



JILID 2

Gunadi

Teknik Bodi Otomotif

untuk
Sekolah Menengah Kejuruan



Direktorat Pembinaan Sekolah Menengah Kejuruan
Direktorat Jenderal Manajemen Pendidikan Dasar dan Menengah
Departemen Pendidikan Nasional

Gunadi

TEKNIK BODI OTOMOTIF

JILID 2

SMK



Direktorat Pembinaan Sekolah Menengah Kejuruan
Direktorat Jenderal Manajemen Pendidikan Dasar dan Menengah
Departemen Pendidikan Nasional

Hak Cipta pada Departemen Pendidikan Nasional
Dilindungi Undang-undang

TEKNIK BODI OTOMOTIF

JILID 2

Untuk SMK

Penulis Utama : Gunadi

Ukuran Buku : 17,6 x 25 cm

GUN	GUNADI
t	Teknik Bodi Otomotif Jilid 2 untuk SMK /oleh Gunadi ---- Jakarta : Direktorat Pembinaan Sekolah Menengah Kejuruan, Direktorat Jenderal Manajemen Pendidikan Dasar dan Menengah, Departemen Pendidikan Nasional, 2008. ix. 207 hlm Daftar Pustaka : A1-A3 Glosarium : B1-B7 ISBN : 978-979-060-051-5 978-979-060-053-9

Diterbitkan oleh
Direktorat Pembinaan Sekolah Menengah Kejuruan
Direktorat Jenderal Manajemen Pendidikan Dasar dan Menengah
Departemen Pendidikan Nasional
Tahun 2008



Las Oxy-acetylene

Istilah “las” diartikan sebagai proses menyambung logam atau paduan logam dalam keadaan lumer atau cair. Untuk melumerkan/ mencairkan bagian logam atau paduan logam yang akan disambung tersebut dengan menggunakan panas. Dengan demikian, mengelas merupakan kegiatan untuk menyatukan dua bagian logam atau lebih, dengan menggunakan energi panas agar dihasilkan ikatan *metallurgi* pada bagian sambungan tersebut.

7.1. Teori dasar las *oxy-acetylene*

Las *oxy-acetylene* adalah semua proses pengelasan yang menggunakan campuran oksigen dan bahan bakar gas *acetylene* untuk membuat api sebagai sumber panas untuk mencairkan benda kerja. Oksigen dan *acetylene* dicampur dalam suatu alat dengan komposisi tertentu sehingga api yang dihasilkan dapat mencapai suhu maksimum. Api tersebut berada pada moncong alat pembakar sehingga dapat diarahkan secara efektif ke arah bagian benda kerja yang akan disambung. Hanya sebagian kecil (bagian ujung) benda kerja yang mencair dan menyatu sehingga setelah membeku membentuk suatu sambungan yang kuat, dapat menyamai kekuatan benda tersebut.



Gambar 7.1. Pekerjaan mengelas dengan *oxy-acetylene*

Keuntungan las ini dibanding proses yang lain adalah benda kerja dapat dipanaskan, dicairkan, disambung, dimuaikan ataupun dilunakkan

dengan pemanasan *oxy-acetylene*. Pengelas dapat mengontrol dengan mudah panas yang masuk ke benda kerja, keenceran cairan logam, besar kawah yang terbentuk dan volume endapan lasan karena bahan tambah terpisah dengan sumber panas. Las *oxy-acetylene* juga sesuai untuk mengelas benda kerja tipis dan pekerjaan reparasi.

Ditinjau dari segi biaya awal dan operasional, las *oxy-acetylene* sangat murah. Disamping itu, peralatan yang murah tersebut dapat juga dipakai untuk keperluan yang lain seperti *brazing*, *soldering*, pemanasan awal, pemanasan akhir proses pengelasan lain, dan memanasi pipa yang akan dibengkok serta keperluan lainnya. Volume peralatan yang relatif kecil dan *portabel* memungkinkan dibawa ke lapangan dan tidak tergantung keberadaan sumber energi yang lain. Keterbatasannya adalah tidak ekonomis untuk benda kerja yang tebal dan besar serta kurang sesuai untuk bahan benda kerja yang reaktif terhadap gas *acetylene* maupun yang dihasilkan dari proses pembakaran.

7.2. Acetylene

Acetylene adalah gas tidak berwarna dengan komposisi unsur hidrogen (7,7%) dan karbon (92,3%). Gas ini termasuk salah satu dari kelompok zat yang hanya mengandung unsur hidrogen (H_2) dan karbon (C). *Acetylene* harus diperlakukan secara hati-hati karena termasuk gas yang mudah meledak bila bercampur dengan udara atau disimpan dalam tabung dengan tekanan lebih dari 15 psi ($1,05 \text{ kg/cm}^2$). Pada tekanan 28 psi ($1,97 \text{ kg/cm}^2$) *acetylene* akan terurai menjadi karbon dan hidrogen. Kondisi ini sangat sangat sensitif terhadap guncangan atau kejutan yang kecil sekalipun yang mengenai tabung, apalagi terdapat bunga api. Maka *acetylene* tidak boleh disimpan pada tekanan lebih dari $1,05 \text{ kg/cm}^2$.

Gas *acetylene* sangat berbau (berbau tajam) bila bertemu dengan udara. Bau inilah yang dipakai sebagai tanda adanya *acetylene* di sekitar kita. Oleh karena itu harap waspada dan sensitif terhadap tanda adanya *acetylene* untuk menghindari bahaya kebakaran. Ingat, *acetylene* adalah gas yang sangat mudah terbakar.

Api *acetylene* menghasilkan panas cukup tinggi. Pada kondisi tertentu *acetylene* juga mudah meledak bila membentuk ikatan dengan tembaga, perak dan *mercury*. Oleh karena itu *acetylene* hendaknya dijauhkan dari adanya konsentrasi unsur tersebut.

Beberapa aspek terkait bahan bakar gas untuk mengelas, yaitu :
(a) suhu api yang dihasilkan, (b) kecepatan pembakaran, (c) intensitas panas pembakaran, dan (d) gas hasil reaksinya dengan oksigen (gas hasil pembakaran).

Suhu api yang dihasilkan

Suhu api yang dihasilkan adalah sifat fisis yang ditentukan oleh perbandingan bahan bakar dan oksigen disamping panas kalor yang dimiliki bahan bakar tersebut. Dalam pengelasan suhu api yang dibutuhkan adalah api netral. Suhu yang lebih tinggi sebenarnya dapat diperoleh melalui api *carburizing* maupun *oxidizing*. Namun api *carburizing* maupun *oxidizing* biasanya tidak dikehendaki karena gas hasil reaksinya dengan oksigen (gas hasil pembakaran) dapat mempengaruhi kualitas lasan.

Kecepatan Pembakaran

Kecepatan pembakaran merupakan sifat yang dimiliki gas dan menentukan panas yang dihasilkan. Pada proses pengelasan, kecepatan panas sangat berpengaruh terhadap pemanasan benda kerja.

Kecepatan pembakaran adalah perpindahan api dari ujung pembakar ke permukaan benda kerja melewati gas yang belum terbakar dan tidak menimbulkan nyala balik. Kecepatan pembakaran sangat dipengaruhi oleh proporsi campuran bahan bakar dengan oksigen sebagai zat pembakar.

Intensitas Pembakaran

Suhu api dan nilai kalor telah digunakan sebagai kriteria bahan bakar namun sebenarnya belum menggambarkan panas yang sebenarnya. Intensitas pembakaran memperhitungkan kedua aspek tersebut tetapi masih ditambah besarnya volume api yang keluar dari pembakar.

Intensitas pembakaran akan maksimum bila kecepatan pembakaran dan nilai kalor maksimum. Intensitas pembakaran ini terjadi pada reaksi primer maupun sekunder.

Intensitas pembakaran primer berada pada dekat moncong brander dan merupakan api inti yang diarahkan pada benda kerja. Api inti merupakan sumber utama panas pengelasan, sedangkan pembakaran sekunder merupakan pemanasan awal daerah las berikutnya.

Berdasarkan uraian di atas dapat diketahui bahwa *acetylene* merupakan bahan bakar yang paling baik untuk las gas. Suhu api yang dihasilkan relatif tinggi, pembakaran berlangsung relatif cepat dengan intensitas cukup tinggi dan hasil reaksinya dengan oksigen (gas hasil

pembakaran) adalah karbon dioksida dan zat air, yang merupakan gas atau zat yang tidak berbahaya bagi pengelas dan juga tidak reaktif terhadap benda kerja. Beberapa gas lain yang telah disebut di atas secara prinsip dapat dipakai sebagai bahan bakar las gas, namun panasnya lebih rendah dari *acetylene* sehingga lebih sesuai digunakan untuk pemanasan awal, akhir ataupun pemotong *Oxy-gas*; namun gas-gas tersebut belakangan ini sudah sangat jarang digunakan.

Produksi Acetylene

Acetylene diproduksi dengan cara mereaksikan bahan baku *calcium carbide* dengan air. Alat yang digunakan untuk memproduksi *acetylene* adalah generator *acetylene*.

Proses kerja generator relatif sederhana, yaitu mempertemukan *calcium carbide* dengan air secara proporsional sesuai dengan kebutuhan gas *acetylene*. Pertemuan air dengan *calcium carbide* segera diikuti reaksi yang menghasilkan gas *acetylene* yang ditampung dalam generator sebelum dipakai.

Generator-generator portabel biasanya digunakan untuk memproduksi *acetylene* dengan kapasitas kecil dan dapat dipakai langsung untuk melayani satu atau dua pembakar. Untuk memproduksi *acetylene* secara besar yang ditampung dengan tekanan tinggi dan didistribusikan dalam tabung, diperlukan generator tekanan tinggi berkapasitas besar yang *stationer* (menetap) seperti gambar di bawah ini. Prinsip kerjanya secara garis besar tidak jauh berbeda dengan generator portabel.



Gambar 7.2. Generator untuk Memproduksi Gas *Acetylene* dalam Tabung

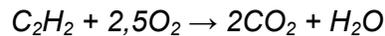
7.3. Oksigen

Oksigen diperlukan untuk setiap proses pembakaran, termasuk juga pada las *oxy-acetylene*. Oksigen murni digunakan agar pembakaran berlangsung cepat, sempurna dan gas yang dihasilkan lebih terkontrol sehingga tidak mempengaruhi kualitas lasan. Pembakaran yang cepat dan sempurna akan menghasilkan suhu maksimum sehingga pengelasan berlangsung cepat. Unsur-unsur dalam udara tersebut dipisahkan berdasarkan perbedaan titik didihnya. Misal udara mendidih pada suhu 182,77°C. Udara yang sudah dipisahkan disimpan pada suhu 195,55°C.

Pemisahan udara tidak saja menghasilkan oksigen, tetapi juga beberapa gas lain yang diperlukan pada proses pengelasan lain yaitu : karbon dioksida, *argon*, dan *helium*. Gas tersebut dipakai untuk gas pelindung pada las busur elektroda tidak terbungkus.

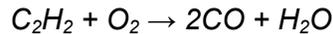
7.4. Api *Oxy-acetylene*

Komponen utama las *Oxy-acetylene* adalah api *Oxy-acetylene* sehingga las ini sering disebut las api. Kualitas api sangat berpengaruh terhadap lasan. Secara teoritis, pembakaran sempurna *acetylene* berlangsung menurut reaksi kimia sebagai berikut.



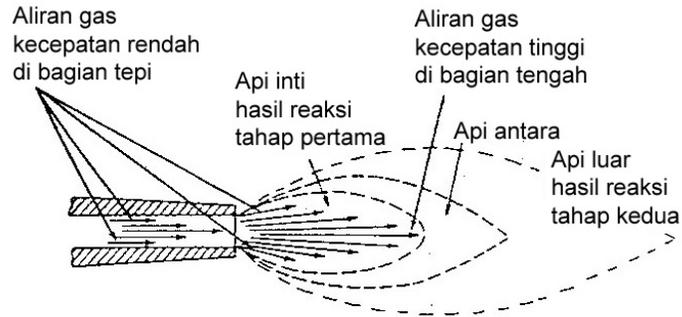
Berdasarkan persamaan reaksi di atas diketahui bahwa 1 volume *acetylene* memerlukan 2,5 volume oksigen dan dari pembakaran dihasilkan 2 volume karbon dioksida dan 1 volume zat air (uap air).

Dalam kenyataan reaksi tersebut tidak berlangsung sekali tetapi terjadi dalam dua tahap. Tahap pertama (reaksi primer), terjadi nyala inti dengan persamaan reaksi sebagai berikut.



Berdasar persamaan tersebut diketahui bahwa 1 volume *acetylene* memerlukan hanya 1 volume oksigen. Oksigen ini diperoleh dari tabung oksigen.

Hasil reaksi primer adalah 2 volume karbonmonoksida dan 1 volume hidrogen serta panas sebesar 19 MJ/m³ (507 Btu/ft³). Panas tersebut diperoleh dari penguraian *acetylene* dan oksidasi karbon yang berasal dari *acetylene* yang terurai.



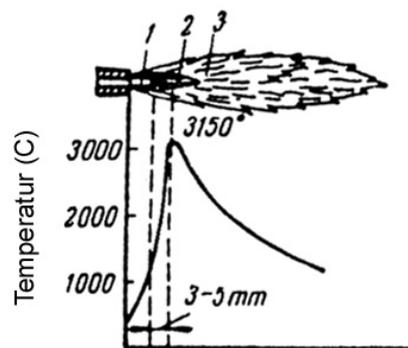
Gambar 7.3. Proses terbentuknya nyala *oxy-acetylene*

Nyala inti tersebut relatif kecil, bersinar terang berwarna kebiru-biruan. Nyala inilah yang menghasilkan panas cukup tinggi yang diperlukan untuk pengelasan. Jika semua karbon yang terurai pada tahap pertama habis terbakar, kondisi itu dinyatakan api netral. Tidak ada unsur karbon yang lepas dan bereaksi dengan benda kerja.

Reaksi tahap kedua terjadi di luar kelopak nyala inti. Pada tahap kedua ini karbonmonoksida dan hidrogen hasil reaksi tahap pertama terbakar oleh oksigen dari udara bebas menghasilkan karbon dioksida dan uap air seperti persamaan di bawah ini.



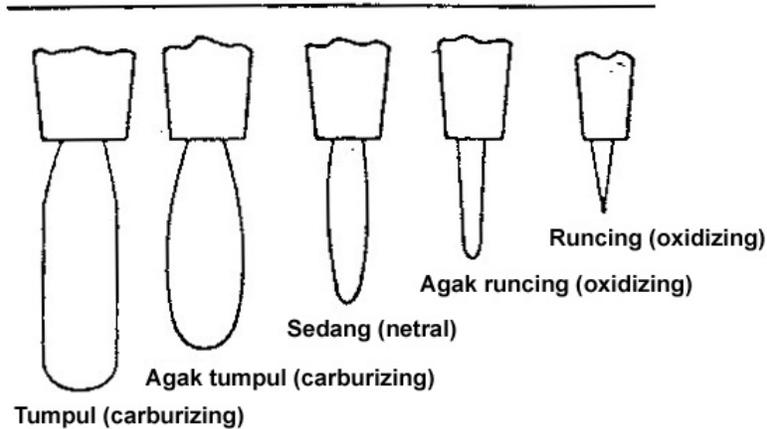
Panas yang dihasilkan dari reaksi kedua ini sebenarnya lebih besar dari tahap pertama yaitu 36 MJ/m^3 (963 Btu/ft^3), namun karena kecepatan pembakaran rendah dan volumenya besar sehingga suhunya lebih rendah dibanding suhu nyala inti. Sebaliknya, nyala inti kecil tetapi kecepatan pembakaran jauh lebih tinggi disebabkan suplay oksigen murni dari tabung yang bertekanan, sehingga suhu lebih tinggi.



Daerah Nyala Kerucut Dalam

Gambar 7.4. Temperatur nyala api *oxy-acetylene*

Nyala api *Oxy-acetylene* dapat dikontrol dengan mudah memakai katup yang ada pada pembakar. Perubahan proporsi campuran oksigen dan *acetylene* yang mengalir ke ujung pembakar akan mengubah karakteristik kimiawi nyala inti yang akan mempengaruhi pencairan dan komposisi benda kerja. Berbagai kualitas api dapat diperoleh dengan mengubah besar-kecilnya pembukaan katup pada pembakar.



Gambar 7.5. Berbagai Bentuk Nyala Inti dan Karakteristiknya.

Berbagai macam api yang diperoleh dari berbagai proporsi campuran oksigen-*acetylene* tersebut secara garis besar dapat dibedakan menjadi tiga karakteristik, yaitu : (a) api *carburizing*, (b) api *oxidizing*, dan (c) api netral.

Api Carburizing

Api carburizing dihasilkan oleh campuran yang terlalu banyak *acetylene* atau kekurangan oksigen sehingga unsur karbon yang terurai pada tahap reaksi pertama tidak habis terbakar. Sebagai akibatnya sebagian unsur karbon tersebut akan masuk ke cairan benda kerja. Setelah dingin benda kerja menjadi lebih keras dari semula. Kemungkinan lain, lasan retak sewaktu membeku karena tingginya unsur C.

Api *carburizing* cocok untuk mengelas baja lunak kadar karbon rendah, untuk mengelas permukaan, membrasing, menyoldir dan las aluminium.

Ciri-ciri api *carburizing* dapat dikenali dari bentuk, dimensi dan warnanya. Pada api *carburizing*, ujung api inti tumpul. Api *carburizing* mempunyai api *acetylene* dan lidah api (api luar) yang semakin panjang dan berjelaga bila proporsi *acetylene* semakin besar.

Api Oxidizing

Api ini merupakan kebalikan dari api *carburizing*. Api *oxidizing* dihasilkan oleh campuran yang terlalu banyak oksigen atau kekurangan *acetylene*.

Sebagian oksigen murni yang berasal dari tabung tidak terserap oleh reaksi tahap pertama. Oksigen murni yang tidak terikat ini akan bereaksi dengan benda kerja, misal membakar sebagian unsur C dari benda kerja sehingga benda kerja akan semakin lunak. Oksigen bebas juga dapat masuk ke dalam kawah lasan sehingga menimbulkan keropos atau oksidasi.

Ciri-ciri api *oxidizing* adalah api inti berbentuk runcing dan pendek. Api *acetylene* hampir tidak terlihat, dan lidah apinya pendek. Api *oxidizing* mengeluarkan suara gemerisik (mendesis). Api *oxidizing* cocok digunakan untuk pengerjaan pemotongan logam.

Api Netral

Api netral dihasilkan oleh campuran seimbang, 1 : 1 antara oksigen dan *acetylene* seperti yang dibutuhkan pada reaksi tahap pertama. Semua unsur C yang terurai pada tahap pertama habis terbakar oleh oksigen pada tahap pertama, tetapi juga tidak ada oksigen yang bebas.

Api netral tidak mempunyai api *acetylene*, tidak berjelaga, tidak berdesis tetapi ujungnya tidak runcing. Bila diperhatikan secara seksama (memakai kacamata las), terlihat sedikit kelopak di sekitar api inti.

Api netral merupakan api yang diharapkan untuk digunakan mengelas hampir semua jenis bahan logam, kecuali yang telah disebut pada api *carburizing* dan *oxidizing*, serta bahan tertentu yang sensitif terhadap gas *acetylene* atau gas hasil reaksinya dengan oksigen, misalnya titanium. Hal ini disebabkan api netral tidak akan menambah ataupun mengurangi unsur C atau unsur lain ke dalam benda kerja.



Gambar 7.6. Api Carburizing



Gambar 7.7. Api Oxidizing



Gambar 7.8. Api Netral

7.5. Peralatan Las Oxyacetylene

a. Generator

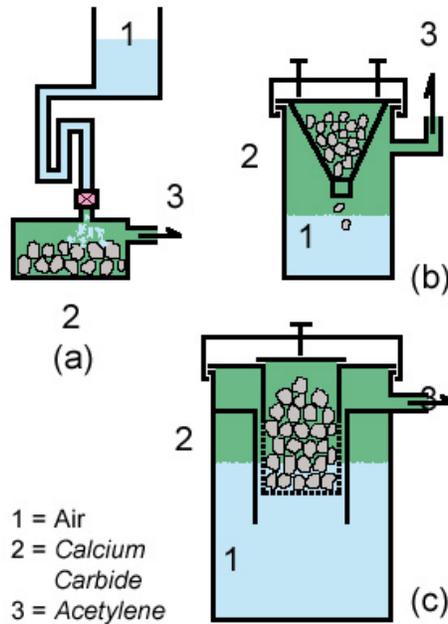
Generator *acetylene* digunakan untuk memproduksi gas *acetylene* dengan bahan baku *calcium carbide* yang direaksikan dengan air. Pemakaian generator untuk memproduksi *acetylene* dapat menekan biaya operasional dibandingkan dengan memakai *acetylene* dalam tabung.

Keterbatasan yang dijumpai adalah tekanan *acetylene* yang lebih labil dibandingkan menggunakan tabung. Disamping itu memerlukan operator dan waktu tersendiri untuk mengoperasikannya. Biaya operasional menjadi tidak jauh berbeda bila operator kurang memperhatikan volume bahan baku yang dimasukkan ke dalam generator dengan volume pekerjaan yang akan dilaksanakan pada hari yang sama karena dianjurkan tidak meninggalkan generator yang berisi dalam waktu lama, misal semalam.

Ditinjau dari segi keselamatan kerja, pemakaian generator memerlukan perlakuan yang lebih hati-hati daripada *acetylene* dalam tabung. Walaupun begitu, generator *acetylene* masih banyak dipakai di negara berkembang seperti Indonesia karena alasan distribusi *acetylene* tabung masih belum lancar dan merata, khususnya untuk daerah yang jauh dari industri *acetylene* atau daerah terpencil yang sarana transportasinya masih terbatas.

Proses kerja generator relatif sederhana, yaitu mempertemukan *calcium carbide* dengan air secara proporsional sesuai dengan kebutuhan gas *acetylene*. Pertemuan air dengan *calcium carbide* segera diikuti reaksi yang menghasilkan gas *acetylene* yang ditampung dalam generator sebelum dipakai.

Ditinjau dari sistem bertemunya air dengan *calcium carbide*, generator dapat dibedakan menjadi 3 macam, yaitu : (a) sistem air menetes, (b) sistem desak atau cebur (*calcium carbide* dijatuhkan ke dalam air sedikit demi sedikit), dan (c) sistem *calcium carbide* dicelupkan.



Gambar 7.9. Ilustrasi pembuatan *acetylene*

b. Tabung Acetylene

Pemakaian generator untuk memproduksi sendiri gas *acetylene* yang digunakan untuk mengelas memang lebih murah dibanding membeli gas *acetylene* yang sudah siap dipakai dan disimpan dalam tabung.

Namun kekurangan memproduksi gas sendiri adalah tekanan gas yang kurang stabil.



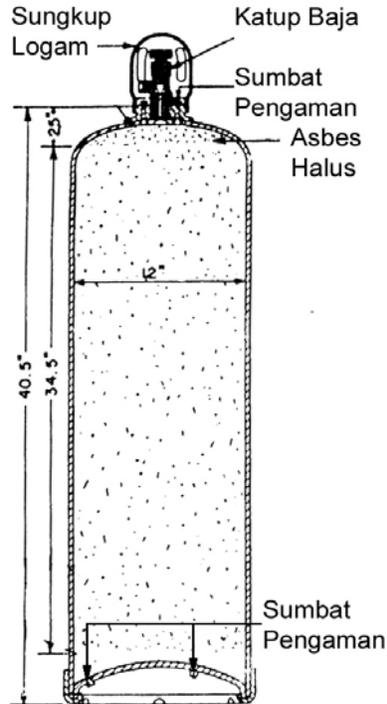
Gambar 7.10. Tabung *Acetylene*

Oleh karena itu *acetylene* diproduksi di pabrik *acetylene* dan dikemas dalam tabung agar mudah dibawa kemana saja. *Acetylene* disimpan dalam tekanan tinggi sehingga dapat digunakan cukup lama dengan tekanan kerja yang relatif stabil. Untuk memenuhi peraturan keselamatan kerja dan memudahkan transportasi maka terdapat beberapa ketentuan tentang tabung *acetylene*.

c. Tabung Oksigen

Ditinjau dari zatnya, oksigen tidak berbahaya, namun karena oksigen disimpan pada tekanan relatif tinggi, maka tabung oksigen harus memenuhi beberapa ketentuan yang ada. Sebagai zat pembakar, oksigen bertekanan tinggi akan sangat mudah bereaksi dengan minyak, oli ataupun *grease*. Oleh karena itu peralatan perlengkapan tabung oksigen tidak boleh dilumasi. Sambungan-sambungan berulir yang sering dilepas terbuat dari bahan-bahan yang tidak berkarat, seperti kuningan sehingga tidak perlu pelumasan.

Ditinjau dari massanya, bila jatuh atau terbanting dapat membahayakan seseorang yang berada disekitarnya. Ditinjau dari besar tekanan maksimum yang ada, bila tabung jatuh dan menimpa benda keras lain maka tabung akan retak atau pecah. Pada keadaan terisi dengan tekanan penuh (150 kg/cm^2), maka retakan atau pecahnya tabung akan diikuti ledakan keras yang sangat berbahaya, menyerupai bom.

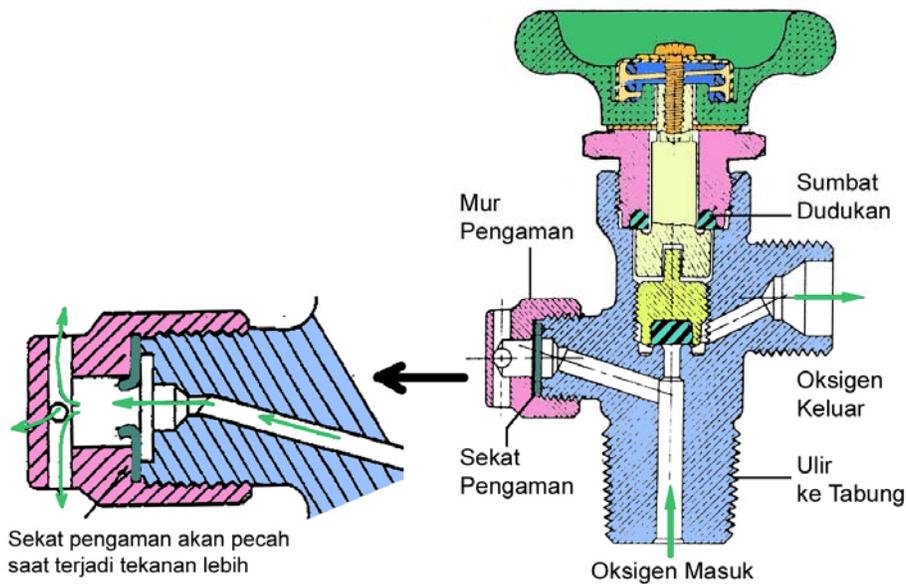


Gambar 7.11. Penampang tabung *acetylene*

Oleh karena itu kesalahan penanganan tabung oksigen berisi penuh dapat membahayakan jiwa personil yang berada di sekitarnya. Kerusakan fisik lain seperti bangunan dan peralatan yang ada juga tidak kecil harganya. Penanganan tabung gas (oksigen maupun *acetylene*) adalah: (a) menempatkan tabung pada dudukan yang kuat, ikatlah menggunakan tali yang kuat; (b) jauhkan dari sumber panas yang dapat menaikkan tekanan hingga melampaui tekanan ijin maksimum tabung; dan (c) menyimpan tabung pada ruang terbuka atau berventilasi cukup dan terpisah dari bahan bakar.

Untuk mengurangi kemungkinan timbulnya ledakan, maka pada saluran keluar oksigen dilengkapi dengan katup bahaya. Pada saat terjadi kelebihan tekanan karena terkena panas atau sebab lain, maka katup bahaya akan pecah namun tidak membahayakan. Setelah katup bahaya pecah, tekanan dalam tabung akan segera turun sehingga terhindar dari bahaya ledakan.

Katup bahaya terbuat dari bahan kuningan atau bahan sejenis yang lebih lemah dari body tabung. Karena bagian katup tersebut merupakan bagian pengaman yang lemah, maka pada saat tidak dipakai katup pengaman tersebut harus ditutupi dengan tutup baja yang tersedia.

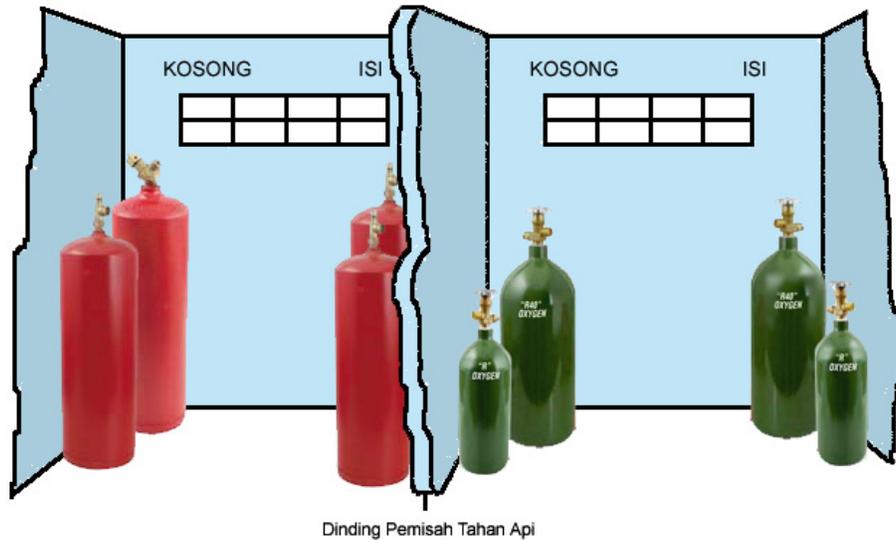


Gambar 7.12. Katup Tabung Oksigen

Katup tabung dilengkapi dengan perapat dan katup bahaya. Katup tabung sebenarnya merupakan kran biasa yang dilengkapi perapat untuk menghindari kebocoran oksigen. Oleh karena itu bila membuka katup tabung, bukalah sampai penuh sehingga perapat tertekan. Bila tidak dibuka penuh justru akan terjadi kebocoran karena perapat belum berfungsi.

Untuk menghindari terjadinya bahaya kebakaran karena adanya kebocoran oksigen (katup bahaya pecah atau katup kerja kurang rapat menutup dan sebagainya) yang mungkin bersamaan dengan terjadinya kebocoran bahan bakar, maka dianjurkan untuk memisahkan ruang penyimpanan tabung oksigen dan tabung bahan bakar. Ruang penyimpanan dibatasi oleh dinding tahan api untuk menekan timbulnya bahaya kebakaran besar.

Lebih dari itu, tabung kosong dipisahkan dari tabung yang masih berisi sehingga mengurangi kemungkinan keliru mengambil. Ilustrasi penyimpanan tabung yang aman dapat dicermati pada gambar di bawah ini.



Gambar 7.13. Penyimpanan Tabung *Acetylene* dan Tabung Oksigen

d. Regulator

Untuk memperoleh api netral yang diharapkan sepanjang pengelasan, diperlukan proporsi campuran oksigen-*acetylene* yang tertentu dan tetap. Seperti telah dijelaskan dimuka bahwa oksigen dan *acetylene* yang digunakan untuk mengelas berasal dari dua sumber yang berbeda tekanannya. Keduanya berasal dari suatu tabung yang akan mengalami penurunan tekanan akibat pemakaian. Dengan kata lain tekanan tabung akan semakin menurun selama pengelasan sampai akhirnya gas dalam tabung habis (tekanan dalam tabung sama dengan tekanan udara bebas).

Berdasarkan adanya perbedaan tekanan yang diharapkan dan tekanan yang tersedia tersebut maka diperlukan sebuah alat yang disebut regulator. Regulator pada las *Oxy-acetylene* merupakan suatu peralatan mekanis yang digunakan untuk mengatur tekanan gas (besarnya tekanan tertentu dan dapat diatur), agar besarnya tekanan relatif tetap selama pengelasan berlangsung, walaupun tekanan dalam tabung terus menurun karena pemakaian.

Tekanan *acetylene* berbeda dengan tekanan oksigen sehingga pada las *oxyacetylene* diperlukan dua buah regulator, yaitu regulator *acetylene* dan regulator oksigen. Secara prinsip kerja regulator untuk *acetylene* maupun oksigen sama, namun berbeda kapasitasnya. Agar tidak tertukar, maka regulator *acetylene* (dan gas bahan bakar pada umumnya) memakai ulir kiri sedangkan regulator oksigen memakai ulir kanan.



Gambar 7.14. Regulator *Acetylene* & Regulator Oksigen

Beberapa petunjuk pemakaian regulator :

- 1) Jagalah kebersihan regulator dari debu, endapan kotoran gas maupun kotoran lainnya yang dapat menyebabkan terhambatnya gerakan bagian-bagian regulator. Oleh karena itu sebelum memasang regulator, tabung oksigen sebaiknya dibuka dulu sesaat untuk melepaskan kotoran yang mungkin ada. Ingat, sewaktu membuka tabung oksigen untuk melepaskan kotoran jangan berdiri di depan saluran keluar. Semburan oksigen tabung bertekanan penuh (mencapai 150 kg/cm^2) sangat kuat dan berbahaya.



Gambar 7.15. Membuang kotoran di dalam katup tabung oksigen

- 2) Regulator dan katup tabung gas dibuat dari kuningan atau bahan sejenis yang lebih lunak dari baja, oleh karena itu untuk membukanya harus menggunakan alat yang tepat. Bila katup dan regulator dilengkapi baut bersayap atau bertangkai, berarti cukup dibuka dengan tangan. Bila berupa baut/mur segi enam, gunakan kunci pas yang tepat, tidak boleh longgar ataupun sesak. Tidak diperbolehkan menggunakan kunci pipa ataupun kunci yang dapat diatur (Kunci Inggris). Pemakaian kunci atau alat lain yang tidak tepat dapat merusak baut/mur.



Gambar 7.16. Kunci pembuka katup tabung

- 3) Regulator tidak boleh dibuka sebelum katup tabung dibuka. Tutuplah regulator setiap selesai bekerja setelah katup tabung ditutup sehingga tidak ada gas yang terperangkap di dalam regulator. Regulator dalam keadaan tertutup sempurna apabila baut pengatur sudah pada posisi bebas.
- 4) Katup tabung harus dibuka dengan pelan sehingga tidak menimbulkan aliran gas kuat (jet) yang dapat menembus regulator.
- 5) Regulator dan katup tabung tidak memerlukan pelumasan, dan tidak boleh dilumasi. Untuk memeriksa kebocoran gas pada peralatan tersebut, pergunakan air sabun (yang tidak mengandung bahan bakar atau bahan yang mudah terbakar seperti minyak, oli, dan sebagainya).
- 6) Periksalah regulator secara periodik. Walaupun sudah diusahakan kebersihan secara maksimal, namun terkadang masih ada juga kotoran yang terbawa masuk dan mengganggu bekerjanya regulator.

e. Manometer

Regulator merupakan alat untuk mengatur tekanan, namun tekanan yang dihasilkan tersebut belum dapat dibaca tanpa menggunakan bantuan alat lain, oleh karena itu regulator harus dilengkapi dengan manometer.



Gambar 7.17. Manometer

Manometer merupakan alat untuk mengukur tekanan gas, yang masuk ke regulator (tekanan di dalam tabung) dan tekanan yang akan keluar dari regulator (tekanan kerja). Jadi setiap regulator dilengkapi dua buah manometer.

Manometer adalah alat yang sensitif sehingga harus diperlakukan dengan hati-hati, tidak boleh tertumbuk atau jatuh.

f. **Selang Acetylene & Oksigen**

Selang las digunakan untuk menyalurkan gas yang keluar dari generator atau regulator ke pembakar.



Gambar 7.18. Selang Las

Beberapa persyaratan utama selang gas adalah :

- a) Kedap terhadap gas (tidak bocor,
- b) Mampu menahan tekanan gas,
- c) Tahan terhadap minyak atau pelumas, dan
- d) Tidak kaku. Kebocoran pada selang mempunyai dampak negatif, selain menimbulkan bahaya kebakaran, kebocoran *acetylene* maupun oksigen merupakan suatu kerugian ekonomi.

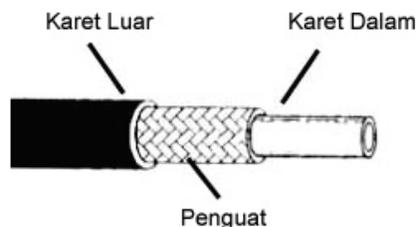
Selang harus tahan terhadap tekanan gas dengan angka keamanan minimal 5 kali tekanan kerja, sehingga bila terjadi penyumbatan pada pembakar ataupun terjadi nyala balik selang masih mampu menahan kenaikan tekanan yang terjadi. Di beberapa negara industri dianjurkan memakai selang dengan kapasitas 28 kg/cm² berdasar hasil test pabrik pembuat.

Sewaktu digunakan selang tergeletak di lantai, lantai bengkel biasanya kotor oleh zat-zat sejenis minyak, pelumas dan benda-benda keras atau kasar. Oleh karena itu selang harus tahan terhadap minyak dan permukaan lantai yang kasar. Apalagi selang juga digeser-geser kesana kemari, untuk itu selang juga harus lentur.

Selang yang kaku menyulitkan pemakai dan kemungkinan cepat retak/ rusak apabila harus digeser-geser atau tertekuk. Keadaan itu menyebabkan selang akan cepat retak dan bocor.

Untuk memenuhi persyaratan tersebut biasanya selang dibuat dari karet alam, karet buatan, plastik atau bahan sejenis lainnya sehingga tidak kaku dan kedap gas. Untuk menahan tekanan tinggi selang dilapisi bahan sejenis serat atau benang yang dianyam silang menyilang. Di bagian luar kemudian dilapisi bahan tahan minyak dan bahan kimia lain yang sering terdapat di daerah bengkel.

Oleh karena itu selang las terdiri atas tiga lapis. Walaupun dibuat tiga lapis, selang tetap tidak boleh terlindas atau terjepit benda keras lain, seperti besi dan sebagainya.



Gambar 7.19. Konstruksi Selang Las

Berdasar diameter lubangnya, selang dapat dibedakan menjadi ukuran 5; 6,6; dan 8 mm. Perbedaan diameter lubang selang dibuat untuk memenuhi perbedaan kebutuhan gas per satuan waktu, untuk pemakaian pembakar kecil atau pemotong oxy-gas dan sebagainya.

Karena gas yang disalurkan ada dua macam, yaitu *acetylene* dan oksigen, maka selang juga dibedakan dengan kode warna. Selang *acetylene* (dan bahan bakar umumnya) berwarna merah, berarti bahaya. Selang oksigen berwarna biru, hijau atau hitam.

Untuk menghindari kesalahan perlakuan maka pemakaian selang tidak boleh ditukar dengan alasan apapun. Selang merah khusus untuk selang gas bahan bakar. Beberapa industri memproduksi selang yang digandeng satu sama lain dan sudah dipasang konektor (penyambung) yang tidak dapat ditukar-tukar.

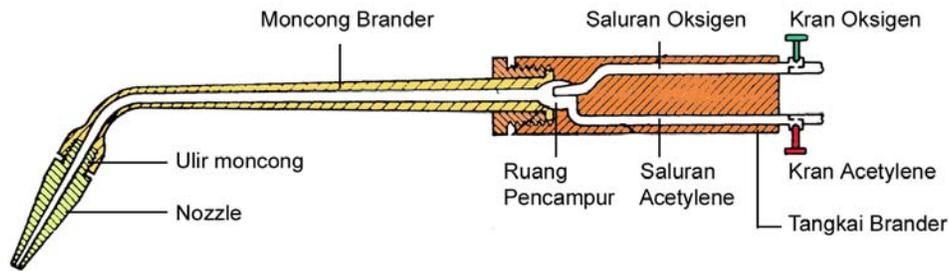
g. Brander



Gambar 7.20. Brander Las

Brander berfungsi untuk mencampur oksigen dengan gas bahan bakar dan membakarnya serta untuk mengarahkan api yang dihasilkan. Brander sering disebut pembakar, walaupun sebutan ini tidak salah namun kurang tepat karena pembakar baru merupakan salah satu fungsi brander. Bagian utama brander meliputi katup pengatur api, tangkai (pegangan), pencampur gas dan moncong brander.

Katup pengatur api adalah katup biasa berupa kran yang berfungsi untuk mengatur besar kecilnya jumlah gas yang lewat persatuan waktu. Semakin lebar dibuka, semakin banyak gas yang lewat. Terdapat dua katup pada brander, yaitu katup oksigen dan katup *acetylene* yang dapat diatur secara terpisah untuk mendapatkan proporsi campuran yang sesuai dengan api yang diinginkan, yaitu netral, *carburizing*, ataupun *oxidizing*.



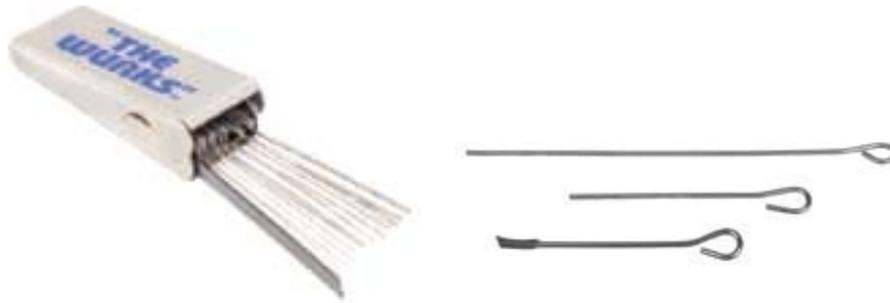
Gambar 7.21. Penampang Brander Las

Tangkai atau pegangan berguna sebagai tempat memegang brander. Agar panas brander tidak tersalur ke tangan, maka pegangan dilapisi bahan yang tidak menghantar panas, misalnya ebonit. Pegangan juga berfungsi untuk menempatkan katup pada pangkalnya dan untuk menempatkan pencampur pada ujungnya. Pada bagian dalam pegangan terdapat dua saluran, yaitu saluran oksigen dan *acetylene*.

Brander, terutama pada bagian moncong dibuat dari tembaga. Tembaga merupakan bahan pengantar panas yang tinggi, sehingga panas yang diterima segera disalurkan ke sepanjang benda. Dengan demikian moncong terhindar dari panas yang berlebihan (*over heated*) dan mengurangi timbulnya nyala balik.

Moncong merupakan penentu ukuran brander, oleh karena itu harus selalu dirawat dengan baik. Beberapa tindakan yang perlu diperhatikan untuk menjaga keawetan moncong :

- 1) Tidak boleh digunakan untuk mengambil atau mendorong benda kerja.
- 2) Tidak boleh melepas moncong dalam keadaan panas.
- 3) Untuk melepas ujung moncong harus menggunakan kunci pas yang tepat. Tidak boleh menggunakan tang atau alat sejenis.
- 4) Usahakan moncong tidak menyentuh kawah lasan.
- 5) Apabila lubang moncong kotor, bersihkanlah menggunakan alat pembersih khusus yang sudah dibuat untuk tujuan tersebut. Gunakan pembersih lubang moncong yang tepat atau berdiameter lebih kecil dari lubang moncong.



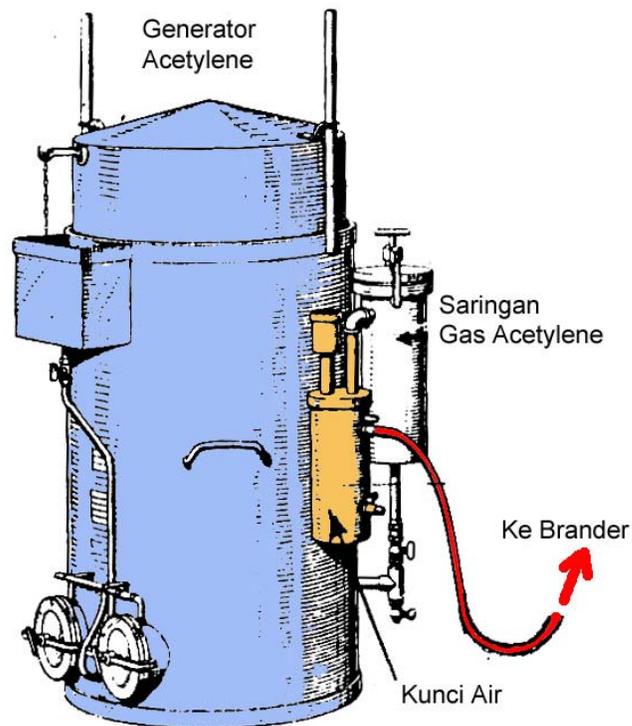
Gambar 7.22. Pembersih Moncong Brander

h. Kunci Air

Pada pekerjaan pengelasan, api las dihasilkan dari proses pembakaran gas bahan bakar yang bercampur dengan udara. Proses pencampuran gas bahan bakar dan udara dilakukan pada bagian pencampur yang terdapat pada brander. Apabila proses pencampuran gas bahan bakar dan udara terjadi sebelum mencapai brander, dimungkinkan terjadi nyala balik pada selang maupun regulator. Nyala balik yang terjadi pada selang ataupun regulator tidak diharapkan dan sangat berbahaya karena dapat menimbulkan bahaya ledakan. Untuk mencegah kemungkinan terjadinya nyala balik campuran gas bahan bakar dan udara, peralatan las *oxy-acetylene* dilengkapi dengan kunci air.

Kunci air adalah alat keselamatan kerja yang harus dipakai pada las *Oxy-acetylene*, yang menggunakan generator maupun *acetylene* dari tabung (yang menggunakan manipol). Kunci air harus dipasang antara generator atau regulator *acetylene* (*acetylene* dalam tabung) dengan selang yang menyalurkan gas ke pambakar. Untuk *acetylene* tabung tunggal dapat dipakai katup pengaman seperti pada gambar.

Fungsi utama kunci air adalah menahan nyala balik supaya tidak masuk ke dalam generator atau tabung *acetylene*. Nyala balik dapat menimbulkan kebakaran atau ledakan bila sempat masuk ke dalam generator atau tabung *acetylene*. Fungsi kedua dari kunci air adalah mencuci ulang gas dari kotoran yang mungkin masih ada.



Gambar 7.23. Kunci Air Generator *Acetylene*

Prinsip kerja kunci air adalah sebagai berikut:

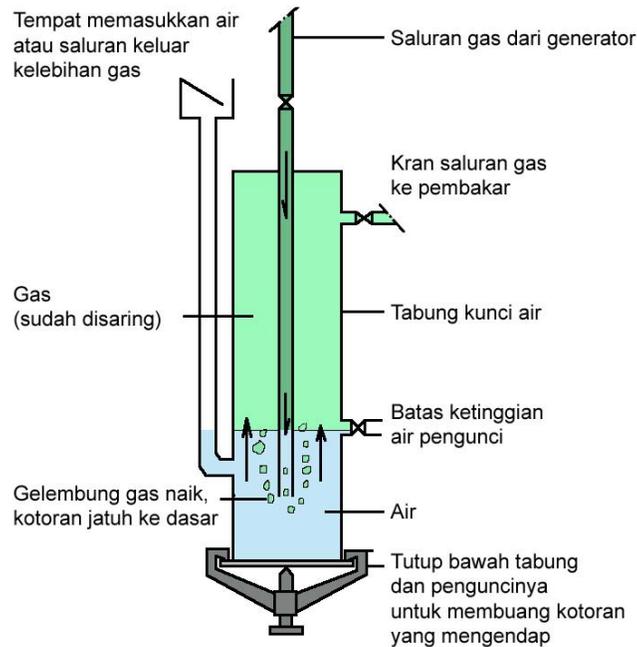
Gas dari generator atau tabung masuk ke kunci air melalui saluran masuk yang ujungnya terbenam air. Karena sifat gas dan adanya tekanan yang lebih besar maka gas tersebut menerobos air dan membentuk gelembung-gelembung, menembus air dan naik ke atas permukaan air. Gas kemudian ditampung dalam ruang gas di atas permukaan air.

Bila kran keluar yang menuju ke pembakar dibuka maka gas mengalir ke pembakar dan siap dipakai. Selama pengelasan sering terjadi nyala balik yang mengalir dari pembakar dan menelusuri selang menuju ke kunci air. Nyala balik tersebut tidak dapat masuk ke generator atau tabung karena tertahan oleh air yang ada. Jadi adanya air dalam peralatan ini hanya memungkinkan aliran gas ke satu arah saja (tidak terjadi aliran balik). Itulah sebabnya dinamakan kunci air, air berfungsi sebagai pengunci aliran balik.

Terdapat empat kemungkinan posisi air dalam kunci air, seperti dijelaskan di bawah ini.

- a. tekanan gas di atas air (di dalam kunci air) terlalu besar karena kelebihan produksi atau ada nyala balik. Permukaan air di dalam tabung terdorong ke bawah sehingga air pada saluran pelepas gas akan naik. Setelah permukaan air di dalam kunci air mencapai lubang saluran pelepas, maka tekanan tidak akan naik lagi karena gas dapat menerobos air dan lepas ke udara bebas melalui saluran pelepas.
- b. Gas pada tekanan kerja dan sedang dipakai mengelas sehingga tekanan relatif stabil. Gas dari generator masuk dan menerobos air terus naik ke atas permukaan air.
- c. Tekanan gas masih kecil, sama dengan tekanan udara bebas. Permukaan air masih belum berubah, yaitu setinggi batas yang diisikan sesuai aturan.
- d. Air yang diisikan terlalu sedikit sehingga permukaan air di bawah lubang saluran pelepas. Bila ada aliran gas dari generator maka gas tersebut akan langsung keluar melalui saluran pelepas ke udara bebas sehingga tidak dapat digunakan untuk mengelas. Kunci air tidak berfungsi bila kekurangan air, apalagi bila tidak diisi air.

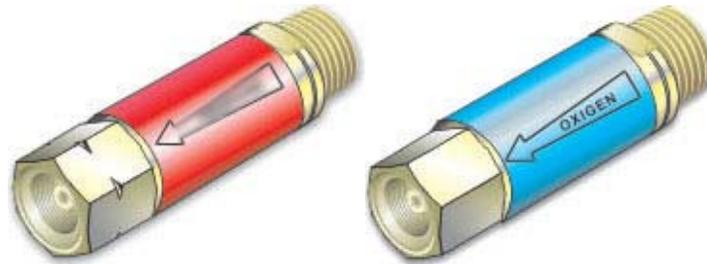
Oleh karena itu kunci air harus selalu diperiksa dan diisi air setiap akan bekerja untuk mencegah terjadinya kebakaran atau meledaknya generator karena nyala balik masuk ke dalamnya.



Gambar 7.24. Skema Kerja Kunci Air

i. Katup Pengaman

Katup pengaman mempunyai fungsi sama dengan kunci air, yaitu untuk menahan nyala balik. Katup pengaman harus dipasang pada *acetylene* tabung tunggal yang digunakan untuk melayani langsung satu pembakar tanpa kunci air. Katup pengaman dipasang diantara selang las dan brander, sehingga pada mesin las yang digunakan untuk melayani beberapa brander, maka katup pengaman harus dipasangkan pada setiap brander.



Gambar 7.25. Katup pengaman *acetylene* dan oksigen

Cara kerja katup pengaman nyala balik adalah sebagai berikut.

- a. Katup hanya dapat menyalurkan gas dari satu arah saja, yaitu dari regulator ke selang. Apabila ada nyala balik dari pembakar masuk ke selang akan tertahan oleh katup tersebut. *Acetylene* dari regulator dapat keluar setelah menekan pegas rambut dan pegas spiral yang ada.
- b. Sebaliknya, gas dari selang tidak dapat masuk ke regulator karena katup selalu merapat pada dudukannya karena ditekan oleh pegas spiral yang ada.

j. Setting/Instalasi Peralatan Las

Setting atau instalasi peralatan las *oxy-acetylene* disesuaikan dengan pekerjaan yang akan dilakukan. Apabila pekerjaan yang dilakukan berpindah-pindah dan volume pekerjaan relatif kecil, maka setting peralatan portabel adalah pilihan yang tepat.



Gambar 7.26. Instalasi Peralatan Las *Oxy-acetylene* Portabel

Apabila menggunakan generator untuk memproduksi *acetylene* yang akan dipakai maka sebaiknya menggunakan kereta dorong terpisah antara generator dan tabung oksigen.

Yang perlu diperhatikan pada setting peralatan, khususnya yang memproduksi sendiri *acetylene* dengan menggunakan generator maka diperlukan selang gas yang lebih panjang untuk memperoleh jarak minimum. Jarak antara generator ke tempat kerja tidak boleh kurang dari 4 meter, sehingga generator tidak terjangkau oleh percikan/loncatan bunga api yang terjadi di tempat las. Setting peralatan portabel biasanya hanya dipakai pada satu pasang tabung gas untuk satu brander.

k. Peralatan Pelengkap

Pakaian Mengelas

Pakaian mengelas diperlukan untuk melindungi tubuh pekerja selama melaksanakan pekerjaan mengelas maupun pada saat berada di lingkungan pengelasan. Pekerjaan las *oxy-acetylene* menimbulkan radiasi, panas dan percikan bara api yang dapat menimbulkan rasa pedih dan terbakar pada kulit dan mata. Pakailah pakaian mengelas khusus,

apron atau pakaian yang terbuat dari bahan tahan panas dan percikan api, misalnya pakaian yang terbuat dari bahan kulit atau jeans tebal. Sarung tangan las juga diperlukan apabila dapat menambah kenyamanan dalam melaksanakan pekerjaan mengelas.



Gambar 7.27. Apron dan Sarung Tangan Las

Kacamata Las

Nyala dan percikan logam cair pada las *Oxy-acetylene* memancarkan sinar ultraviolet dan infra merah. Sinar ini membahayakan pada mata. Untuk mencegah bahaya ini diperlukan kacamata las. Lensa kacamata las *Oxy-acetylene* mempunyai diameter 50 mm dan tiap kacamata mempunyai dua pasang lensa. Bagian luar merupakan kaca bening, sedangkan bagian dalam adalah kaca gelap. Tingkat kegelapan kaca bagian dalam bervariasi, penggunaannya dapat disesuaikan menurut kenyamanan. Biasanya nomor tingkat kegelapan berkisar antara 5 – 8.



Gambar 7.28. Kacamata Las *Oxy-acetylene*

Alat Penyala Api Las

Menyalakan api las pada brander dianjurkan tidak memakai korek api biasa karena tangan dapat saja tersembur api las, yang dapat mengakibatkan luka bakar. Untuk menyalakan api las dapat menggunakan korek api las yang bertangkai panjang. Korek api las tidak memerlukan bahan bakar.

Campuran *Oxy-acetylene* merupakan zat yang sangat mudah terbakar, bunga api yang kecil sekalipun sudah cukup untuk menyalakan api *Oxy-acetylene*. Oleh karena itu korek api las hanya menghasilkan bunga api yang diperoleh dengan cara menggo-reskan batu korek pada bahan kasar atau sejenis kikir halus. Bunga api yang terjadi sudah cukup untuk menyalakan campuran *Oxy-acetylene* yang berada dalam jangkauan bunga api tersebut.



Gambar 7.29. Korek Api Las

Pembersih Moncong Brander

Selama mengelas, ada kalanya lubang moncong brander kotor atau tersumbat oleh endapan karbon atau terak. Kotoran-kotoran tersebut akan mengganggu pekerjaan mengelas dan dapat mengurangi kualitas lasan.

Agar dihasilkan pekerjaan lasan yang baik, kotoran karbon atau terak yang terdapat pada ujung moncong brander harus dibersihkan secara teratur. Untuk membersihkannya diperlukan alat pembersih khusus yang tidak merusak atau memperbesar lubang moncong.

Alat pembersih ujung moncong brander terdiri atas sejumlah kawat dengan diameter yang bervariasi. Pemilihan penggunaan kawat pembersih disesuaikan dengan ukuran lubang moncong brander, yaitu sama atau lebih kecil dari ukuran lubang yang akan dibersihkan.



Gambar 7.30. Alat Pembersih Ujung Moncong Brander

Prosedur pembersihan ujung moncong brander adalah sebagai berikut.

- Memilih diameter kawat pembersih yang sesuai dengan ukuran lubang moncong brander yang akan dibersihkan.
- Membersihkan lubang moncong brander dengan cara menggosokkan kawat pembersih ke dinding lubang secara perlahan (tidak perlu terlalu ditekan atau digosokkan dengan kuat karena hal itu dapat merusak atau memperbesar ukuran lubang brander !!!).
- Membersihkan dan meratakan ujung moncong brander menggunakan kikir kecil.



Gambar 7.31. Prosedur Pembersihan Ujung Moncong Brander

Kereta Tabung

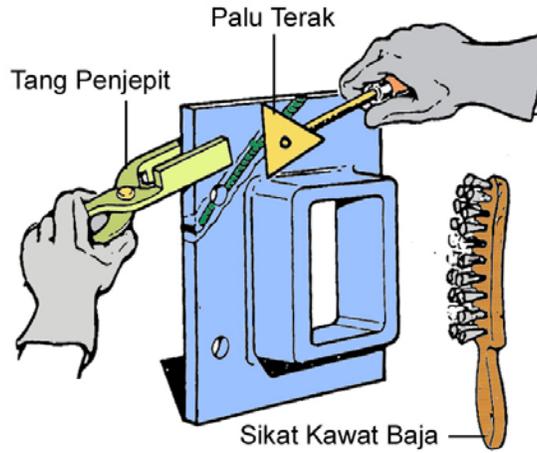
Perlengkapan yang sangat diperlukan pada peralatan las portabel adalah kereta tabung *acetylene* dan oksigen sendiri-sendiri (terpisah) atau gabungan keduanya. Kereta juga dapat digunakan pada generator portabel. Pada pekerjaan mengelas yang berpindah-pindah, pemakaian kereta dorong tidak saja meringankan kerja fisik pengelas tetapi juga untuk meningkatkan keselamatan kerja. Kemungkinan tabung/generator terbanting atau terjatuh saat pemindahan menjadi berkurang bila didorong menggunakan kereta, daripada diangkat langsung.



Gambar 7.32. Kereta Dorong untuk Peralatan Las Portabel

Pemegang Benda Kerja dan Peralatan Pembersih Terak

Terak (*flux*) yang melekat pada sambungan lasan dapat dihilangkan dengan mudah selagi benda kerja dan terak dalam keadaan panas. Untuk membersihkan terak diperlukan palu terak dan sikat kawat baja, disamping itu juga diperlukan tang penjepit untuk mengambil dan memegang benda kerja.



Gambar 7.33. Pembersihan Terak



Gambar . 7.34. Sikat Kawat



Gambar 7.35. Tang Penjepit

7.6. Bahan tambah

Mengelas *oxy-acetylene* dapat dilakukan dengan atau tanpa bahan tambah. Persyaratan kualitas bahan tambah yang diperlukan pada prinsipnya adalah sama dengan benda kerja. Bahan tambah tersedia di pasaran berbentuk batangan berpenampang bulat seperti kawat sepanjang satu meter. Besarnya diameter bervariasi, yaitu : 1,5 ; 2 ; 2,5 ; 3 ; 4 ; 5 ; 6,5 ; dan 8 mm.

Disamping bahan tambah, mengelas khususnya pada benda bukan besi sering pula memerlukan flux. Flux berfungsi untuk membersihkan benda kerja dari bahan oksida, minyak, dan kotoran senyawa lain. Flux juga diperlukan pada *soldering* dan *brassing*.

7.7. Prosedur Pengelasan dengan *Oxy-acetylene*

a. Prosedur Umum Pengelasan

1. Persiapan

Mempersiapkan area kerja dari material yang mudah terbakar serta mengupayakan ventilasi yang cukup. Bila perlu tambahkan alat penghisap asap pengelasan pada tempat kerja.



Gambar 7.36. Alat penghisap asap pengelasan

Memeriksa instalasi peralatan las dari kebocoran gas pada sambungan. Gunakan cairan sabun, atau 5% cairan pembersih yang dilarutkan dalam air. Oleskan pada tempat yang akan diperiksa menggunakan kuas lunak.

Menyiapkan seluruh peralatan pengelasan yang diperlukan, termasuk alat-alat perlengkapan keselamatan kerja.

Mempersiapkan benda kerja yang akan dilas. Bersihkan permukaan benda kerja dari minyak, karat, ataupun kotoran-kotoran yang dapat mengganggu pengelasan.

Setelah benda kerja dibersihkan, tempatkan benda kerja pada posisi yang stabil untuk dilas, bila perlu gunakan ragum atau klem untuk menjepit benda kerja.



Gambar 7.37. Posisi Pemeriksaan Kebocoran Instalasi Las

2. Menyalakan dan mengatur api las

Memastikan kran *acetylene* dan oksigen pada brander dalam kondisi tertutup.

Mengatur tekanan kerja gas *acetylene* dengan cara sebagai berikut :

- Membuka katup tabung *acetylene* sepenuhnya agar gas *acetylene* dalam tabung mengisi regulator.
- Membuka katup regulator *acetylene* dan mengatur tekanan kerja gas *acetylene* sesuai dengan ukuran brander yang digunakan. Pada umumnya tekanan kerja gas *acetylene* berkisar antara 5 psi. Jangan