

BAB II

KAJIAN PUSTAKA

2.1 Tinjauan Pustaka

Observasi terhadap analisis *oxy-acetylene* dengan variabel nyala *torch* oksidasi terhadap sifat fisik dan meknik sambungan las pada pelat baja karbon rendah mencari referensi yang berkaitan dengan judul penelitian yaitu sebagai berikut :

Penelitian yang berbentuk Skripsi yang ditulis oleh Danang Septianto Nugroho tahun 2009 yang berjudul “Pengaruh Kecepatan *Torch* dan Jenis Nyala Api *surfacehardening*”. Penelitian ini membahas tentang mencari harga kekerasan tertinggi dari permukaan baja karbon yang dikenai perlakuan panas flame *hardening*. Hasil dari penelitian ini diharapkan mampu diterapkan pada industri perlakuan panas pada logam ditingkat menengah kebawah sebagai upaya peningkatan kualitas produk.

Jurnal yang ditulis oleh Nofriady Handar & Peri Indra Yudi tahun 2011 yang berjudul “Studi kekuatan Las Oxy Acetylene pada variasi kampuh”. Jurnal ini berisi tentang kekuatan mekanik dari hasil pengelasan yang di uji dengan uji tarik. Hasil kekuatan tarik hasil pengelasan terdapat padasambungan dengan kampuh V yaitu sebesar 317,7 N/mm² sedangkan kekuatan terkecil terjadi pada sambungan las dengan kampuh U yaitu sebesar 268.3 N/mm².

Jurnal yang ditulis oleh Irman Azis Wilipo, Budi Harjanto & Yuyun Estriyanto dengan judul “ Studi kualitas *repair welding* menggunakan metode *oxy acetylene* dengan *PWHT* pada cast wheel alumunium”. Pengujian ini membahas

hasil kekuatan *repair welding* dengan las *oxy acetylene* dengan diuji dengan uji struktur mikro dan uji kekerasan. Hasil pengujian struktur mikro daerah logam las yang pada waktu pengelasan mencair dan membeku terdiri dari komponen logam induk dan bahan tambahan elektroda. Kekuatan yang diuji kekerasan mengalami penurunan dari material raw 0,0924J/mm² sedangkan pada daerah las 0,0789 J/mm².

2.2 Sejarah las oxy-acetylene

Las *Oxy-Acetylene* pada mulanya kurang menarik perhatian para *welder* karena api yang dihasilkan relatif belum panas. Bila dipakai untuk menyambung logam memerlukan waktu relatif cukup lama. Apalagi untuk mengelas besi yang titik cairnya cukup tinggi yaitu 1539°C.

Era baru las *Oxy-Acetylene* dimulai dengan beberapa penemuan yang saling mendukung. Pertama pada tahun 1889 James T morehead, seorang pengusaha textile di Spray USA, mulai tertarik pada pemanfaatan tenaga air yang berlebihan diperusahaannya. Tenaga air tersebut di ubah menjadi tenaga listrik. Listrik yang dihasilkan dipakai untuk menghidupkan dapur listrik (*Electric furnace*) sebagai sarana melaksanakan sebagai percobaan. Pada tahun 1891 ia mulai mengadakan kerja sama dengan Thomas L Willson yang merupakan seorang pengusaha alumunium, dalam usahanya memperbaiki produksi alumunium. Pada tahun 1892 mereka memanaskan campuran kapur (*lime*) *metallic*. Melalui analisa kimia diperoleh kesimpulan bahwa zat tersebut adalah *calcium carbide*, suatu zat yang tidak tersedia sebagai bahan tmbahan suatu zat yang tidak tersedia secara alami.

Dalam penelitian lebih lanjut diketahui bahwa *calcium carbide* tersebut mudah sekali bereaksi dengan air dan menghasilkan suatu gas yang mudah

terbakar. Gas ini diyakini bukan gas *hydrogen* yang sudah dikenal sebelumnya. Untuk selanjutnya gas ini dinamakan *acetylene*.

Pada bulan Mei 1895, Dr Carl Von Linde dari German berhasil mengoprasikan mesin yang dapat memproduksi *oxygen* cair yang merupakan induknya produksi *oxygen* cair yang secara prinsip masih dipakai sampai sekarang. Lahirnya industri *oxygen* dengan skala besar selanjutnya mendukung pengembangan pemakaian gas *acetylene* untuk pengelasan.

Pada waktu yang hampir bersamaan pada tahun 1895, Le Chatelier seorang ahli kimia dari Prancis mengungkapkan hasil percobaannya, dia mengatakan bahwa pembakaran campuran seimbang *oxygen* dan *acetylene* dapat menghasilkan api yang cukup panas 3300 sampai dengan 3500°C, suhu yang belum pernah dicapai dengan pembakaran gas lain sebelumnya.

Teori Le Chatelier tersebut untuk sementara masih bersifat laboratorium karena belum ada peralatan yang bisa dipakai untuk mengaplikasikannya menjadi kegiatan nyata di industri secara komersial.

Edmund Fouche dan Picard juga dari Prancis berusaha mengatasi masalah tersebut. Pada tahun 1901 mereka berhasil menciptakan satu pembakaran yang memungkinkan dilaksanakannya pembakaran campuran seimbang *oxy-acetylene* sehingga teori Le Chatelier bisa menjadi kenyataan. Setelah beberapa penyempurnaan, pembakaran tersebut akhirnya diproduksi secara komersial pada tahun 1903.

Hasil karya Fouche dan Picard tersebut mendorong pemakaian *acetylene* untuk proses pengelasan yang segera menyebar secara luas diseluruh penjuru

dunia dan masih dipakai hingga sekarang. Industri *acetylene* yang semula hanya dipakai untuk penerangan berkembang semakin besar dan dapat menghasilkan *acetylene* dalam botol sehingga semakin mendorong perkembangan dengan pemakaian las *oxy-acetylene* ke skala yang lebih besar.

Pecahnya perang dunia pertama turut mendorong penyebaran pemakaian las *oxy-acetylene* karena permintaan peralatan perang yang membengkak diluar kemampuan peralatan yang ada. Pada masa perang itu pula dikembangkan pemotongan *oxy-acetylene* yang jauh lebih cepat dari alat potong besi sebelumnya.

Karena kelebihanannya dalam menghindari adanya oksidasi pada lasan maka selama beberapa puluh tahun las *oxy-acetylene* mendominasi pemakaian proses pengelasan. Ditangan pengelas yang terampil, las *oxy-acetylene* dapat menghasilkan lasan yang baik. Walaupun sekarang sudah tergeser oleh proses pengelasan yang lain namaun penelitian dan pengembangan las *oxy-acetylene* masih tetap dilanjutkan. Kenyataan dilapangan menunjukkan bahwa las *oxy-acetylene* masih banyak dipakai untuk reparasi.

2.3 Penjelasan Las *Oxy-acetylene*

Las *Oxy-Acetylene* adalah semua proses pengelasan yang menggunakan campuran *oxygen* dan bahan bakar gas untuk membuat api sebagai sumber panas untuk mencairkan benda keras. *Oxygen* dan gas di campur dalam suatu alat dengan komposisi tertentu sehingga api yang dihasilkan bisa mencapai suhu maksimum. Api tersebut berada pada moncong alat pembakaran 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 membuat suatu sambungan yang kuat, kalau bisa menyamai kekuatan benda tersebut.

Keuntungan las *oxy-acetylene* ini dibandingkan dengan yang lain adalah pengelas dapat mengontrol dengan mudah panas yang masuk ke benda kerja, keenceran cairan logam, kawah yang dibentuk, dan volume endapan lasan karena bahan tambahan terpisah dengan sumber panas. Las *oxy-acetylene* juga sesuai untuk mengelas benda kerja tipis dan pekerjaan reparasi. Ditinjau dari segi biaya awal dan oprasional las ini jauh lebih murah. Disamping itu, peralatan yang murah tersebut dapat juga dipakai untuk keperluan yang lain seperti brasing, las brass, soldering, pemanasan awal, pemanasan akhir proses pengelasan lain dan memanasi pipa yang akan dibengkok serta keperluan lainnya.

Keterbatasan las *oxy-acetylene* adalah tidak ekonomis untuk benda kerja tebal dan besar serta kurang untuk bahan benda kerja yang reaktif terhadap gas bahan bakar maupun yang dihasilkan dari proses pembakaran.

Bahan bakar yang bisa digunakan untuk pengelasan Oxy-gas yaitu: acetylene, methylacetylene-propadiene, proylene, propane, natural gas (methane) dan hydrogen.

a. Acetylene (Gas Karbit)

Acetylene adalah gas tidak berwarna dengan komposisi unsur hydrogen (7,7%) dan karbon (92,3%). Gas ini termasuk alah satu dari kelompok zat yang hanya mengandung unsur *hydrogen* dan *carbon*. *Acetylene* harus diperlakukan dengan hati-hati karena termasuk gas yang mudah meledak bila bertemu dengan udara atau disimpan dalam tabung dengan tekanan lebih dari

15 Psi (1,05 kg/cm²). Pada tekanan 38 Psi (1,97 kg/cm²) *acetylene* akan terurai menjadi karbon dan hydrogen. Pada kondisi demikian sangat sensitip terhadap guncangan atau kejutan yang kecil sekalipun yang mengenai tabung, apalagi ada bunga api. Maka *acetylene* tidak boleh disimpan pada tekanan lebih dari 1,05 kg/cm².

Gas ini kan berbau keras bila bertemu dengan udara. Bau inilah yang bisa dipakai sebagai tanda adanya *acetylene* disekitar kita. Oleh karena itu harap waspada dan sensitip terhadap tanda adanya gas yang sangat mudah terbakar. Api *acetylene* menghasilkan panas cukup tinggi, yaitu dengan angka kalor mencapai 1433 Btu/ft³.

Pada kondisi tertentu *acetylene* juga mudah meledak bila membentuk ikatan dengan tembaga, perak dan *mercury*. Oleh karena itu *acetylene* hendak dijaukan dari adanya konsentrasi unsur tersebut.

b. Methlacetylene Propdiene (Mapp)

Ditinjau dari sifat mudahnya terbakar, Mapp mirip dengan *acetylene* walaupun tidak sensitif terhadap guncangan tabung. Karena penyimpanan gas in tidak memerlukan *acetone* sebagai pelarut sehingga mengurangi berat total tabung atau pada berat total yang sama bisa mempunyai volume lebih besar. Dengan kata lain gas ini lebih mudah dihandle.

Mapp mempunyai angka kalor 2450 Btu/ft³ (21,8 kca/liter). Bila dipakai untuk mengelas tidak mudah tumbul ledakan balik namun apinya kurang padat. Api gas ini cenderung membesar lebih panajang dan lebih besar, mudah menyebar dan berlidah tidak seperti api *acetylene* yang mempunyai

inti kecil dan padat. Bila dipakai untuk memotong, gas ini lebih murah dan menghasilkan potongan yang lebih halus.

c. Propylene

Propylene adalah hasil ikatan tambang minyak sehingga disebut juga gas minyak (petroleum gas) dan sering disimpan dalam kondisi cair. Gas ini memang tidak sesuai untuk bahan bakar las tetapi baik bila dipakai sebagai bahan bakar potong, *brassing* maupun *soldering*. Sering juga dipakai untuk *flame spraying*.

d. Propane

Propane adalah hasil dari ikatan tambang minyak dan gas alam gas ini disimpan dalam tabung baja dengan kapasitas 45 kg pada kondisi cair. Oleh karena itu lebih dikenal dengan nama LPG (*liquified petroleum Gas*). Gas ini juga tidak dipakai untuk mengelas tetapi untuk pemanasan awal atau yang sejenisnya.

e. Methane (Gas Alam)

Methane sebenarnya hampir sama dengan LPG, hanya saja sudah terbentuk menjadi gas (memisahkan diri dari bahan minyak) sewaktu mempunyai angka kalor relatif tinggi yaitu 1200 btu/bf³ (302 kcal/liter) hampir sama dengan *acetylene* (361 kcal/liter). Gas ini sebenarnya bisa dipakai untuk mengelas namun jarang dipakai karena menghasilkan karbon monoksida yang beracun atau kurang baik terhadap kesehatan manusia. Bila dipakai untuk mengkas maka katub harus segera ditutup sesaat setelah pengelasan.

f. Hydrogen

Hydrogen adalah gas yang sangat ringan, tidak mempunyai rasa tidak berbau dan tidak berwarna. Bila dicampur dengan oksigen akan menghasilkan api yang bisa dipakai untuk pemanasan awal. Kandungan *hydrogen* diudara bebas 4 samapi dengan 75% sudah mudah menyala. Maka tabung *hydrogen* harus benar-benar tidak bocor, sebab apabila ada kebocoran *hydrogen* tidak terdeteksi kecuali kalau sudah terbakar tabung gas ini biasanya diletakan di ruangan terbuka atau berventilasi dengan baik sehingga bila ada kebocoran maka kandungan *hydrogen* tidak lebih dari 4% dan tidak menimbulkan bahaya ledakan.

Disamping kelebihan dan keterbataannya masing-masing gas seperti telah disebut diatas, dad beberapa aspek yang peru diperhatikan dalam memilih bahan bakar gas untuk pengelaan yaitu :

- a) Suhu api yang dihasilkan
- b) Kecepatan pembakaan
- c) Gas hasil reaksinya dengan oksigen (gas hasil pembakaran)

Kecepatan pembakaran merupakan sifat yang dimiliki gas dan menentukan panas yang dihasilkan. Pada proses pengelasan kecepatan panas sangat berpengaruh terhdap pemanasan 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 pembakaran.

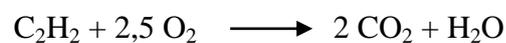
Suhu api dan nilai kalor telah digunakan sebagai kriteria bahan bakar secara langsung namun sebenarnya belum menggambarkan panas yang sebenarnya. Intensitas pembakaran memang memperhitungkan kedua aspek tersebut tetapi masih ditambah besarnya volume api yang keluar dari pembakaran.

Dari uraian diatas dapat diketahui bahwa gas *acetylene* merupakan bahan bakar yang paling baik untuk gas karena suhu api yang dihasilkan relatif tinggi dan pembakaran berlangsung relatif cepat dengan intensitas cukup tinggi dan gas hasil reaksinya dengan oksigen adalah karbon dioksida tidak perlu reaktif terhadap benda kerja. Beberapa gas lain yang telah disebut diatas secara prinsip bisa dipakai sebagai bahan bakar las gas, namun karena panasnya lebih kecil dari *acetylene* sehingga jarang digunakan kecuali untuk pemanasan awal atau akhir dan untuk pemotongan.

Karena las gas cenderung memakai *acetylene* maka lebih dikenal dengan nama las *acetylene*. Di indonesia *acetylene* untuk pengelasan di bengkel-bengkel kecil cenderung diproduksi sendiri oleh pengelasan dengan bahan utama batu karbit (*calcium carbide*) maka las gas lazim disebut las karbit.

2.4 Nyala Api Las Oxy-acetylene

Peralatan 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 ;



Dari persamaan reaksi tersebut diketahui bahwa satu volume *acetylene* memerlukan 2,5 volume *oksigen* menghasilkan dua volume carbon dioksida dan satu volume zat air (uap air).

Dalam kenyataan reaksi tersebut tidak berlangsung sekali tetapi dua tahap. Tahap pertama (reaksi primair) terjadi nyala inti dengan persamaan reaksi.



Berdasarkan persamaan tersebut diketahui bahwa satu volume *acetylene* memerlukan hanya satu volume oksigen. Oksigen ini diperoleh dari tabung oksigen hasil reaksi primair adalah dua volume carbon monoksida dan satu volume hydrogen serta panas diperoleh dari penguraian *acetylene* dan oksidasi *carbon* yang berasal dari *acetylene* yang terurai.

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

Reaksi kedua terjadi diluar kelopak nyala inti. Pada tahap kedua ini *carbonmonoksida* dan *hydrogen* hasil reaksi tahap pertama terbakar oleh oksigen dari udara bebas menghasilkan *carbon dioksida* dan uap air seperti persamaan reaksi berikut :



Panas yang dihasilkan dari reaksi panas kedua ini sebenarnya lebih besar dari tahap pertama, namun karena kecepatan pembakaran rendah dibanding suhu pada nyala inti. Sebaliknya, nyala inti kecil tetapi kecepatan pembakaran jauh lebih tinggi, karena suplay oksigen murni dari botol yang bertekanan sehingga suhu lebih tinggi.

Nyala api *oxy-acetylene* bisa dikontrol dengan mudah memakai katub yang ada pada pembakaran. Perubahan proporsi campuran *oksigen* dan *acetylene* yang mengalir keujung pembakaran akan merubah karakteristik kimiawi nyala inti yang akan mempengaruhi pencairan dan komposisi benda kerja.

Nyala hasil pembakaran dalam las *oxy-acetylene* dapat berubah tergantung dari perbandingan antara gas oksigen dan gas *acetylene* ditunjukkan pada gambar : (a) nyala dengan *acetylene* yang berlebihan atau karburasi, (b) nyala netral dan (c) nyala dengan *oksigen* berlebihan atau nyala oksidasi.

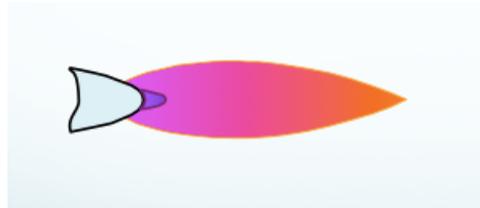
a. Api Karburasi

Api karburasi dihasilkan oleh campuran yang terlalu banyak *acetylene* atau kekurangan oksigen sehingga unsur carbon yang terurai pada reaksi tahap pertama tidak habis terbakar. Sebagai akibatnya 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 atau lasan menjadi rapuh.

Ciri api karburasi dapat dikenali dari bentuk, dimensi dan warnanya. Pada api karburasi, ujung api inti tumpul. Api ini mempunyai lidah api (api luar) yang semakin panjang bila proporsi semakin besar.

b. Api oksidasi

Nyala api oksidasi (*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 bila untuk mengelas baja lunak akan semakin lunak. *Oksigen* bebas bisa juga masuk kawah sehingga dapat menimbulkan kropos.



Gambar 2.1 Nyala Api Oksidasi (Untung Witjaksono. 1991)

Api *oxidizing* memang jarang dipakai kecuali untuk membrasing besi galvanis, las brasing dan pemanasan awal pada pengelasan besi tuang. Ciri-ciri api *oxidizing* yaitu api inti runcing dan pendek, api *acetylene* dinyatakan boleh tidak ada sedangkan lidah apinya pendek. Api ini mengeluarkan suara gemerisik (mendesis).

c. Api netral

Api netral dihasilkan oleh campuran seimbang satu banding satu, antara oksigen dengan *acetylene* seperti yang dibutuhkan 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 ini tidak runcing bentuknya dan tidak memiliki suara yang gemericik (mendesis). Bila diperhatikan dengan seksama menggunakan kaca mata las terlihat sedikit kelopak disekitar api inti.

2.5 Oksigen

Oksigen diperlukan untuk setiap proses pembakaran, termasuk juga las gas. Untuk las gas dipakai oksigen murni supaya 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.

Oksigen murni diperoleh dengan mendestilasi udara bebas yang mempunyai komposisi :

Tabel 2.1 Kandungan Oksigen Murni

78,03%	Nitrogen
20,99%	Oksigen
0,94%	Argon
0,03%	Carbon Dioksida
0,01%	Hydrogen
0,00123%	Neon

0,0004%	Helium
0,00005%	Krypton
0,000006%	Xenon

Disamping unsur tersebut, masih ada unsur lain yaitu air. Kandungan uap air di udara bebas bervariasi tergantung suhu udara dan humidity relatif namun lebih dari satu persen.

Data tersebut berasal dari analisa udara kering di permukaan air laut. Ditinjau dari beratnya udara bebas terdiri dari:

Tabel 2.2 Oksigen Kering dipernemukan air laut

75,5%	Nitrogen
33,4%	Oxygen
1,3%	Argon

Unsur-unsur dalam udara tersebut dipisahkan berdasarkan perbedaan titik didihnya. Misalkan udara mendidih pada suhu $-182,77^{\circ}\text{C}$. Udara yang sudah dipisahkan disimpan pada suhu $-195,55^{\circ}\text{C}$ (Drs. Mochammad Alip, 1989)

Pemisahan udara tidak saja menghasilkan oksigen tetap 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.

Prinsip oksigen dimulai dengan menempatkan udara bebas sampai tekanan 20 Mpa (3000 psig). Pada tekanan tersebut karbon dioksida dan kotoran lain

dipisahkan. Selanjutnya, udara dilewatkan saluran dan biarkan mengembang sehingga tekanannya berkurang. Proses pemuaian ini akan menurunkan suhunya. Udara suhunya sampai mengembun dan mencair udara tersebut selanjutnya dilewatkan papan penguapan. Nitrogen dan gas lain yang titik didihnya lebih rendah dari oksigen akan menguap lebih dulu sehingga pada fase ini tinggalah oksigen.

Oksigen murni adalah gas tidak berwarna, tidak berbau dan tidak berasa. Oksigen bukan zat berbahaya bagi manusia dan kehidupan lainnya tetapi justru dibutuhkan, namun oksigen murni ini biasanya disimpan dalam tabung bertekanan relatif tinggi sehingga perlu juga diperlakukan dengan hati-hati. Tabung bertekanan tinggi harus selalu dijaukan dari sumber panas, tumbukan dan kemungkinan jatuh terguling.

Oksigen adalah zat pembakaran, oleh karena itu harus dijaukan dari bahan-bahan yang mudah terbakar. Bertemunya oksigen, apalagi oksigen murni dengan bahan mudah terbakar merupakan sumber potensial kebakaran.

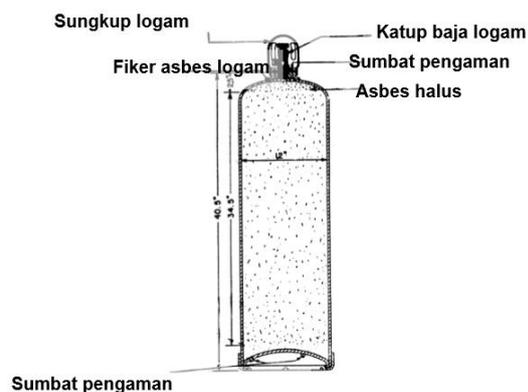
Oksigen murni di distribusikan dalam botol bertekanan tinggi untuk meningkatkan efisiensi transportasi dan pemakaian. Pengelasan tidak perlu memproduksi sendiri oksigen yang diperlukan karena biasanya tidak sulit mendapatkan oksigen dalam botol. Hampir disetiap kota besar terdapat agen penjualan oksigen murni yang tidak saja mengirim kebutuhan industri tetapi juga rumah sakit.

2.6 Komponen Las Oxy-acetylene

Peralatan utama las *oxy-acetylene* yaitu: tabung *acetylene*, tabung *oxygen*, regulator, selang *acetylene*, *oxygen*, dan *brander*. Adapun fungsi dari masing-masing alat tersebut, yaitu :

a. 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 di simpan dalam tabung. Kekurangan dalam memproduksi gas *acetylene* sendiri adalah tekanan gas yang kurang stabil dan karena itu *acetylene* diproduksi dipabrik 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.

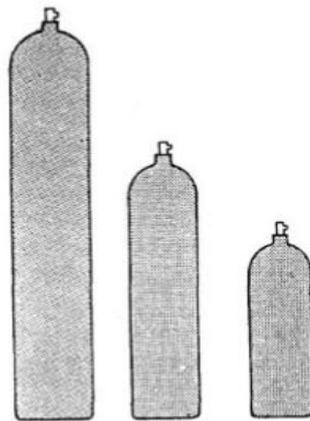


Gambar 2.2 Tabung *Acetylene* (Untung Witjaksono. 1991)

b. Tabung oxygen

Ditinjau dari zatnya *oxygen* tidak berbahaya, namun karena *oxygen* disimpan pada tekanan relatif tinggi maka tabung *oxygen* harus memenuhi

beberapa ketentuan yang ada. Sebagai zat pembakar, *oxygen* bertekanan tinggi akan mudah bereaksi dengan minyak, oli, ataupun grease. Oleh karena itu perlengkapan tabung *oxygen* tidak boleh dilumasi pada sambungan-sambungan berulir yang sering dilepas terbuat dari bahan-bahan yang tidak mudah berkarat, seperti kuningan sehingga tidak perlu pelumasan. Pada keadaan terisi dengan tekanan penuh (150 kg/cm^2), jadi harus disimpan pada tempat yang aman karena apabila jatuh dan menimpa benda lain yang menyebabkan tabung retak atau pecah akan menimbulkan ledakan yang sangat besar seperti bom.



Gambar 2.3 Tabung *Oxygen* (Untung Witjaksono. 1991)

c. Regulator

Untuk memperoleh api yang diharapkan sepanjang pengelasan diperlukan proporsi campuran *oxygen-acetylene* yang tertentu dan tetap. Tekanan *acetylene* berbeda dengan tekanan *oxygen* sehingga pada pengelasan *oxy-acetylene* diperlukan dua buah regulator *acetylene* dan regulator *oxygen*. Secara prinsip kerja regulator untuk *acetylene* maupun *oxygen* sama namun

berbeda kapasitasnya. Agar tidak tertukar, maka regulator *acetylene* memakai ulir kiri sedangkan *oxygen* memakai ulir kanan.



Gambar 2.4 Regulator (Untung Witjaksono. 1991)

d. Selang acetylene dan oxygen

Selang las digunakan untuk menyalurkan gas yang keluar dari generator atau regulator ke pembakar. Selang las harus kedap terhadap gas (tidak bocor), mampu menahan tekanan gas, tahan terhadap minyak maupun pelumas dan tidak kaku. Selang harus tahan terhadap tekanan gas dengan angka keamanan minimal 5 kali tekanan kerja, sehingga apabila terjadi penyumbatan pada pembakaran atau pembakaran ataupun terjadi nyala balik selang mampu menahan kenaikan tekanan yang terjadi. Dibeberapa negara industri dianjurkan memakai selang dengan kapasitas 28 kg/cm² berdasarkan hasil test pabrik pembuat.



Gambar 2.5 Selang *Oxygen dan Acetylene* (Untung Witjaksono. 1991)

e. Brander

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



Gambar 2.6 Blander

Tabel 2. 3 Ukuran ujung *torch* tergantung pada jenis *filler* yang digunakan

REGULATOR SETTING				
Material	Tip Size	Acetylene	Oxygen	Filler Rod
22-18 gauge	1	8 psi	8 psi	1/16"
16-14 gauge	3	8 psi	8 psi	3/32"
12-10 gauge	5	8 psi	8 psi	1/8"
1/4"-3/8"	9	8 psi	8 psi	3/16"

2.7 Bahan Tambahan

Pengelasan *oxy-acetylene* bisa dilakukan dengan atau tanpa bahan tambahan persyaratan kualitas bahan yang diperlukan pada prinsipnya adalah sama dengan benda kerja. Bahan tambahan berbentuk batangan berpenampang bulat seperti kawat ukuran meteran, besarnya diameter adalah 1,5 ; 2 ; 2,5 ; 3 ; 4 ; 5 ; 6,5 ; dan 8 mm. Adapun jenis bahannya seperti baja lunak (*mild steel*), besi tuang (*cast iron*) baja tahan karat (*stainless steel*), campuran tembaga-kuningan, alumunium gilas, alumunium ekstrusi dan alumunium tuang. Masing-masing dibedakan lagi menurut kekuatan mekanisnya, misal 300MPa, 450MPa, dan 750 Mpa. Adapun kode yang dipakai yaitu RG kependekan Rod Gas yaitu Rod adalah batangan sedangkan Gas adalah *welding gas* berarti las gas.

2.8 Baja Karbon Rendah

Baja karbon merupakan salah satu jenis baja paduan yang terdiri atas unsur besi (Fe) dan Karbon (C). Dimana besi merupakan unsur dasar dan karbon sebagai unsur paduan utamanya. Dalam proses pembuatan baja akan ditemukan

pula penambahan kandungan unsur kimia lain seperti sulfur (S), fosfor (P), silikon (Si), mangan (Mn) dan unsur kimia lainnya sesuai sifatbaja yang diinginkan. Baja karbon memiliki unsur karbon dalam besi besar sebesar 0,2% hingga 2,14% dimana kandungan karbon tersebut berfungsi sebagai unsur penguat dalam struktur baja (S. Zairuddin 1989).

Menurut pendefinisian ASM *handbook* vol 1:148 (1993), baja karbon dapat diklasifikasikan berdasarkan jumlah perentase komposisi kimia karbon dalam baja yakni ada baja karbon rendah (*low carbon steel*), baja karbon sedang (*medium carbon steel*) dan baja karbon tinggi (*high carbon steel*).

Adapun baja karbon yang digunakan disini adalah baja karbon rendah (*low carbon steel*) merupakan baja dengan kandungan unsur karbon dalam struktur baja kurang dari 0,025% - 0,25% C. Baja karbon rendah ini memiliki ketangguhan dan keuletan tinggi akan tetapi memiliki sifat kekerasan dan ketahanan aus yang rendah. Pada umumnya baja jenis ini digunakan sebagai bahan baku untuk pembuatan komponen struktur bangunan, pipa gedung, jembatan, bodi mobil dan lain-lainnya. Baja karbon rendah ini dalam perdagangan dibuat dalam plat baja, baja strip dan baja batangan.

Tabel 2.4 Logam Fero dan Non-Fero yang dapat di las dengan oksidasi asetilen (ASM Handbook, 1998)

Base Metal	Filler-metal type	Flame type	Flux type
Alumuniums	(a)	Slightly reducing	Alumunium
Brasses	Navy brass	Slightly axidizing	Borax

Bronzes	Copper tin	Slightly oxidizing	Borax
Copper	Copper	Neutral	(b)
Copper nickel	Copper nickel	Reducing	(b)
Inconel	(a)	Slightly reducing	Flouride
Iron, cast	Cast iron	Neutral	Borex
Iron, wrought	Steel	Neutral	(b)
Lead	Lead	Slightly reducing	(b)
Monel	(a)	Slightly reducing	Monel
Nickel	Nickel	Slightly reducing	(b)
Nickel silver	Nickel silver	Reducing	(b)
Low-alloy steel	Steel	Slightly reducing	(b)
Hight-carbon steel	Steel	Reducing	(b)
Low-carbon steel	Steel	Neutral	(b)
Medium-carbon steel	Steel	Slightly reducing	(b)
Stainless steel	(a)	Slightly reducing	Stainless steel

Keterangan :

(a) Jenis logam pengisian (*filler-metal type*) sama dengan logam induk (base metal)

(b) Tidak diperlukan fluk (*no flux required*)

Adapun komposisi senyawa pada Baja Karbon Rendah yaitu :

Tabel 2.5 Komposisi Baja Karbon Rendah

Unsur	Kadar (%)
C	0,0169
Fe	99,67
Unsur lain	0,3131

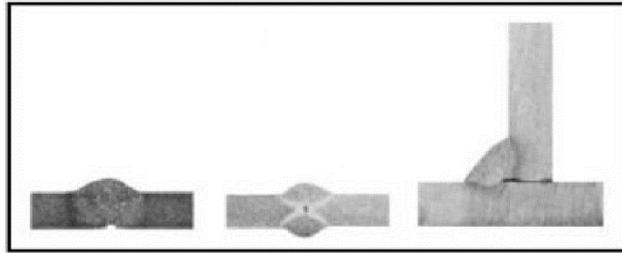
2.9 Cacat Pada Las *Oxy-acetylene*

Dengan kondisi pengelasan yang benar, teknik dan material sesuai standar akan menghasilkan pengelasan yang sangat berkualitas. Tetapi seperti proses pengelasan yang lain cacat las dapat terjadi, cacat yang sering terjadi pada proses pengelasan *oxy-acetylene* antara lain :

a. Penetrasi yang kurang sempurna

Jenis cacat las ini dapat terjadi karena :

- Ketika melakukan pengelasan tidak melakukan penetrasi ke seluruh ketebalan dari logam dasar (*base steel*)
- Ketika dua *weld bead* yang berhadapan tidak melakukan inter-penetrasi
- Ketika *weld bead* tidak melakukan penetrasi keujung dari *filler weld* tetapi hanya menyebrangi.

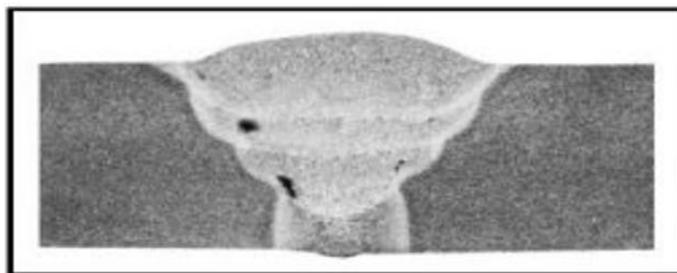


Gambar 2.7 Penetrasi yang kurang sempurna

Gas memiliki peranan yang sangat penting dalam penetrasi. Penetrasi yang kurang sempurna biasanya disebabkan oleh tekanan gas yang rendah dan dapat dihilangkan dengan cara menaikkan tekanan pada manometer yang terdapat pada tabung gas. Selain itu cacat ini dapat disebabkan oleh kecepatan pengelasan yang terlalu lambat dan penggunaan *torch* yang salah atau tidak sesuai.

b. Kurangnya peleburan

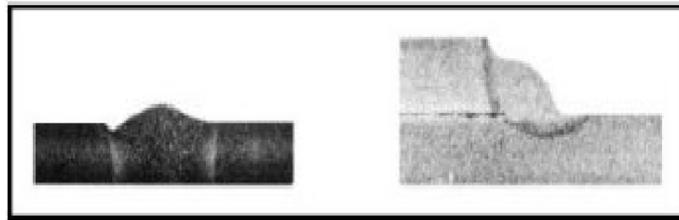
Cacat las ini terjadi karena kurang atau tidak terjadi peleburan diantara logam las dan permukaan dari *base metal*. Biasanya diakibatkan oleh kecepatan pengelasan terlalu lambat. Terkadang juga diakibatkan pengaturan tekanan gas yang rendah.



Gambar 2.8 Kurang peleburan (Fusi)

c. Undercutting

Cacat las ini diakibatkan oleh penggunaan parameter tekanan gas yang kurang tepat, khususnya kecepatan pengelasan dan tekanan gas yang tidak sesuai. Kecepatan pengelasan yang terlalu tinggi dapat mengakibatkan *undercutting* terjadi. Dengan mengurangi kecepatan pengelasan akan dapat mengurangi besarnya *undercutting* bahkan menghilangkannya.

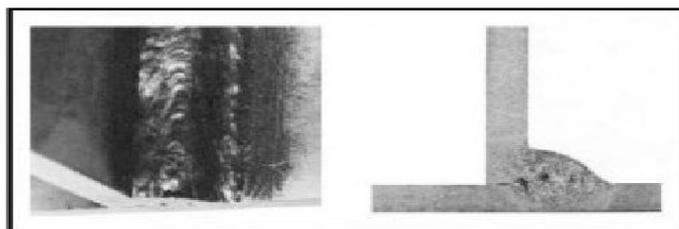


Gambar 2.9 *Undercutting*

Jika hanya terdapat sedikit *undercutting* maka kita dapat menaikkan tekanan gas, tetapi jika tekanan gas terlalu tinggi maka *undercutting* dapat terjadi.

d. Porositi

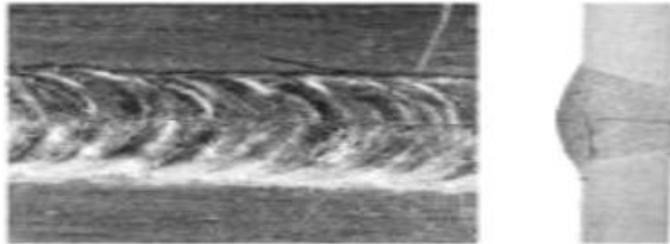
Porositi adalah lubang yang diakibatkan oleh gelembung gas yang telah membeku. Penyebab utama dari porositi adalah kontaminasi atmosfer, sehingga terjadi oksidasi yang tinggi pada permukaan benda kerja.



Gambar 2.10 Porositi

e. Keretakan membujur

Keretakan dapat dibagi menjadi dua, yaitu keretakan panas dan keretakan dingin. Keretakan panas dapat terjadi ketika *weld bead* berada antara temperatur meleleh dan membeku.



Gambar 2.11 Keretakan panas

Keretakan dingin biasanya terjadi pada saat *weld bead* membeku. Keretakan lainnya yang dapat terjadi adalah keretakan karena kesalahan dalam penggunaan teknik pengelasan.

Keretakan yang terjadi pada ujung hasil pengelasan disebabkan oleh kesalahan dalam teknik akhir pada saat mengelas, hal ini dapat diatasi dengan cara membalikan arah pengelasan pada akhir pengelasan.



Gambar 2.12 Keretakan dingin

2.10 Pengujian Struktur Mikro

Struktur mikro adalah gambaran dari kumpulan fasa-fasa yang dapat diamati melalui teknik metalografi. Struktur mikro suatu logam dapat dilihat

dengan menggunakan mikroskop. Mikroskop yang dapat digunakan adalah mikroskop optik dan elektron seperti dibawah ini :



Gambar 2.13 Alat Uji Struktur Mikro

Setiap logam dengan jenis yang berbeda memiliki struktur mikro yang berbeda. Dengan melalui diagram fasa, dapat dilihat struktur mikronya dan dapat mengetahui fasa yang akan diperoleh pada komposisi dan temperatur tertentu. Dari pengujian struktur mikro dapat dilihat, antara lain ;

- a. Ukuran dan bentuk butir
- b. Distribusi fasa yang terdapat dalam material
- c. Pengotor yang terapat dalam material

2.11 Pengujian Kekerasan

Tipe pengujian kekerasan material ini adalah dengan mengukur tahanan plastis dari permukaan suatu material konstruksi mesin dengan *specimen* standar terhadap penetrator. Adapun beberapa bentuk penetrator atau cara pengetesan ketahanan permukaan yang dikenal adalah :

a. Metode Brinell

Pengujian menggunakan metode *brinell* bertujuan untuk menentukan kekerasan suatu material dalam bentuk daya tahan material terhadap bola baja (indentor) yang ditekan pada permukaan material uji tersebut (*speciment*). Idealnya, pengujian *brinell* diperuntukan bagi material yang memiliki kekerasan *brinell* sampai 400 HB, jika lebih dari nilai tersebut maka disarankan menggunakan metode pengujian *Rockwell* ataupun *Vickers*. Angka kekerasan *brinell* (HB) didefinisikan hasil bagi (koefisien) dari beban uji (F) dalam Newton yang dikalikan dengan angka faktor 0,102 dan luas permukaan bekas luka tekan (injakan) bola baja (A) dalam milimeter persegi. Indentor (bola baja) biasanya telah dikeraskan dan dilating ataupun terbuat dari bahan Karbida Tungsten. Jika diameter Indentor 100 mm maka beban yang digunakan (pada mesin uji) adalah 3000 N sedangkan jika diameter Indentornya 5 mm maka beban yang digunakan (pada mesin uji) adalah 750 N. Dalam praktiknya, pengujian *brinell* biasa dinyatakan dalam (contoh) : HB 5 / 750 / 15 hal ini berarti bahwa kekerasan *brinell* hasil pengujian dengan bola baja (Indentor) berdiameter 5 mm, beban uji adalah sebesar 750 N per 0,102 dan lama pengujian 15 detik. Mengenai lama pengujian itu tergantung pada material yang akan diuji, untuk semua jenis baja lama pengujian adalah 15 detik sedangkan untuk material bukan besi lama pengujian adalah 30 detik

b. Vickers

Pengujian kekerasan dengan metode *vickers* bertujuan menentukan kekerasan suatu material dalam bentuk daya tahan material terhadap intan berbentuk piramida dengan sudut puncak 136° yang ditentukan pada permukaan material uji tersebut. Angka kekerasan *vickers* (HVN) didefinisikan sebagai hasil bagi (koefisien) dari beban uji (F) dalam Newton yang dikalikan dengan angka faktor 0,102 dan luas permukaan bekas luka tekan (injakan) bola baja (A) dalam milimeter persegi. Secara matematis dan telah disederhanakan, HVN sama dengan 1,854 dibalikan beban uji (F) dibagi dengan diagonal intan yang dikuadratkan. Beban uji (F) yang biasa dipakai adalah 5 N per 0,102 N ; 10 N per 0,102 N ; 30 N per 0,102 N ; 50 N per 0,102 N. Dalam praktinya, pengujian *vickers* bisa dinyatakan dalam (contoh) : HVN 30 hal ini berarti kekerasan *vickers* hasil pengujian dengan beban uji (F) sebesar 30 N per 0,102 dan lama pembebanan 15 detik.

Adapun mesin yang digunakan dalam pengujian ini *micro hardness tester* adalah sebagai berikut :



Gambar 2.14 *Micro hardness tester*

c. Rockwell

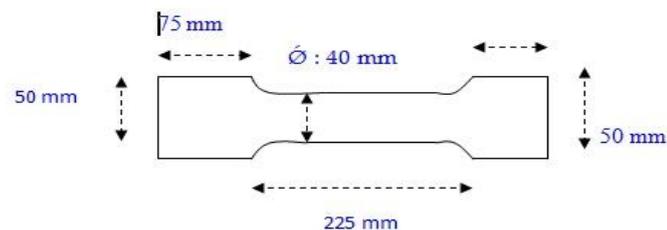
Skala yang umum dipakai dalam pengujian *rockwell* adalah :

- Hra (untuk material yang sangat halus)
- HRb (untuk material yang lunak). Indentor berupa bola baja dengan diameter 1/16 Inchi dan beban uji 100 Kgf,
- HRC (untuk material dengan kekerasan yang sedang). Indentor berupa kerucut intan dengan sudut puncak 120 drajat dan beban uji sebesar 150 Kgf.

Pengujian menggunakan metode *rockwell* bertujuan menentukan menentukan kekerasan suatu material dalam bentuk daya tahan material terhadap beban uji (*speciment*) yang berupa bola baja ataupun kerucut intan yang ditekan pada permukaan material uji tersebut.

2.12 Uji Tarik

Pengujian tarik menggunakan ASTM E8 seperti sebagai berikut :



Gambar 2.15 ASTM E8

Pengujian yang bertujuan untuk mendapatkan gambaran tentang sifat-sifat dan keadaan dari suatu logam/besi/baja. Pengujian tarik dilakukan dengan penambahan beban secara perlahan-lahan, kemudian akan terjadi

pertambahan panjang yang sebanding dengan gaya yang bekerja. Kesebandingan ini terus berlanjut sampai bahan mencapai titik *propotionality limit*. Setelah itu pertambahan panjang yang terjadi sebagai akibat penambahan beban tidak lagi berbanding lurus, pertambahan beban yang sama akan menghasilkan penambahan panjang yang lebih besar dan suatu saat terjadi penambahan beban, batang uji bertambah panjang dengan sendirinya. Hal ini dikatakan batang uji mengalami *yield* (luluh). Keadaan ini hanya berlangsung sesaat dan setelah itu akan naik lagi.

Kenaikan beban ini akan berlangsung sampai mencapai maksimum, untuk batang yang ulet beban mesin tarik akan turun lagi sampai akhirnya putus. Pada saat beban mencapai maksimum, batang uji mengalami pengecilan penampang setempat (*local necking*) dan penambahan panjang terjadi hanya disekitar *necking* tersebut. Pada batang getas tidak terjadi *necking* dan batang akan putus pada saat beban maksimum.

Pengujian dilakukan dengan mesin uji “Universal Testing Machine” buatan jepang seperti pada gambar dibawah ini :



Gambar 2.16 Alat Uji tarik (*servovulser*)