture Pengelasan .....	86
Bab 9	Alat penepat (jig and fixture) .....	94

# Bab 1 **P** ENGENALAN JIG & FIXTURE

## A. Pengertian Jig & Fixture

Untuk menjaga dan meningkatkan daya saing perusahaan, baik di dalam maupun luar negeri, maka hal utama yang harus diperhatikan adalah aspek-aspek ekonomi dan produksi yang rasional.

Sejalan dengan tuntutan kepresisian dan kemudahan penggantian benda kerja serta persaingan yang semakin ketat, ketelitian perhitungan, meningkatnya harga dan biaya tidak langsung mengakibatkan jig & fixture berikut pemakaiannya dalam proses produksi memiliki arti yang sangat penting.

Selain itu peralatan jig & fixture yang digunakan pada proses produksi benda-benda tunggal, jumlah kecil, bahkan benda –benda banyak dan mahal akan sangat berperan karena selalu saja ada benda kerja yang membutuhkan biaya yang sangat tinggi apabila dikerjakan tanpa peralatan Bantu tersebut. Kurang telitinya produk akan menambah tingkat kegagalan benda kerja, sehingga secara langsung meningkatkan biaya.

Perencanaan proses produksi akan sangat menentukan jumlah dan jenis peralatan jig & fixture yang digunakan. Seorang perencana harus mengetahui jenis dan fungsi peralatan jig & fixture, bahkan melaksanakan perhitungan biaya maksimal yang diakibatkan oleh penggunaan peralatan tersebut. Selanjutnya dimulailah proses perencanaan yang berawal dari pemesanan, perencanaan konstruksi, manufaktur hingga pengiriman.

Perencanaan peralatan jig & fixture merupakan proses produksi yang secara teknis memiliki kebebasan tak terbatas dan sekaligus sangat tidak tergantung oleh proses yang lain. Sebagai gambaran, apabila seorang konstruktor mesin bekerja dengan ketergantungan yang tinggi terhadap tuntutan-tuntutan manufaktur secara keseluruhan, maka seorang konstruktor peralatan jig & fixture hanya tergantung kepada tuntutan-tuntutan proses produksi mesin-mesin yang dipakai, tidak kepada proses pengerjaan benda kerja sebelum dan setelah menggunakan peralatan jig & fixture.

Konstruktor peralatan jig & fixture berada diantara perancang produk dan pelaksana produksi dimana peralatan tersebut digunakan. Artinya di satu sisi dia harus memiliki pengalaman yang sangat baik dalam hal konstruksi dan di sisi lain dia juga harus

mengenal dengan baik proses dan manajemen produksi. Dia harus mampu menggabungkan, mempertinbangkan dan bekerja sama dengan disiplin kerja yang lain seperti desain produk, perencanaan dan persiapan produksi serta proses produksi keseluruhan secara teknis dan ekonomis menghasilkan pemecahan konstruksi yang optimal.

Tuntutan dan keinginan pada peralatan jig & fixture tidak saja dititikberatkan pada masalah pencapaian fungsi dan kualitas produk yang prima, tetapi juga biaya langsung yang dikeluarkan untuk produksi, termasuk biaya tambahan yang selalu muncul pada proses revisi harus dihindari atau dipertahankan sekecil mungkin. Hasil yang dicapai oleh konstruktor akan sangat bergantung pada pengetahuan dan persiapannya. Demikian pula tuntutan yang sama akan ditujukan kepada perencana produksi dan pelaksana produksi karena mereka secara langsung berhubungan dengan alat dan pengalaman mereka sangat menentukan konstruksi yang optimal.

Arti ekonomis peralatan jig & fixture akan lebih jelas terlihat pada proses produksi apabila kita mengkaitkan biaya total dengan proses-proses pembuatan konstruksi, produksi dan pemakaian alat tersebut. Umumnya harga alat mencapai 75 % dari biaya total produksi. Penelitian di beberapa industri di Negara maju memperlihatkan bahwa elemen-elemen jig & fixture yang digunakan hingga 24.000 buah dan konstruksi yang dibutuhkan hingga 28.000 buah gambar merupakan keadaan yang normal. Selanjutnya juga dinyatakan dari hasil penelitian yang lain bahwa penggunaan sebuah jig & fixture (sebuah tempat kerja baru yang mampu menggantikan beberapa tempat kerja lama) dapat mengurangi biaya total produksi sebanyak 50.000.000,-. Angka ini menunjukkan bahwa jig & fixture memiliki arti ekonomis yang penting bagi suatu proses produksi.

## **B. Istilah**

Istilah jig & fixture kadang-kadang mempunyai arti dan penggunaan yang berbeda. Di dalam industri pengolahan pelat dan logam, peralatan seperti ini sering dikelompokkan sebagai salah satu alat bantu produksi, sejajar dengan mesin-mesin perkakas, peralatan potong, dsb.

Kata jig (pengarah) diartikan sebagai suatu alat untuk mengontrol dan mengarahkan alat potong dalam sebuah proses pembentukan benda kerja. Sedangkan fixture (penepat) adalah alat lainnya yang berfungsi untuk memegang, melokasikan dan

menjamin benda kerja agar tetap berada pada posisinya. Dalam proses kerjanya, kebanyakan jig dipasang bersatu dengan fixture.

Istilah lain yang relative baru di industri otomotif dan merupakan bagian dari jig & fixture adalah checking fixture, dimana fungsi alat ini sedikit berbeda dengan fixture sebagai alat Bantu pengukuran yaitu menempatkan benda kerja pada bidang-bidang datum yang telah ditentukan dengan tingkat kepresisian tinggi, tetapi tidak mutlak seluruh permukaan benda harus bersentuhan dengan fixture. Bahkan kelonggaran yang terjadi dimanfaatkan sebagai suatu dimensi yang harus diukur dan memiliki toleransi sangat kecil.

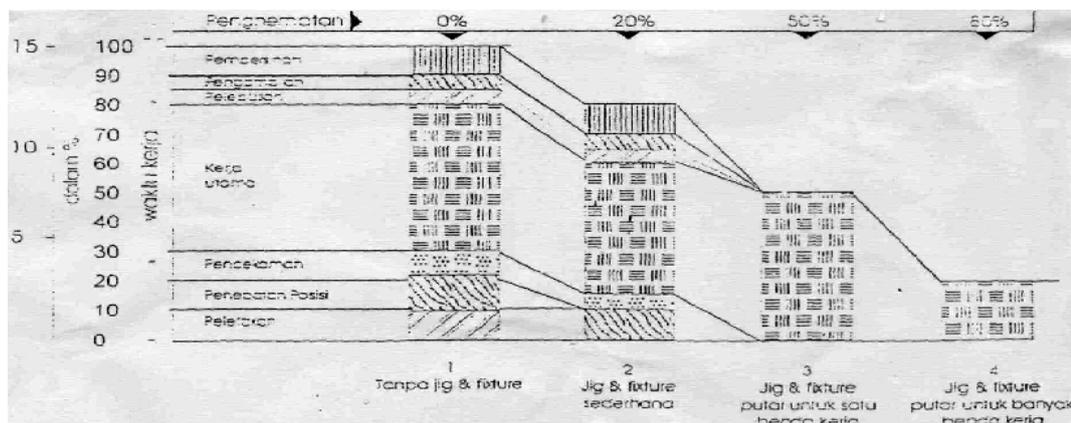
### **C. Keuntungan Penggunaan Jig & Fixture Pada Proses Produksi**

- Memungkinkan pelaksanaan penyerdehanaan tahapan pengerjaan dan pemanfaatan tenaga tidak terampil.
- Meningkatkan efisiensi penggunaan mesin perkakas sehingga berakibat menurunkan biaya produksi.
- Kadang-kadang mesin perkakas sederhana dan mesin-mesin lama masih dapat dimanfaatkan karena ketelitian hasil benda kerja telah dijamin jig & fixture. Pada beberapa kasus penggunaan mesin-mesin khusus masih diperlukan, tetapi dengan memanfaatkan jig & fixture secara ekonomis akan mengoptimalkan penggunaan mesin-mesin yang mahal tersebut.
- Pekerjaan tambahan seperti boring, drilling, trimming, piercing. dll bisa dikerjakan sekaligus.
- Mempersingkat atau meniadakan waktu untuk pencekaman, penyetingan dan pengukuran benda kerja yang biasanya dilakukan di atas meja mesin, kesulitan pemeriksaan dibatasi sekecil mungkin karena dengan cara pengujian acak telah memenuhi syarat atau dengan kata lain tahapan pemeriksaan telah digantikan oleh elemen tertentu dari peralatan jig & fixture.
- Kebutuhan akan peralatan pengukur semakin sedikit.
- Pertimbangan biaya untuk kegagalan benda produk semakin kecil.
- Kemudahan dan kesederhanaan konstruksi menurunkan biaya perakitan.
- Suku cadang dapat disediakan setiap saat sesuai kualitas yang sama dengan aslinya sehingga kemampuan penukaran elemen terjamin.
- Perbaikan kualitas produk akan meningkatkan nilai tambah dan daya saing pasar.

- Waktu penyetulan alat di luar mesin jauh lebih sedikit dibandingkan waktu penyetulan alat di mesin.
- Melalui system pencekaman benda kerja yang aman akan menghindari keausan alat cekam sehingga secara langsung akan menurunkan biaya alat.
- Melalui penggunaan system pencekaman untuk banyak benda kerja memungkinkan dalam waktu bersamaan beberapa benda kerja dicekam dan dikerjakan secara bersama sama.
- Bersamaan dengan pengerjaan benda kerja, operator dapat mempersiapkan pencekaman benda kerja dan melepas benda kerja yang telah selesai dikerjakan.
- Penurunan waktu produksi setiap benda kerja akan mengurangi biaya produksi, sehingga akan memiliki daya saing karena harga jualnya dapat diturunkan.
- Penurunan waktu produksi total akan mengurangi biaya total produksi.
- Modal yang diperlukan akan semakin kecil.
- Penurunan kegiatan fisik operator akan meningkatkan efisiensi kerja.
- Banyak benda kerja yang sama sekali tidak dapat dikerjakan tanpa peralatan jig & fixture karena hasil yang tidak teliti, tidak seragam dan tidak ekonomis.

Grafik di bawah ini memperlihatkan perbandingan waktu dan biaya yang dibutuhkan untuk memproduksi benda kerja tanpa atau dengan bantuan peralatan jig & fixture.

Penghematan yang baik dimungkinkan apabila proses pembuatan peralatan tersebut terencana dengan baik, tentunya dengan pertimbangan perhitungan ekonomi (dibahas kemudian) dan metoda pemilihan alternative konstruksi yang optimal secara tekni dan ekonomis.



GAMBAR 1.1

Penghematan melalui pemanfaatan jig & fixture putar

## **D. Tuntutan Jig & Fixture**

Sifat-sifat utama jig & fixture yang bisa dipertanggungjawabkan berdasarkan tuntutan fungsi, cara mengoperasikan dan konstruksi yang layak bagi proses manufakturnya.

Kualitas produk yang dihasilkan tidak hanya tergantung oleh factor alat potong, mesin dan juga periferi mesin serta cara mengoperasikan mesin tersebut, tetapi dalam kondisi tertentu penggunaan peralatan jig & fixture bahkan sangat berperan banyak. Selain itu jig & fixture juga sangat mempengaruhi aspek ekonomi proses produksi secara keseluruhan. Agar keuntungan-keuntungan penggunaan peralatan ini dalam meningkatkan kualitas produk dan efisiensi produksi dapat dimanfaatkan seoptimal mungkin, maka perlu diperhatikan persyaratan- persyaratan bagi peralatan baik secara fungsi, cara operasi maupun pengerjaan sebagai berikut :

### **1. Tuntutan Keamanan**

Aturan keselamatan kerja yang umum benar-benar diperhatikan dan tidak boleh dibatasi. Saran-saran keselamatan kerja khusus untuk pemakaian jig & fixture harus diperhatikan yaitu :

#### **a) Tuntutan Pengoperasian**

- Elemen operasi harus dikonstruksikan sedemikian rupa supaya tidak menimbulkan bahaya bagi jemari tangan, tangan dan kaki serta mempertimbangkan factor dan kenyamanan, kemudahan dan keleluasaan ruang gerak untuk tangan atau kaki operator.
- Elemen operasi dan elemen pengatur apabila mungkin ditempatkan terpusat, dengan jarak yang cukup terhadap benda kerja, elemen-elemen mesin lain dan juga alat jig & fixture.
- Apabila mungkin pengoperasian elemen pengatur dilakukan oleh dua tangan sekaligus.
- Apabila ada elemen operasi yang dioperasikan hanya saat-saat tertentu atau pada urutan pengoperasian tertentu, perlu diberi pelindung khusus.
- Pada saat elemen operasi pencekaman ataupun pelepasan jig & fixture bekerja, operator harus mendapatkan sinyal bahwa peralatan tersebut berada dalam kondisi yang diinginkan (jig & fixture tercekam atau terlepas)
- Elemen operasi harus dikonstruksikan sedemikian rupa agar tidak terkena cairan pelumas maupun pendingin karena kontak yang berkesinambungan antara tangan

dengan medium ini akan menyebabkan kerusakan pada kulit, juga berakibat licin pada daerah pengoperasian dengan tangan.

- Elemen operasi yang bisa dilepas/ terlepas seperti kepala baut yang digunakan sebagai stopper harus dihindari atau jika tidak mungkin harus diberi pengaman pengikat sehingga bersatu dengan alat.
- Sesedikit mungkin elemen operasi dan sesederhana mungkin agar mudah dioperasikan.

#### **b) Tuntutan Penanganan Jig & Fixture**

- Penanganan jig & fixture harus memperhatikan factor ergonomic, sehingga mengurangi factor kelelahan operator dan menghindari penurunan konsentrasi kerja.
- Untuk peralatan yang mudah dipindahkan dengan tangan harus diperhatikan berat alat keseluruhan. Selain itu gunakan konstruksi ringan (aluminium), penyeimbang berat, bentuk-bentuk radius dan pelat landasan dengan bantalan udara.
- Usia, bentuk tubuh dan jenis kelamin operator perlu diperhatikan.
- Pelindung beram, pembersih beram dan ruang yang cukup untuk pembuangan beram perlu diperhatikan kecelakaan akibat spontanitas operator dalam mengumpulkan beram dan membersihkan sisa beram di alat potong.

#### **c) Tuntutan Konstruksi**

- Hindari sisi tajam dan bentuk-bentuk yang dapat mengakibatkan luka pada bagian tubuh operator, terutama pada jig & fixture yang bergerak (misalnya JF Bubut)
- Jig & Fixture yang bergerak bersama benda kerja harus diseimbangkan terlebih dahulu.
- Perhatikan pengaman bagian elemen yang terpisah dengan jig & fixture agar tidak jatuh merosot atau hilang, terutama pada jig & fixture yang bergerak.
- Harus dibuat pengaman terhadap kemungkinan pergeseran atau perpindahan lokasi jig & fixture.
- Jig & fixture yang besar harus diberi pengikat khusus agar tidak bergulir.
- Penguncian sendiri (self-locking) benda kerja oleh elemen pencekam terutama pada peralatan dengan getaran tinggi atau tergesernya benda kerja akibat kerusakan alat potong harus diperhitungkan.

- Jig & fixture yang berputar sebaiknya berbentuk melingkar pada kelilingnya atau terlindungi dengan penutup yang permanent.
- Jig & fixture harus mudah ditransportasikan, sehingga perlu dudukan-dudukan untuk pengait, batang pemegang system pengait atau lubang untuk memasukan pengait.

## **2. Tuntutan Ekonomi**

- a) Biaya maksimal yang direncanakan sebelumnya untuk pembuatan jig & fixture tidak boleh dilampaui. Apabila terjadi kelebihan penggunaan biaya harus ada dasarnya dan disetujui oleh pihak yang bertanggungjawab.
- b) Target pencapaian Break Even Point (BEP) harus terpenuhi dalam hal ini harus dikontrol serta diuji selama dan setelah penggunaan jig & fixture.

## **3. Tuntutan Fungsi**

- a) Fungsi dan pemenuhan tuntutan jig & fixture serta ketelitian hasil benda kerja yang diinginkan harus terpenuhi.
- b) Peralatan yang dikonstruksikan dan elemen-elemen lainnya serta benda kerja tidak boleh mengalami perubahan bentuk akibat pencekaman dan proses pemakanan.
- c) Jig & fixture harus dikonstruksikan sedemikian rupa, sehingga :
  - mudah meletakkan dan mengambil benda kerja.
  - Posisi benda kerja dapat dengan mudah, cepat, jelas dan terhindar dari kesalahan yang paling sederhana sekalipun serta jika mungkin bisa mengatur posisinya sendiri.
  - Tidak memungkinkan bagi operator untuk melakukan kesalahan peletakan benda kerja.
  - Memungkinkan pencekaman benda kerja dengan cepat dan aman.
  - Beram dapat terbuang tanpa kesulitan dan tidak merusak benda kerja dan alat.

## **4. Tuntutan Pengoperasian dan Penanganan Alat**

- a) Jig & fixture harus dapat dioperasikan dengan mudah, cepat dan aman oleh operator awan sekalipun.
- b) Data-data dan pengetahuan ergonomic harus diperhatikan.

- c) Jig & fixture yang berat dan/ atau bergerak harus dilengkapi dengan alat Bantu penggerak, terutama pada saat membalikkan, memiringkan atau menggesernya.
- d) Apabila mengoperasikan tenaga kerja wanita atau operator cacat, perlu pertimbangan khusus untuk menambahkan atau merubah elemen-elemen operasi (misalnya pertimbangan berat, alat Bantu khusus, elemen operasi khusus).

## **5. Tuntutan konstruksi**

- a) Elemen-elemen jig & fixture harus sesuai dengan tuntutan pabrikasi dengan pertimbangan kemungkinan perakitan dan permesinan yang tersedia.
- b) Konstruksi harus ringan sekaligus kokoh (rigid)
- c) Jika memungkinkan, saat pembuatan jig & fixture hanya menggunakan pemesinan yang ada, tanpa membutuhkan alat Bantu tambahan.
- d) Kualifikasi operator dimana jig & fixture digunakan dan variasi pekerjaan yang dilakukannya harus diperhatikan.
- e) Jika memungkinkan tersedia elemen pengatur alat potong yang mudah dikenali.
- f) Jig & fixture harus dengan mudah, cepat dan tepat diposisikan diatas meja mesin.
- g) Gunakan bahan-bahan sisa produksi atau cadangan yang tersedia di gudang logistic (hati-hati, karena penyesuaian konstruksi terhadap bahan yang ada bisa menyebabkan kenaikan biaya!).
- h) Gunakan elemen-elemen standar atau yang banyak terdapat di pasaran.
- i) Gunakan metoda pembuatan konstruksi dan metoda pemilihan dan penilaian agar pemecahan konstruksi yang diperoleh benar-benar optimal secara teknis maupun ekonomis.
- j) Hindari elemen-elemen jig & fixture yang bisa terlepas (seperti elemen yang hubungannya menggunakan system pengikatan ulir, pegas dll).
- k) Jig & fixture harus mudah ditransportasikan sehingga harus diperhatikan peralatan pembantu system transportasi dan kemungkinan lainnya.
- l) Perhatikan kemungkinan penyimpanan jig & fixture (lemari, palet, dsb.). Apabila perlu dikonstruksikan jig & fixture yang dapat diuraikan pada saat diperlukan penyimpanan.
- m) Kontruksikan elemen-elemen yang sering menerima gesekan dan beban besar agar tahan terhadap keausan dan mudah pengantiannya.

- n) Apabila perlu, untuk pengambilan dan pemeriksaan jig & fixture dibuatkan batang khusus, terutama pada jig & fixture yang menggunakan poros-poros yang bersilangan.

## **6. Tuntutan Penggunaan Sebuah Alat Untuk Berbagai Bentuk Benda Kerja**

- a) Penggantian benda kerja diikuti dengan penggantian alat yang harus dapat dilakukan dengan cepat.
- b) Elemen-elemen yang akan diganti harus ditandai dan jelas terlihat untuk menghindari kesalahan penggantian.
- c) Untuk penggantian elemen dalam jumlah banyak perlu disertakan gambar kerja urutan dan cara pengantiannya atau foto yang memperlihatkan susunan alat yang diinginkan untuk benda kerja tertentu.
- d) Jika memungkinkan lengkapi dengan contoh-contoh bentuk jig & fixture yang diinginkan berdekatan dengan elemen pengganti yang baru untuk mempercepat dan menghindari kesalahan dip roses penggantian selanjutnya.
- e) Dimensi dan hubungan antara elemen yang satu dengan yang lain harus jelas tertulis dan terdata dengan baik agar mempermudah proses pemeriksaan.

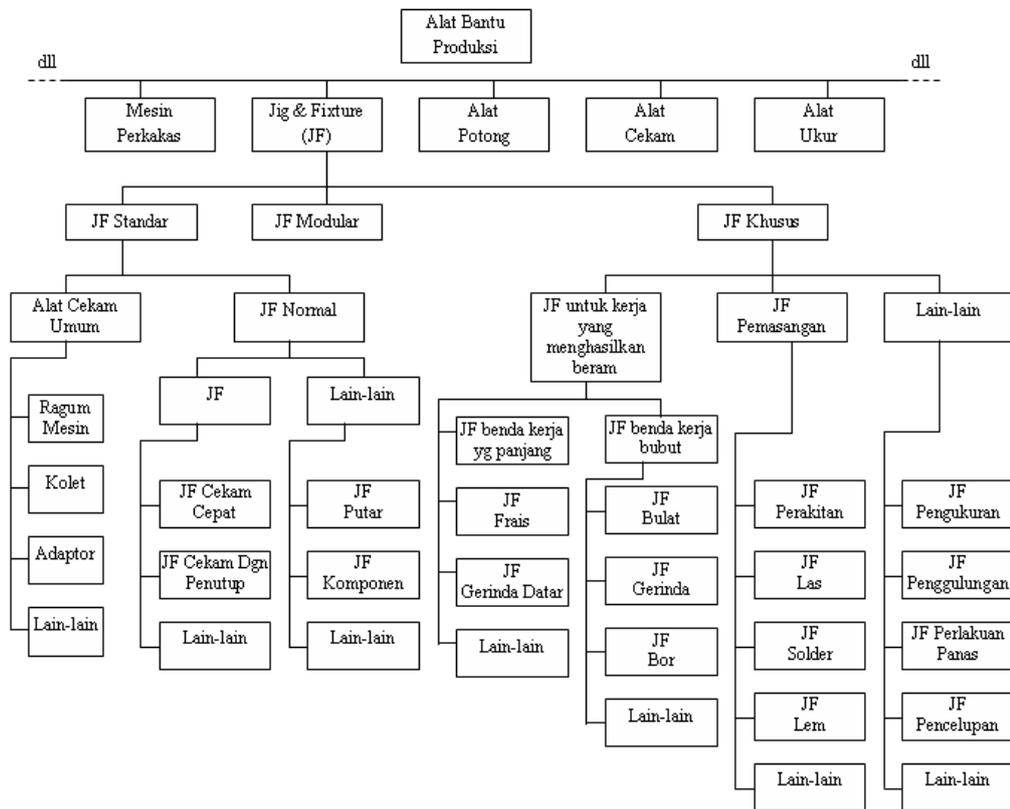
## **7. Tuntutan Penggunaan Alat Bantu Otomatis Untuk Memasukan Benda Kerja (Termasuk penggunaan Feeder atau Robot Industri)**

- a) Pada satu sisi benda kerja harus masuk ke sebuah jig & fixture melalui alat Bantu otomatis yang memiliki ketelitian pengulangan yang tinggi, sedangkan di sisi lain jig & fixture harus mampu dengan cepat, aman dan tepat menempatkan dan mencekam benda kerja.
- b) Hubungan fungsi antara jig & fixture dengan alat Bantu otomatis harus dapat dengan mudah digabungkan. Dalam hal ini yang dimaksud adalah :
  - membuka jig & fixture
  - mengeluarkan benda kerja yang telah selesai diproses
  - penyerahan benda kerja ke dalam jig & Fixture
  - menempatkan benda kerja pada posisi yang benar
  - pencekaman benda kerja
  - menutup jig & fixture
  - proses gerakan mesin, dan seterusnya

- c) Untuk menghindari kerusakan benda kerja, perlu dilengkapi dengan sensor visual.
- d) Sinyal kirim infra merah sebaiknya digunakan sebagai sinyal yang memberitahukan penurunan tekanan pada system, apabila penggeraknya menggunakan system pneumatic atau hidrolik (sinyal ini nantinya diteruskan untuk menghentikan mesin).

**E. Klasifikasi Jig & Fixture**

Pengelompokan jig & fixture sebagai bagian dari alat Bantu produksi terlihat pada bagan di bawah ini.



Gamabar 1.1  
Klasifikasi jig & fixture

**1. Jig & Fixture Standar**

Digunakan untuk bermacam benda kerja yang umumnya memiliki bentuk geometri sejenis. Benda kerja plat berbentuk gelombang atau sejenis flens serta pekerjaan yang

terbatas hanya untuk satu proses pemesinan (misalnya pengeboran) merupakan produk-produk yang dapat dihasilkan oleh jig & fixture standar.

Biasanya ruang yang tersedia untuk menempatkan benda kerja telah distandarkan. Untuk jig & fixture jenis memerlukan penyesuaian antara benda kerja dengan proses kerja yang diinginkan (misalnya penyetelan atau penambahan elemen seperti bus pengarah mata bor pada proses pengeboran).

## **2. Jig & Fixture Sistem Modular**

Merupakan penggabungan beberapa komponen standar yang tidak banyak memerlukan proses pengerjaan lanjut guna menyesuaikan bentuk geometri benda kerja dan jenis pekerjaan yang diinginkan, sehingga alternative ini lebih banyak mengurangi biaya produksi apabila memungkinkan untuk digunakan.

Klasifikasi peralatan jenis ini berikut keuntungan dan kerugiannya terlihat pada table di bawah ini.

## **3. Jig & Fixture Khusus**

Dikonstruksikan untuk benda kerja tertentu dan pada umumnya digunakan pada proses pengerjaan juga tertentu.

Pembagian jig & fixture jenis ini sebagai berikut :

### **a) Jig & Fixture Untuk Proses Pemakanan**

#### **▪ Jig & Fixture untuk benda kerja panjang**

Biasanya peralatan jenis ini dibutuhkan untuk menempatkan posisi dan mencekam benda kerja pada proses frais, gerinda permukaan, ekstruksi, dll.

#### **▪ Jig & Fixture untuk benda kerja bulat**

Kelompok ini adalah peralatan yang digunakan pada proses bubut, gerinda putar, dll.

#### **▪ Jig & Fixture khusus yang lain**

Digunakan pada proses pemesinan yang menghasilkan benda kerja dengan bentuk mengikuti pola asli yang telah tersedia (mesin-mesin kopi).

### **b) Jig & Fixture Untuk Proses Penggabungan**

Termasuk di dalamnya adalah jenis jig & fixture untuk proses penyambungan komponen dengan las, solder, ikatan baut, perekat dan untuk proses perakitan komponen.

**c) Jig & Fixture Untuk Proses Khusus**

Jig & fixture ini khusus digunakan pada proses pemeriksaan, penggulangan, perlakuan panas, atau proses sejenis yang tidak menghasilkan beram.

## Bab 2 **E**LEMEN JIG & FIXTURE

### A. Rangka Jig Fixture (Fixture Body : FB)

Rangka berfungsi sebagai pemersatu elemen-elemen pada posisi masing-masing sehingga membentuk sebuah jig & fixture. Dengan adanya rangka, maka jig & fixture secara keseluruhan dapat lebih mudah dihubungkan dengan meja mesin, atau dengan bantuannya benda kerja dapat dikerjakan diatas meja mesin.

Bentuk rangka sebuah jig & fixture sangat dipengaruhi oleh faktor-faktor berikut :

- Dimensi dan bentuk geometri benda kerja (jig & fixture).
- Berat maksimal yang diizinkan.
- Jumlah benda kerja yang dicekam, baik secara bersama-sama atau berurutan.
- Bentuk dan jenis bahan baku yang tersedia di gudang.
- Peralatan kerja yang tersedia serta kesiapan operator berikut kualifikasinya.
- Tingkat ketelitian hasil produk yang diizinkan.
- Biaya maksimal yang disediakan.
- Batas waktu pengerjaan.
- Jumlah benda kerja yang harus diselesaikan per satuan waktu, karena mungkin saja terjadi penggunaan beberapa jig & fixture yang sama pada waktu yang bersamaan.
- kapasitas produksi apabila jig & fixture dikerjakan sendiri.

#### 1. Jenis FB

Rangka ditinjau dari segi biaya adalah elemen sebuah jig & fixture yang paling tinggiuntutannya. Oleh sebab itu perlu dicari solusi ekonomisnya dalam hal proses pembuatan konstruksi dan pengerjaannya.

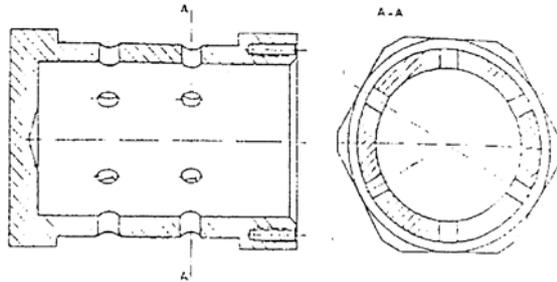
Jenis konstruksi rangka :

- Dari benda pejal, baik bentuk silinder, persegi atau balok tuangan (besi tuang, aluminium).
- Elemen-elemen tunggal yang disatukan dengan system ikatan baut.
- Konstruksi pengelasan, dari baja pelat atau profil.
- Konstruksi tuangan (besi tuang kelabu, paduan aluminium).
- kombinasi konstruksi tuangan, ikatan baut dan/atau pengelasan dapat pula dikombinasikan dengan resin.

### 1.1. Rangka Konstruksi Benda Utuh

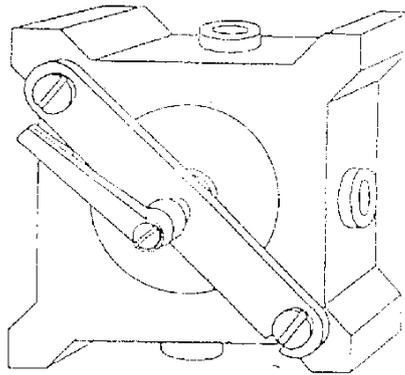
Konstruksi ini digunakan apabila :

1. Produk yang dihasilkan menuntut bentuk rangka yang kompak.
2. Rangka terdiri dari beberapa elemen yang juga terbuat dari benda utuh



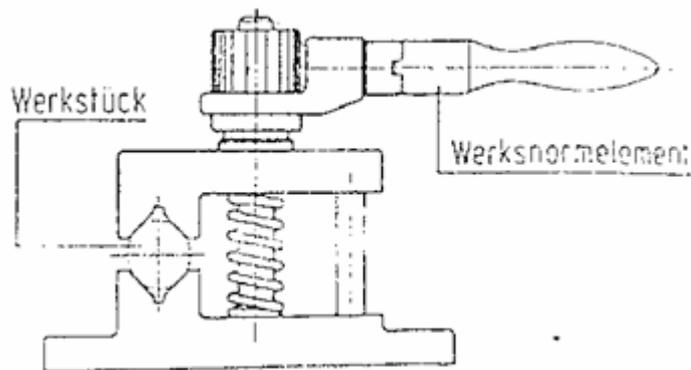
Gambar 2.1.

Rangka jig & fixture pengeboran dari bahan utuh, misalnya dari baja profil bulat atau profil segi enam.



Gambar 2.2.

Rangka yang dibuat dari bahan baja profil segi empat atau besi tuang kelabu.



Gambar 2.3.

Rangka jig & fixture dan elemen pengecaman dari bahan utuh.

Keuntungan penggunaan rangka konstruksi bahan utuh :

1. Sangat sesuai untuk benda kerja dengan dimensi kecil.
2. Proses pembuatannya tidak memiliki hambatan yang berarti.
3. Pada konstruksi yang menerima beban punter yang besar perlu dilengkapi dengan tuas yang panjang.
4. Elemen yang mudah aus harus mudah diganti

### **1.2. Rangka Konstruksi Ikatan Baut**

Rangka jenis ini paling banyak dipakai untuk proses pemotongan. Alasan pemakaiannya dapat dilihat pada keuntungan dan kerugian yang akan dibahas kemudian.

Bahan baku rangka konstruksi ikatan baut dapat diperoleh dari :

1. Profil-profil standar yang dipotong sesuai permintaan ukuran dan dikerjakan pada bagian-bagian yang berhubungan serta akhirnya dipasang dengan ikatan baut.
2. Pelat kasar yang dipotong dengan api, dikerjakan dan dibaut.
3. Pelat atau profil standar khusus untuk rangka jig & fixture yang membutuhkan sedikit pengerjaan.

### **Keuntungan Ikatan Baut**

1. Komponen tunggal dapat dibuat dengan mudah pada mesin permesinan sederhana.
2. Ketepatan posisi (penyetelan jarak, koreksi posisi) dapat dilakukan setelah proses pengikatan baut, sebelum dipena.
3. Elemen yang rusak dapat diganti
4. Elemen yang menerima beban gesek dapat dikeraskan dan setelah aus dapat diganti.
5. Konstruksi seperti ini sesuai dengan saran pendidikan.
6. Pada umumnya bahan baku seperti pelat, profil dll. Tersedia digudang.
7. Jika benda kerja berubah, maka memungkinkan melakukan perubahan langsung pada rangka.
8. Rangka dapat digunakan bagi benda kerja dengan bentuk dan ukuran geometri sejenis.
9. Kepresisian yang tinggi akan tercapai karena selama pembuatan tidak menerima pengaruh panas yang berarti.

10. Memungkinkan pemanfaatan pelat atau profil standar baik DIN, standar lain maupun standar khusus untuk jig & fixture

### **Kerugian Ikatan Baut**

1. Diperlukan lebih banyak pengerjaan permukaan yang berfungsi sebagai landasan benda kerja atau bidang datum bagi elemen lain.
2. Pada rangka yang besar akan lebih berat dibandingkan konstruksi pengelasan.
3. Seluruh elemen yang akan diikat dengan baut harus dikerjakan dengan ketelitian tinggi. Hal ini secara ekonomis tidak menguntungkan.

### **1.3. Rangka Konstruksi Pengelasan**

Rangka konstruksi pengelasan relatif sering dipakai, jika :

1. Pesanan hanya satu jig & fixture dan akan mahal apabila menggunakan elemen standar.
2. Konstruksi diinginkan ringan.
3. Benda kerja berukuran relative besar, misalnya bejana.
4. waktu penyelesaian yang sangat singkat.
5. Tersedia peralatan dan operator pengelasan.

### **Keuntungan Konstruksi Pengelasan**

1. Dibandingkan dengan rangka tuangan akan lebih murah karena tidak memerlukan biaya pembuatan model.
2. Konstruksi yang lebih ringan dibandingkan tuangan atau pengikatan baut.
3. Sesuai untuk benda kerja yang sangat besar.
4. Kebutuhan ruang untuk pengerjaan yang lebih kecil dibandingkan proses pengecoran.
5. Penghematan bahan dengan kekakuan konstruksi yang memenuhi syarat.
6. Tidak tergantung pada pemasok komponen jig & fixture.
7. Pembuatan yang lebih cepat dengan bantuan peralatan sederhana (harus memiliki operator las yang ahli).
8. Mudah menyesuaikan diri terhadap perubahan bentuk benda kerja, mesin dan pengoperasian.
9. Mudah menambahkan sirip-sirip penguat pada tempat yang diperlukan.
10. Ukuran tebal dinding dan profil dapat menyesuaikan dengan pembebanan yang mungkin terjadi.

11. Pada umumnya lebih menghemat bahan. Konstruksi lebih ringan tanpa mengurangi kestabilannya
12. Biaya bahan lebih rendah dan kekuatan bahan (baja) yang lebih baik dibandingkan besi tuang.

### **Kerugian Konstruksi Pengelasan**

1. Penyusutan dan deformasi akibat tegangan.
2. Kemungkinan timbul kembali tegangan dalam akibat proses pengerjaan mekanik.
3. Diperlukan proses normalisasi tegangan (normalising) dan hal ini tidak selalu bisa dilaksanakan karena keterbatasan ukuran dapur pemanas. Apabila dilakukan di perusahaan lain akan menambah beban biaya.
4. Jika tidak memiliki operator las yang baik, maka pekerjaan tersebut harus diserahkan ke perusahaan lain dan hal ini dapat mengakibatkan permasalahan waktu. Apabila terdapat mesin-mesin perkakas yang presisi, maka sebaiknya hindari konstruksi rangka pengelasan.
5. Konstruktor harus mampu memperkirakan pembebanan yang akan terjadi dan mengambil tindakan pengamanan yang baik akibat beban bengkok, puntir dan deformasi statis.

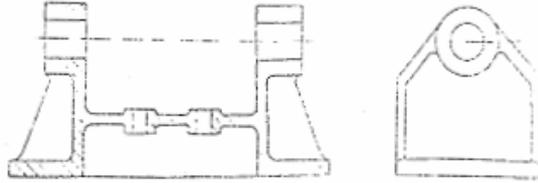
### **1.4. Rangka Konstruksi Tuangan**

Rangka jig & fixture dengan konstruksi pengelasan digunakan apabila :

1. Dalam waktu yang sama diperlukan lebih dari satu buah jig & fixture yang sama, misalnya jika ingin mengerjakan benda kerja yang sama secara paralel.
2. Akan dibuat kelompok-kelompok jig & fixture dengan bentuk dan ukuran sejenis sehingga rangka tuangan dapat dibuat dalam jumlah banyak dan untuk setiap jenis pekerjaan yang berbeda hanya perlu di tambahkan beberapa elemen saja.
3. Terdapat bagian pembuatan pola dan pengecoran.
4. Harus dibuat dari logam ringan atas dasar tuntutan berat yang diizinkan. Untuk konstruksi pengecoran, dinding rangka dapat dibuat lebih tipis dari konstruksi pengikatan baut. Sebagai contoh : akibat dari ukuran baut inbus minimal (M6), maka ketebalan dinding minimal pada konstruksi pengikatan baut adalah 12 mm.

Bentuk rangka jig & fixture konstruksi tuangan dapat dibagi menjadi tiga kategori, yaitu :

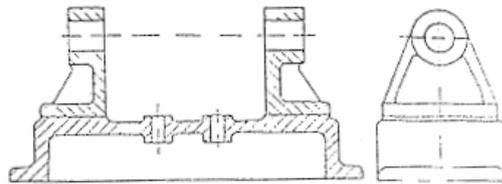
1. Konstruksi satu kesatuan



Gambar 2.4.

Rangka jig & fixture dari satu kesatuan tuangan, misalnya besi tuang kelabu atau paduan aluminium.

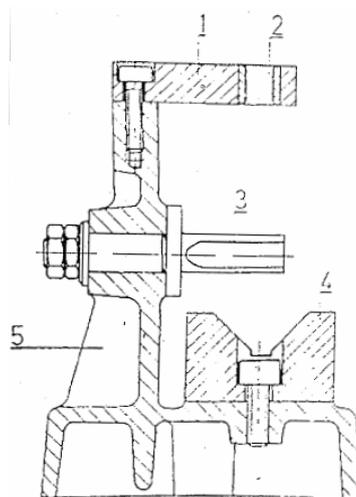
2. Penggabungan beberapa konstruksi tuangan dengan ikatan baut



Gambar 2.5

Rangka jig & fixture konstruksi tuangan, terdiri dari tiga bagian yang disambung dengan system pengikatan baut

3. Penggabungan konstruksi tuangan, bahan utuh atau pengelasan



1. Dudukan bus pengarah
2. Bus pengarah pengeboran
3. Poros pemegang benda kerja yang diratakan
4. Prisma
5. Rangka tuangan

Gambar 2.6.

Rangka jig & fixture pengeboran dari gabungan ikatan baut, pengelasan dan tuangan.

### **Keuntungan Konstruksi Tuangan**

1. Besi tuang lebih mudah dipotong dibandingkan baja.
2. Besi tuang dapat meredam getaran lebih baik.
3. Bahaya tegangan dalam lebih kecil.
4. Pada pembuatan rangka dalam jumlah besar akan lebih ekonomis dibandingkan dengan cara lain.
5. Dengan model yang tersedia, maka penggantian keseluruhan rangka akan lebih murah dan cepat.
6. Gambar kerja yang dibutuhkan lebih sedikit.
7. Lebih ringan 20 – 30 % dibandingkan rangka dengan konstruksi ikatan baut.

### **Kerugian Konstruksi Tuangan**

1. Tidak ekonomis untuk jumlah yang sedikit.
2. Rata-rata 30 % lebih berat dari rangka pengelasan.
3. Perubahan bentuk benda kerja, mesin dan pengoperasian membutuhkan rangka tuangan yang baru.
4. Waktu penyelesaian yang lebih lama apabila dikerjakan diperusahaan lain.
5. Dapat mudah rusak saat transportasi.

## **B. Kaki**

Jig & fixture dilengkapi dengan kaki, apabila :

- Diperlukan landasan yang aman/pasti pada jig & fixture bergerak, misalnya jig & fixture pengeboran yang memiliki beberapa posisi pengeboran dengan cara membalik, menggeser atau menjungkirkan
- Ada bagian-bagian yang mutlak harus ditempatkan dibawah pelat landasan (misalnya elemen pengencang dan pencekam).
- Di perlukan landasan tahan aus (kaki yang dikeraskan), yang harus dapat diganti dengan cepat jika diperlukan.
- Diperlukan kebebasan gerak dari alat (misalnya pada proses pengeboran, pengetapan) yang bergerak menembus landasan jig & fixture.
- Beram dengan mudah dibersihkan/dihilangkan.
- Tidak diinginkan terdapat resiko ketidak presisian akibat beram. Dengan adanya kaki, maka beram tidak terjepit di antara landasan jig & fixture dengan meja mesin.

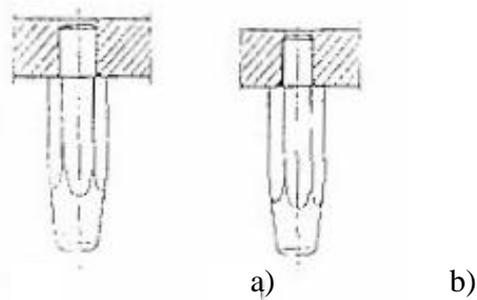
- Diperlukan pengurangan berat konstruksi, sehingga memungkinkan menggunakan tebal pelat landasan yang sesuai dengan keperluan.

## 1. Jenis Kaki

Jenis kaki, seperti elemen mesin standar lain, dibedakan menjadi kaki standar, kaki yang umum di pasaran atau kaki yang dibuat sendiri.

### 1. Kaki menurut standar DIN.

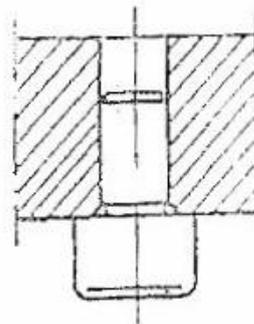
- 1.1. Menurut DIN 6320,  
tinggi total 10 s/d 50 mm.



Gambar 2.7

- a. Pemasangan pres.
- b. Ikatan ulir, M6, M8, M10 dan M12. Batang kaki dengan bentuk segi enam sesuai dengan ukuran kepala baut segi enam.

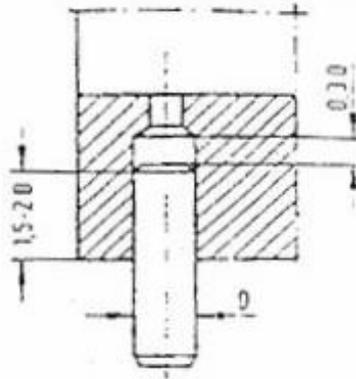
- 2.2. Menurut DIN 6321,  
tinggi total 6 s/d 40 mm.



Gambar 2.8

Pena berkepala menurut DIN 6321, diameter pena 4, 6, 8, 12 dan 20 mm, suaian pena adalah H7/n6.

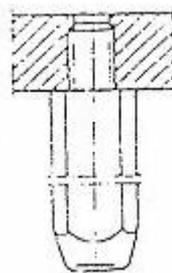
- 1.3. Pena silinder yang dikeraskan menurut DIN 6325.



Gambar 2.9

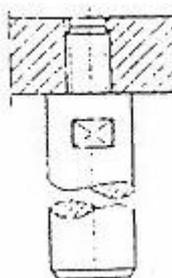
Panjang pena yang masuk dengan suaian sesak adalah minimal satu setengah kali diameternya.

2. Kaki-kaki yang dibuat sendiri (gambar 2.10 dan 2.11) biasanya karena alasan bentuk yang lebih panjang dari standar DIN, tetapi masih cukup stabil untuk digunakan.



Gambar 2.10

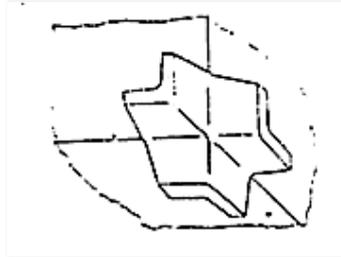
Batang segi enam dengan ujung berulir. Panjang menurut DIN 6320 terbatas, sehingga muncul kaki yang lebih panjang seperti ini.



Gambar 2.11

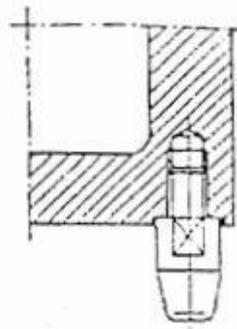
Batang bulat dengan ujung berulir, perlu dilengkapi dengan permukaan datar atau lubang untuk penguncian.

3. Konstruksi rangka tuangan dapat memanfaatkan kaki-kaki yang juga dari tuangan (gambar 2.12) atau kaki-kaki baja yang dipasangkan ke rangka dengan ikatan ulir (gambar 2.13).



Gambar 2.12

Kaki tuangan dengan tiga kemungkinan posisi.



Gambar 2.13

Kaki dari baja yang ditanamkan pada rangka tuangan.

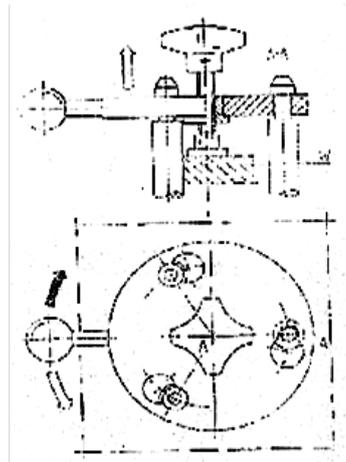
Cara ini adalah pemecahan yang lebih baik dibandingkan dengan gambar 2.12 karena lebih tahan aus dan mudah diganti.

### C. Elemen Pengunci

Elemen pengunci adalah elemen jig & fixture yang berfungsi untuk menempatkan dan mengeluarkan atau mengangka benda kerja agar terdapa ruang untuk benda kerja berikunya. Hal ini sangat banyak berhubungan dengan rangka jig & fixture yang berbentuk kotak (tertutup).

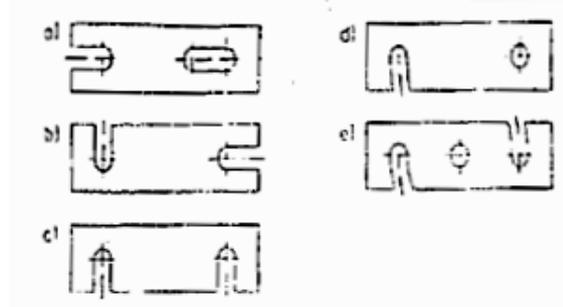
Pengunci dapat pula dipergunakan sebagai penentu posisi elemen-elemen pada jig & fixture yang sering kali harus dibuka untuk memasang dan mengeluarkan benda kerja dan kemudian harus dipasang kembali ke posisi semula (misalnya bus pengarah pengeboran).

Elemen pengunci dapat berupa batang (gambar 2.14), pelat dan lempengan (gambar 2.15) atau juga tuas (gambar 2.16).



Gambar 2.14.

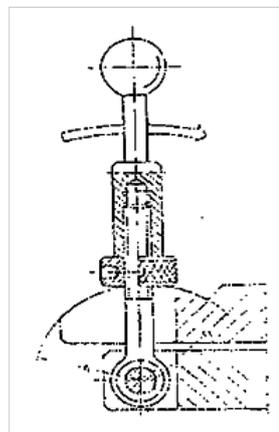
Batang pengunci tekan geser dengan pelat putar.



Gambar 2.15.

Jenis pelat pengunci :

- a. geser-putar, tidak bisa dilepas
- b. geser-putar, bisa dilepas
- c. geser, dari samping bisa dilepas
- d. putar, sumbu di pinggir, tidak bisa dilepas
- e. putar, sumbu di tengah, dapat dilepas



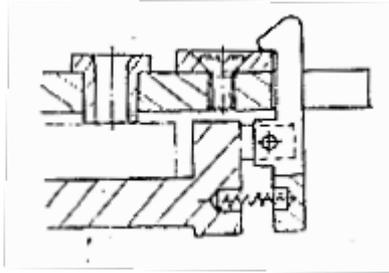
Gambar 2.16.

Pengunci self-locking dengan mur pengatur dan tuas.

## Jenis-jenis Pengunci yang Umum Digunakan

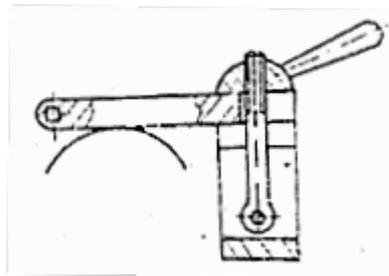
### 1. Snap lock

Memakai konstruksi pegas dan engsel (gambar 2.17).



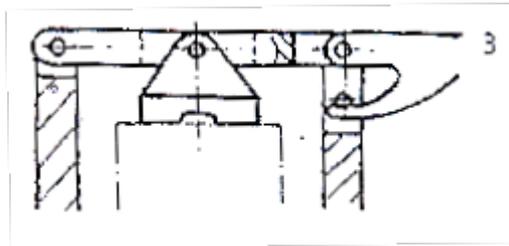
### 2. Eye-screw lock

Konstruksi bukaannya mempergunakan tuas (gambar 2.18).



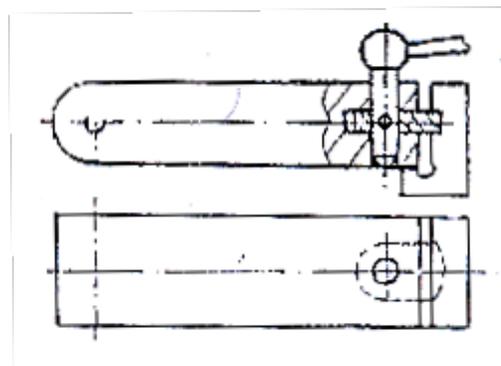
### 3. Excenter lock

konstruksi ini mempergunakan system eksentrik yang baik tetapi relative mahal (gambar 2.19).



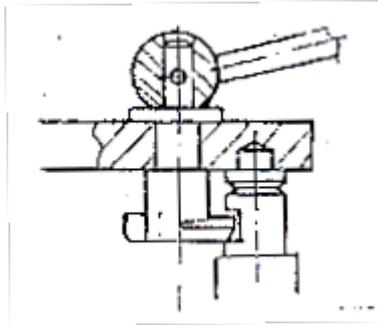
### 4. Swivel lock

Mengunci dengan system perbedaan jarak (gambar 2.20).



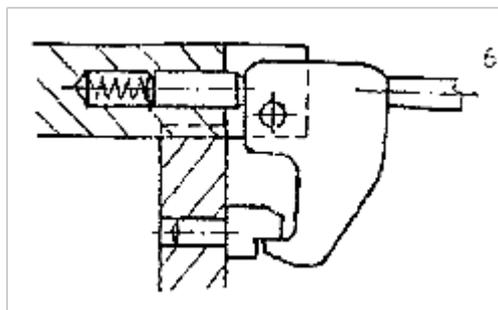
### 5. Rotating wedge lock

Pengunci bekerja berdasarkan prinsip baji dan memerlukan penyetelan yang tepat (gambar 2.21.).



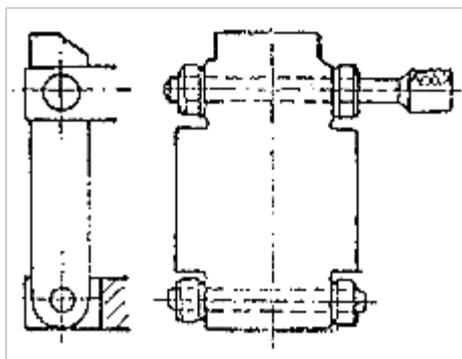
### 6. Latch

Pengunci yang bekerja dengan mempergunakan system pengait dan pegas (gambar 2.22).



### 7. Socket pin lock

Konstruksi pengunci yang mempergunakan pena sebagai pengikat dengan bentuk yang relatif sederhana (gambar 2.23).



### D. Penyentak (Ejector)

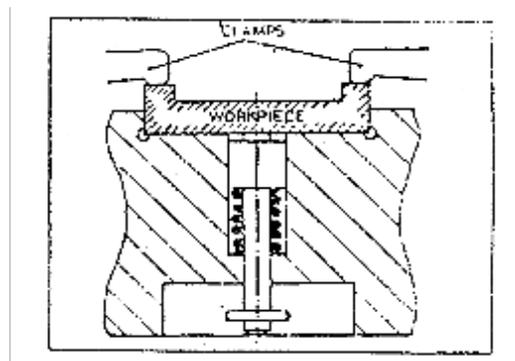
Pada beberapa konstruksi penyentak dipergunakan untuk membantu dalam mengeluarkan benda kerja dari dalam rangka. Penyentak juga diharapkan dapat menghilangkan sisi tajam (burr) yang terjadi akibat proses permesinan. Sisi tajam ini

dapat menghalangi pelepasan benda kerja, sehingga diperlukan gaya untuk melepaskannya.

Alasan lain penggunaan penyentak adalah untuk mengeluarkan beberapa benda kerja yang berukuran kecil, setelah diproses secara bersamaan dalam satu tempat. Hal ini dilakukan untuk mengatasi kesulitan dalam mengeluarkan benda kerja dengan tangan karena keterbatasan tempat dan juga agar tidak terjadi luka tangan saat memegang benda kerja. Hal ini berkaitan dengan tuntutan mempercepat proses pelepasan benda kerja sehingga mengurangi biaya produksi.

Penyentak dapat dibedakan atas dua katagori :

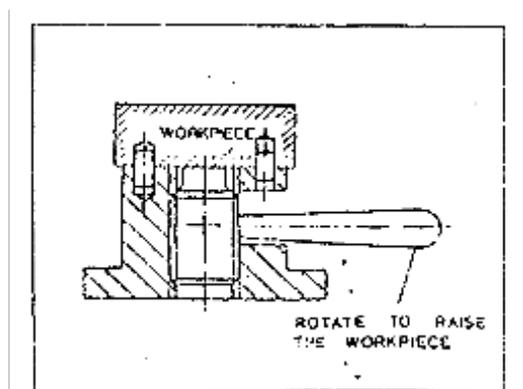
1. Penyentak otomatis.



Gambar 2.24

Alat penyentak ini lebih banyak bekerja dengan bantuan pegas, sehingga gaya pencekaman harus cukup besar untuk mengatasi gaya penyentak pada waktu mencekam benda kerja setelah melepaskan gaya cekam benda kerja otomatis akan terdorong keluar (gambar 2.24).

2. Penyentak terkontrol



Gambar 2.25

Alat penyentak ini biasanya dioperasikan dengan tuas dan ulir. Dalam kasus khusus dapat juga digunakan udara bertekanan. Penyentak terkontrol tidak bereaksi secara

cepat ketika gaya cekam dilepaskan dorongan sebenarnya dilakukan sebagai langkah terpisah dengan memberikan gaya tekan yang dilakukan oleh operator (gambar 2.25)

## E. Penumpu

Ditempatkan diantara benda kerja dengan fixture. Penumpu ini menjadi sangat penting apabila kerataan bentuk benda kerja menjadi tuntutan utama.

Kerataan penumpu dapat lebih terjamin dengan bidang kontak yang kecil, sehingga secara langsung akan menjamin kerataan benda kerja.

Sistem penumpu (support) ini diperlukan untuk mendukung benda kerja sehingga dapat duduk atau disangga dengan baik, dan memberi kelonggaran atau rongga untuk beram sehingga mudah dikeluarkan dari jig & fixture.

Jika benda kerja didudukan langsung pada permukaan pelat, kemungkinan besar beram yang kecil akan terhimpit di antara benda kerja dengan permukaan pelat landasan. Hal ini akan berakibat langsung pada bagian benda kerja hasil proses permesinan.

Daerah permukaan kontak benda kerja dengan penumpu pada jig & fixture dibuat sekecil mungkin, kira-kira satu per enam dari luas permukaan bawah benda kerja setelah diproyeksikan.

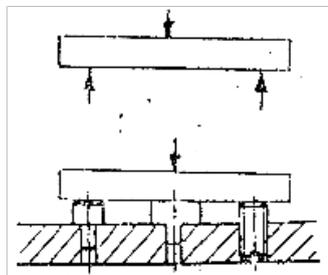
Alternatif lain adalah dengan membuat alaur-alur penampung beram pada pelat landasan (pada permukaannya) sehingga tidak perlu elemen tambahan sebagai penumpu. Cara ini banyak dipakai pada meja-meja mesin, bermanfaat terutama bagi benda kerja dengan permukaan halus.

Untuk permukaan benda kerja yang kasar, sebaiknya gunakan sistem tiga titik tumpu. Dapat pula menggunakan pena (walaupun kenyataannya lebih dari tiga titik tumpuan) yang dapat diatur ketinggiannya, baik dengan sistem pegas maupun dengan sistem ulir.

Bahkan ada yang menggunakan kepala mur sebagai penumpu

### Jenis Penumpu yang Sering Digunakan

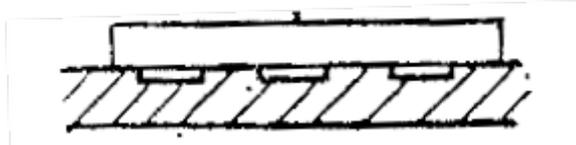
#### 1. Pendukung sisipan



Gambar 2.26

Bisa berbentuk pena, balok yang duduk pada rel atau baut (untuk posisi yang diatur (gambar 2.26).

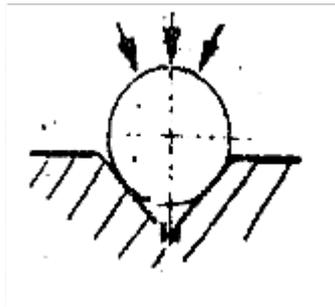
2. Bentuk alur sejajar



Gambar 2.27

Meja mesin dengan alur-T merupakan contoh yang paling jelas untuk jenis penumpu ini (gambar 2.27).

3. Bentuk alur menyudut



Gambar 2.28

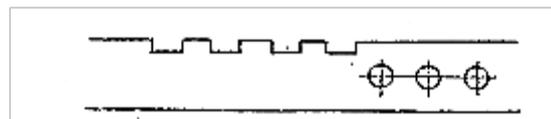
Digunakan untuk benda kerja silinder, radius atau bola (gambar 2.28).

**F. Elemen Penunjang**

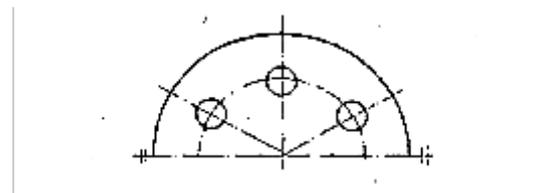
**1. Alat Pembagi**

Alat-alat pembagi diperlukan apabila pada suatu benda kerja dilakukan pengerjaan permesinan secara periodik. Menurut prinsip gerak, pembagi dapat dibedakan atas dua jenis (gambar 2.29) :

- Pembagi gerak lurus

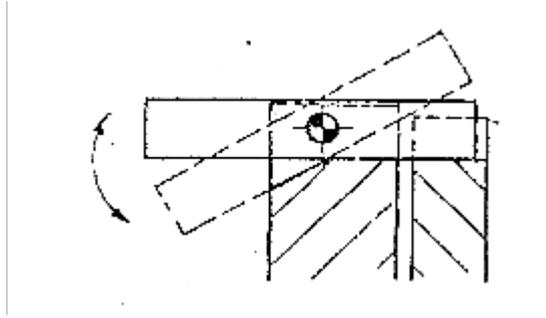


- Pembagi gerak melingkar



Gambar 2.29

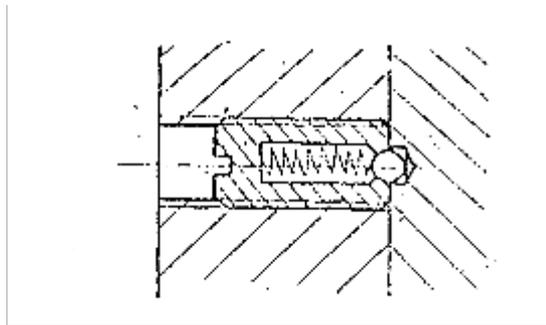
a. Tuas Pembagi



Gambar 2.30

Tuas pembagi bekerja dengan bantuan engsel, dimana pasangan yang diperlukan berbentuk alaur (gambar 2.30).

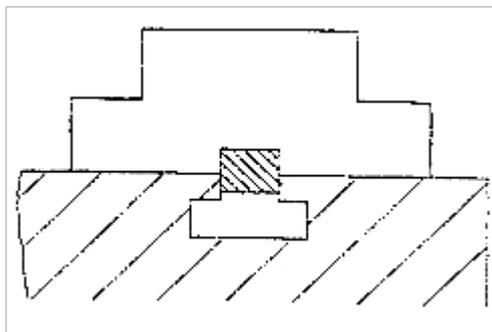
b. Bola Penepat



Gambar 2.31

Bola pembagi bekerja dengan bantuan pegas, dengan pasangan yang diperlukan berbentuk lubang. Konstruksi bola pembagi biasanya dikenal dengan nama ball-catcher (gambar 2.31)

c. Sisipan



Gambar 2.32

Sisipan dipergunakan untuk mempermudah penempatan fixture pada meja mesin. Sisipan ini ditempatkan pada alur meja mesin sehingga gerakannya menjadi terbatas. Penggunaan sisipan bukan suatu keharusan (gambar 2.32).

## 2. Baut Pengikat Elemen Pada Jig & Fixture

Baut yang disarankan untuk digunakan adalah jenis inbus (DIN 912), dengan kualitas 8.8 dan 10.9 serta ukuran minimal ulir adalah M6. Bentuk baut yang lain sebaiknya hanya digunakan untuk hal-hal khusus. Gaya tarik baut yang diizinkan dan momen pengencangan yang diperlukan ditunjukkan dalam tabel 2.1 dan tabel 2.2.

Tabel 2.1.  
Pembebanan Pada Baut Segi Enam dan Inbus, kualitas 8.8.

Ukuran ulir	Gaya tarik baut yang Diizinkan (kN)	Momen pengencangan Yang dibutuhkan (Nm)
M6	008.2	010.5
M8	015.0	025.0
M10	024.0	047.0
M12	035.0	078.0
M14	049.0	120.0
M16	067.0	180.0
M18	081.0	250.0
M20	105.0	335.0

Jika gaya aksial yang diinginkan lebih kecil dari pada beban maksimal, maka harga momen pengencangan juga secara proporsional menjadi lebih kecil.

Sumber : Bauer & Schauerte, Karcher GmbH, 4040 Neuss 1.

Table 2.2.  
Pembebanan Pada Baut Segi Enam dan Inbus, kualitas 10.9.

Ukuran ulir	Gaya tarik baut yang Diizinkan (kN)	Momen pengencangan Yang dibutuhkan (Nm)
M6	011.5	015.0
M8	021.0	034.0
M10	034.0	065.0
M12	050.0	112.0
M14	068.0	175.0
M16	094.0	260.0
M18	115.0	260.0
M20	145.0	470.0

Jika gaya aksial yang diinginkan lebih kecil dari pada beban maksimal, maka harga momen pengencangan juga secara proporsional menjadi lebih kecil.

Sumber : Bauer & Schauerte, Karcher GmbH, 4040 Neuss 1.

## Bab 3 **P**erencanaan Jig & Fixture

### A. Ergonomi

Ergonomi sebagai pengetahuan tentang hubungan antara manusia dengan lingkungan kerjanya sangat penting untuk diterapkan ke dalam proses perancangan, sehingga dapat menghasilkan rancangan yang penggunaannya bisa mengoptimalkan kemampuan manusia pada suatu sistem kerja.

Pekerjaan yang membutuhkan alat Jig & Fixture merupakan jenis pekerjaan yang sifatnya pengulangan, sehingga alat ini secara ergonomis telah memperhatikan tuntutan-tuntutan dasar psikologi kerja manusia dan menjadi alasan utama penggunaannya.

Dalam prakteknya, konstruksi Jig & Fixture dirancang murni hanya berdasar pada insting konstruktor. Pengetahuan tentang psikologi kerja dan ergonomi sangat sedikit diterapkan, terutama hanya pada proses produksi yang otomatis. Hal ini terjadi karena bentuk dan ukuran Jig & Fixture yang beraneka ragam, sehingga menjadi penghambat dalam menentukan standar nilai angka yang ergonomis.

Bagi seorang konstruktor, data-data berikut merupakan hal terpenting yang perlu diketahui :

1. Kemampuan angkat manusia untuk menangani peralatan Jig & Fixture (tabel 3.1, 3.2 dan 3.3).
2. Batas optimal kelelahan manusia sehubungan dengan kontinuitas kerja (tabel 3.4).
3. Pertimbangan anthropometri dan kriteria ergonomi serta keterkaitan manusia dengan alat dan lingkungan (gambar 3.1 dan tabel 3.5).
4. Kualifikasi operator dan batasan kemampuan operator dalam hal kontinuitas kerja (tabel 3.4).
5. Pertimbangan aspek-aspek psikologis dan psikis.
6. Sifat-sifat ergonomi lainnya yang harus dimiliki oleh sebuah alat Jig & fixture.
7. Cara pemilihan dan pengujian elemen operasi.
8. Elemen-elemen operasi mana saja yang memiliki fungsi ganda.
9. Pertimbangan hubungan Jig & Fixture dengan alat bantu produksi yang lain.
10. Pertimbangan pengaruh kebisingan, getaran, dsb.

Tabel 3.1

	Erwachsene		Jugendliche	
	Männer	Frauen	mannlich	weiblich
Sporadisch	50	20	20	15
Häufig bis dauerend	18	12	14-16	7-11

Tabel 3.2

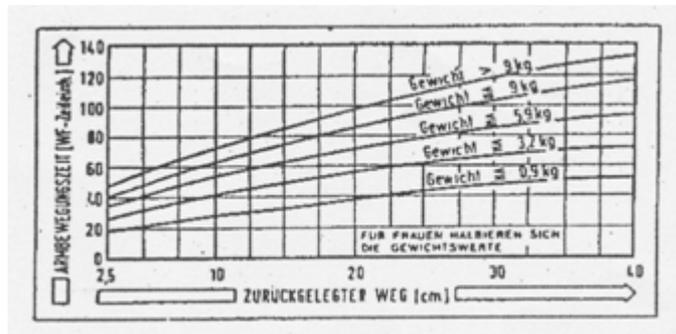


Table 3.3

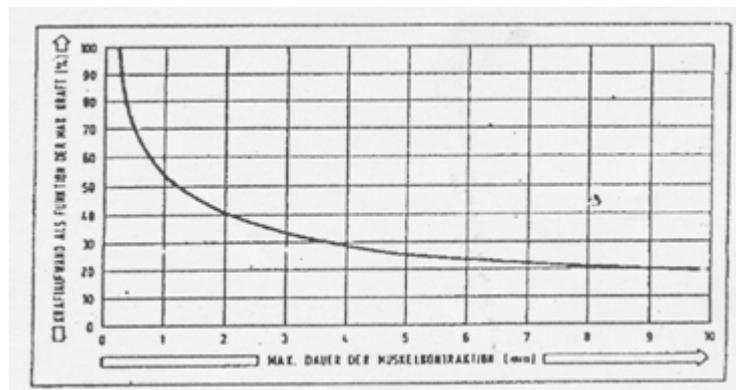
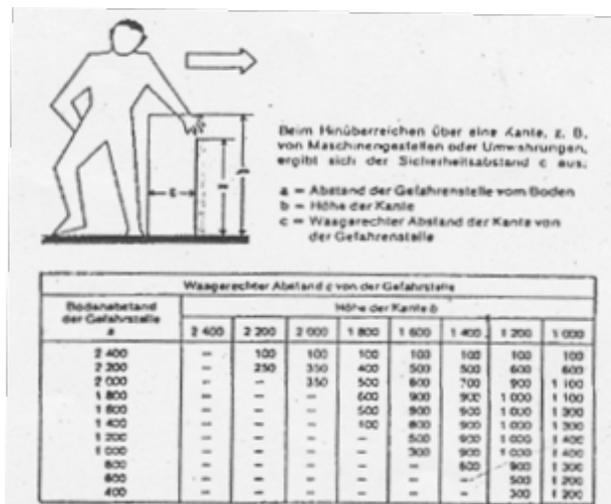


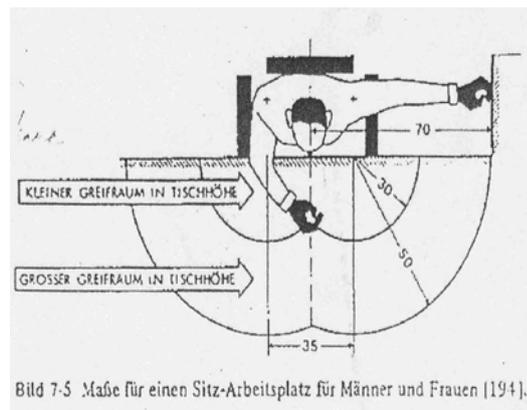
Table 3.4



Tabel 3.5

Maximale zulässige Handspannkraft $F_{se}$ für Vorrichtung-Handspannvorgänge		
Geschlecht	Zeit zwischen zwei Handspannvorgängen	Handspannkraft $F_{se}$
	min	N
Männlich	länger als 1 min	200
	kurzer als 1 min	125
Weiblich	länger als 1 min	125
	kurzer als 1 min	75

Bild 7-6 Maximale zulässige Handspannkraft  $F_{se}$  für Handspannvorgänge an Vorrichtungen als Funktion der Zeit zwischen zwei Spannvorgängen und des Geschlechts der die Vorrichtung bedienenden Person.



Gambar 3.1

Data data di atas dapat dipergunakan sebagai check list ergonomi dalam jig & fixture. Pertimbangan-pertimbangan tersebut tentunya hanya akan berfungsi optimal apabila data data tabel 3.1 s/d 3.5 dan gambar 3.1 dimanfaatkan dengan benar.

## B. Komponen jig & fixture

Berdasarkan fungsinya, sebuah jig & fixture dapat terdiri dari komponen-komponen berikut :

1. Elemen Penepat, berfungsi secara ruang menempatkan dan menepatkan posisi benda kerja relatif terhadap alat potong, mesin atau datum lainnya.
2. Elemen penumpu, disatu sisi fungsinya adalah melindungi benda kerja dari deformasi bentuk akibat gaya cekam atau gaya potong atau berat benda sendiri, di sisi lain elemen ini juga menghindari kekeliruan benda kerja.
3. Elemen pencekam, mengamankan posisi ruang benda kerja terhadap pergeseran ataupun perputaran serta menjamin benda kerja selalu pada posisi yang diharapkan.

4. Elemen Pengarah Alat Potong, memiliki tugas mengarahkan pergerakan alat potong dan menjamin letak (relatif terhadap benda kerja) alat potong selalu pada posisi yang sama.
5. Elemen Penyetel Alat Potong, memungkinkan penyetelan posisi relatif Jig & Fixture terhadap alat potong.
6. Elemen Operasi Pencekaman, memungkinkan operator untuk mengoperasikan Jig & Fixture secara manual.
7. Elemen Penghasil Gaya, seperti : Kompresor udara, pompa oli, motor listrik, magnet, pompa vakum, dsb.
8. Elemen Pemindah Gaya, mentransmisikan gaya (diperbesar, diperkecil atau dibagi) baik langsung maupun tidak langsung ke elemen pencekam, misalnya : tuas, pasak, baut, eksenter, pemindah tekanan, dsb.
9. Rangka Jig & Fixture, merupakan pemersatu keseluruhan komponen pada Jig & Fixture serta memungkinkan penepatan posisi dan pencekaman benda kerja ke meja mesin.
10. Elemen Pengikat, menghubungkan dan mengikat Jig & Fixture berikut komponen-komponennya ke posisi yang diharapkan (contoh : Baut, pena, dsb.).

Sesuai kebutuhan, selain elemen-elemen tersebut di atas dapat pula digunakan elemen lain, seperti :

- Kaki penumpu, sebagai perantara dan sekaligus kedudukan Jig & Fixture terhadap meja mesin.
- Komponen yang memungkinkan dan mempermudah pergerakan Jig & Fixture beserta benda kerja yang tercekam terhadap meja mesin, misalnya roda, bantalan udara, dsb.
- Komponen yang memudahkan peletakkan dan pengambilan ke atau dari Jig & Fixture, misalnya Pick & Place, tangan robot, dsb.
- Elemen kontrol yang mampu menghindari kesalahan peletakkan benda kerja di atas Jig & Fixture.
- Penyetel posisi benda kerja.
- Elemen pembagi untuk benda kerja memanjang atau berbentuk lingkaran.
- Elemen yang memungkinkan pemeriksaan bentuk dan ukuran benda kerja.
- Lain-lain.

## C. Bahan

### 1. Petunjuk Pemilihan Bahan

Pemilihan bahan untuk elemen-elemen Jig & Fixture tergantung dari :

- Tuntutan kekerasan dan ketahanan bahan terhadap keausan.
- Bahan benda kerja
- Jumlah benda kerja yang akan diselesaikan
- Dimensi Jig & Fixture
- Perkiraan berat maksimum Jig & Fixture
- Harga bahan
- Biaya penyimpanan dan waktu pengiriman ba
- Gaya-gaya dan tekanan permukaan yang membebaninya
- Mesin dan proses permesinan yang tersedia
- Batas waktu pengiriman Jig & Fixture

### 2. Penggunaan Bahan pada Elemen Jig & Fixture

Tabel 3.6 di bawah memperlihatkan beberapa penggunaan bahan pada sebagian elemen-elemen Jig & Fixture.

Elemen	Pemilihan Bahan Berdasarkan Pemakaian
Penyetak (Ejector)	Sederhana dan kecil : baja alat, dikeraskan (60 HRC). Rumit dan besar : baja khusus, dikeraskan permukaan. Untuk permukaan benda kerja yang halus, gunakan ejector dengan pelapis kuningan, tembaga atau aluminium.
Elemen penepat (elemen penumpu, pena pengarah dan sejenisnya)	Kecil : Baja alat dikeraskan. Sedang sampai besar : baja khusus, dikeraskan permukaan atau dilapis chromium keras/logam keras.
Elemen operasi	St 37, BTK 18, plastik.
Bus pengarah pengeboran	Diameter luar hingga 30mm : baja alat dikeraskan. Diameter luar di atas 30mm : C 45 dikeraskan permukaan.
Tiang pengeboran	Dengan pengarah : baja khusus, dikeraskan permukaan.
Doren putar	Diameter hingga 30mm : St 60 atau baja alat, dikeraskan 62 hingga 64 HRC. Diameter di atas 30mm : C 45, dikeraskan permukaan.

Rangka Jig & Fixture	Tuangan : BTK 20, logam lunak.
Pengikatan baut	Pengelasan : - Baja bangunan : St 34-2, St 37-2, St 37-3, St 46-2 dan 52-3. - Baja ekstruksi : bahan dengan tegangan tarik hingga 500 N/mm <sup>2</sup> . Baja pengerasan permukaan : C 22, Ck 22, 25CrMo4 dan 28Mn6. - Baja bangunan : St 37, St 42, St 50. - Baja pengerasan permukaan : C 22, C 35, C 45.
Senter penepat benda kerja	Baja alat, dikeraskan hingga 63 +- 1 HRC. Untuk benda kerja dengan pergantian, pergerakan yang cepat, rangka : St 70, ujung senter : baja keras.

#### D. RESIN DALAM JIG & FIXTUR

##### 1. Kelebihan penggunaan resin dalam jig & fixture

- a) Biaya pembuatan yang murah karena:
  - proses dan pengerjaan yang lebih mudah dibandingkan dengan bahan logam
  - model dari gips, kayu, plasti, dll. relatif murah
  - Sangat baik memegang benda kerja dari bahan logam dan dipadukan dengan elemen elemen jig & fixture.
  - Dapat diproses dengan peralatan sederhana yang ada dipasaran
- b) Pada saat cair sangat mudah di tuang dan saat mengeras tidak mudah berubah bentuk.
- c) Resin yang telah mengeras mempunyai kekuatan bahan yang baik dan tahan terhadap gesekan serta pengaruh dri pelumas atau pendingin.
- d) Jika diinginkan, misalnya pada pengarah (guid way), dapat ditempelkan resin tertentu dengan koefisien gesek yang kecil (graphiok atau yang bersifat melumasi secara padat.
- e) Penambahan bahan pengisi seperti serbuk besi, alumunium, porselen, dsb dapat memperbaiki kekuatan bahan dari ketahanan akan perubahan bentuk.
- f) Bahan bahan untuk finishing resin dapat mudah di pasaran.

## 2. Kekurangan penggunaan resin dalam jig & fixture

Sirkulasi udara dalam ruang untuk pengerjaan resin harus cukup baik, krena gas yang timbul dalam pengolahan resin dapat mengggngu kesehatan. jika mengenai kulit dapat menyebabkan penyakit kulit.

Waktu penyimpanan terbatas (umumnya setengah sampi setahun)

## E. PERENCANAAN SISTEM PENANGANAN BENDA KERJA

Melalui otomatisasi mesin mesin produksi maka waktu proses akan menjadi lebih cepat, meskipun waktu penanganan benda kerja dan jig & fixture masih merupakan bagian terbesar dari seluruh waktu yang diperlukan. Hal tersebut hanya dpat dipersingkat dengan bantuan mekanisme khusus yang dirancang sesuai dengan tuntutan bentuk, ukuran dan gerak benda kerja/jig & fixture serta tuntutan keamanan, kemudahan dan kecepatan kerja operator.

Sistem penanganan benda kerja mengtur kesinambungan dan kontinuitas kerja antara alat potong dengan benda kerja, aliran benda kerja antar stasiun dengan jumlah, posisi

dan arah yag benar juga waktu yang tepat.

### 1. Analisa Aliran benda kerja

Aliran benda kerja dianalisa dengan fungsi fungsi dasar pada tabel 4.1 berikut

Fungsi	No Simbol	Simbol	Penjelasan
Menampung	1		Menyimpan benda kerja secara acak di tempat persediaan benda kerja
Menyusun ke magazin	2		Menyimpan benda kerja secara teratur ke dalam magazin
Memindahkan ke proses selanjutnya	3		Menggambarkan aliran benda kerja dari suatu proses ke proses selanjutnya. Dapat dicapai dengan memanfaatkan gaya berat atau gaya teratur atau tidak teratur
Membuat percabangan	3a		Memisahkan atau menyortir benda kerja dari aliran benda kerja yang teratur atau tidak teratur
Menggabungkan	3b		Menggabungkan beberapa aliran benda kerja menjadi satu
Menyusun	4		Merubah posisi dan arah benda kerja sesuai dengan keinginan

Memeriksa posisi	14a		Mengetahui kondisi benda kerja dan memungkinkan peraturan posisi dan arah benda kerja
Memutar, membalik, mengalihkan	4b		Mengubah benda kerja ke posisi dan arah yang baru
Membagi	5		Memisahkan benda kerja, menentukan dosis benda kerja pada aliran kerjanya
Memberikan	6		Menggerakkan benda kerja baik langsung maupun dengan kontrol
Menepatkan	7		Menjamin benda kerja berada pada posisi yang diinginkan, sebelum dan sesudah tahapan memberikan
Mencekam	7a		Memegang erat benda kerja pada kedudukan tertentu
Melepaskan cekaman	7b		Melepaskan benda kerja dari cekaman
Mengambil/ mengeluarkan	8		Menjatuhkan benda kerja (terkontrol) dari proses pengerjaan
Mengerjakan	-		Semua jenis proses pengerjaan termasuk pengukuran dan pengujian

## Bab 4 **P**ENCEKAMAN BENDA KERJA PADA FIXTURE

Pencekaman merupakan bagian utama pada perencanaan Fixture, selain penempatan benda kerja. Dengan memberikan gaya pencekaman melalui elemen pencekam terhadap benda kerja dan fixture, maka benda kerja tidak dapat bergerak lagi, sehingga benda kerja dapat diproses lebih lanjut dengan pemotongan.

### **A. Dasar Pencekaman Benda Kerja**

Perancangan elemen pencekaman ini sangat dipengaruhi oleh gaya yang dihasilkan, arah gaya, landasan pencekaman dan jumlah gaya pencekaman.

Adapun beberapa hal yang harus diperhatikan adalah :

1. Benda kerja tidak boleh bergerak/bergeser selama proses pencekaman.
2. Proses pencekaman dan pemasangan ataupun pelepasan benda kerjanya harus cepat dan aman
3. Besar gaya pencekaman tidak mempengaruhi struktur atau merusak permukaan benda kerja dan fixture.
4. Gaya pencekaman pada benda kerja terdistribusi merata, sehingga tidak timbul perubahan plastis pada benda kerja.
5. Pengaruh gaya pencekaman dan factor lainnya seperti panas, tidak boleh mempengaruhi posisi fixture
6. Jumlah dan landasan harus disesuaikan sebagai fungsi dari gaya potong yang terjadi
7. Besar gaya pencekam harus diperhatikan dan dipilih sesuai gaya pemotongan.
8. Arah dan posisi gaya pencekaman terhadap benda kerja.

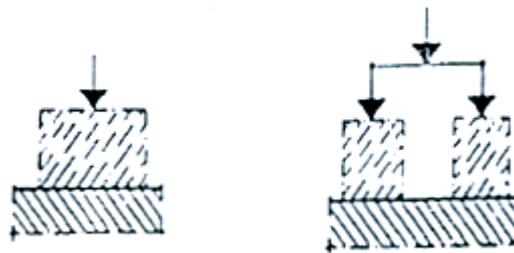
### **B. Sistem Pencekaman Benda Kerja**

Sistem pencekaman /penjepit benda kerja sangat berhubungan erat dengan sistem penglokasian, yang mana pada prinsipnya sistem pencekaman ini dimaksudkan agar benda kerja yang telah dilokasikan kemudian ditahan/ dicekam agar tidak bergerak pada saat mengalami proses pengerjaan ( pemakanan ). Selain itu juga perlu diperhatikan dan dibahas, konstruksi sistem pencekaman harus mampu menahan beban

atau gaya yang terjadi akibat proses pemotongan/pemakanan benda kerja oleh pisau potong.

Secara teknis, ada 4 cara/sistem pengecaman; yaitu :

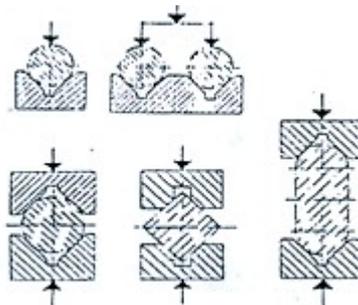
1. Pengecaman sisi, merupakan pengecaman yang dilakukan pada bagian sisi benda kerja, baik arah vertikal maupun arah horizontal. Pada pengecaman satu sisi ( One side clamping ) gaya cekam bekerja pada satu sisi dari benda kerja. Pengecaman dua sisi ( Two side Clamping ), digunakan untuk mencekam beberapa buah benda kerja ( lebih dari satu ) pada satu plat penglokasi yang sama



Gambar 4.1

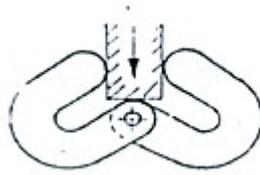
2. Pengecaman memusat ( Centered clamping ), yaitu pengecaman yang mengarah ketitik pusat benda kerja, terutama di gunakan untuk pengecaman benda kerja silinder. Sistem ini terdiri dari penglokasi dan pemusat (centralizer) yang diberi gaya penekan pengecaman ini dapat dibedakan atas :

- memusat satu sisi
- memusat dua sisi



Gambar 4.2

3. Pengecaman sendiri (self clamping) yaitu pengecaman yang bekerja secara otomatis akibat berat benda kerja itu sendiri ataupun oleh gaya luar

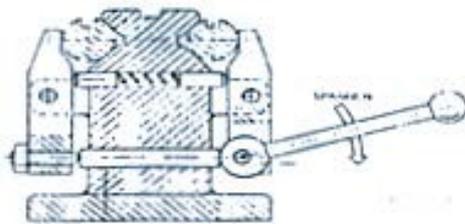


Gambar 4.3

Gaya cekam dapat didistribusikan menjadi beberapa gaya, dan semua jenis pengecaman diatas dapat dikombinasikan satu dengan yang lainnya.

Berdasarkan posisi penjepitan terhadap benda kerja dikenal 2 pembagian yaitu :

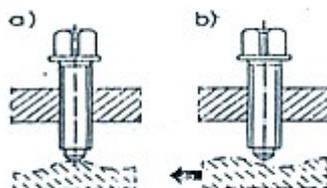
1. Pengekaman langsung (direct clamping), dimana elemen pengecam langsung bekerja pada benda kerja.
2. Pengekaman tidak langsung (indirect clamping), dimana gaya cekam bekerja melalui beberapa elemen cekam sebelum mencekam benda kerja.



Gambar 4.4

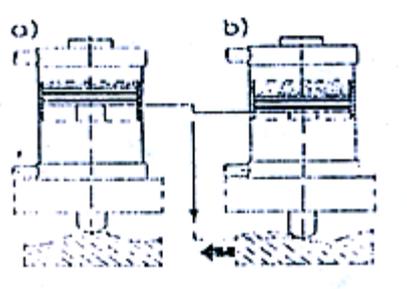
Berdasarkan kekakuannya dibedakan atas :

1. Pengekaman kaku, mempunyai pengertian bahwa elemen pengecam tetap tidak bergerak lagi setelah gaya yang kita berikan dilepas pada posisi benda kerja terlepas. Akibat perbedaan ukuran geometris yang sangat kecil sekalipun dari benda kerja, maka pengecaman yang optimal tidak akan terjadi. Elemen yang sering digunakan antara lain pasak, baut dan mur, pengungkit/ tuas, eksenter, toggle, dll. Elemen-elemen tersebut dalam penggunaannya dapat dikombinasikan satu sama lainnya, misalnya tuas dengan lingkaran eksenter. Pengekaman kaku ini dipergunakan pada fixture yang sederhana.



Gambar 4.5

2. Pencekaman elastis. Pada pencekaman jenis ini masih terdapat gaya balik yang mempengaruhi pencekaman. Elemen yang dipergunakan antara lain dengan menggunakan sistem pneumatic, hidrolis ataupun elektromagnet. Prinsip gaya sentrifugal dapat juga dipergunakan sebagai pencekaman elastis. Selama proses pencekaman, gaya cekam relative merata terutama terhadap perbedaan ukuran geometris dari benda kerja



Gambar 4.6

Penggunaan pencekaman elastis akan menghindari terjadinya perubahan pada benda kerja akibat gaya pemotongan yang menghasilkan panas. Namun jika ditinjau dari biaya, maka pencekaman elastis lebih mahal dari pada pencekaman kaku, karena perlunya elemen tambahan seperti sistem pneumatic ataupun hidrolis. Pada dasarnya pemilihan jenis pencekaman akan berpengaruh terhadap perhitungan efisiensi.

Untuk mencapai pencekaman yang baik perlu diperhatikan ketentuan sebagai berikut :

- Dapat memegang benda kerja dengan baik tanpa merusak permukaan benda kerja.
- Dapat dioperasikan dengan cepat untuk menjamin efisiensi waktu.
- Tidak mengganggu kelancaran proses pengerjaan benda kerja.

### C. Jenis Pencekaman

Pembagian jenis pencekaman berdasarkan sistem yang dipakai, yaitu :

1. Sistem strap dan ulir
2. Sistem baji ( wedges )
3. Sistem cam dan eksentrik
4. Sistem toggle

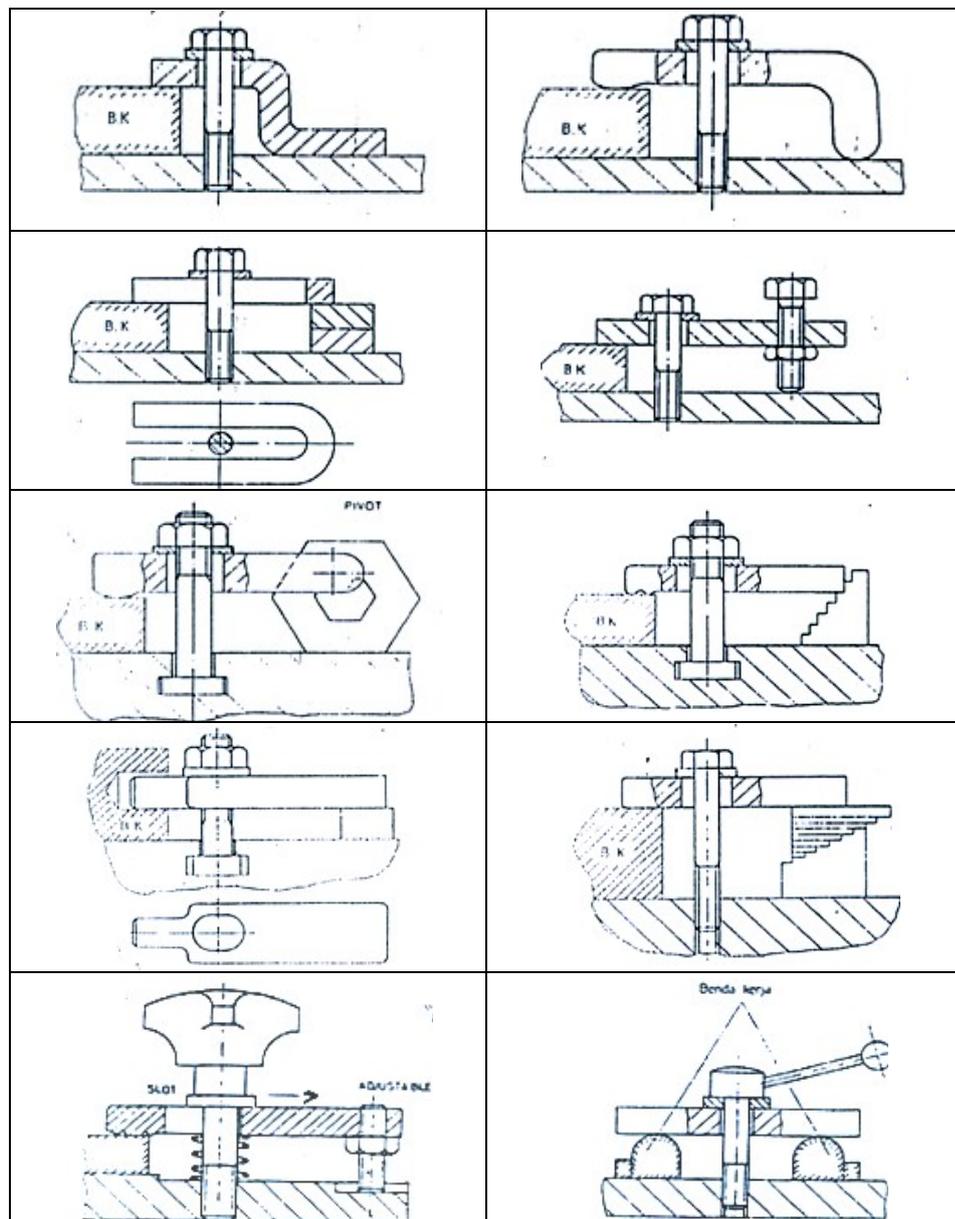
Sistem-sistem tersebut diatas pada pemakaiannya dapat bervariasi atau bergabung antara satu dengan yang lainnya

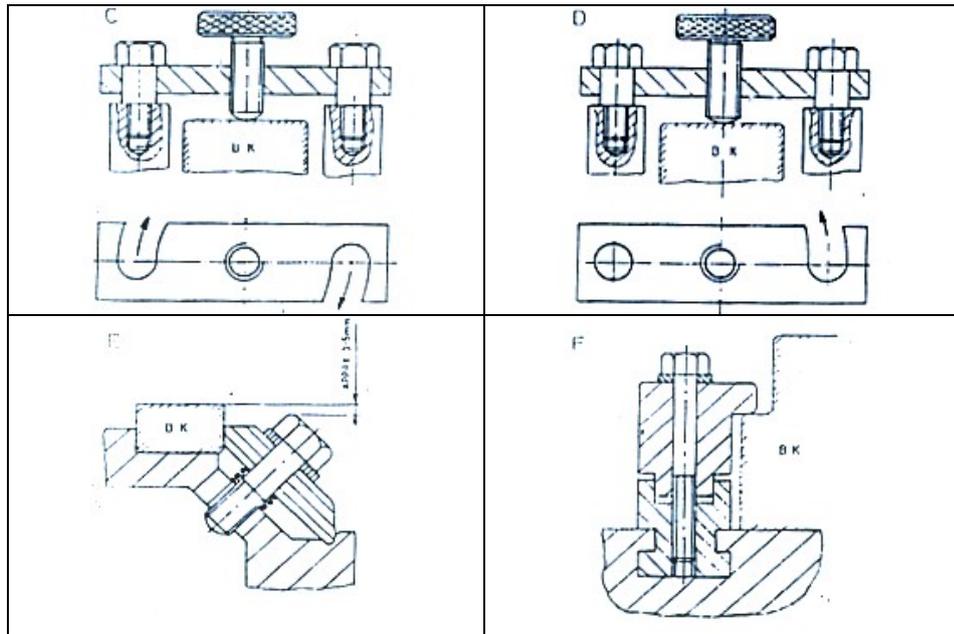
1. Sistem strap dan ulir

Sistem ini saling berkombinasi, terutama dengan penggunaan batang penjepit dengan elemen pengencang yang dalam praktiknya menggunakan sistem ulir. Pada sistem ulir biasanya digunakan untuk pencekaman langsung, sedangkan sistem strap merupakan sistem dengan pencekaman tidak langsung.

Strap sendiri adalah suatu sistem pencekaman yang menggunakan batang penjepit terhadap gaya penekan yang diberikan, dimana perbandingan jarak batang antara titik gaya penekan terhadap titik tumpu dan titik jepit umumnya 1 : 2 (lihat gambar)

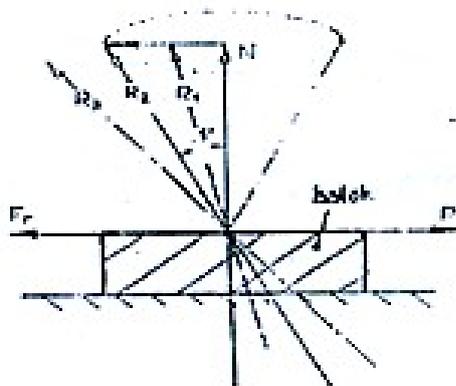
Gambar 4.7. Contoh Penggunaan Strap dan Ulir





## 2. Sistem Baji ( Wedges )

Prinsip sistem baji berdasarkan bidang pendakian atau perbedaan ketinggian. pencekaman ini harus mengunci sendiri ( self locking ) untuk menahan gaya pemotongannya. Beberapa hal yang mempengaruhi terhadap self locking adalah sudut baji, koefisien gesek, besar dan arah gaya pemotongan. Untuk baja koefisien geseknya sekitar 0,15. Koefisien gesek sama dengan tangen dari kemiringan, sehingga 0,15 sama dengan sudut kemiringan  $8^{\circ}30'$ .



Gambar 4.8

$$\tan p = \frac{Fr}{N}$$

$$Fr = N \cdot \tan p \text{ dan } \tan p = \mu$$

$$Fr = N \cdot \mu$$

Fr = gaya geser  
 N = gaya normal  
 p = sudut gesek  
 $\mu$  = koefisien gesek  
 R1,R2,R3 = resultan

- jika  $\mu < p$  maka gaya R1 tidak dapat menggerakkan balok
- jika  $\mu = p$  maka gaya R2 mulai dapat menggerakkan balok
- jika  $\mu > p$  maka gaya R3 menggerakkan balok

Gaya P diperlukan untuk menggerakkan balok dengan berat Q

$$P_c = \frac{\mu \cdot Q}{\sin \beta - \mu \cdot \cos \beta}$$

Jika hasil P negatif, maka balok tidak mungkin bergerak.

Keterangan :

I = panjang baji (mm)

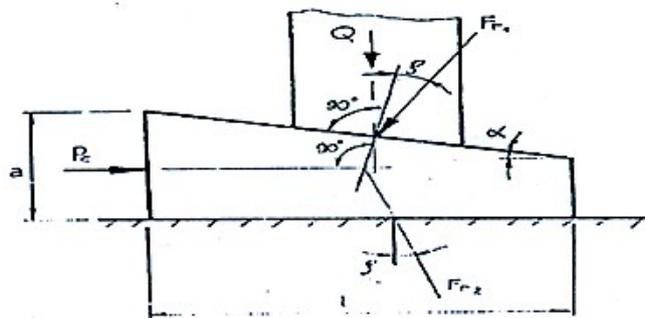
a = tinggi baji (mm)

P<sub>c</sub> = Gaya yang bekerja pada baji untuk mencekam

Q = Gaya berat benda

Kondisi *self locking* ;  $\alpha \leq 2p$

Atau  $p \geq \alpha/2$



Gambar 4.9

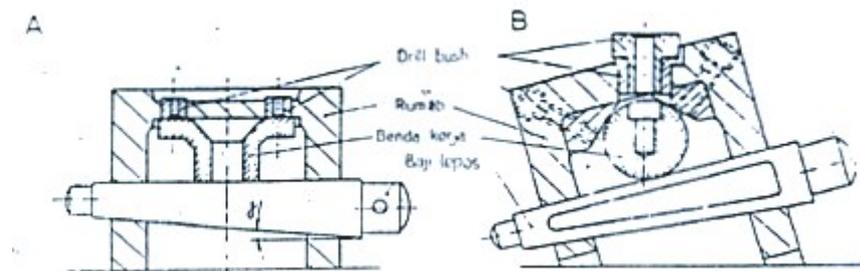
Adapun jenis sistem baji ini ada beberapa macam, diantaranya:

- Baji lepas (Loose Wedges). Jenis ini sering digunakan untuk pencekaman benda kerja yang kecil, dan umumnya sering digunakan pada konstruksi jig dan fixture pengeboran. Untuk sudut kemiringannya dianjurkan  $5 \text{ } 45'$  (1 : 10) untuk menjamin *self locking* yang baik.
- Baji geser (Sliding Wedges). Sering digunakan untuk mengatasi pengerjaan yang menghasilkan getaran selama permesinan (misalnya milling). Kebanyakan elemen bajinya terbuat dari silinder yang dikeraskan. Sudut kemiringan untuk baji geser sedikitnya  $15'$ . Pada beberapa hal, jika gaya yang bekerja tidak

terlalu besar, Digunakan sudut 45 . Baji geser lebih banyak digunakan dari pada baji lepas.

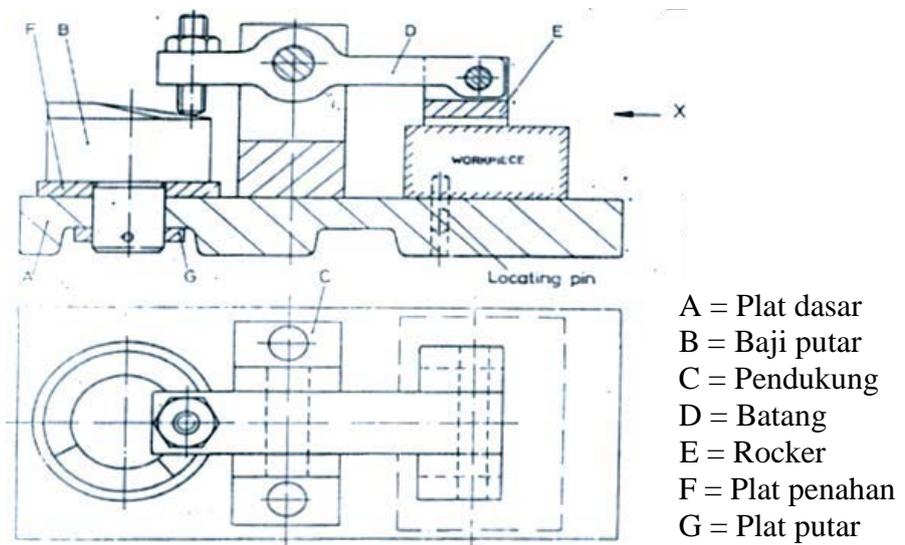
- Baji putar (Rotating Wedges). Pada prinsip bisa juga digolongkan dengan sistem cam sebagai cup cams, karena gerakannya merupakan gerak putar. Bentuknya dapat dilihat pada gambar

#### Contoh Konstruksi Baji Lepas



Gambar 4.10

#### Contoh Konstruksi Baji Putar



Gambar 4.11

### 3. Sistem Cam

Cam merupakan sistem dasar dari baji (wedges). Pada prinsipnya gerakan cam merupakan gerakan putar dimana akibat pergeseran sudut putar terjadi perbedaan jarak pada satu posisi, yang kemudian dipindahkan menjadi gerakan lurus maju mundur melalui elemen lainnya atau langsung terhadap benda kerja. Cam ini tidak cocok untuk pengerjaan yang menghasilkan getaran dari proses permesinannya,

karena akibat getaran dapat menggerakkan putaran cam sehingga benda kerja dapat lepas dari pencekamnya. Permukaan cam harus dikeraskan dan biasanya dipoles. Sistem cam ini ada dua jenis yaitu :

- *eccentric cams*, adalah cam dengan bentuk lingkaran dan pusat putarnya mempunyai jarak terhadap pusat lingkaran/kontur luar. Maximum sudut kemiringan  $\alpha$  yang merupakan sudut baji pada cam tidak boleh lebih dari  $5\ 45'$  ( $\tan \alpha = 0,1$ ) untuk menjamin *self locking*.
- *Spiral cams*, adalah cam dengan bentuk kontur luar merupakan lengkungan beraturan yang tiap sisi mempunyai jarak yang berbeda terhadap titik pusat putaran. Sudut kerja maximum  $180^\circ$ , sudut baji yang dibentuk tidak boleh melebihi  $5\ 45'$  ( $\tan = 0,1$ ) yang juga untuk menjamin self locking.

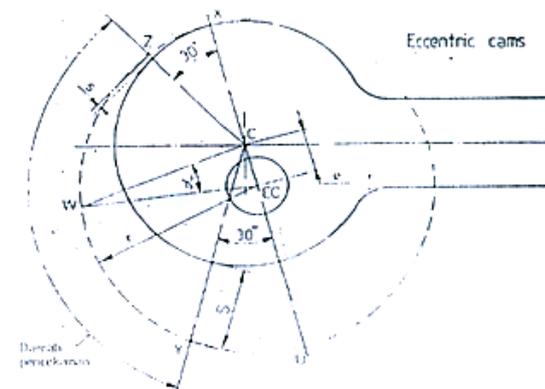
Perhitungan untuk radius nominal dipergunakan rumus :

$$r = \frac{s \cdot 360}{\tan \alpha \cdot 2\pi \cdot \beta}$$

$s$  = langkah kerja

$\alpha$  = sudut baji

$\beta$  = sudut kerja lengkungan



Gambar 4.12

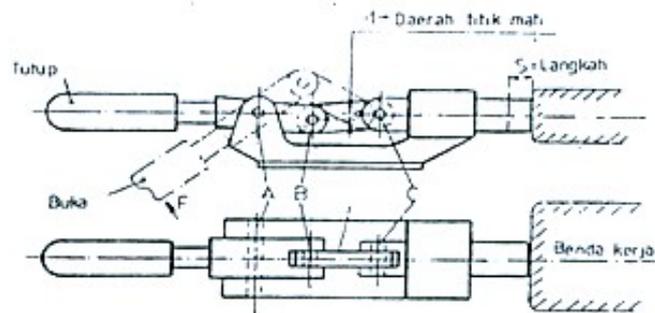
#### 4. Sistem Toggle

Tipe alat pencekam ini dapat dijumpai penerapannya di bagian perakitan dan bagian pengelasan, terutama pada perakitan karoseri mobil, pesawat ringan dan lain-lain. Sistem toggle ini tidak terlalu umum digunakan sebagai pencekam pada alat penepat untuk proses pemesinan.

Gaya pencekam maksimum dapat dilakukan dengan satu posisi. (tepat setelah titik mati), artinya tidak fleksibel untuk ukuran benda kerja yang berbeda, akan tetapi

pada penggunaannya sistem toggle ini membutuhkan gerakan yang relative kecil sehingga mudah dalam penanganan benda kerja (memasang dan melepas benda kerja).

Dalam keadaan bekerja, sistem toggle ini memerlukan fleksibilitas terhadap titik tertentu untuk melewati titik mati. Sebuah toggle yang kaku tidak akan dapat dioperasikan secara baik karena efek mengunci sendiri (self locking) yang diperlukan untuk pencekaman tidak tercapai



Gambar 4.13

#### D. Gaya Pencekaman

Arah dan besar gaya potong sangat penting dalam menentukan besar gaya yang diterima elemen dari fixture. Gaya pencekaman dibedakan atas :

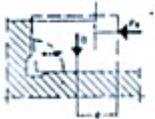
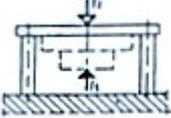
1. Pencekaman bentuk, dimana bidang kontak elemen pencekaman membentuk kontur dari benda kerja.
2. Pencekaman gaya, jika benda kerja berhubungan langsung terhadap elemen fixture dengan mesin. Jenis pencekaman ini digunakan jika tuntutannya tidak pasti.

Besarnya pencekaman benda kerja terhadap fixture tergantung dari beberapa factor :

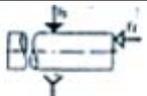
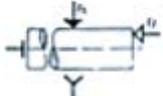
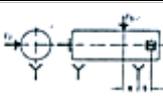
- material benda kerja
- bentuk geometri benda kerja
- metode pengerjaan
- parameter pengerjaan
- konstanta gaya cekam
- gaya potong
- jenis alat potong, material dan kekuatannya
- kekakuan fixture

Tabel 4.1. Gaya pencekaman pada permukaan rata

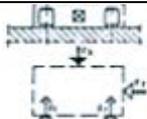
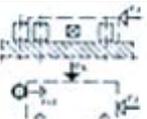
No	Gambar	Rumus	Keterangan
1		$F_s \geq F_z$ Untuk benda kerja yang berat $F_s \geq F_z - G$	Gaya potong Fz dan gaya cekam Fs mempunyai arah yang sama terhadap landasan Fixture G : berat benda kerja
2		$F_s = \frac{x \cdot F_z}{\mu_1 + \mu_2}$ untuk benda kerja yang berat $F_s = \frac{x \cdot F_z - G \cdot \mu_2}{\mu_1 + \mu_2}$	Gaya potong Fz horizontal, paralel terhadap landasan fixture Gaya potong Fs tegak lurus terhadap Fz X: faktor keamanan
3		$F_s = \frac{x \cdot F_z + G}{\mu_1 + \mu_2}$	Fz tegak lurus terhadap Fs $\mu_1$ : koef gesek pada pengecam $\mu_2$ : koef gesek antara benda kerja dengan fixture
4		$F_s \geq x \cdot F_z$ Untuk benda kerja yang berat $F_s \geq x \cdot F_z + G$	Fz berlawanan arah dengan Fs
5		$F_s \geq \frac{x \cdot F_z + G}{\mu_1 + \mu_2}$	Fz tegak lurus benda kerja sisi landasan, Fs tegak lurus Fz dan dasar landasan
6		$F_s \geq x \cdot F_z$	
7		$\sum F_s \geq F_z$	Benda kerja dicekam dengan beberapa kontak gaya
8		$F_s \geq F_z$	Fz dan Fs paralel terhadap dasar landasan
9		$F_s \geq \frac{F_z \cdot b}{a}$	Fz dan Fs paralel terhadap fixture, Fz mempunyai jarak b terhadap kontak sisi landasan
10		$F_s \geq F_z$ Untuk benda kerja yang berat $a = \frac{1}{\mu_2} + \mu_1 (h + l)$ $a = \frac{2}{\mu_2} \cdot l^2$	Fs mempunyai jarak a terhadap Fz kontak sisi landasan
11		Fz berakibat pada $\alpha$ $90^\circ$ $M_s = F_s \cdot a$ $M_g = G \cdot b$ Tetapi hal ini harus dihindari	$T_1$ dan $T_2$ daerah toleransi

12		$F_z$ berakibat $\alpha 90^\circ$ $M_s = F_s \cdot c$ $c \geq 0$ dan $M_b = G \cdot b$	$T_1$ dan $T_2$ daerah toleransi
13		$F_s \geq 1,5 \cdot F_z$ Pada beberapa gaya cekam $\sum F_s \geq 1,5 \cdot F_z$	$F_z$ berakibat terhadap elemen gaya cekam

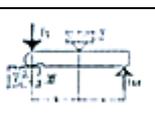
Tabel 4.2. Gaya pengekaman pada permukaan silinder

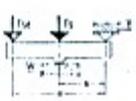
No	Gambar	Rumus	Keterangan
14		$F_s \geq 5 \cdot F_z$	$F_z$ tegak lurus terhadap arah gaya cekam
15		$F_s \geq F_z$	$F_z$ tegak lurus terhadap arah gaya cekam dan melawan elemen penahan
16		$F_s = \frac{b}{a} F_z$	$F_z$ berlawanan dengan $F_s$
17		$F_s = \frac{b}{a} F_z$	$F_z$ dan $F_s$ paralel, tegak lurus terhadap permukaan benda kerja
18		$F_s = \frac{b}{a} F_z$	$F_s$ tegak lurus permukaan benda kerja, $F_z$ tegak lurus terhadap $F_s$

Tabel 4.3. Gaya pengekaman pada permukaan vertikal

No	Gambar	Rumus	Keterangan
19		$F_s \geq \frac{x \cdot F_z}{\mu_1 + \mu_2}$	$F_s$ berlawanan dengan gaya penahan, $F_z$ tegak lurus terhadap $F_s$ gaya penahan
20		$F_s \geq \frac{F_z \cdot (x - 1)}{\mu_1 + \mu_2}$	$F_s$ tegak lurus terhadap gaya penahan dan $F_z$

Tabel 4.4. Gaya pengekaman pada batang penjepit

No	Gambar	Rumus	Keterangan
21		$F_s = F_e \frac{a}{b} \eta$	$\eta =$ efisiensi ( $\eta = 0,97$ )
22		$F_s = F_e \frac{a}{b} \eta$	

23		$F_s = Fe \frac{a}{b} \eta$	
----	-----------------------------------------------------------------------------------	-----------------------------	--

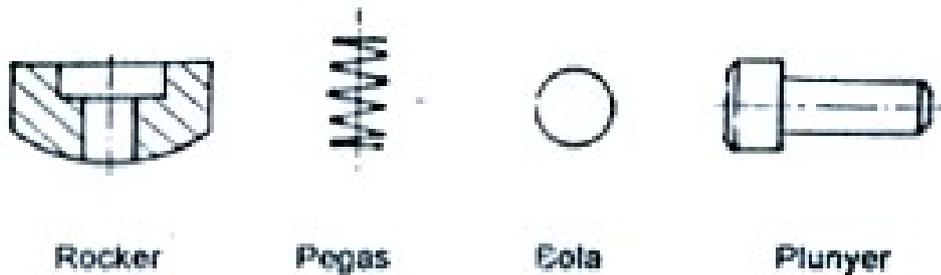
Koefisien gesek  $\mu$  untuk benda kerja baja atau tuangan

- dengan plat  $\mu = 0,1$
- dengan permukaan bola  $\mu = 0,5$  s/d  $0,3$
- dengan permukaan kasar  $\mu = 0,3$  s/d  $0,7$

### E. Equalizer (pendistribusian gaya)

Equalizer adalah suatu sistem untuk mendistribusikan gaya-gaya agar bekerja merata pada benda kerja. Modelnya yaitu dengan cara menekan dan mengarahkan benda kerja agar menuju ke arah posisi yang diinginkan. Elemen-elemen yang umum digunakan adalah rocker, bola, pegas, dan plunyer.

Rocker merupakan elemen penunjang yang mempunyai fungsi untuk mengatasi bentuk benda kerja yang tidak rata, ataupun untuk benda kerja yang bervariasi ketinggiannya, agar gaya yang diterima benda kerja dapat seimbang.



Gambar 4.14

Equalizer ini berkaitan dengan pengerjaan untuk beberapa benda kerja. Adapun keuntungan yang didapat jika beberapa benda kerja dikerjakan sekaligus, antara lain :

- Efisiensi pengerjaan dengan mengerjakan sekaligus.
- Efisiensi pemasangan, pencekaman dan pelepasan benda kerja.
- Waktu pengerjaan yang lebih pendek untuk jumlah benda kerja yang banyak.
- Menekan ongkos produksi

## Bab 5 **J**IG PENGEBORAN

### A. PENGARAH PENGEBORAN

Jika kita berbicara mengenai pengarah (*jig*) maka yang sering kali terbayang oleh kita adalah pengarah untuk proses pengeboran (*drilling jig*). Perlu kita ketahui alat tersebut berfungsi untuk mengarahkan alat potong (mata bor, reamer, countersink, dll) pada suatu proses permesinan. Pada waktu yang sama benda kerja yang diproses ditempatkan di atas pelat pengarah ataupun ragam.

#### **Jenis Jig Bor:**

Jig Bor Khusus: 1. Sablon Pengeboran

2. Jig bor Bagian
3. Jig bor Rata untuk benda kerja yang direbahkan
4. Jig bor bentuk C
5. Jig bor Kotak
6. Jig bor khusus lainnya

Jig Bor Standar: 1. Jig bor Kotak

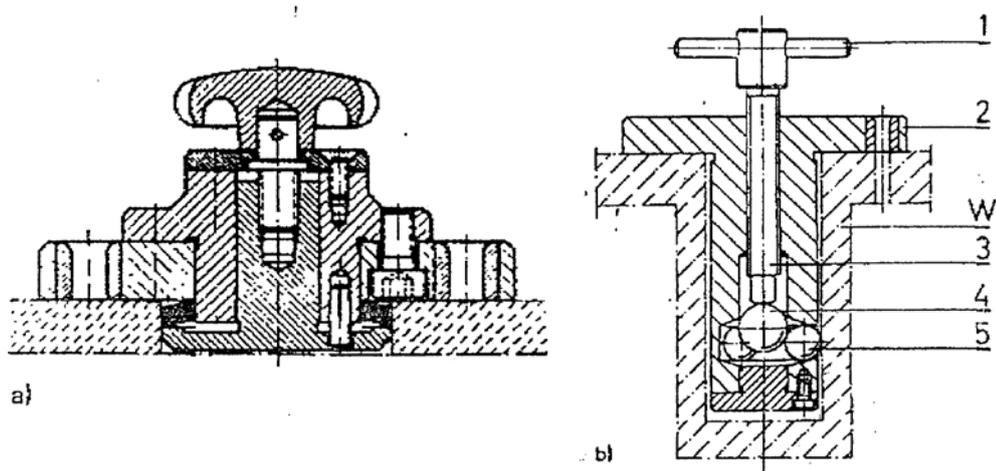
2. Jig bor Tuas Engsel
3. Jig bor dengan proses cekam cepat
4. Jig bor untuk benda kerja bergelombang
5. Jig bor untuk benda kerja berbentuk piringan
6. Jig bor Universal

### B. Sablon Pengeboran.

Sablon pengeboran mempunyai bentuk yang sangat sederhana. Ia dipergunakan jika jumlah benda kerja yang akan dikerjakan relative sedikit, diinginkan pengiritan biaya permesinan dan operator untuk mengerjakan benda kerja tersebut pada permesinan bukan seorang operator ahli.

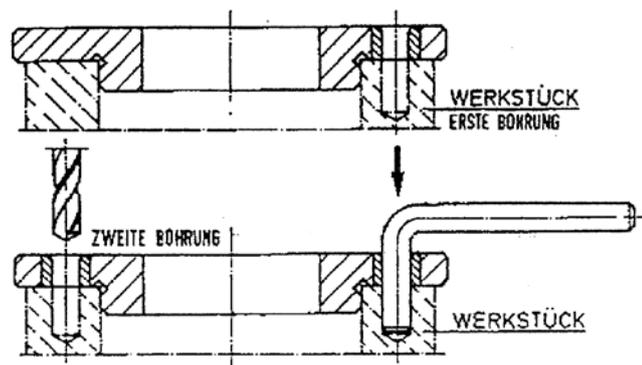
Sablon pengeboran dapat ditempatkan pada benda kerja dengan berbagai cara, misalnya dengan bantuak kontur benda kerja. Sablon pengeboran yang besar diikat langsung pada benda kerja melalui elemen pengencang.

Sablon pengeboran dapat dilengkapi juga dengan kaki, terutama untuk benda kerja yang rata.

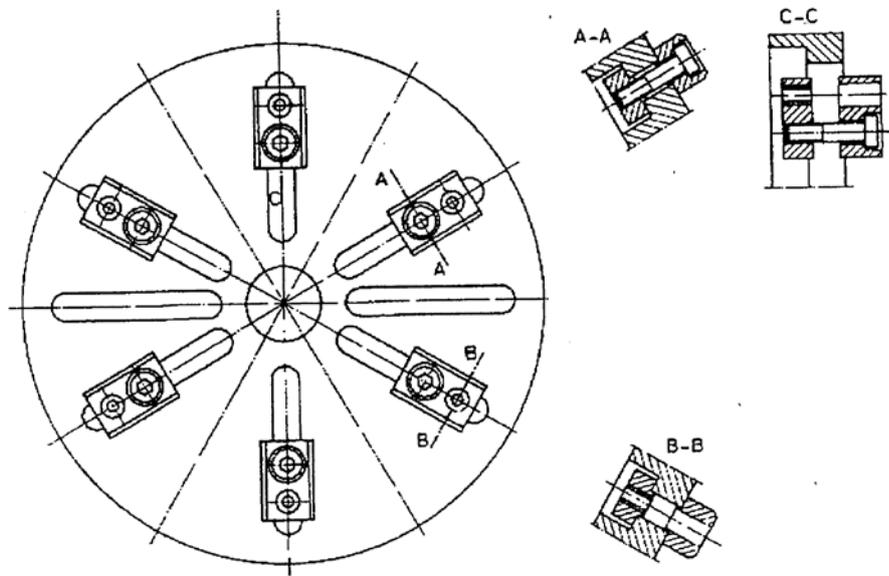


Gambar 5.2: Penempatan sablon pengeboran pada lubang benda kerja yang tersedia

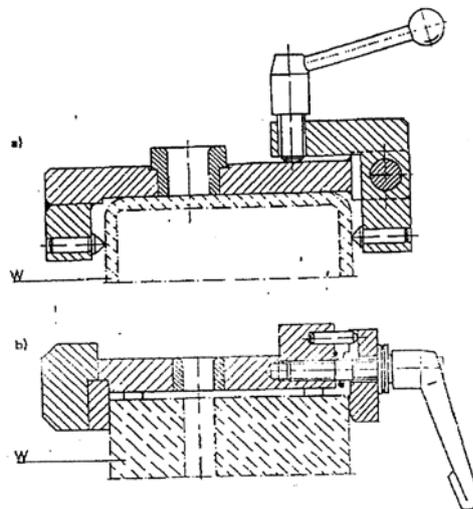
- a. Pada lubang yang relative presisi dengan bantuan ring pengencang dapat mengencangkan sablon benda kerja.
- b. Pada lubang benda kerja yang dalam dengan bantuan bola-bola sebagai elemen penepat dan pengencang.



Gambar 5.3: Sablon Pengeboran Universal dengan posisi sarung pengarah yang dapat diatur kearah radial

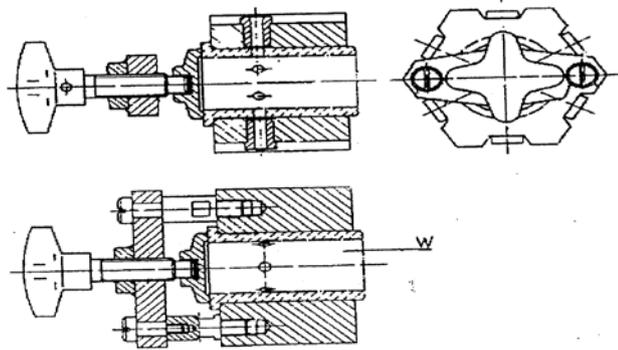


Gambar 5.4: Sablon Pengeboran dengan pengencangan dan penepatan dari samping



### C. Jig Bor Sebagian

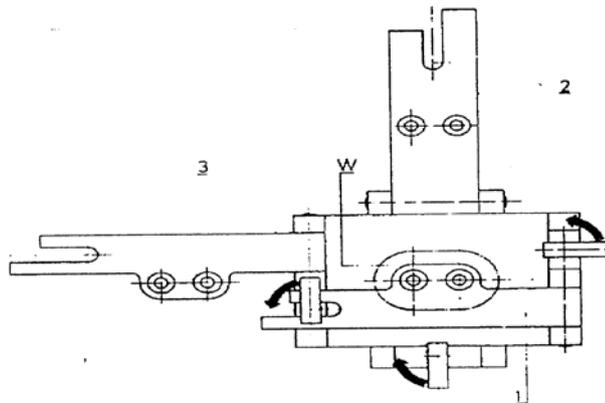
Jenis jig bor seperti ini (gambar 5.6) dipergunakan untuk benda kerja kecil. Dengan tambahan ring sisip akan didapatkan system pengencangan yang cepat dan pasti, dan dengan dibuatnya system pengeluaran benda kerja maka benda kerja dengan cepat dapat dikeluarkan dari alat bantu.



Gambar 5.6: Jig Bor Sebagian yang terdiri atas elemen pengencang dan penutup.

#### D. Jig Bor Kotak

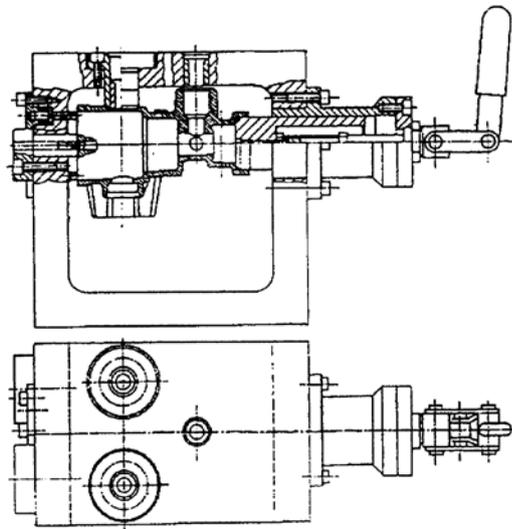
Melalui jig bor kotak, dengan menggunakan tuas engsel sebagai tuas sarung pengarah dan penguncinya., terdapat sebagai kemungkinan benda kerja dikerjakan dari beberapa sisi. Hal ini berupa lat bantu kecil dan dapat dibolak balik dengan tangan. Jig bor kotak, dengannya semua lubang bor benda kerja umumnya dibuat dengan hanya satu kali pencekaman saja, menjamin ketergantungan ukuran antar lubang bor yang satu dengan lubang bor yang lainnya.



Gambar 5.7: Jig bor kotak dengan tiga tuas engsel sebagai pemegang sarung pengarah untuk masing-masing pengerjaan.

Kelebihan penggunaan beberapa tuas sebagai pemegang sarung pengarah untuk satu sumbu atau lebih adalah:

1. Jika dengan sarung pengarah lepas pasang yang dapat diganti-ganti, khususnya jika ada beberapa yang harus digunakan berurutan (misal; pengeboran countersink, reamer, dsb) tidak memungkinkan, maka sarung tang tersebut dapat diganti dengan tuas engsel.
2. Jika satu tahapan kerja pada satu alat bantu harus banyak pengganti sarung pengarah lepas pasang, maka dari segi efisiensi waktu masih lebih baik menggunakan system tuas engsel.
3. Jika melakukan pengeboran bertahap dengan perbedaan diameter yang besar dengan demikian memerlukan sarung pengarah khusus, maka dapat diatasi dengan menggunakan beberapa tuas engsel.
4. Jika letak lubang bor satu sama lain terlalu dekat dan akan cukup menyulitkan bila menggunakan sarung pengarah.

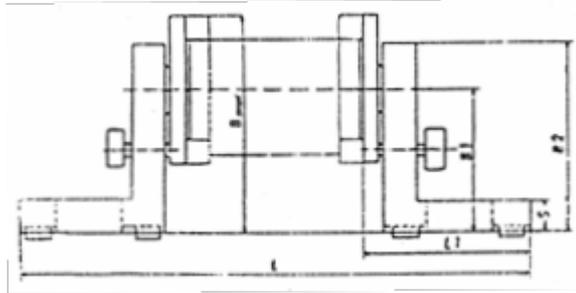


Gambar 5.8: Jig Bor Kotak untuk mengebor valve

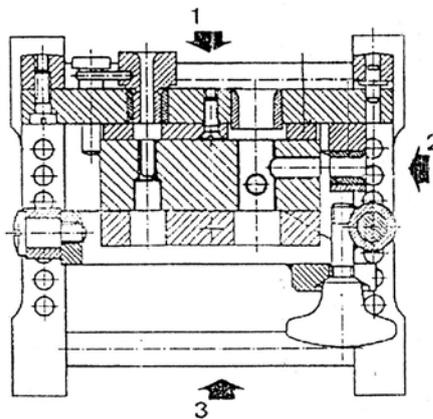
### E. JIG\_Bor Kotak Universal

Jig Bor jenis ini secara umum dapat ditemukan dipasaran dalam dua jenis, yaitu :

1. Jenis jig bor kotak standar umum (gambar 5.9), dipilih berdasarkan besar benda kerja dan dapat dilengkapi dengan elemen alat Bantu lainnya.
2. Jenis jig bor kotak khusus (gambar 5.10).



Gambar. 5.9: JIG-Bor Umum di pasaran, dapat digunakan luas.



Gambar 5.10: JIG-Bor Kotak dengan tiga kedudukan pengeboran.

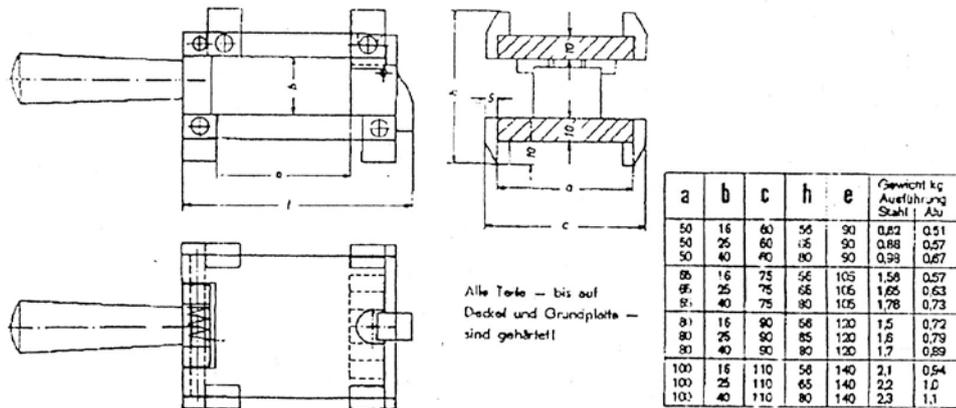
### F. JIG-Bor Tuas/Pelat Engsel

JIG-Bor tuas engsel menurut standar DIN 6347 dijual di pasaran secara lengkap, yang mana ruang untuk benda kerja dan elemen lainnya distandarkan. Rangka dasar dari tuas engsel berfungsi untuk memegang benda kerja dan beberapa elemen lainnya seperti landasan, sarung pengarah dsb.

Ruang benda kerja terbesar yang dapat dipergunakan adalah 100x100x40 mm.

Bahan : besi dan aluminium

Benda kerja dapat dikerjakan dari 5 sisi.

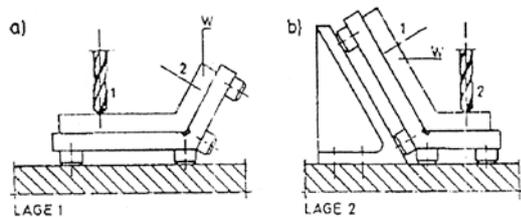


Gambar 5.11: JIG-Bor tuas engsel menurut dengan elemen utama dan standar ruang kerja.

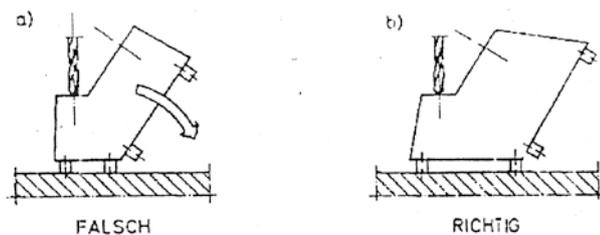
Catatan : Semua elemen-termasuk pelat penutup dan landasan-dikeraskan

### G. Berbagai kedudukan JIG-Bor

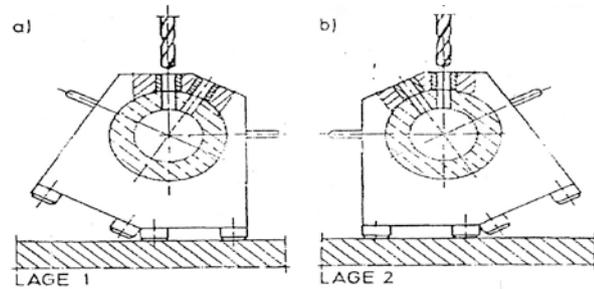
Tuntutan akan ketergantungan ukuran yang presisi antar lubang bor pada benda kerja hanya akan tercapai bila semua lubang bor yang berkaitan dicekam dan diproses dengan satu jig bor.



Gambar 5.12: Pengeboran suatu benda kerja dengan dua posisi pengerjaan.



Gambar 5.13: Pada jig bor dengan beberapa kedudukan pengerjaan, perlu diperhatikan besar dan kondisi landasan alat bantu.

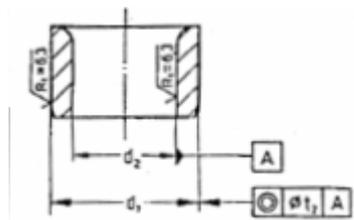


Gambar 5.14: Dua kondisi pengerjaan dari jig bor kotak

## H. Sarung Pengarah

Melalui sarung pengarah, alat potong untuk pengerjaan lubang (reaming, drilling, honing, counter boring) diarahkan. Dengan demikian kepresisian posisi sumbu lubang dapat terjamin. Sarung pengarah juga berfungsi sebagai pengarah alat potong yang berukuran panjang agar tidak terjadi tekukan (buckling) pada waktu proses pengerjaan.

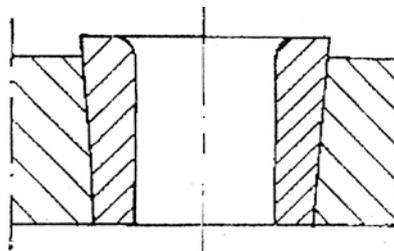
### 1. Sarung Pengarah Tetap Tanpa Kerah



Gambar 5.15: Sarung Pengarah Silindris Pendek

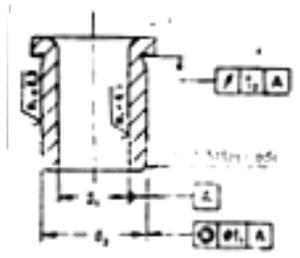
Type A : Lubang bor dengan salah satu ujungnya diradius

Type B : Lubang bor dengan kedua ujungnya diradius



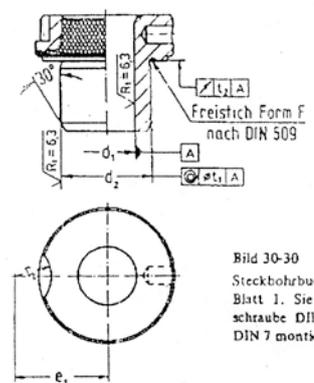
Gambar 5.16: Sarung Pengarah Tirus

## 2. Sarung Pengarah Tetap Berkerah



Gambar 5.17

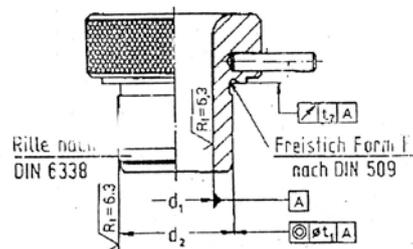
## 3. Sarung Pengarah Lepas Pasang Tipe A



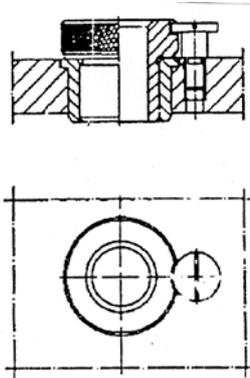
Gambar 5.18

Kerah dapat dikencangkan dengan baut atau pena.

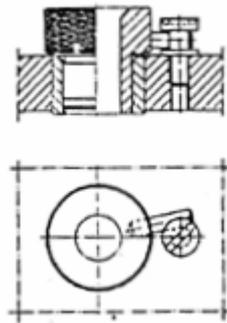
## 4. Sarung Pengarah Lepas Pasang Tipe E, ES, dan ER



Gambar 5.19: Sarung Pengarah Lepas Pasang Tipe ES

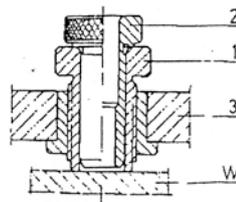


Gambar 5.20: Sarung Pengarah Lepas Pasang Tipe E



Gambar 5.21: Sarung Pengarah Lepas Pasang Tipe ER

### 5. Sarung Pengarah Berulir



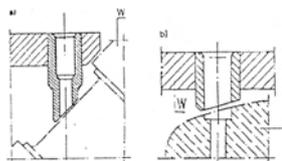
Gambar 5.22

### 6. Sarung Pengarah Khusus

Untuk letak lubang bor yang rendah

Untuk lubang bor yang miring dari permukaan benda kerjanya

Sarung pengarah dengan banyak lubang pengarah

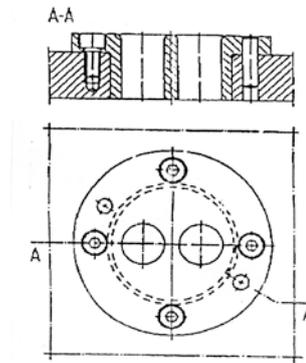


Gambar 5.23: Sarung Pengarah untuk permukaan benda kerja yang miring

Keterangan :

Pengeboran dengan permukaan benda kerja yang tidak tegak lurus dengan lubang yang akan dibor adalah sangat sulit untuk dilakukan tak terkecuali juga dengan mempergunakan sarung pengarah. Kalaupun terpaksa harus dilakukan, untuk tidak merusak alat potong dan agar sumbu lubangnya tidak bergeser, maka harus dilakukan beberapa upaya seperti :

- a. Sarung pengarah dibuat bertingkat, sehingga pengarah oleh sarung relative pendek (gesekan antar alat potong dan pengarah relative kecil)
- b. Permukaan benda kerja difrais terlebih dahulu, sehingga ia tegak lurus dengan lubang yang akan dibuat.

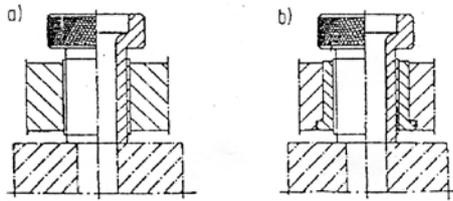


Gambar 5.24: Sarung pengarah dengan dua lubang pengarah.

#### I. Sarung Pengarah untuk Penepatan dan/atau Pengencangan Benda Kerja

Pada kasus tertentu, terutama untuk benda kerja kecil, kadang-kadang benda kerja dapat langsung ditepatkan dan/atau dikencangkan dengan bantuan sarung pengarah.

Pada sarung pengarah, yang mana benda kerja harus dikencangkan dengan bantuan ulir, maka ulir tersebut tidak dipergunakan sekaligus sebagai pengarah sarung. Ulir bukanlah merupakan pengarah yang presisi dan hanya dipergunakan untuk lubang bor dan jarak antar lubang bor yang tidak presisi.

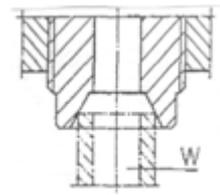


Gambar 5.25: Sarung Pengarah Penekan dengan ulir

- a) Sarung pengarah diulirkan langsung pada pemegang benda kerja
- b) Sarung pengarah diulirkan langsung pada sarung pengarah dasar

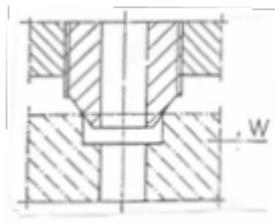
Jenis sarung pengarah ini hanya dipergunakan untuk lubang dan jarak antar lubang yang tidak presisi dengan batasan :

- untuk jumlah benda kerja yang sedikit dan
- untuk jumlah benda kerja yang banyak.

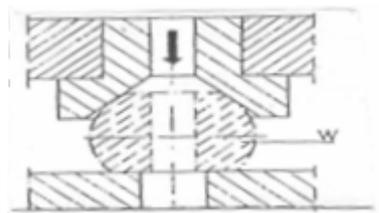


Gambar 5.26: Sarung Pengarah Penepat dan Penekan

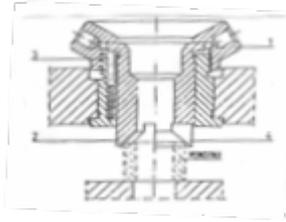
Dengan bantuan konus dalam benda kerja ditepatkan dan sekaligus dicekam. Dapat juga dipergunakan untuk benda kerja bulat.



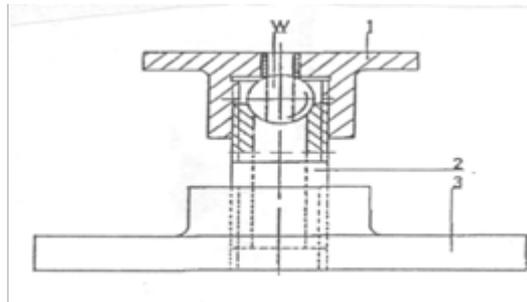
Gambar 5.27: Sarung Pengarah Penepat dan Penekan dengan ketinggian yang dapat diatur.



Gambar 5.28: Sarung Pengarah Penepat dan Penekan untuk benda kerja berbentuk bola.

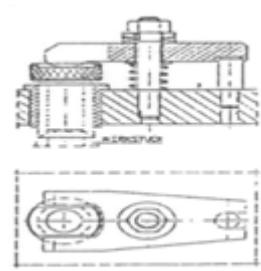


Gambar 5.29: Sarung Pengarah Penepat dan Penekan dengan pegas.



Gambar 5.30: Elemen pengarah sarung pengarah sebagai elemen penepat dan sarung pengarah sebagai elemen pengencang dari benda kerja berbentuk bola.

- Keterangan :
1. Pemegang sarung pengarah, dapat diputar.
  2. Pengarah berulir.
  3. Rangka dasar.



Gambar 5.31: Sarung pengarah penepat dan penekan dengan pelat pengencang.

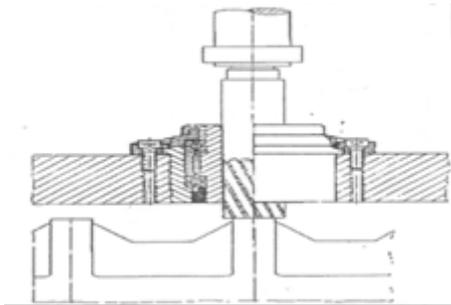
Sarung pengarah ini menepatkan benda kerja berbentuk bola dengan konus dalam, mirip dengan gambar 45 dengan gaya pengencangan yang besar.

## J. Sarung Pengarah Putar

Sarung pengarah jenis ini dipergunakan dengan alasan, sebagai berikut :

1. Sisi alat potong dan pengarah pada sarung diinginkan tetap bagus.
2. Menghindari gesekan antar alat potong dan sarung pengarah, terutama pada pemotongan dengan putaran tinggi.
3. Menghindari gesekan antara tatal dan sarung pengarah, terutama pada pengerjaan benda kerja yang lunak (hasil tatalnya panjang).
4. Untuk pengarah vertikal maupun horisontal dari poros pengeboran sebagai bantalan begitu juga untuk alat potong dengan poros pengarah.

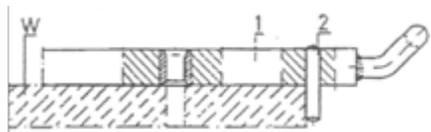
Konsentrisitas antara sarung pengarah dalam dan rangka sekitar 0,015 s/d 0,015 mm, tergantung kepada besarnya sarung pengarah. Sarung pengarah dikeraskan 62 – 64 HRC, sehingga kekuatan bahan serta pengarahannya dapat dijamin baik.



Gambar 5.32: Salah satu penggunaan pengarah putar.

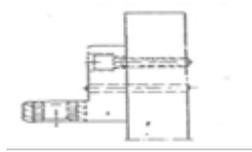
## K. Pemegang Sarung Pengarah

Suatu sarung pengarah tetap atau sarung dasar seringkali disimpan pada rangka alat bantu secara vertikal, horisontal atau miring. Demikian juga keduanya dapat dibuat dengan dibautkan pada sablon pengeboran atau misalnya pada suatu benda bersudut.

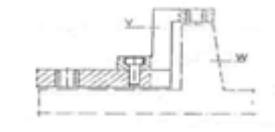


Gambar 5.33: Sablon pengeboran sebagai pemegang sarung pengarah.

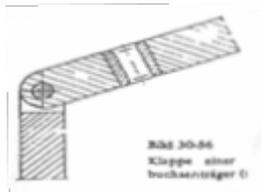
- Ket.:
1. Rangka sablon
  2. Pena penepat



Gambar 5.34: Elemen siku sebagai pemegang sarung pengarah dibautkan ke rangka jig bor.

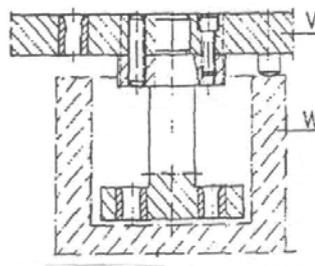


Gambar 5.35: Pemegang sarung pengarah untuk letak lubang bor dengan ketinggian yang berbeda.

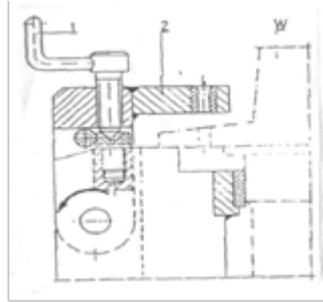


Gambar 5.36: Tuas engsel pada jig bor kotak sebagai pemegang sarung pengarah.

Sarung pengarah seringkali ditempatkan pada elemen alat bantu bergerak, hal ini dimaksudkan untuk memudahkan peletakan dan pengeluaran benda kerja ke dan dari alat bantu. Elemen ini dapat diputar atau dibelokkan.



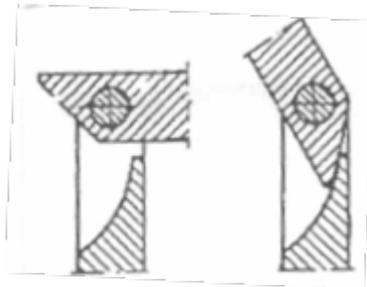
Gambar 5.37: Pemegang sarung pengarah bentuk T untuk letak sarung pengarah yang rendah. Sarung pengarah yang diatas tidak sebidang secara vertikal dengan kedua sarung pengarah di bawah. Pemecahan seperti ini hanya digunakan jika kita tidak menemukan variasi yang lainnya lagi.



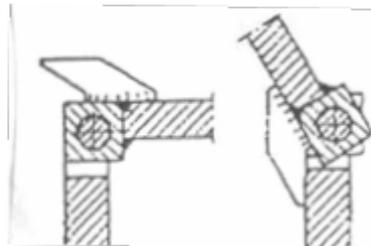
Gambar 5.38: Pemegang sarung pengarah yang dapat diputar.

Jenis pemegang sarung pengarah jenis ini dipergunakan jika ia, misalnya untuk pengambilan benda kerja harus diputar ke samping terlebih dahulu.

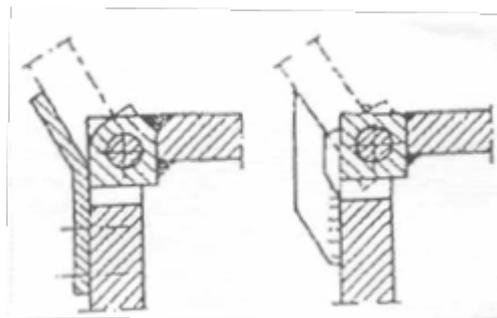
Beberapa pembatas gerak (Stopper) untuk pelat engsel ditunjukkan dengan gambar-gambar berikut :



Gambar 5.39: Pembatas gerak tuas putar untuk beban ringan.



Gambar 5.40: Pembatas gerak tuas putar untuk beban ringan.



Gambar 5.41: Pembatas gerak tuas putar dipasang pada rangka jig bor.(kiri dibaut, kanan dilas)

## Bab 6 **F**IXTURE PEMBUBUTAN

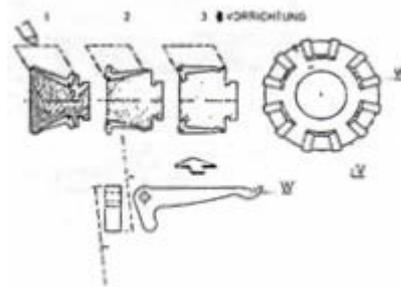
Istilah fixture pembubutan dimengerti sebagai proses pembubutan dengan menggunakan alat Bantu pengganti atau pelengkap dari pada pencekam normal (chuck, kolet, revolver, dsb.).

Pencekam normal tersedia sebagai perlengkapan standar mesin bubut. Fixture pembubutan hanya digunakan apabila proses pengerjaan benda kerja dengan bantuan pencekam standar tidak memungkinkan atau sulit dilakukan, yang biasanya diakibatkan oleh kerumitan bentuk geometri benda kerja.

Berdasarkan cara pemasangan fixture pada spindel mesin bubut, jenis fixture pembubutan dikelompokkan menjadi :

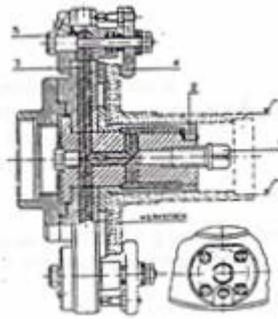
1. fixture dengan pengikatan baut dan mur (penambahan flens diantara fixture dengan kolet).
2. fixture dengan pengikatan ulir (pemanfaatan flens penghubung).
3. fixture dengan pengikatan bentuk konis (pemanfaatan mandril konis).

Cara pemasangan ke-2 dan ke-3 merupakan pilihan yang paling disarankan, mengingat kemudahan dan kecepatan pemasangan serta hal yang paling utama, yaitu jaminan kesumbuan benda kerja dengan spindle mesin.



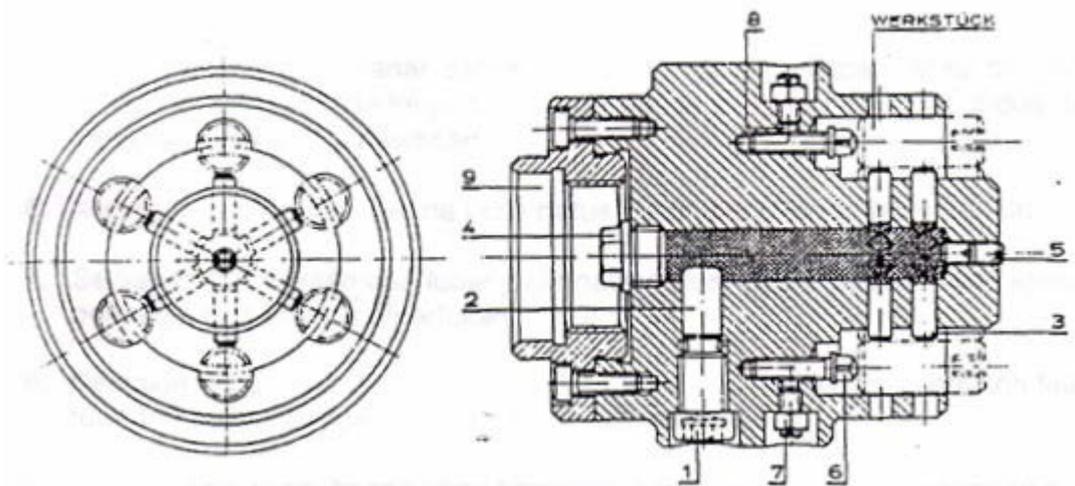
Gambar 6.1

Fixture bubut untuk banyak benda kerja. Sebuah tuas pengencang pada kopling dikerjakan pada tiga buah fixture. Akibat proses pembubutan, maka terjadi bentuk kedua radius R pada benda kerja.



Gambar 6.2: Fixture dengan sistem tekanan media gel untuk pengerjaan benda kerja berbentuk flens berlubang.

1. Baut pengencang dengan penekan
2. Bus penjepit dapat mengembang
3. Ruang tekan media gel.
4. Rahang
5. Tiang rahang



Gambar 6.3: Fixture bubut untuk banyak benda kerja; dengan sistem media gel; pembubutan alur radius pada sebuah pena.

- |                                |                                     |
|--------------------------------|-------------------------------------|
| 1. Baut pengencang             | 6. Penyetel posisi benda kerja      |
| 2. Penekan                     | 7. Pengaman penyetel posisi nomor 6 |
| 3. Batang penjepit benda kerja | 8. Tembaga sisipan                  |
| 4. Baut penutup                | 9. Lubang penepat fixture           |
| 5. Baut pena pengaman          |                                     |

Dengan mengoperasikan baut pengencang (1), maka seluruh batang pemjepit benda kerja (3) terdorong menjepit benda kerja, tidak tergantung pada penyimpangan toleransi diameter benda kerja.

## A. Komponen Fixture Pembubutan

Fixture pembubutan umumnya terdiri dari dua komponen utama, yaitu :

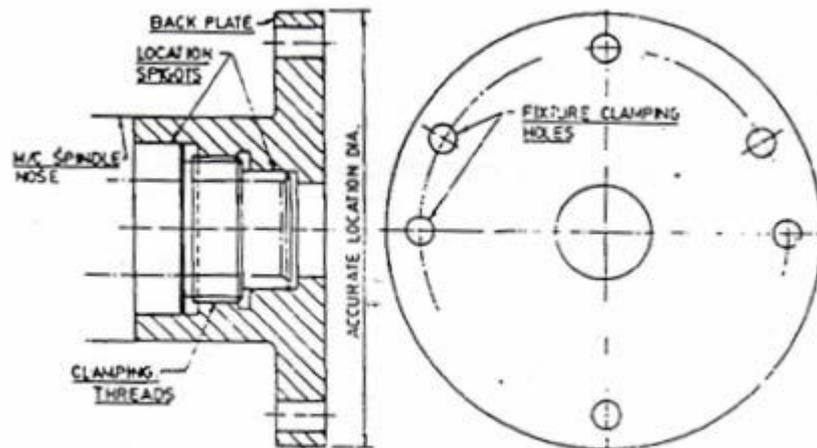
- Penepat benda kerja.
- Elemen pengikat.

Fixture ini digunakan untuk operasi facing, pengeboran dan pembubutan. Untuk semua operasi tersebut sumbu benda kerja harus diletakkan tepat dan sesumbu dengan spindle utama.

Umumnya spindle mesin bubut memiliki datum berbentuk alur-alur yang presisi untuk penepat dan pemegang benda kerja.

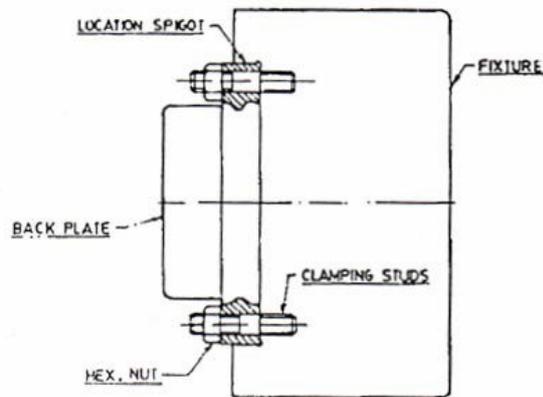
### 1. Flens Antara (Back Plate)

Sebagian besar mesin bubut umumnya dilengkapi dengan flens antara yang dipasang permanent pada spindle mesin. Flens antara ini berfungsi sebagai penepa dan pengikat fixture pembubutan dan pemegang benda kerja lainnya pada mesin.



Gambar 6.4: Flens antara untuk fixture pembubutan.

Diameter luar dari flens antara memiliki toleransi dengan kepresisian tinggi terhadap enam derajat kebebasan. Hal tersebut menjamin kesatusumbuan fixture terhadap spindle mesin. Flens antara dilengkapi dengan tiga atau lebih lubang untuk pengikat fixture pembubutan. Umumnya fixture pembubutan diikat dengan baut pena yang ditanamkan pada lubang flens antara dan diamankan dengan mur segi enam (lihat gambar 6.5.). Chuck standard dan pemegang benda kerja yang umum di pasaran bisa dipasang dan diikat pada flens antara dengan cara yang sama.



Gambar 6.5: Pemasangan dan posisi flens antara pada fixture.

Sebagian besar benda kerja yang dipasang di mesin bubut memiliki bentuk melingkar atau silinder. Semua bentuk tersebut dapat dipegang dan ditepatkan (memusat) dengan baik oleh chuck standar atau kolet, sedangkan bentuk-bentuk segi empat atau bentuk tidak beraturan lainnya dapat dicekam dengan baik pada elemen standar yang lain, yaitu flens datar.

## 2. Flens Datar (Face Plate)

Pada kenyataannya, sebagian besar fixture penbubutan dirancang sebagai flens datar yang khusus, dengan pertimbangan kemudahan, pemasangan yang cepat, penepatan dan pencekaman benda kerja pada produksi massal.

Standar flens datar biasanya digunakan untuk pembubutan benda kerja dengan bentuk sederhana, sedangkan penambahan pena penepat dan komponen pencekam akan lebih menjamin penepatan posisi dan pencekaman benda kerja yang cepat.

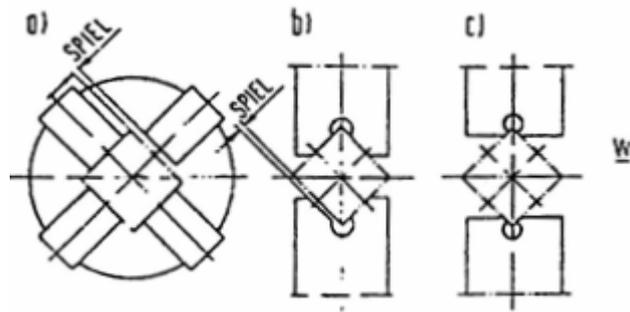
Fixture flens datar terutama sangat sesuai digunakan pada operasi facing sejumlah benda kerja secara bersamaan.

## 3. Chuck

### a) Jumlah Rahang

Pemakaian rahang lebih dari tiga pada chuck akan mengakibatkan ketidakpastian penepatan. Dapat pula terjadi hanya sebagian rahang yang mencekam atau setidaknya gaya cekam masing-masing rahang berbeda, akibat penyimpangan toleransi awal benda kerja.

Oleh karena itu, sebelum memilih menggunakan chuck rahang empat atau lebih sebaiknya dilihat kemungkinan pemanfaatan chuck rahang dua atau tiga.

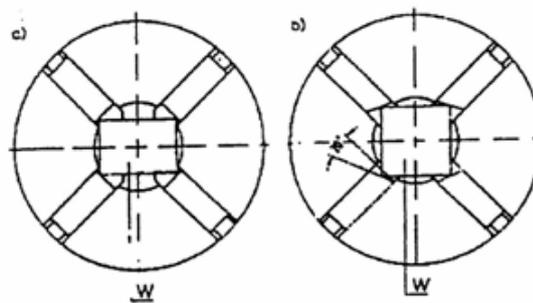


Gambar 6.6: Pencekaman benda kerja kuadratis dengan chuck rahang empat.

- a. Pada chuck rahang empat selalu terdapat kelonggaran antara satu rahang dengan benda kerja.
- b. Pada chuck rahang dus prismatis yang lebar akan menyebabkan kelonggaran.
- c. Rahang prismatis yang pendek menjamin keamanan dan ketepatan benda kerja.

Untuk lebih menjamin keamanan pencekaman benda kerja, maka pada salah satu rahang harus diganti dengan rahang yang dapat menyesuaikan bentuk kontur benda kerja dan penyimpangan bentuk rahang.

1. Rahang prismatis
2. Rahang yang dapat menyesuaikan diri
3. Dudukan rahang



Gambar 6.7: Pencekaman benda kerja penampang bujur sangkar dan penampang segi empat dengan chuck rahang empat.

Dengan menyesuaikan kemiripan bidang cekam, rahang dapat mencekam benda kerja tanpa kesulitan

- a. Pencekaman benda kerja penampang segi empat.
- b. Pencekaman benda kerja penampang bujur sangkar.

Chuck rahang dua yang khusus menyesuaikan bentuk benda kerja dan menjamin kesatu sumbu.

#### **4. Mandrel dan Kolet.**

Dalam pemilihan pemakain konstruksi mandrel dan kolet, yang berfungsi sebagai alat Bantu pencekaman, perlu memperhatikan hal-hal berikut.:

- a. Toleransi diameter benda kerja yang akan dicekam.
- b. Tuntutan toleransi bentuk dan posisi yang ingin di capai.
- c. Besar penyimpangan kerataan dari permukaan sisi benda bubutan, jika digunakan sebagai datum.
- d. Perbandingan diameter cekam dengan diameter pengerjaan.
- e. Jarak permukaan cekam dengan daerah pemotongan, mengingat momen bengkok dn puntir serta gaya pemotongan yang terjadi.
- f. Kekakuan benda kerja pada lokasi pencekaman.
- g. Perbandingan diameter cekam dan panjang cekam.
- h. Gaya aksial pemotongan yang terjadi.
- i. Langkah gerak pencekaman dari alat.
- j. Sistem sambungan ke spindle.

Berbagai jenis mandrel kolet tersedia di pasaran, sehingga pada umumnya permasalahan konstruksi dan produksi dapat terselesaikan. Banyak perusahaan pembuat alat bntu pencekaman ini mengerjakan bentuk dan jenis alat yang khusus sesuai pesanan.

##### **a. Mandrel**

Mandrel bekerja memegang benda kerja dengan bantuan lubang yang tersedia, sehingga benda kerja tersebut dapat di tepatkan disumbunya dan dikerjakan permukaannya.

Momen puntir ditarnsmisikan melalui gaya-gaya radial (sambungan konis, pasak, jepitan hidrolik dsb). Sistem pemegangan mandrel maupun kolet dapat dilakukan dengan bantuan flens, ulir, sambungan konis atau pemegangan diantara dua center.

##### **1) Mandrel dengan dudukan tetap.**

Mandrel dengan dudukan tetap terdiri dari:

1. Mandrel konis dengan lubang pada kedua ujungnya.
2. Mandrel silindris dengan lubang senter pada satu ujungnya.

3. Mandrel konis ganda.
4. Mandrel ulir.

Mandrel tirus menurut DIN 523 (gambar 6.8) memiliki pengecilan diameter untuk setiap panjang 100 mm sebagai berikut:

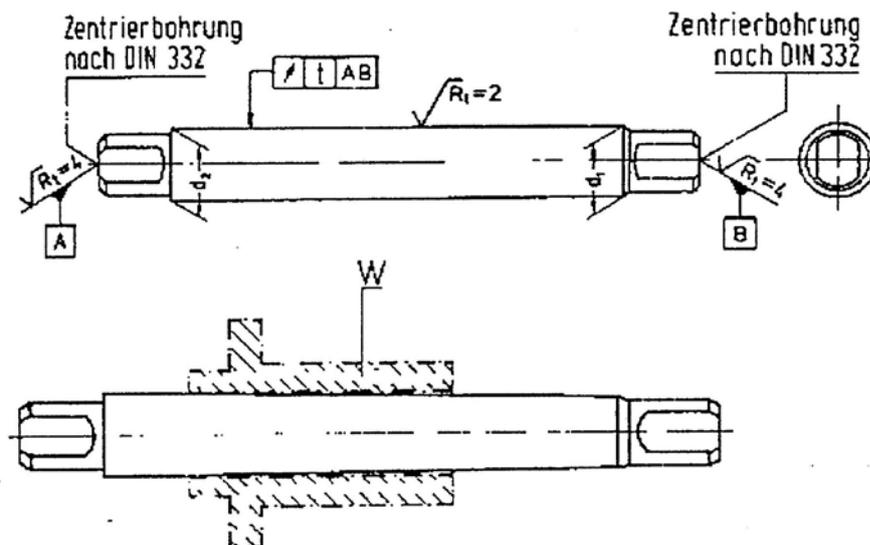
Untuk diameter lebih dari 3-6 mm, pengecilan diameter sebanyak 0.055 mm.

Untuk diameter lebih dari 6-18 mm, pengecilan diameter sebanyak 0.050 mm.

Untuk diameter lebih dari 18 mm, pengecilan diameter sebanyak 0.040 mm.

Artinya ketirusan poros mandrel terletak antara 1 : 1800 hingga 1 : 2500.

Dengan mandrel jenis ini, lubang benda kerja yang memiliki toleransi besar masih dapat tercekam dengan baik di bandingkan mandrel silindris. Kelemahannya adalah apabila digunakan untuk pengecekaman lubang yang panjang, dimana pemusatan benda kerja hanya terjadi pada satu sisi saja.

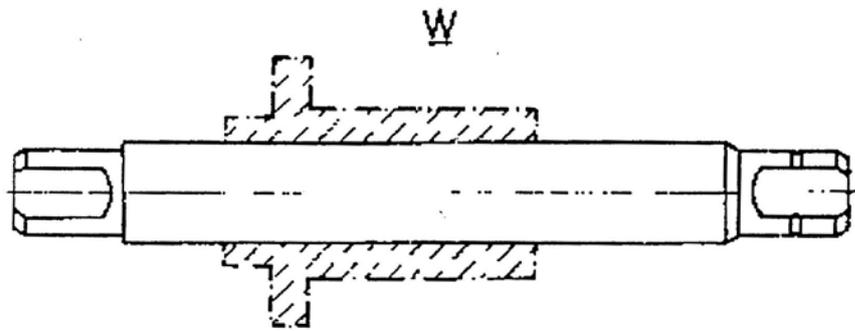


Gambar 6.8: Mandrel bubut menurut DIN 523 untuk pengecekaman diantara senter.

- a. Gambaran toleransi bentuk dan posisi serta kekerasan permukaan.
- b. Benda kerja dengan lubang yang panjang hanya dipusatkan pada satu sisi saja.

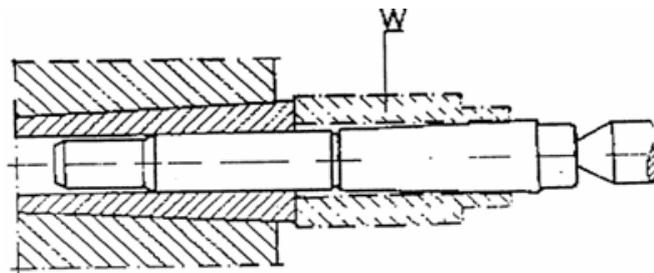
Mandrel menurut DIN 523 digunakan untuk pengecekaman dengan toleransi H6, H7, G6 dan J6.

Jika diinginkan kesumbuan yang lebih presisi (pengerjaan menggerinda) gunakan mandrel menurut DIN 6347 dengan ketirusan 1 : 5000 hingga 1 : 12000. untuk mencekam lubang dengan toleransi I6, H6, H7, dan G6 (gambar 6.9).

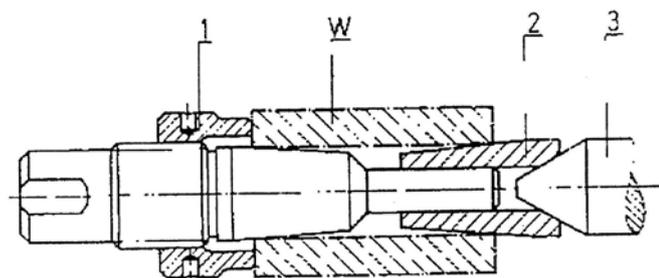


Gambar 6.9: Mandrel gerinda untuk pencekaman diantara senter.

Pada mandrel konis, posisi benda kerja tidak dapat terdefiniskan dengan jelas. Dengan penggabungan dua bentuk konus (gambar 6.10 dan 6.11) atau dua buah mandrel konis yang disatukan akan lebih meningkatkan kepresisian benda kerja. Selain itu diperlihatkan pula mandrel eksentrik yang khusus digunakan untuk pembubutan benda kerja yang eksentrik (gambar 6.12 dan 6.13).



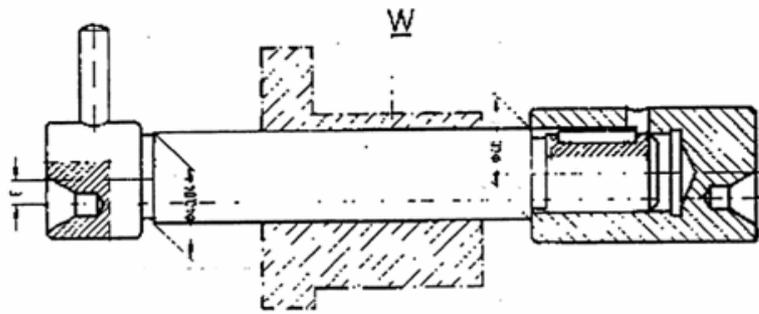
Gambar 6.10: Mandrel bubut dengan batang silindris dan kinis.



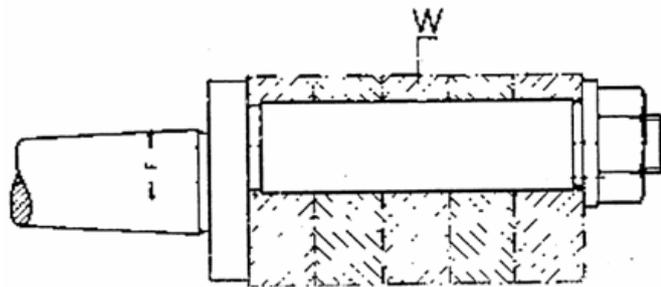
Gambar 6.11: Mandrel konis ganda, dicekam diantara dua senter.

Mandrel ini mirip dengan mandrel gambar 6.10, pengaturan tanpa ulir. Mur dengan empat ulir digunakan untuk menekan benda kerja.

1. Mur penekan benda kerja
2. Bus konis pencekam
3. Ujung senter.



Gambar 6.12: Mandrel bubut eksentrik, dicekam diantara dua senter.

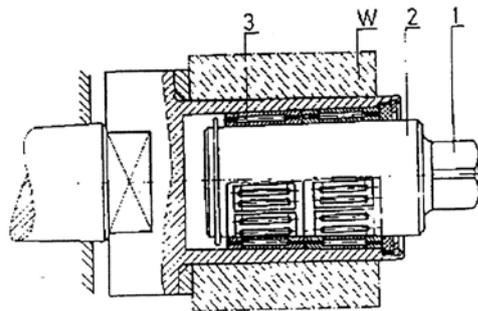


Gambar 6.13: Mandrel bubut eksentrik, dicekam diantara dua senter, untuk sekaligus lima benda kerja.

## 2) Mandrel Dengan Bus Cekam 1 (Tanpa Sifat Kepegasan)

Terdiri dari :

1. Mandrel dengan kopleng gelinding – Stieber.

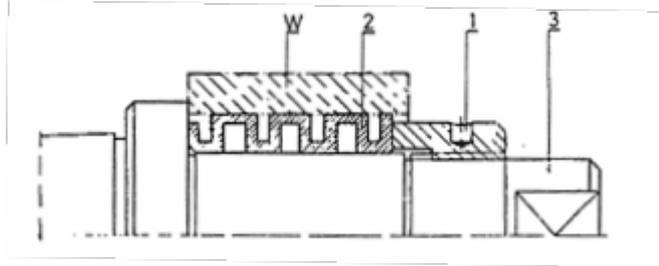


Gambar 6.14

Mandrel dengan elemen gelinding – Stieber

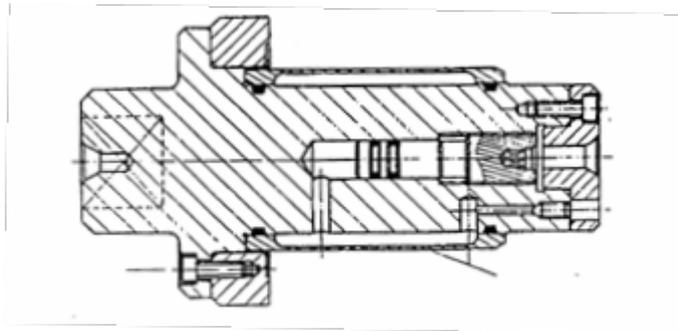
1. Baut pengencang
2. Poros konis
3. Elemen gelinding

- Mandrel dengan bus dapat mengembang, jenis Spieth.

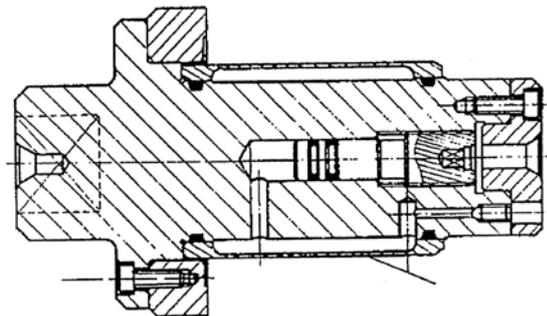


Gambar 6.15: Mandrel dengan bus cekam jenis Spieth.

- Mur pengencang empat lubang
  - Bus cekam
  - Batang utama
- Mandrel dengan rig pengencang, jenis ring pegas.



- Mandrel hidrolis.



Ciri-ciri dari mandrel jenis ini adalah adanya elemen pendorong silinder tanpa alur, yang disisipkan di antara poros dan bus mandrel.

Konstruksi ini memungkinkan untuk pengekaman dengan silindrisitas yang tinggi dan pemindahan momen puntir yang baik.

Secara umum mandrel ini mampu mencapai harga penyimpangan toleransi bentuk silindrisitas hingga 0.005 mm untuk lubang cekam benda kerja dengan toleransi H7.

## Bab 7

# FIXTURE MILLING

### A. SISTEM FIXTURE UNTUK MILLING

Kalau diperhatikan banyak operasi milling tanpa menggunakan fixtur dan langsung dicekam di atas meja, khususnya untuk pekerjaan dengan jumlah sedikit. Namun untuk memproduksi produk dengan jumlah yang besar tentunya hal ini akan mengakibatkan biaya yang tinggi, dalam hal ini fixture digunakan. Tapi hal lainpun akan mempengaruhi penggunaan fixture, misalkan : ketelitian ukuran harus sesuai dengan ketentuan walaupun dalam jumlah sedikit. Seperti peralatan bengkel lainnya fixturepun harus diperhatikan dalam perancangannya maupun pada penggunaannya. Kadang-kadang kita membutuhkan fixture yang canggih namun disuatu saat kita hanya cukupnya memodifikasi ragam saja.

Fixture yang digunakan pada operasi milling dapat mengikuti hal-hal berikut :

- Ragam pada mesin milling dapat digunakan untuk mencekam benda kerja yang relative kecil.
- Sementara mungkin konstruksi dibangun dari batang yang ada dipasar seperti klem. Dengan cara baut T, penepat dan setoper, dan setandar mesin milling sebagai dasarnya. Hal ini dilakukan bila benda yang akan di milling mempunyai bentuk khusus.
- Fixture permanen dibuat apabila jumlah produk benar-benar cukup besar untuk dapat menjamin biaya ari fixture itu sendiri.

Perencanaan fixture memerlukan data-data jenis serta tampilan mesin milling termasuk:

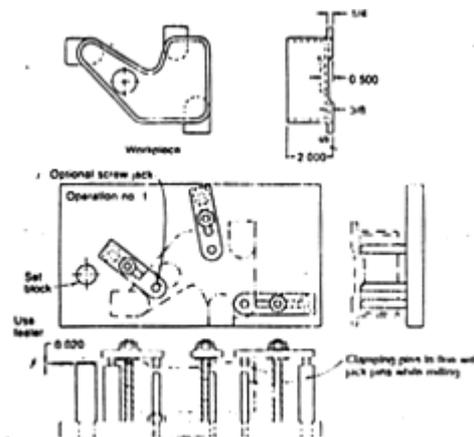
1. Kemmpuan.
2. Ukuran meja mesin milling.
3. Ukuran alur T.
4. Jarak naik turun meja.
5. Jarak memanjang.
6. Jarak melintang.
7. Kapasitas power.
8. Besar kecepatan dan pemakanan.

Hal hal yang harus diperhatikan :

1. Fixture direncanakan untuk dapat digunakan dalam berbagai operasi milling pada satu benda kerja.
2. Disediakan suatu tempat untuk mensetting cutter agar menjamin didapatkan ukuran pekerjaan yang teliti.
3. Diberikn suatu ruangan agar memudahkan penggantian cutter.
4. Titik pendukung harus ada di bawah permukaan benda yang akan di milling.
5. Fixture harus direncanagn sesederhana mungkin.

## B. FIXTURE UNTUK PEMAKAN AWAL

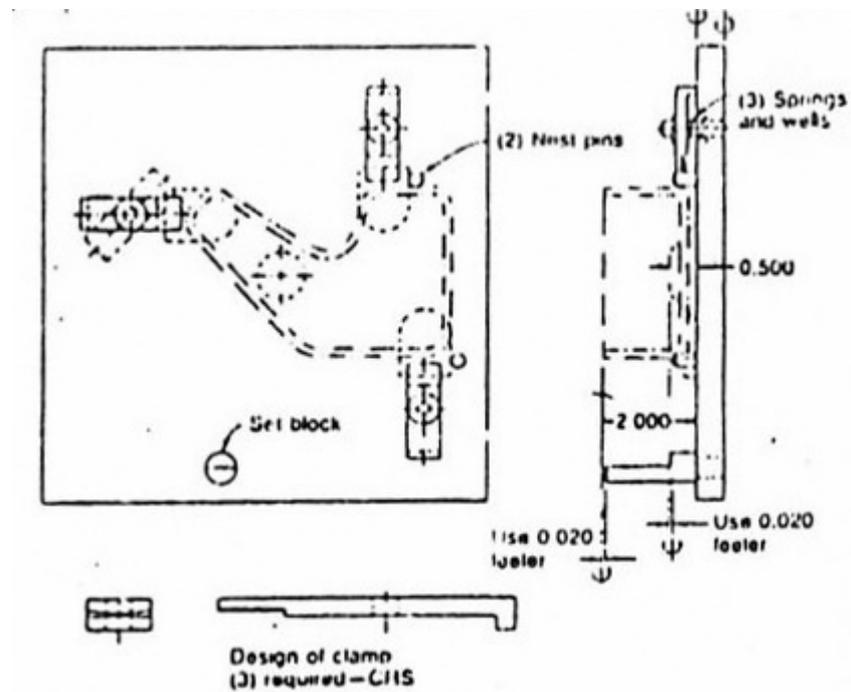
Bentuk benda kerja hasil pengecoran atau forging serigkali menyulitkan cara pemegangan pada fixture di saat operasi permesinan sedang berlangsung. Lagi pula, pngambilan material pada permukaanya akan mengurangi tegangan dalam yang terjadi. Untuk meminimalkan penyimpangan ini, biasanya akan dilakukan peruses permesinan awal pada benda kerja untuk menghasilkan permukaan yang baik untuk pengerjaan selanjutnya. Pemotongan pertama harus dibuat benar-benar rata pada saat dilepas dari fixturenya (agar punya basis). Oleh karnanya benda kerja harus benar-benar duduk dan dicekam dalam kondisi terbaik dengan gaya minimum yang diperlukan menanggulangi gaya potong cutter.



Gambar 7.1: Fixtur milling untuk sebuah aluminium casting

## C. FIXTURE UNTUK PEKERJAAN SELANJUTNYA

Fixture untuk pengerjaan lanjut pada umumnya didisain untuk menempatkan permukaan yang sama dari proses permesinan sebelumnya. Kita ambil contoh fixture disamping ini untuk pekerjaan lanjut dari benda aluminium casting pada huruf G. operasi dilakukan pada mesin milling vertical. Permukaan hasil pemotongan pertama digunakan untuk menempatkan benda kerja dan untuk pencekaman digunakan 3 buah pencekam strap.



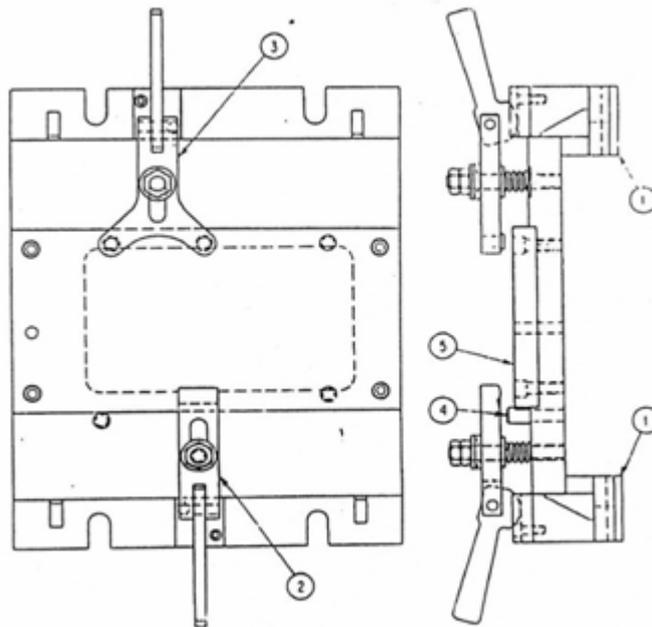
Gambar 7.2: Fixture untuk operasi milling vertikal

#### D. FIXTURE UNTUK MILLING BENTUK

Melakukan operasi milling bentuk dengan 2 atau 3 dimensi akan dapat dikerjakan relative lebih baik oleh operator untuk bentuk benda rata, lengkungan teratur silindris dan bentuk tidak biasa dengan bantuan mesin milling 'copy'. Beberapa jenis mesin dapat digunakan untuk mengurangi, memperbesar, membalikan bentuk dari mal (master) dengan rasio 1 : 1 atau perbandingan yang diinginkan.

Mal (master) biasanya dibuat dari kayu, kuningan, aluminium, plastik, atau resin. Untuk ukuran mal biasanya dibuat lebih besar dari benda kerja yang diinginkan untuk menghindari adanya penurunan kesalahan karena toleransi ukuran. Yang perlu diperhatikan dalam penempatan mal ini adalah penggunaan salur T pada meja mesin

milling. Beberapa benda kerja dengan ukuran yang sama dapat dipegang oleh sebuah fixture penyesuai yang bersifat universal (palet).



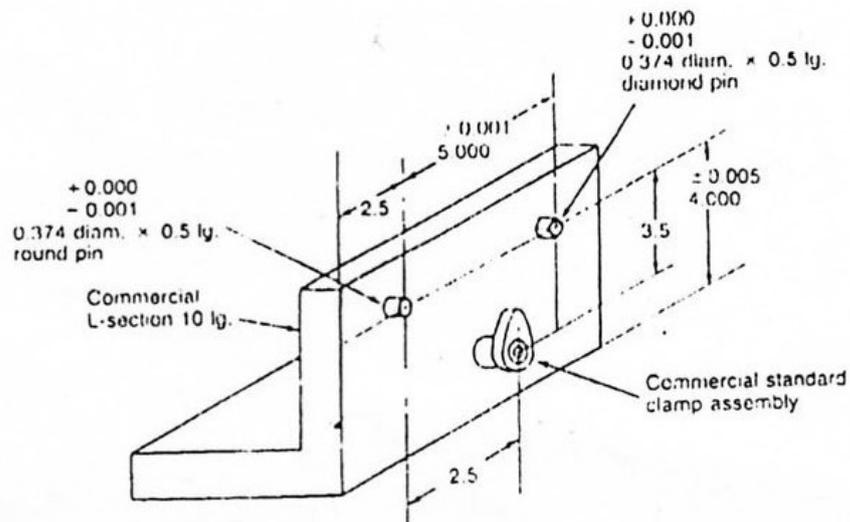
Gambar 7.3 Fixture universal

Keterangan :

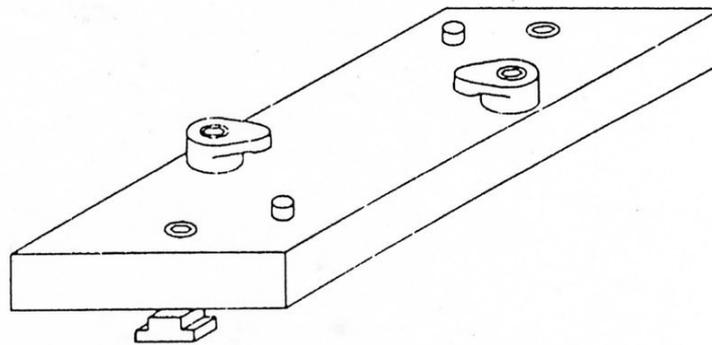
1. Plat dasar diletakkan diatas mesin menggunakan salur T.
- 2-3. Dua buah klem (pencekam) model cam digunakan untuk memegang benda kerja.
4. Benda kerja akan ditetapkan oleh tiga buah pena penepat.

#### **E. ANEKA FIKTURE MILLING DAN PERALATANNYA**

Fixture milling dapat dibuat dari bagian-bagian standar yang dijual di pasar seperti :  
Plat sudut, vee blocks, pena dan klem (pencekam) strap.



Gambar 7.4: Fixture milling dibuat dari plat L standar

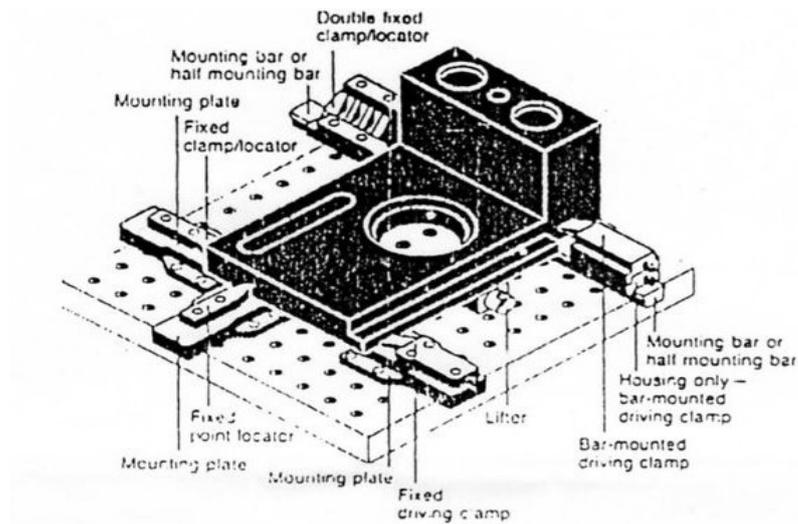


Gambar 7.5: Fixture milling dibuat dari plat rata

Banyak sekali alat standar lain yang dapat digunakan untuk dibuat fixture milling termasuk alat pencekam termasuk universal chuck, vacuum chuck, collet fixture. Atau alat tambahan lain untuk menempatkan benda kerja seperti dividung head, rotary table dan adjustable angle plate.

#### F. PENCEKAMAN SISTEM JARI PENUMPU PADA MODULAR FIXTURE

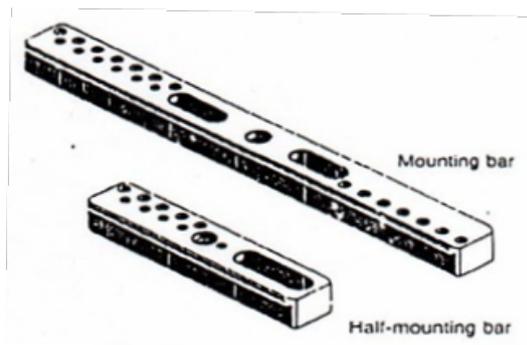
Suatu jenis pencekaman cara lain dengan sistem jari penumpu akan dijelaskan disini beserta contoh pemegang untuk benda kerja yang tidak biasa. Pada gambar terlihat permukaan bagian kiri atas bebas untuk mendapatkan proses permesinan. Sistem ini dapat digunakan untuk mesin milling CNC. Dengan klem ini, benda kerja mulai 4 mm dapat dicekam dengan cepat dan aman



Gambar 7.6 : Pencekaman Sistem Jari Penumpu. (Courtesy Royal Products)

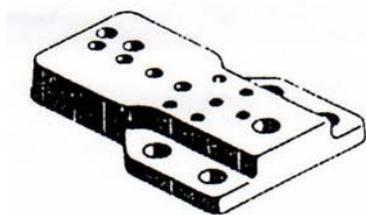
Beberapa komponen pencekam jari penumpu dan kegunaannya:

Ini adalah elemen dasar dan akan terpasang pada meja mesin milling yang juga tempat terpasangnya komponen pencekam dan penepat lainnya.



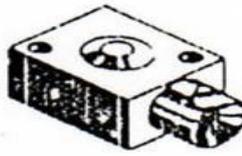
Gambar 7.7: Courtesy Royal Products

Digunakan pada fixture khusus, sub plat, atau aneka jenis plat yang akan diletakkan pada meja mesin milling.

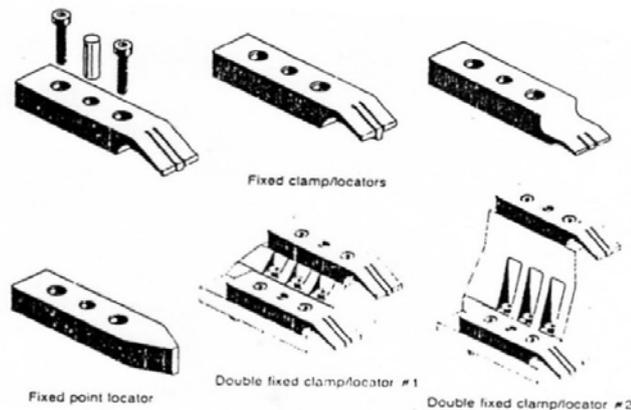


Gambar 7.8: Mounting plate

Ketebalan sama dengan mounting bar dan plate. Mempunyai piston yang dapat bergerak mengangkat benda kerja. Kegunaannya sebagai tambahan pendukung untuk menahan bending atau defleksi dari benda kerja.



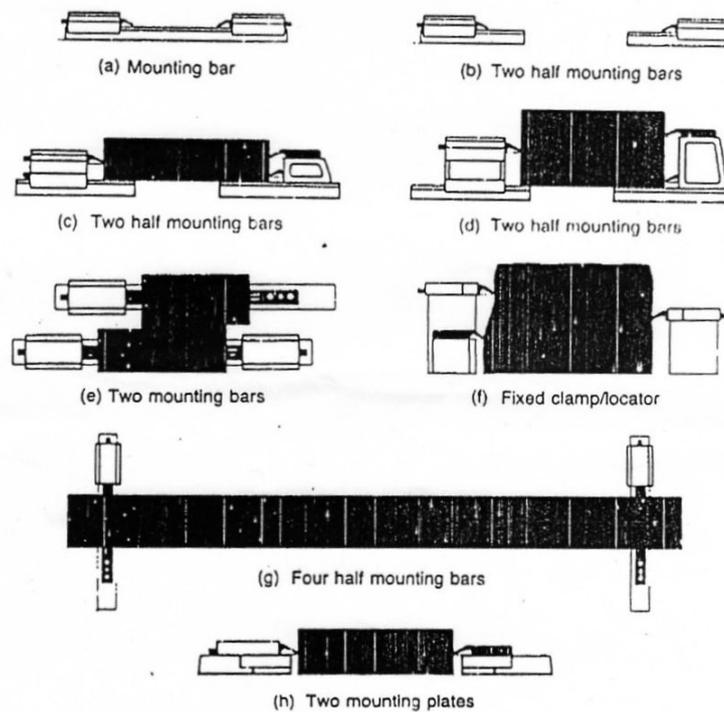
Gambar 7.9: Lifter Mounting Elements Driving clamps



Gambar 7.10: Fixed clamp/locator

Dapat digunakan pada mounting bars dan mounting atau perkakas khusus. Pada umumnya fixed clamp/locator ini mempunyai kegunaan yang sama dengan driving clamp tapi tidak dapat diatur. Perkecualian untuk fixed point locator hanya digunakan sebagai penepat saja.

Contoh penggunaan pencekam tumpu dapat digambarkan sebagai berikut :



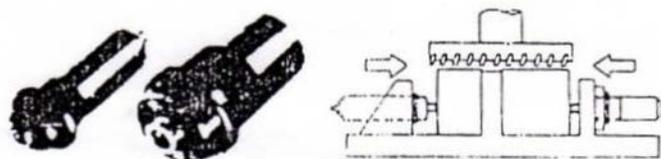
Gambar 7.11: Penggunaan Sistem Jari Penumpu. (Courtesy Royal Products)

## G. PERKAKAS TAMBAHAN UNTUK MILLING

Setelah kita melihat suatu jenis pengekaman yang diuraikan secara terinci, Maka kita lihat bahwa sebenarnya peralatan utama dari fixture milling adalah sistem pengekaman dan pemegangan, serta sistem penepatan. Dibawah ini akan digambarkan beberapa proses pengekaman dan penepatan pada fixture milling.

### ❖ Sistem Hidrolik

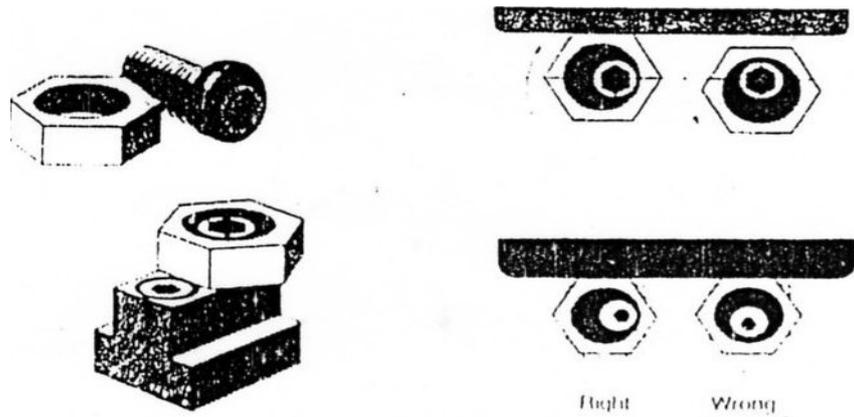
Penggunaan dari pengekaman dengan peralatan hidrolik.



Gambar 7.12 (Courtesy Ossipe Precision Products Co)

### ❖ Sistem Cam

Keunikan pengekaman dengan cam ini yang terdiri dari dua komponen baut yang dikaraskan dan mur dari kuningan, secara sederhana dengan cara mengencangkan baut maka gaya pengekaman akan terjadi kesegala arah.

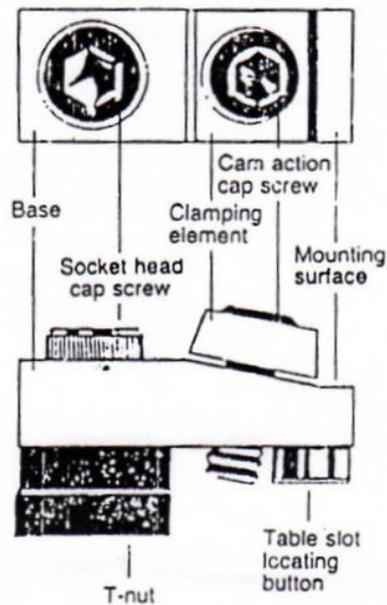


Gambar 7.13

(Courtesy Ossipe Precison Products Co)

❖ Sistem Cam Mengembang

Sama sistemnya seperti pada pencekam cam sebelumnya namun keuntungan bahwa pencekam ini dapat diletakkan langsung pada meja mesin milling dengan ukuran T nya.



Gambar 7.13

(Courtesy Ossipe Precison Products Co)

## Bab 8

# FIXTURE PENGELASAN

Fungsi utama dari fixture las adalah memegang benda yang akan dilas pada saatnya taupun sebelumnya. Fixture akan memperbaiki penyambungan antar benda pada saat oprasi perakitannya dan proses pengelasannya namun untuk distorsi masih akan terjadi saat dilepaskan dari fixturenya.

Tekanan akibat hasil pemuaiian panas dari benda kerja ataupun fixturenya akan mempengaruhi perencanaan pembuatan pencekam atau penahan dan penempatan benda kerja saat sebelum dan sesudah dilas dan itupun tergantung dari distribusi panas ke benda kerja dan fixturenya.

Konduktivitas panas dan koefisien muai dari beberapa material akan menghasilkan retakan apabila mendapat pencekaman yang kuat pada saat proses las terjadi. Untuk hal ini dapat ditanggulangi dengan cara menggunakan fixture pengelasan cara tack atau pada saat pengelasan akhir tanpa menggunakan fixture.

### A. JIG DAN FIXTURE UNTUK LAS

Pada umumnya jig dan fixture pengelasan diklasifikasikan dalam 3 jenis : Jig pelekat, Fixture pengelasan, Fixture pemegang.

#### 1. *Jig pelekat.*

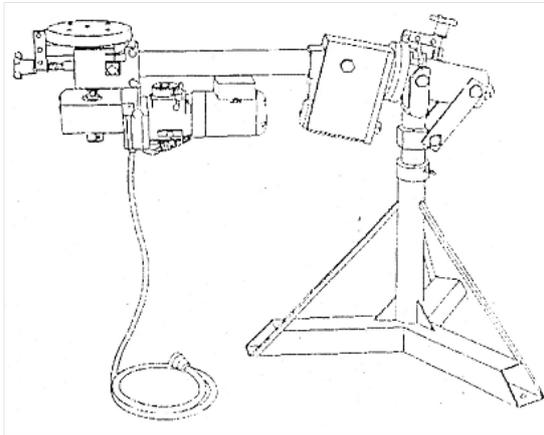
Fungsi dari jig pelekat adalah menempatkan benda kerja yang akan dilas pada posisi yang baik. Namun pengelasan yang dilakukan hanya sebagai penandaan atau las cantum (istilah) untuk persiapan pengelasan akhir. Konstruksinya tidak perlu terlalu kuat karena tekanan yang terjadi akibat panas tak terlalu besar.

#### 2. *Fixture las.*

Fungsinya adalah untuk memegang benda kerja yang akan dilas secara menyeluruh. Pada pembuatan konstruksinya pun harus diperhatikan terjadinya tekanan dan tegangan akibat panas. Namun terkadang menjadikan konstruksinya sangat rumit dan berat, mengambil banyak tempat. Jadi untuk penggunaan praktis ialah dfengan cara memmanffatkan jig pelekat dan setelah itu dialihkan ke fixture pemegang.

### 3. *Fixture pemegang.*

Khusus dibuat untuk memegang benda hasil proses cantum sebelumnya untuk dirakit dan lalu dilas. Pada perancangannya pun biasanya memanfaatkan fungsi – fungsi lainnya seperti alat penggerak berputar, plat index dan alat lainnya yang cocok. Seperti pada fixture las maa konstruksinya pun harus kokoh untuk menghindari tekanan akibat pengaruh panas.



Gambar 8.1: Gambar sebuah penepat pengelasan

## B. PERTIMBANGAN UMUM

Jig dan fixture untuk pengelasan merupakan sebuah rangkaian yang terdiri dari pengecam standar, pena penepat, penahan dan kesemuanya terintegrasi menjadi satu kesatuan yang berfungsi.

### 1. *Pertimbangan gangguan*

Pengecam dan penepat yang dibutuhkan untuk menempatkan benda kerja juga harus tidak terganggu oleh peralatan las saat dioperasikan. Oleh karena itu bahan fixture diusahakan dibuat dari bahan yang tahan pengaruh panas dari pencairan benda kerja dan juga akibat pengaruh panas lainnya.

### 2. *Pemasangan benda kerja*

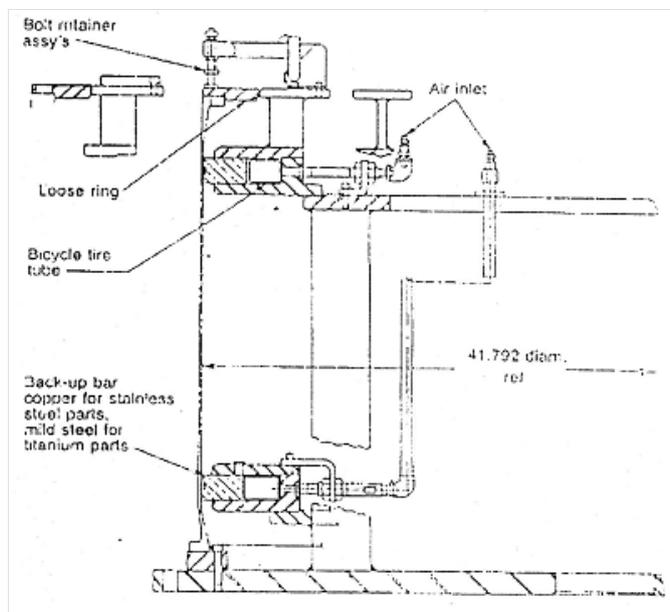
Tidak seperti pada fixture untuk pemersinan lainnya, dimana ukurannya dibuat sesuai dengan benda kerja yang dikerjakan. Sedangkan benda kerja pada proses las terdiri dari beberapa bagian yang dijadikan satu. Yang perlu diperhatikan disini adalah saat pelepasannya akibat dari penyatuan tadi.

### 3. *Pemasangan benda kerja*

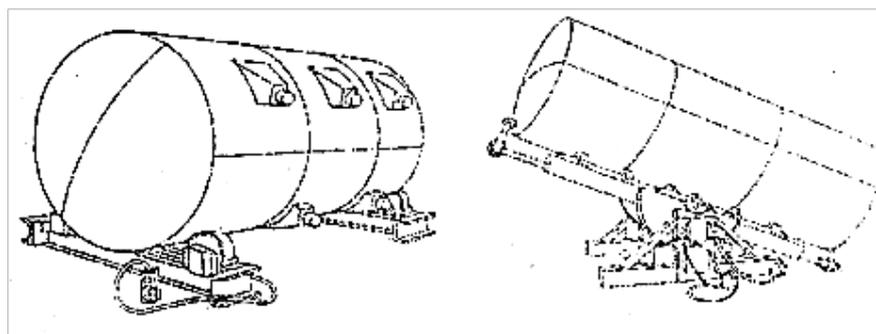
Pemuaihan, penyusutan dan distorsi dari hasil pengelasan lebih jauh akan menyulitkan pelepasan dengan pengencangan karena penjepitan terhadap dudukan dan penahan oleh penepat. Untuk itu penepat dapat diletakkan pada suatu tempat secara bersamaan dan pencekaman dapat diletakan pada tempat lain dan menggunakan sistim ulir yang kesemuanya dapat dipasang dan dilepaskan dengan mudah seperti contoh gambar ini.

#### 4. Benda kerja silinder

Mandrel yang dapat diatur mungkin akan cocok untuk proses pengelasan pada bentuk silindris atau tabung yang berdiameter relatif kecil. Beberapa alat sudah disiapkan dapat menyesuaikan diri untuk mencekam benda kerja berputar, dipersiapkan untuk menepatkan benda kerja yang berujud silindris yang besar.



Gambar 8.2: Contoh operasi sederhana dari suatu fixture yang dapat menyesuaikan diri untuk berbagai ukuran.



Gambar 8.3: Penepat untuk benda kerja berukuran besar.  
(Courtesy Aronson Machine Co)

### 5. *Pertimbangan pencekaman*

Banyak jenis – jenis pencekam yang dapat digunakan pada fixture las misalkan and screw, cam, toogle, pneumatik dan hdrolik yang mana pilihan tergantung dari penggunaan seperti contoh dibawah ini

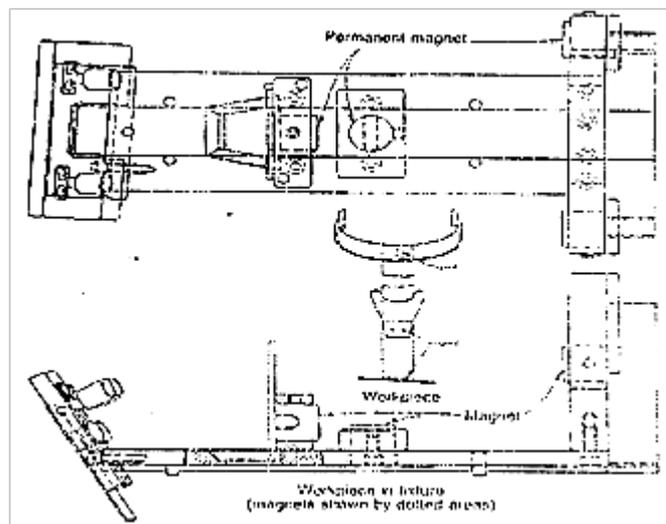
Kecepatan bergerak dan pencekaman model cam akan menawarkan keamanan dan penekanan yang positif, kecepatan melepas, kebebasan yang cukup dan kemungkinan rusak yang rendah akibat percikan.

Pencekam strap and screw adalah pencekam paling sederhana dengan gaya tekan yang besar namun ulirnya mudah rusak apabila terpercik cairan las.

### 6. *Penyimpanan bersifat magnet*

Pemanfaatan magnet baik magnet permanen atau elektromagnet ternyata dapat pula dilakukan, ekonomis serta mempersingkat waktu pencekaman.

Namun dalam perancangannya alangkah lebih baik apabila badan fixture dibuat bahan nonfero.



Gambar 8.4: Fixture pengelasan dengan magnet  
(Courtesy The Tool Engneering)

### 7. *Fixture dari plastik*

Dengan dikembangkannya teknologi plastik khususnya teknologi resin plastik ternyata membawa manfaat yang besar dalam pembuatan badan fixture dari plastik. Terutama dalam hal pembiayaan yang lebih murah dibandingkan badab dari logam,

waktu dan permasalahan perencanaan dikurangi, proses pembuatan cepat, khususnya resin epoxy dan phenolic dapat mempertahankan stabilitas ukuran, kerusakan yang minimum akibat semprotan api las.

### **C. PRINSIP DASAR PERENCANAAN**

Dibawah ini akan diuraikan prinsip dasar perencanaan menurut penelitian sebuah lembaga pengelasan di Canada :

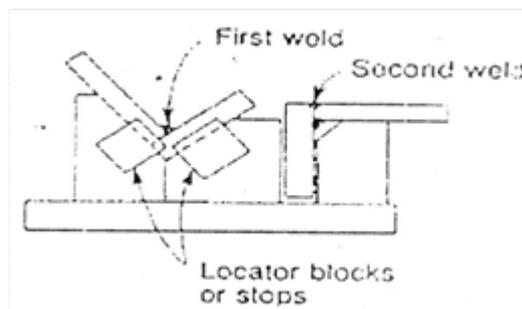
1. Fixture merupakan suatu alat untuk menempatkan yang mana harus memungkinkan si operator untuk mengambil posisi las yang baik. Untuk operasi dengan sistim index ukuran harus akurat dan tidak menyulitkan operasi.
2. Fixture harus mudah dan cepat dalam penggunaannya (jika mungkin dengan tangan). Penggunaan bahan yang ringan akan memudahkan pengoperasian fixture. Sistem pneumatik atau motor listrik dapat digunakan apabila ukuran benda cukup besar.
3. Disain harus mudah dan murah. Toleransi harus memenuhi persyaratan yang berlaku. Konstruksi dengan proses las dapat dikategorikan baik, dan proses permesinan terhadap fixture diusahakan sesedikit mungkin.
4. Fixture harus dibuat sekeliling benda kerja dan harus menepatkan dan mencekam untuk posisi perakitan, penempelan dan pengelasan.
5. Perancang alat harus berusaha mencoba mengendalikan benda kerja pada fixture dengan mencantumkan ukuran seperlunya saja.
6. Fixture harus dapat memberikan kebebasan kepada benda kerja untuk dapat bergerak kesatu arah untuk menghindari adanya pengaruh akibat tegangan dalam.
7. Penyambungan harus dipersiapkan untuk dapat dilakukan berbagai operasi pengelasan.
8. Untuk mengimbangi adanya akibat pengaruh panas, maka benda kerja dapat sebelum dilas dapat dibengkokkan terlebih dahulu, atau memang pada fixture telah dipersiapkan suatu cara peletakkan tertentu.
9. Akibat pengaruh penyambungan panas maka pencekaman akan menjadi lebih kuat lagi, oleh karenanya pembuatan penyangga penahan akan sedikit membantu hal ini.
10. Agar proses handling berlangsung dengan baik maka fixture harus dibiarkan dingin dengan cara ditiup angin, penyemprotan dengan air, dibuatkan sirip atau penggunaan isolasi panas.

11. Agar posisi operator las baik maka penambahan rancangan dengan menggunakan tangga, pengayun, kuda-kuda dan konstruksi lainnya akan sangat membantu.
12. Jika perlu fixture diletakkan pada suatu bangunan agar lebih mudah untuk dioperasikan.
13. Untuk pengelasan yang berkesinambungan maka fixture dapat diletakkan pada suatu roda pemutar atau pada suatu sistem conveyor.
14. Untuk menghindari adanya percikan hasil proses las maka perlindungan dengan plat tembaga yang ringan akan banyak membantu.
15. Pergerakan memutar fixture akan lebih disukai untuk proses las yang melingkar dan pengelasan di atas kepala atau vertikal sebaiknya dihindarkan.

#### D. FIXTURE UNTUK LAS GAS

Untuk perencanaan umum harus dimasukkan permasalahan akibat proses pemanasan dan pendinginan. Yang diharapkan adalah kehilangan panas yang minimum. Karena apabila terlalu cepat akan mengakibatkan keretakan. Kehilangan panas karena material khususnya tembaga dan aluminium harus benar – benar diperhatikan. Untuk memenuhi hal ini maka bagian fixture yang berukuran besar jangan terlalu dekat dengan bidang las karena mengakibatkan distorsi. Bagian yang berhubungan langsung maupun pencekam harus berada pada ukuran yang minimum. Untuk pengelasan tembaga dan aluminium, bidang sentuh yang minimum sering membantu memperbaiki hasil proses pengelasan karena kehilangan panas yang minimum.

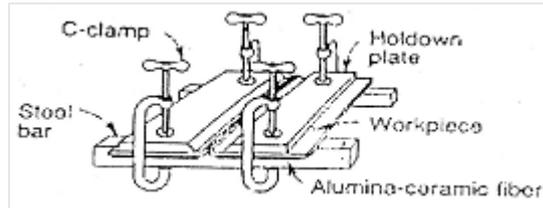
Pada gambar 8.5 diperlihatkan sebuah fixture sederhana dengan memanfaatkan gaya gravitasi. Rancangan yang tidak menempatkan banyak bagian yang akan mengakibatkan kehilangan panas yang cepat.



Gambar 8.5

Gambar 8.6 merupakan juga sebuah rancangan yang sederhana untuk menyambungkan dua buah plat. Pencekam ( clamp C ) memegang benda kerja pada

dudukan. Dan sebuah pelapis dari bahan fiber alumina-ceramic ditempatkan antara benda kerja dan dudukan baja. Penahanan benda kerja terhadap dudukan baja dengan pencekaman berguna untuk membuat plat tetap rata dan menghindarkan distorsi.



Gambar 8.6

Pemilihan bahan fixture dapat dipengaruhi oleh beberapa hal seperti :

1. Toleransi yang diinginkan.
2. Heat resistance dari material yang akan digunakan.
3. Kualitas heat resistance.
4. Kekuatan dan kelenturan yang diinginkan.

#### **E. FIXTURE UNTUK LAS LISTRIK**

Panas yang terjadi pada pengelasan listrik akan lebih besar dibandingkan dengan pengelasan gas. Oleh karenanya fixture harus dilengkapi dengan dudukan, penyebaris (alignment) dan penahan juga harus disisipkan pula dapat menghilangkan panas.

Beberapa pertimbangan dapat diberikan dalam membantu penepatan dan pencekaman proses pengelasan :

1. fixture harus dapat menahan gerakan akibat tekanan dan tegangan yang terjadi akibat pengelasan dengan cara pencekaman dan didudukan pada suatu pendukung khusus.
2. Pendukung ini terletak paralel dengan garis pengelasan.
3. Pendukung harus dapat meningkatkan penurunan panas pada daerah garis pengelasan.
4. Pendukung harus dapat mendukung / menahan pencairan akibat pengelasan, menentukan jenis permukaan dan melindungi bagian pengelasan dari atmosfer.

Bahan ini terbuat dari metal padat atau ceramic. Contoh sederhana dengan bentuk persegi panjang yang mempunyai alur tepat dibawah garis pengelasan. Hal ini akan memberikan kesempatan penetrasi yang baik tanpa ada penarikan material akibat pencairan. Ukuran pendukung tergantung dari ketebalan material dan bahan yang akan di las. Material dengan perambatan panas yang tinggi maka dibutuhkan pendukung

yang cukup besar sedangkan untuk material yang mempunyai ketahanan panas yang tinggi maka pendukung tidak perlu terlalu besar.

Fungsi utama dari jig dan fixture pengelasan adalah untuk menghadirkan benda kerja hasil las menuju ke suatu kesebarisan yang baik dan posisi pengelasan yang menguntungkan. Hal ini dapat dilakukan dengan cara menempatkan fixture di suatu jig yang dapat berputar secara vertikal maupun horisontal.

Pembuatan jig dan fixture dengan menggunakan metoda pengelasan umumnya banyak disenangi. Juga plat standar dengan berbagai pertimbangan sering digunakan daripada hasil coran lebih jauh lagi konstruksi pengelasan mudah untuk dirubah. Keuntungan lainnya adalah ringan, kuat, portable dan mudah disimpan. Untuk menghindari keausan dapat pula digunakan bahan yang dapat dikeraskan atau menggunakan elektrode high alloy. Dan jangan dilupakan untuk setiap hasil pengelasan adalah diterapkannya proses stress relieving untuk jig dan fixture yang presisi.

Untuk perakitan benda yang besar dan kecil sekaligus biasanya digunakan dua buah fixture yang pertama untuk perakitan dan penempatan beberapa bagian sebelum dilakukan proses penempelan ( pengelasan awal, cantum ). Lalu dialihkan ke fixture yang kedua atau diletakkan dilantai saja untuk dilakukan pengelasan akhir.

## **BAB 9**

# ***A* LAT PENEPAT (*JIG AND FIXTURE*)**

### **PENDAHULUAN**

Untuk mengurangi biaya produksi, peningkatan efisiensi proses manufaktur suatu produk sangat berpengaruh, terutama dengan menurunkan waktu proses manufakturnya. Dalam penelitian ini, waktu proses manufaktur diidentifikasikan dengan penurunan waktu setup dan proses pemotongannya (perautan).

Jig and fixture merupakan “perkakas bantu” yang berfungsi untuk memegang dan atau mengarahkan benda kerja sehingga proses manufaktur suatu produk dapat lebih efisien. Selain itu jig and fixture juga dapat berfungsi agar kualitas produk dapat terjaga seperti kualitas yang telah ditentukan. Dengan jig & fixtures, tidak diperlukan lagi skill operator dalam melakukan operasi manufaktur, dengan kata lain pengerjaan proses manufaktur akan lebih mudah untuk mendapatkan kualitas produk yang lebih tinggi ataupun laju produksi yang lebih tinggi pula.

Filosofi dari Group technology adalah mendapatkan keuntungan dari pengelompokan sejumlah produk, baik atas dasar kesamaan perancangannya ataupun atas dasar kesamaan proses manufakturnya. Dalam penelitian ini, kesamaan proses yang menjadi pertimbangan untuk meningkatkan efisiensi proses manufaktur.

Dengan demikian, efisiensi proses manufaktur suatu produk dapat ditingkatkan (mereduksi waktu setup dan waktu proses perautan) melalui perancangan jig and fixture pada proses manufaktur sekelompok produk.

## **DEFINISI JIG DAN FIXTURE**

*Jig* dan *fixture* adalah piranti pemegang benda kerja produksi yang digunakan dalam rangka membuat penggandaan komponen secara akurat. Hubungan dan kelurusan yang benar antara alat potong atau alat bantu lainnya, dan benda kerja mesti dijaga. Untuk melakukan ini maka dipakailah *jig* atau *fixture* yang didesain untuk memegang, menyangga dan memposisikan setiap bagian sehingga setiap pengeboran, pemesinan dilakukan sesuai dengan batas spesifikasi.

*Jig* didefinisikan sebagai piranti/peralatan khusus yang memegang, menyangga atau ditempatkan pada komponen yang akan dimesin. Alat ini adalah alat bantu produksi yang dibuat sehingga ia tidak hanya menempatkan dan memegang benda kerja tetapi juga mengarahkan alat potong ketika operasi berjalan. *Jig* biasanya dilengkapi dengan *bushing* baja keras untuk mengarahkan mata gundi/bor (*drill*) atau perkakas potong lainnya. Pada dasarnya, *jig* yang kecil tidak dibaut/dipasang pada meja kempa gundi (*drill press table*). Namun untuk diameter penggurdian diatas 0,25 inchi, *jig* biasanya perlu dipasang dengan kencang pada meja.

*Fixture* adalah peralatan produksi yang menempatkan, memegang dan menyangga benda kerja secara kuat sehingga pekerjaan pemesinan yang diperlukan bisa dilakukan. Blok ukur atau *feeler gauge* digunakan pada *fixture* untuk referensi/setelan alat potong ke benda kerja (gambar 1B). *Fixture* harus dipasang tetap ke meja mesin dimana benda kerja diletakkan

### **Perancangan Alat Bantu**

Perancangan (desain/*design*) alat bantu (*tools*) merupakan proses mendesain dan mengembangkan alat bantu, metoda, dan teknik yang dibutuhkan untuk meningkatkan efisiensi dan produktivitas manufaktur, produksi dengan volume produksi yang besar

dan kecepatan produksi tinggi memerlukan alat bantu yang khusus. Desain alat bantu selalu berkembang karena tidak ada satu alat yang mampu memenuhi seluruh proses manufaktur.

Tujuan digunakannya alat bantu:

1. Menurunkan biaya manufaktur
2. Menjaga kualitas
3. Meningkatkan produksi

Syarat desain alat bantu yang baik:

1. Sederhana, mudah dioperasikan
2. Menurunkan biaya manufaktur
3. Menghasilkan part berkualitas tinggi secara konsisten
4. Menaikkan laju produksi dengan alat/mesin yang ada
5. *Foolproof*, mencegah penggunaan/pemasangan yang salah
6. Menggunakan material alat bantu yang menjamin umur
7. pemakaian yang cukup
8. Menjamin keamanan kerja operator

Posisi desain alat bantu dalam proses manufaktur: terletak di antara desain (produk) dan produksi. Gagal atau sukses alat bantu sangat ditentukan oleh perancangannya. *Desainer* alat bantu harus memahami produk yang akan dibuat dan proses pembuatannya.

Perancangan Alat Bantu

Informasi yang diperlukan:

1. Gambar produk; harus diperhatikan:
  - Bentuk dan ukuran part

- Jenis dan kondisi material yang akan diproses
  - Jenis pemesinan
  - Derajat akurasi yang disyaratkan
  - Jumlah yang akan diproduksi
  - Permukaan *clamping* dan *locator*
2. Rencana produksi; harus diperhatikan:
- Tipe dan kapasitas mesin yang digunakan
  - Tipe dan ukuran *cutter*
  - Urutan operasi
  - Proses pemesinan sebelumnya
3. Waktu dan biaya yang tersedia untuk mendesain alat Bantu
4. Diperlukan pengalaman dan kreativitas

#### Perancangan Alat Bantu

- Langkah pertama dalam mendesain alat bantu adalah mencari alternatif solusi
  1. Apakah diperlukan alat bantu yang khusus/baru
  2. Perlu mesin *multi-spindel* atau *single-spindel*
  3. Single atau *multi-purpose tool*
  4. Apakah penghematan yang diperoleh sepadan dengan tambahan biaya *tooling*

Apakah diperlukan *gauge*? Jenis apa?

- Ruang lingkup tugas *desainer*:
  1. Desain; perancangan alat bantu
  2. Supervisi; pengawasan dan pembinaan bawahan

3. Pengadaan; menjamin tersedianya dan digunakannya material alat bantu yang baik
4. Inspeksi; apakah alat bantu sesuai spesifikasi, apakah produk sesuai spesifikasi, inspeksi periodik

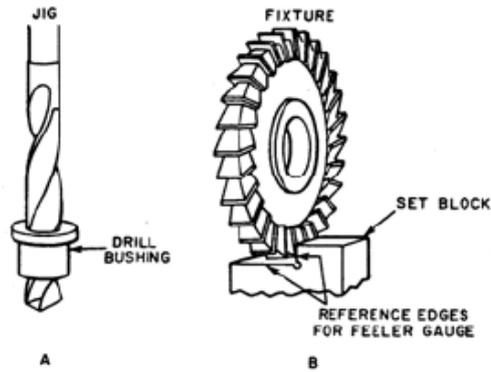
#### Perancangan Alat Bantu

- Ketrampilan (*skill*) yang diperlukan:
  1. Kemampuan membuat gambar teknik dan skets
  2. Pemahaman metoda, alat bantu, dan teknik manufaktur
  3. Kreativitas perancangan
  4. Pemahaman dasar-dasar metoda pembuatan alat bantu
  5. Pengetahuan matematik terutama trigonometri

#### Jig & Fixture

*Jig dan fixture* adalah alat pemegang benda kerja selama proses pemesinan sehingga diperoleh produk yang seragam.

- *Jig* adalah alat khusus yang berfungsi memegang, menahan, atau diletakkan pada benda kerja yang berfungsi untuk menjaga posisi benda kerja dan membantu/mengarahkan pergerakan pahat.
- *Fixture* adalah alat khusus yang berfungsi mengarahkan, memegang, menahan benda kerja yang berfungsi untuk menjaga posisi benda kerja selama proses pemesinan

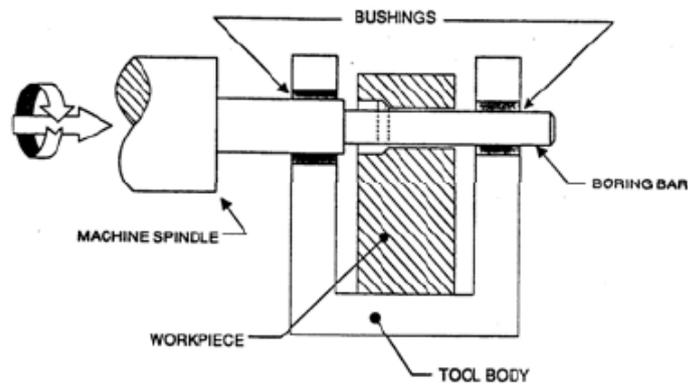


## Jenis Jig

1. Nama *jig* tergantung dari cara pembentukan jig yang bersangkutan, bisa memiliki *bushing* atau tanpa *bushing*.

Secara umum dibagi menjadi dua;

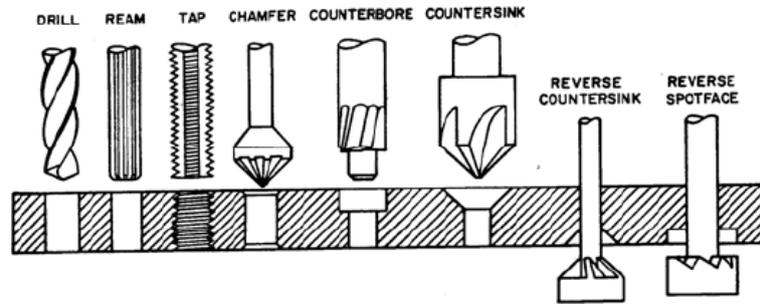
- *boring jig*, untuk proses boring lubang yang terlalu besar untuk di-*drill* atau ukuran lubang tidak sesuai diameter pahat drill (tidak standar)
- *drill jig*, untuk proses *drill*, *ream*, *tap*, *chamfer*, *counterbore*, *countersink*, *reverse spotface*, *reverse*



Drill Jig

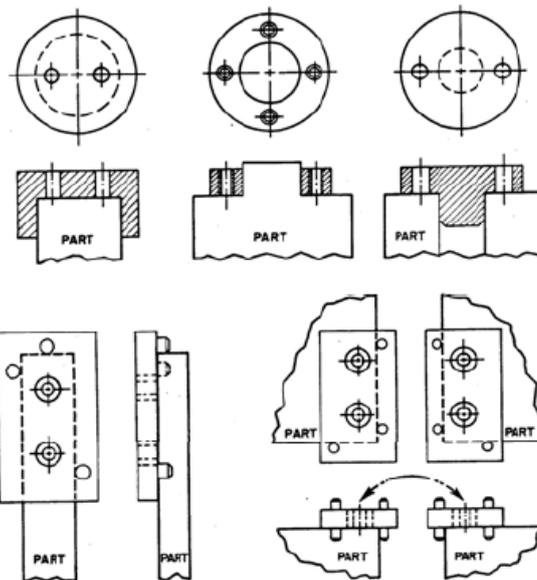
*Drill jig* dibagi dua:

1. *Jig* terbuka, pengerjaan hanya pada satu sisi benda kerja
2. *Jig* tertutup, pengerjaan lebih dari satu permukaan benda kerja



Template Jig

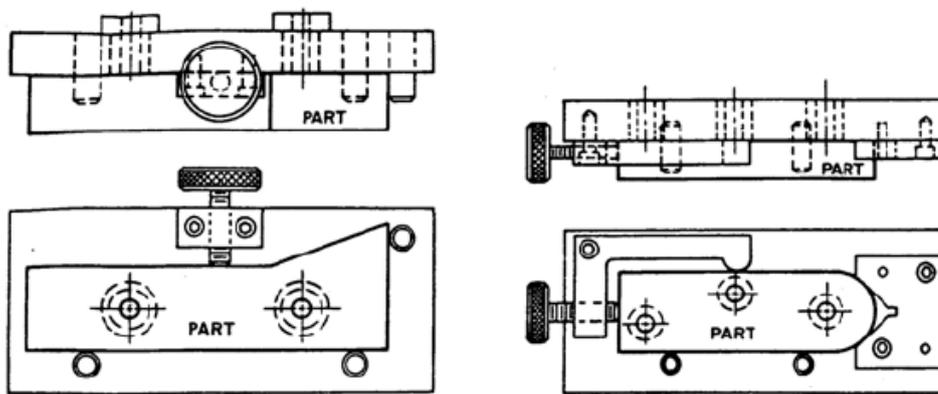
Menitikberatkan pada akurasi, biasanya tidak diklem.



TI3121 - Perancangan Alat Bantu - Minggu 1

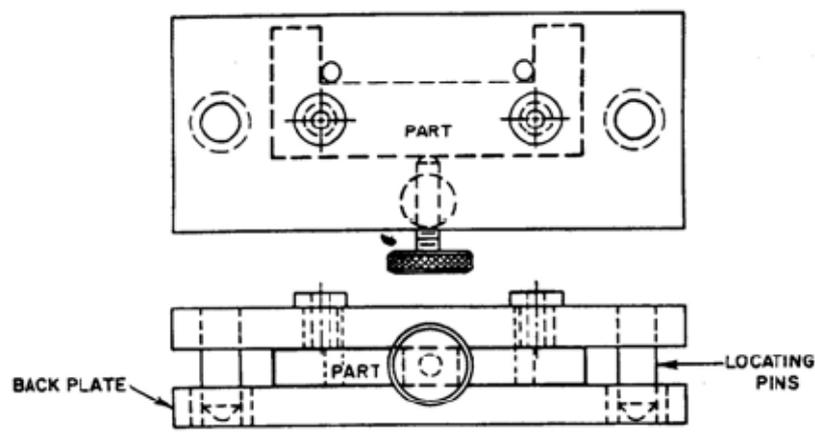
Plate Jig

Jika diperlukan dapat ditambahkan penyangga (*leg*) untuk mengangkat benda kerja dari dasar



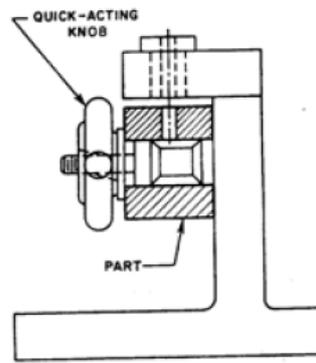
Sandwich Jig

- Terbentuk dari *plate jig* dan ditambah dengan plat belakang
- Ideal untuk benda kerja yang tipis, mudah melengkung atau tertekuk



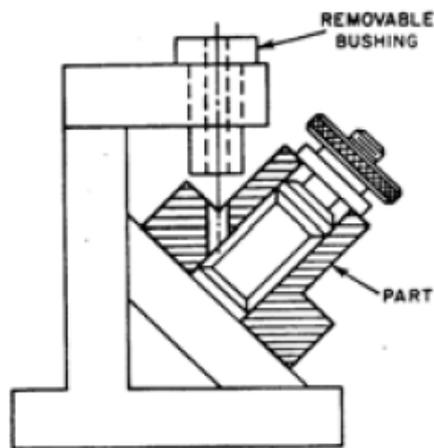
Angle-plate Jig

- Untuk benda kerja yang diproses dengan sudut  $90^{\circ}$  dari *mounting* lokatornya



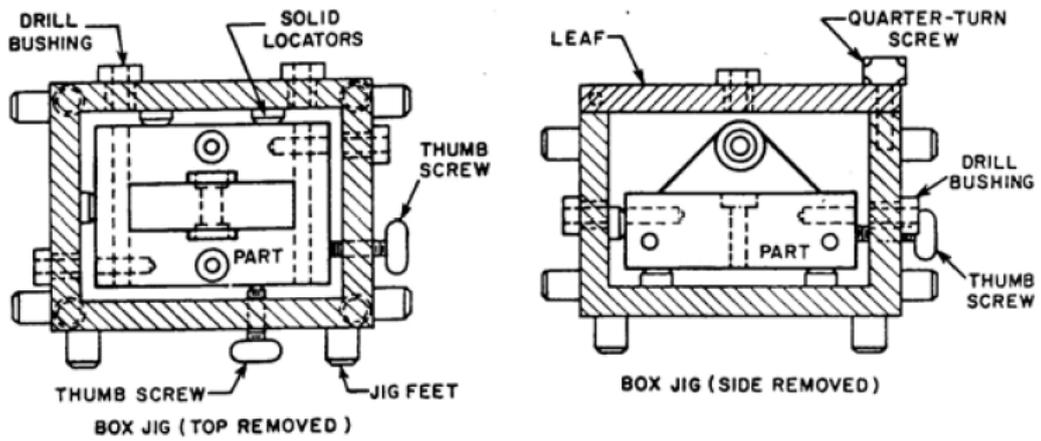
Modified Angle -plate Jig

Untuk benda kerja yang diproses dengan sudut tidak sama dengan  $90^{\circ}$  dari *mounting* lokatornya.



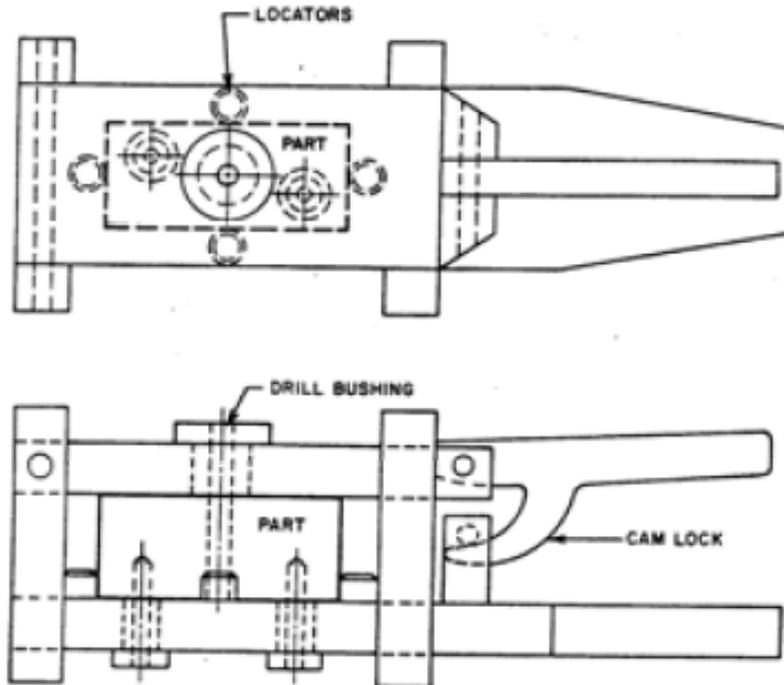
Indexing Jig

- Untuk menghasilkan jarak antar pemesinan yang akurat
- Menggunakan plat referensi dan *plunger*



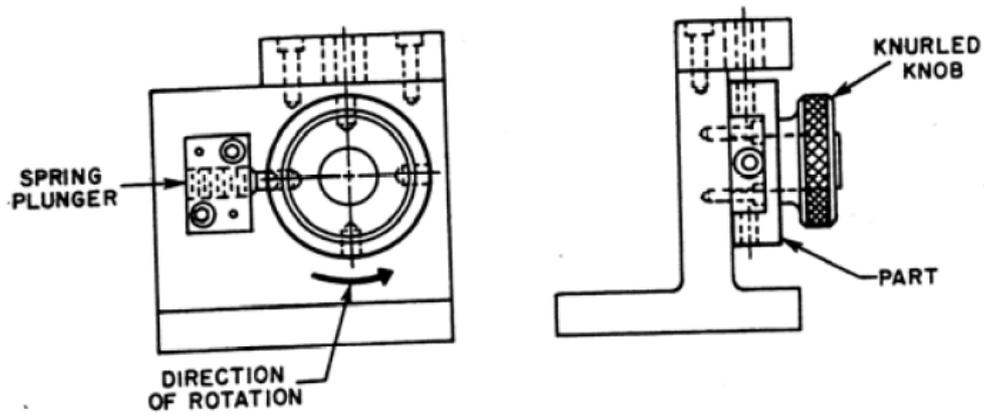
Trunnion Jig

- *Rotary jig* untuk benda kerja berukuran sangat besar atau benda kerja yang memiliki bentuk tidak biasa/rumit.



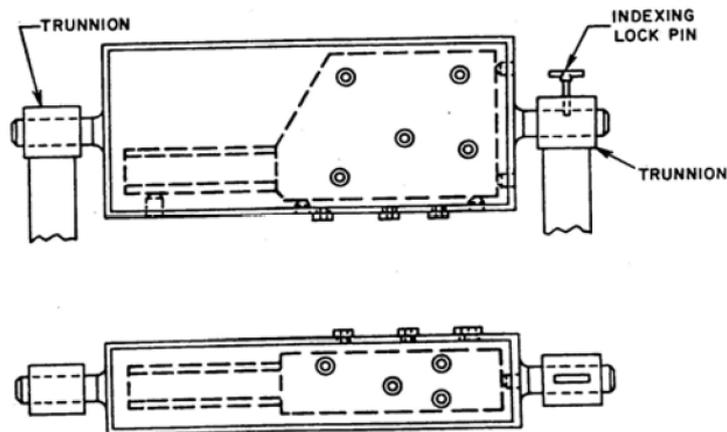
Indexing Jig

- Untuk menghasilkan jarak antar pemesinan yang akurat
- Menggunakan plat referensi dan *plunger*



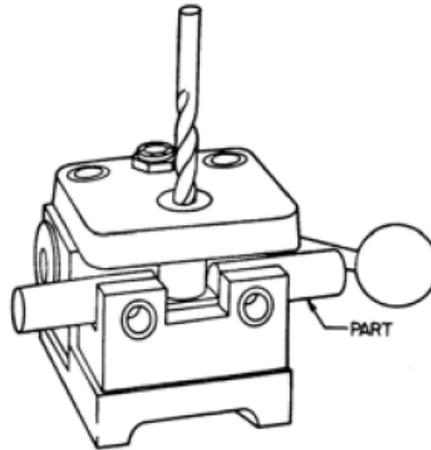
Trunnion Jig

- *Rotary jig* untuk benda kerja berukuran sangat besar atau benda kerja yang memiliki bentuk tidak biasa/rumit.



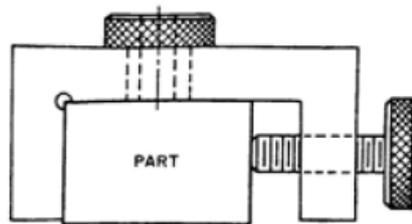
Pump Jig

- Pergerakan plate diatur oleh pompa
- Sangat menghemat waktu *loading* dan *unloading*



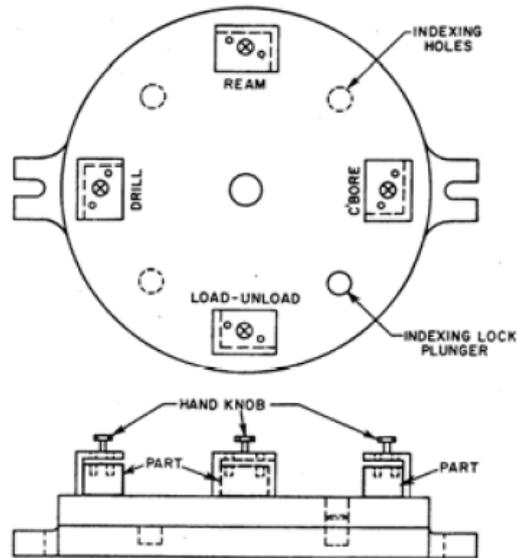
Channel Jig

- Box jig yang paling sederhana. Jika digunakan jig feet dapat dilakukan pemesinan pada tiga permukaan.



Multi-station Jig

- Disusun dari berbagai *jig* di atas.
- Biasanya untuk proses pada mesin *multi-spindel*

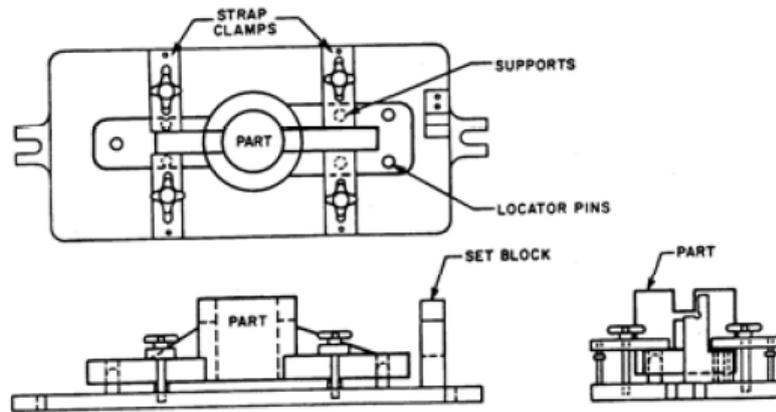


### Jenis Fixture

- Penamaan *fixture* menyatakan bagaimana proses pembentukan *fixture* tersebut
- *Fixture* diklasifikasikan berdasarkan penggunaannya pada suatu jenis mesin tertentu. *Fixture* yang digunakan pada mesin milling disebut *milling fixture*. *Lathe-radius fixture* adalah *fixture* yang digunakan pada mesin bubut untuk memproses radius/silinder.

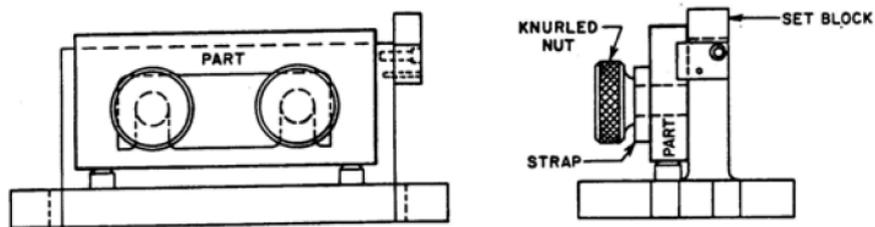
### Plate Fixture

- Bentuk *fixture* paling sederhana
- Tersusun dari pelat datar dan beberapa locator dan klem
- Sederhana dan adaptif sehingga sangat luas penggunaannya



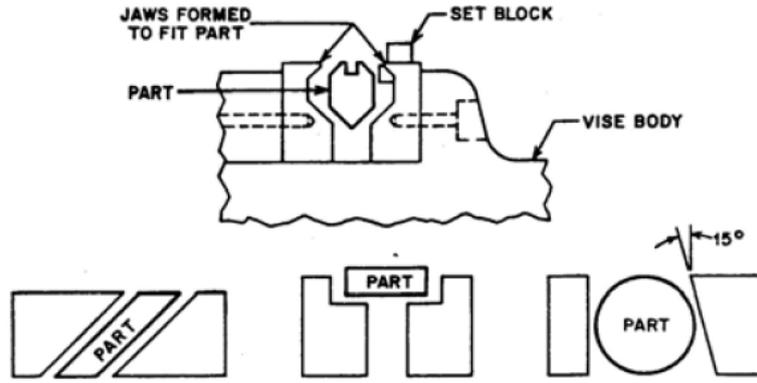
Angle-plate Fixture

- Modifikasi *plate fixture* untuk pengerjaan yang bersudut  $90^0$  terhadap lokator
- Untuk sudut pengerjaan yang lain, *angle-plate fixture* dimodifikasi.



Vise-jaw Fixture

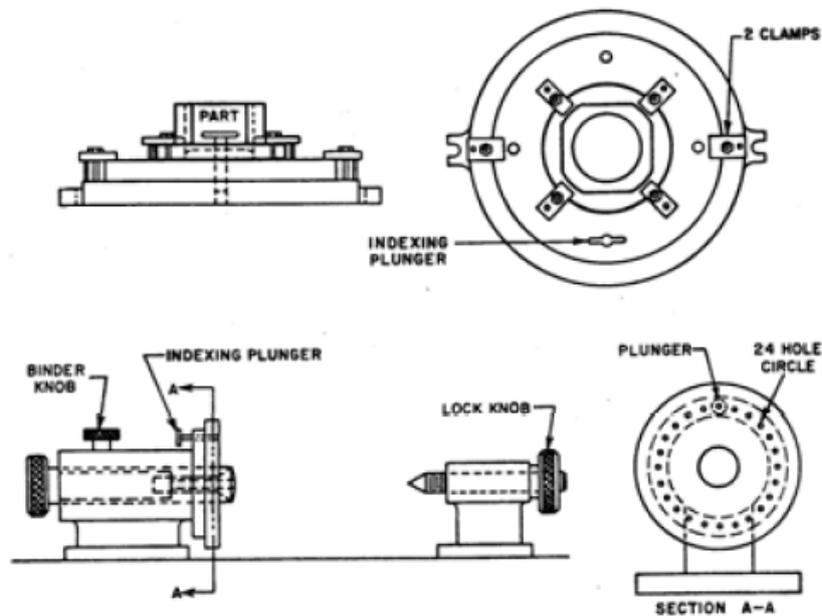
- Untuk memproses benda kerja ukuran kecil
- Cekam standar diganti dengan cekam yang diperlukan
- Paling murah
- Ukuran vise yang tersedia menjadi kendala



Indexing Fixture

Untuk benda kerja yang harus dikerjakan dengan jarak (*linier / angular*) antar pemesian yang sangat presisi.

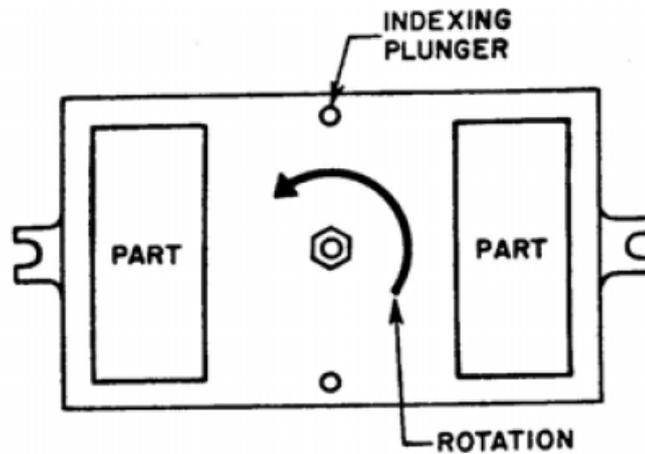
- Contoh produk:



Multi-station Fixture

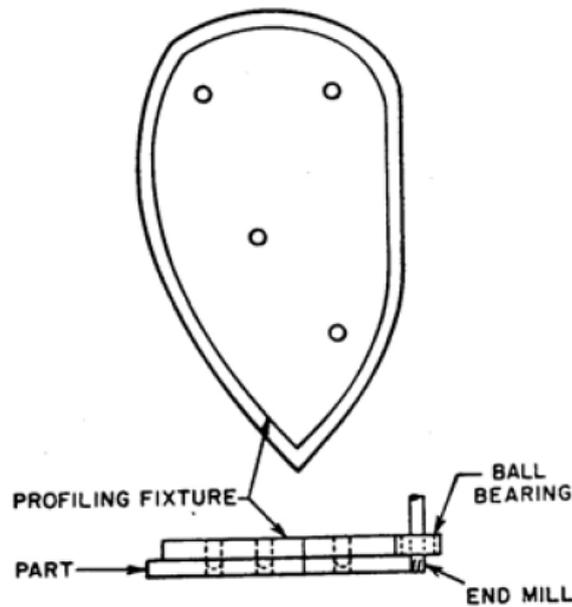
- Untuk proses yang kontinu
- Kecepatan tinggi, volume produksi yang besar

- *Duplex fixture*, bentuk *multi-station* yang paling sederhana, menggunakan dua stasion



Profiling Fixture

- Menggunakan pola/profil bagi proses pemesinan permukaan yang rumit

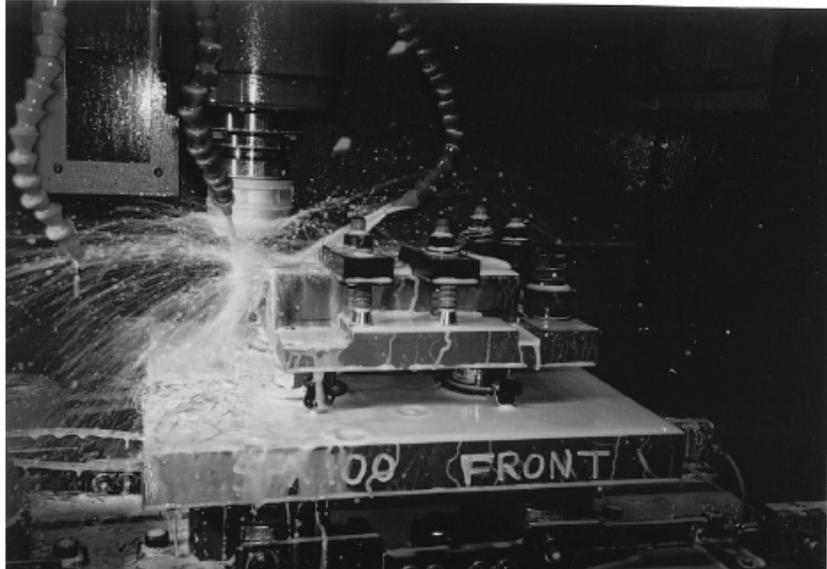


*Profiling Fixture*

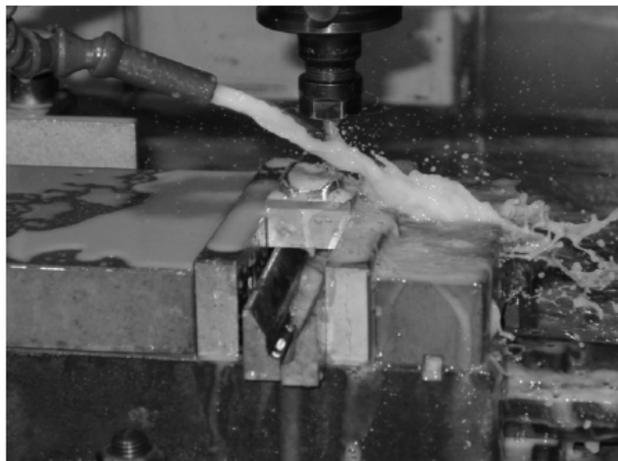
*Profiling Fixture*, digunakan mengarahkan perkakas untuk pemesinan kontur dimana mesin secara normal tidak bisa melakukan. Kontur bisa internal atau eksternal

memperlihatkan bagaimana nok/*cam* secara akurat memotong dengan tetap menjaga kontak antara fixture dan bantalan pada pisau potong fris.

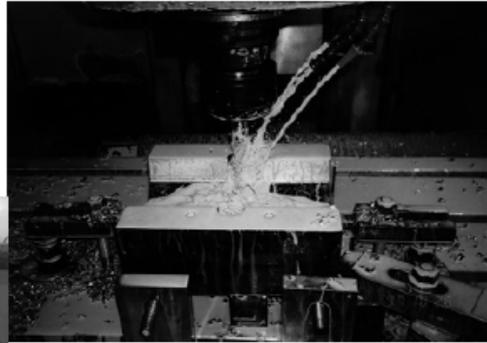
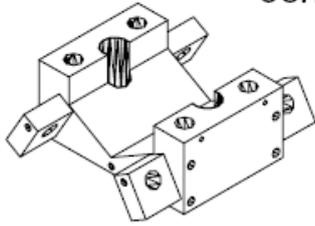
Contoh Alat Bantu (1)



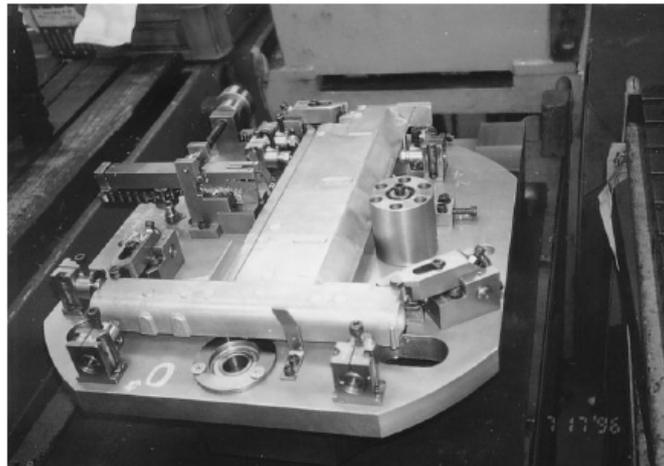
Contoh Alat Bantu (2)



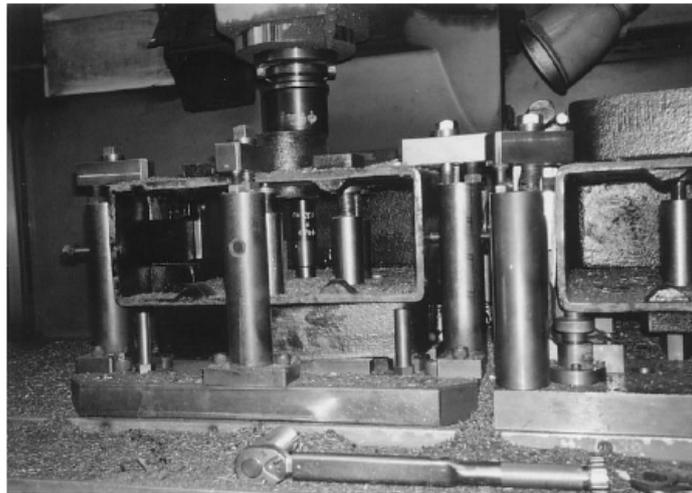
Contoh Alat Bantu (3)



Contoh Alat Bantu (4)



Contoh Alat Bantu (5)



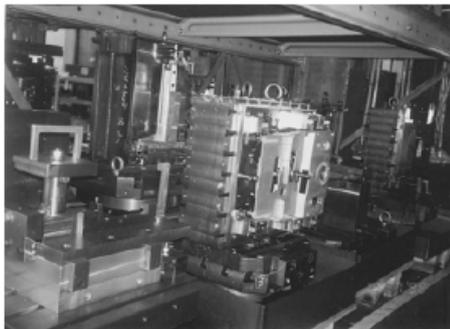
Contoh Alat Bantu (6)



### Contoh Alat Bantu (7)



### Contoh Alat Bantu (8)





Contoh Alat Penepat yang ada di industri Eropa



Contoh Alat Bantu Checking Gauges



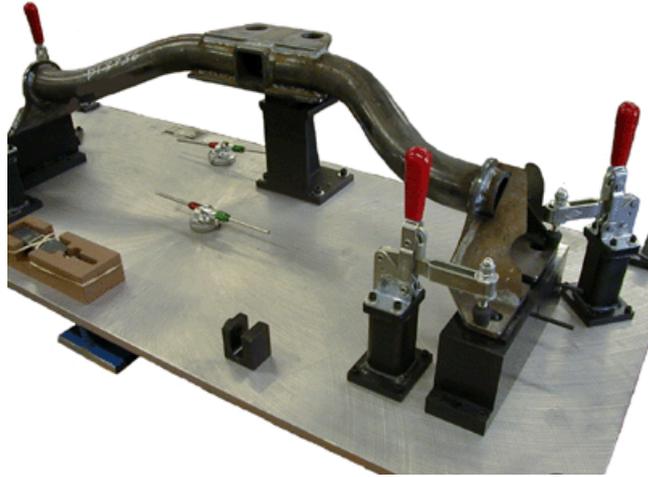
Contoh Alat Bantu Pemegang Pada Proses Pengelasan



Contoh Alat Bantu Untuk Industri Automotif



Contoh Manifold Checking Fixture



Contoh Pemegang Rangka Yang akan Dilas