

PENINGKATAN KEAHLIAN PROSES PENGELASAN KARANG TARUNA KELURAHAN TANJUNGREJO KECAMATAN SUKUN MALANG

Aladin Eko Purkuncoro^{1*}, Lalu Mustiadi², Rahmadi Setiawan³

¹Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknologi Industri, Institut Teknologi Nasional Malang
Kampus II Jln. Raya Karanglo Km. 2 Malang

²Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknologi Industri, Institut Teknologi Nasional Malang
Kampus II Jln. Raya Karanglo Km. 2 Malang

³Jurusan Teknik Elektro Industri, Fakultas Teknologi Industri, Institut Teknologi Nasional Malang
Kampus II Jln. Raya Karanglo Km. 2 Malang

*Email: aladin_smart@yahoo.com

Abstrak

Ketrampilan yang mandiri dapat dibina melalui pelatihan yang terus menerus secara periodik dengan pola pelaksanaan yang telah ditentukan oleh pemerintah berdasarkan tingkat kebutuhan masyarakat. Bagi industri kecil dan menengah di bidang permesinan dan konstruksi baja ringan, lingkup pekerjaannya tidak bisa lepas dari bahan logam (terutama baja). Hasil produk yang dihasilkan selalu berkaitan dengan penyambungan antar komponen logam, penyambungan antar komponen yang paling umum bisa dilakukan adalah dengan mur baut, keling maupun las. Dalam pengabdian masyarakat melalui pelatihan ini dapat memberikan informasi tentang tugas dan kewenangan pemeriksa pengelasan. Memberikan pemahaman tentang dasar perhitungan kekuatan sambungan las, yang kemudian dipusatkan pada pembacaan tabel. Memahami fenomena penyimpangan setelah proses pengelasan. Memberikan pemahaman tentang cara memperbaiki cacat pengelasan. Juga dalam pelatihan ini bisa mendapatkan proses pengelasan dengan menggunakan prosedur pengelasan, sehingga manajemen proses pengelasan bisa berjalan dengan baik. Mereduksi tingkat kegagalan pengelasan, sehingga penggunaan bahan lebih efektif. Meningkatkan mutu sambungan las. Adapun tujuan khusus dengan sudah dilakukannya penelitian tentang proses pengelasan ini, kita melakukan pengabdian masyarakat dengan memberikan ketrampilan adik-adik karang taruna kelurahan Tanjungrejo kecamatan Sukun kota Malang, dengan membuat beberapa produk yang dari proses pengelasan.

Kata kunci: *pelatihan, pengelasan, meningkatkan kualitas proses pengelasan.*

PENDAHULUAN

Dalam menumbuh kembangkan UKM kita akan melakukan pengabdian masyarakat dengan mengadakan pelatihan proses pengelasan kepada adik-adik karang taruna kelurahan Tanjungrejo kecamatan Sukun kota Malang yang nantinya diharapkan dapat berdiri suatu *workshop* yang mampu dikelola secara mandiri. Ketrampilan yang mandiri dapat dibina melalui pelatihan yang terus menerus secara periodik dengan pola pelaksanaan yang telah ditentukan oleh pemerintah berdasarkan tingkat kebutuhan masyarakat.

Bagi industri kecil dan menengah dibidang permesinan dan konstruksi baja ringan, lingkup pekerjaannya tidak bisa lepas dari bahan logam (terutama baja). Hasil produk yang dihasilkan selalu berkaitan dengan penyambungan antar komponen logam, penyambungan antar komponen yang paling umum bisa dilakukan adalah dengan mur baut, keling maupun las.

Sambungan dengan pengelasan, merupakan sambungan antar komponen yang praktis dan menghasilkan sambungan yang lebih ringan (dibanding mur-baut dan keling). Namun kegagalan pengelasan sering dijumpai karena logam yang dilas tidak sesuai dengan elektroda yang digunakan, dan menyebabkan menurunnya kekuatan sambungan. Karena penanganan pekerjaan pengelasan harus dilakukan secara khusus (seperti: *welding procedure* dan operator yang bersertifikat), maka pengelasan menjadi pekerjaan yang sangat penting dan melibatkan lembaga sertifikasi.

Suatu upaya peningkatan ketrampilan karang taruna adalah melalui pelatihan tentang pengelasan, dimana nantinya diharapkan dapat tercipta berdirinya suatu bengkel pengelasan yang dikelola oleh anak-anak karang taruna secara mandiri.

Evaluasi terhadap hasil pelatihan dilaksanakan untuk mengetahui sampai sejauh mana serapan materi pelatihan yang diperoleh peserta, yang tercermin dari sikap trampil yang dimiliki oleh peserta pelatihan. Adapun proses evaluasinya dilaksanakan dengan cara melakukan test akhir pelatihan, yang terdiri dari : test teori dan test praktek.

Pelatihan ini bisa dirancang sedemikian rupa sehingga mudah dipahami oleh para peserta yang umumnya adalah operator yang tidak mempunyai sertifikat. Oleh karena banyaknya operator las yang tidak mempunyai sertifikat ini, diharapkan bisa mengikuti bahan pelatihan dengan mudah dan tidak merasa kesulitan.



Gambar 1. Peserta karang taruna kelurahan Tanjungrejo

Pengelasan

Proses pengelasan merupakan proses penyambungan dua potong logam dengan pemanasan sampai keadaan plastis atau cair, dengan atau tanpa tekanan. Untuk memperoleh sambungan las yang baik, selain faktor keahlian individu, perencanaan sampai operasi pengelasan, para ahli struktur perlu memperhatikan faktor faktor sebagai berikut:

a) Elektroda yang sesuai, alat las dan prosedur.

Ukuran elektroda dipilih berdasarkan ukuran las yang akan dibuat dan arus listrik yang dihasilkan oleh alat las. Karena mesin las mempunyai pengatur untuk memperkecil arus listrik, elektroda yang lebih kecil dari kemampuan maksimal mudah diakomodasi dan sebaiknya digunakan. Oleh karena penimbunan logam las pada pengelasan busur nyala terjadi akibat medan elektromagnetis dan bukan akibat gravitasi, pengelasan dilapangan memerlukan sembarang posisi pengelasan yang tergantung pada orientasi sambungan.

b) Persiapan tepi yang sesuai.

Lebar celah (root operating) R adalah jarak pisah antara potongan yang akan disambung dan dibuat agar elektroda dapat menembus dasar sambungan. Selain itu faktor penyusutan, jika las titik diberikan secara menerus pada suatu pelat maka akan mengalami distorsi. Untuk itu pertama las dibuat terputus-putus secara berseling, setelah itu proses ini diulang pada bagian yang belum dilas.

Klasifikasi Pengelasan

Berdasarkan klasifikasi ini pengelasan dapat di bagi dalam tiga kelas utama yaitu :

1. Pengelasan cair adalah pengelasan dimana sambungan di panaskan sampai mencair dengan sumber panas dari busur listrik atau sumber api gas yang terbakar.
2. Pengelasan tekan adalah cara pengelasan dimana sambungan dipanaskan dan kemudian di tekan menjadi satu.
3. Pematrian adalah cara pengelasan dimana sambungan diikat dan disatukan dengan menggunakan paduan logam yang mempunyai titik cair rendah. Dalam hal ini logam induk tidak ikut mencair.

Las Gas Asetilen

Pengelasan dengan gas dilakukan dengan membakar bahan bakar gas yang dicampur dengan oksigen (O_2) sehingga menimbulkan nyala api dengan suhu tinggi (3000°) yang mampu mencairkan logam induk dan logam pengisinya. Jenis bahan bakar gas yang digunakan asetilen, propan atau hidrogen, sehingga cara pengelasan ini dinamakan las oksasi-asetilen atau dikenal dengan nama las karbit.

Nyala asetilen diperoleh dari nyala gas campuran oksigen dan asetilen yang digunakan untuk memanaskan logam sampai mencapai titik cair logam induk. Pengelasan dapat dilakukan dengan atau tanpa logam pengisi.

Oksigen diperoleh dari proses elektrolisa atau proses pencairan udara. Oksigen komersil umumnya berasal dari proses pencairan udara dimana oksigen dipisahkan dari nitrogen. Oksigen ini disimpan dalam silinder baja pada tekanan 14 MPa. Gas asetilen (C_2H_2) dihasilkan dari reaksi kalsium karbida dengan air. Gelembung-gelembung gas naik dan endapan yang terjadi adalah kapur tohor.

Bila dihitung ternyata 1 kg CaC_2 menghasilkan kurang lebih 300 liter asetilen. Sifat dari asetilen (C_2H_2) yang merupakan gas bahan bakar adalah tidak berwarna, tidak beracun, berbau, lebih ringan dari udara, cenderung untuk memisahkan diri bila terjadi kenaikan tekanan dan suhu (di atas 1,5 bar dan $350^\circ C$), dapat larut dalam massa berpori (aseton).

Karbida kalsium keras, mirip batu, berwarna kelabu dan terbentuk sebagai hasil reaksi antara kalsium dan batu bara dalam dapur listrik. Hasil reaksi ini kemudian digerus, dipilih dan disimpan dalam drum baja yang tertutup rapat. Gas asetilen dapat diperoleh dari generator asetilen yang menghasilkan gas asetilen dengan mencampurkan karbid dengan air atau kini dapat dibeli dalam tabung-tabung gas siap pakai. Agar aman tekanan gas asetilen dalam tabung tidak boleh melebihi 100 Kpa, dan disimpan tercampur dengan aseton.

Prinsip dari pengelasan ini tidak terlalu rumit. Hanya dengan mengatur besarnya gas asetilen dan oksigen, kemudian ujungnya didekatkan dengan nyala api maka akan timbul nyala api. Tetapi besarnya gas asetilen dan oksigen harus diatur sedemikian rupa dengan memutar pengatur tekanan sedikit demi sedikit. Apabila gas asetilen saja yang dihidupkan maka nyala apinya berupa nyala biasa dengan mengeluarkan jelaga. Apabila gas asetilennya terlalu sedikit yang diputar, maka las tidak akan menyala.

Kecepatan penarikan kembali gas per jam dari sebuah silinder asetilen tidak boleh lebih besar dari 20% (seperlima) dari isinya, agar gas aseton bisa dialirkan (silinder asetilen haruslah selalu tegak lurus).

Nyala hasil pembakaran dalam las oksasi-asetilen dapat berubah bergantung pada perbandingan antara gas oksigen dan gas asetilennya. Ada tiga macam nyala api dalam las oksasi-asetilen :

a. Nyala asetilen lebih (nyala karburasi)

Bila terlalu banyak perbandingan gas asetilen yang digunakan maka di antara kerucut dalam dan kerucut luar akan timbul kerucut nyala baru berwarna biru. Di antara kerucut yang menyala dan selubung luar akan terdapat kerucut antara yang berwarna keputih-putihan, yang panjangnya ditentukan oleh jumlah kelebihan asetilen. Hal ini akan menyebabkan terjadinya karburisasi pada logam cair. Nyala ini banyak digunakan dalam pengelasan logam monel, nikel, berbagai jenis baja dan bermacam-macam bahan pengerasan permukaan non-ferous.

b. Nyala netral

Nyala ini terjadi bila perbandingan antara oksigen dan asetilen sekitar satu. Nyala terdiri atas kerucut dalam yang berwarna putih bersinar dan kerucut luar yang berwarna biru bening. Oksigen yang diperlukan nyala ini berasal dari udara. Suhu maksimum setinggi 3300 sampai $3500^\circ C$ tercapai pada ujung nyala kerucut.

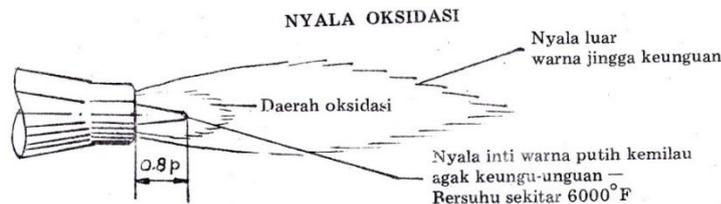
c. Nyala oksigen lebih (nyala oksidasi)

Bila gas oksigen lebih daripada yang dibutuhkan untuk menghasilkan nyala netral maka nyala api menjadi pendek dan warna kerucut dalam berubah menjadi ungu. Nyala ini akan menyebabkan terjadinya proses oksidasi atau dekarburisasi pada logam cair. Nyala yang bersifat oksidasi ini harus digunakan dalam pengelasan fusion dari kuningan dan perunggu namun tidak dianjurkan untuk pengelasan lainnya.

Menyalakan dan menyetel busur api

Urutan untuk menyalakan api ujung pembakar :

1. Bukalah katup zat asam.
2. Bukalah katup zat asetilin setengahnya dari zat asam.
3. Kenakanlah kaca mata las.
4. Nyalakanlah ujung pembakar las dengan korek api las.



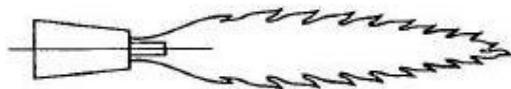
Gambar 2. Busur api

5. Aturlah nyala busur api sesuai dengan kebutuhan.
Beberapa macam nyala busur api antara lain :
 - a) Nyala asetilen lebih (nyala karburasi)



Gambar 3. Nyala karburasi

- b) Nyala netral



Gambar 4. Nyala netral

- c) Nyala Oksidasi



Gambar 5. Nyala oksidasi

Elektroda

Ada tiga jenis elektroda:

1. Elektroda polos

Elektroda yang tidak menggunakan fluks, hanya berbentuk kawat yang ditarik. Tidak dapat mencegah masuknya udara kedalam cairan logam lasan, hasil sambungan rapuh, busur api tidak tenang dan terputus putus, penyulutan sukar dilakukan. Pada proses pengelasan banyak percikan, hasil penetrasi dangkal, tidak menghasilkan terak dan gas. Keuntungannya jalur

sambungan las dapat diamati dengan jelas, penyusutan relatif kecil. Elektroda polos lebih cocok untuk mesin las arus searah dengan penggunaan beban yang relatif kecil.

2. Elektroda Inti

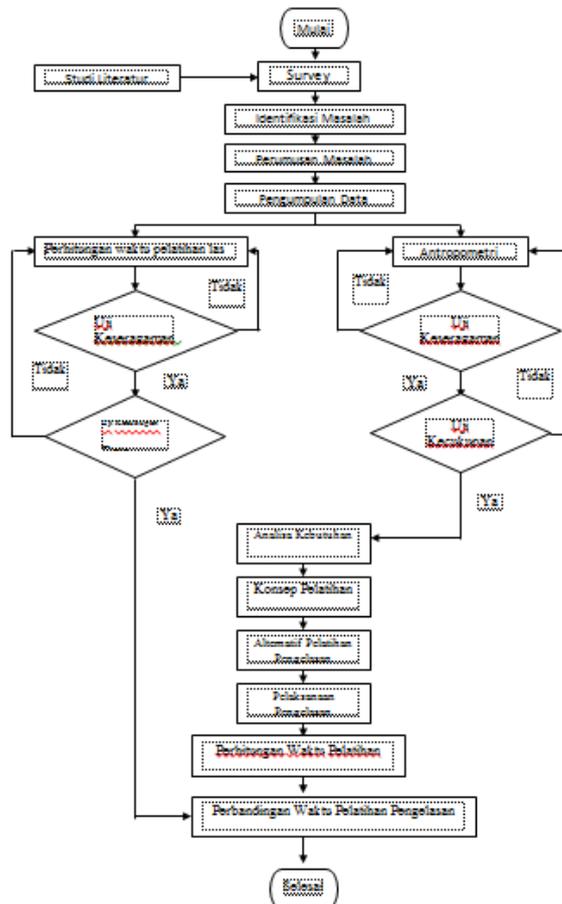
Elektroda ini kawat yang ditengahnya terdapat inti yang berfungsi sebagai fluks. Percikan yng ditimbulkan relatif sedikit dibanding yang polos, tidak tahan terhadap lembab, hasil pengelasan kekuatannya cukup tinggi, tetapi dartah lasan mempunyai penyusutan yang lebih besar, daya leleh dan kecepatan leleh rendah dibanding dengan elektroda terbungkus. Penggunaan lebih cocok untuk kasus kasus istimewa, dapat digunakan pada mesin las AC maupun DC.

3. Elektroda Terbungkus

Elektroda ini adalah kawat polos yang dibungkus dengan bahan fluks. Untuk lapisan fluks yang tipis biasanya digunakan pada mesin las arus DC, sedangkan yang tebal pada mesin las arus AC.

METODE

1. Pree test. Tatap muka dan diskusi kelas. *Experience sharing*. Bedah kasus yang dihadapi peserta pelatihan di lapangan. Post test.
2. Metode yang akan diterapkan dalam mengaplikasikan program Pengabdian Kepada Masyarakat terdiri dari pembuatan beberapa jobsheet produk pengelasan dan pelatihan penggunaan dari alat pengelasan baik las karbit maupun las listrik. Pelatihan ini bisa dirancang sedemikian rupa sehingga mudah dipahami oleh para peserta yang umumnya adalah operator yang tidak mempunyai sertifikat. Oleh karena banyaknya operator las yang tidak mempunyai sertifikat ini, diharapkan bisa mengikuti bahan pelatihan dengan mudah dan tidak merasa kesulitan dengan hasil proses pengelasan yang rata, efektif ,efisien,hasil yang kwalitas dan cepat prosesnya. Pelaksanaan pengabdian masyarakat mulai dai survey ,study literature sampai pembuatan beberapa produk pengelasan untuk lebih mempunyai pengalaman dalam proses pengelasan seperti diagram alir proses pengabdian (dapat dilihat pada gambar 6).



Gambar 6. Diagram Alir Pengelasan

Peralatan dan Perlengkapan Pengelasan

Di dalam bengkel las terdapat dua buah botol dengan warna yang berbeda, botol warna biru untuk asam (O_2) dan warna merah batu bata untuk gas Asetilin (C_2H_2). Adapun selang biru atau hijau untuk zat asam dan untuk warna merah untuk zat asetilin.

Ciri-ciri khas manometer untuk zat asam adalah menggunakan Ulir kanan sedang untuk gas asetilin menggunakan Ulir kiri.



Gambar 7. Perlengkapan las

1. Tabung zat asam

Zat asam atau oksigen (O_2) adalah gas yang sangat penting untuk pembakaran. Zat asam lebih berat dari udara, tidak berbau dan tidak berwarna. Zat asam dapat tersimpandengan aman di dalam silinder dengan tekanan 150 bar. Di dalam udara terdapat 21% zat asam, untuk mengetahui isi tabung, seandainya diketahui 50 l zat asam cair dengan tekanan 150 bar. Maka dihitung zat asam berupa gas $50 \times 150 = 7500$ l. warna tabung di dalam perdagangan adalah biru, hijau dan abu-abu.

Katup tabung dibuat dari bahan kuningan dan dilengkapi dengan kepingan pengaman yang akan pecah bila terjadi kenaikan tekanan di dalam tabung. Kenaikan tekanan dapat terjadi apabila tabung jatuh atau terkena panas.

Apabila tabung tidak dipakai tutuplah tabung tersebut dengan tutup baja yang sesuai. Kerusakan pada katup dapat menimbulkan bahaya yang besar, apabila katup pecah Zat asam akan menyembur ke luar dan tabung dapat terbang seperti roket.



Gambar 8. botol zat asam

2. Tabung zat asetilin

Tabung gas asetilin diisi dengan bahan berpori seperti kapas, sutera tiruan atau asbes yang berfungsi sebagai penyerap aseton. Aseton adalah bahan dimana asetilin dapat larut dengan baik dan aman dibawah pengaruh tekanan. Isi bahan berpori pada Tabung = 25% dan dapat menyerap aseton sebanyak = 40% dari isi Tabung. Tiap 1 liter aseton pada tekanan 15 bar dapat menampung gas asetilin sebanyak $40 \times 360 \times 0,4 = 5.760$ liter.

Perlu diketahui dan diingat bahwa tabung akan bertambah panas setiap gas asetilin keluar dari tabung, maka dari itu jangan memakai gas asetilin lebih dari 750 liter/jam agar tabung tidak panas dan aseton tidak terserap.



Gambar 9. botol zat asetilin

3. Selang

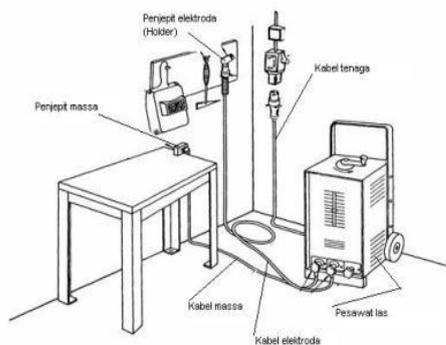
Selang yang dipergunakan untuk pengelasan dapat dikenal dengan mudah, warna biru atau hijau untuk gas asam dan warna merah untuk gas asetilin. Panjang selang minimal 5 m, dengan menggunakan klem ganda. Mengikat kedua selang dengan jarak satu dengan yang lain 1 m, sehingga dalam melakukan pekerjaan terlihat rapi dan aman.



Gambar 10. Selang

4. Tempat kerja

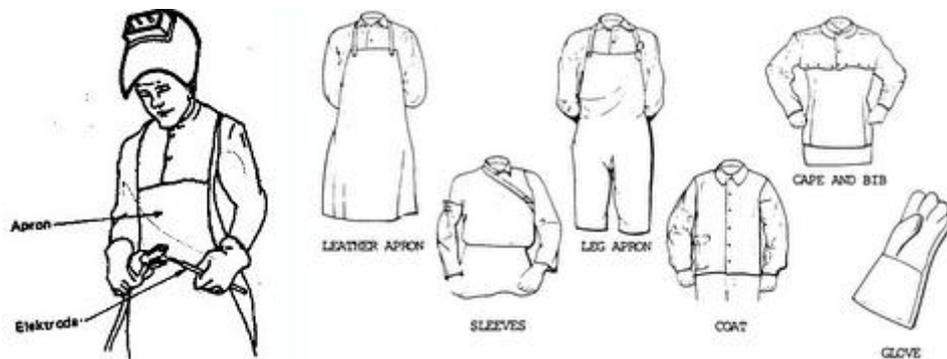
Tempat kerja untuk las gas terdiri dari meja yang permukaannya sebagai batu tahan api dan bagian lain dari besi siku posisi tengkurap. Disebelah depan terletak tempat air untuk pendingin ujung pembakar, sebelah kiri terletak tempat bahan tambah, tiang untuk penjepit benda kerja dan disebelah kanan terletak tempat untuk meletakkan/menggantungkan pembakar.



Gambar 11. meja las

5. Pakaian kerja

Didalam pekerjaan las gas diperlukan pakaian kerja yang dilindungi dari api dengan pelindung dari kulit (Apron). Adapun guna dari pelindung yang terbuat dari kulit yaitu tidak akan menembus kepakaian dan ke badan karena percikan-percikan api dari ujung pembakar. Serta jangan lupa menggunakan pelindung untuk sepatu, karena kalau percikan sampai masuk kedalam sepatu, maka akan dibuat sesuatu olehnya dan akan mengurangi konsentrasi dalam pekerjaan.



Gambar 11. Pakaian Las

Topi dipergunakan untuk melindungi kepala/rambut dari percikan-percikan api adapun kaca mata untuk melindungi mata dari percikan-percikan api, sinar yang menyilaukan dari ujung pembakar dan untuk mengurangi panasnya api terhadap mata.

Peralatan dan Perlengkapan Pengelasan

1) Pesawat las

Pesawat-pesawat las yang dipakai bermacam-macam, tetapi bila ditinjau dari jenis arus yang keluar dapat digolongkan sebagai berikut :

a) Pesawat las arus Bolak-balik

Macam-macam pesawat las ini seperti Trasformator las, pembangkit listrik motor diesel atau motor bensin. Trasformator las yang kebanyakan digunakan di industri-industri mempunyai kapasitas 200-500 Ampere. Pesawat las ini sangat banyak dipakai karena biaya operasinya yang rendah disamping harganya relatif murah. Voltase yang keluar dari pesawat transformator ini antara 36-70 volt.



Gambar 12. Pesawat las arus AC

b) Pesawat Las Arus Searah (DC)

Pesawat las searah ini dapat berupa pesawat transformator rectifier, pembangkit listrik motor diesel atau motor bensin, maupun pesawat pembangkit listrik yang digerakkan oleh motor listrik. Salah satu jenis pesawat las arus searah yaitu pesawat pembangkit listrik yang digerakkan oleh motor listrik (motor generator).

c) Pesawat Las Arus AC-DC

Pesawat las ini merupakan gabungan dari pesawat arus AC dan DC. Dengan pesawat ini kemungkinan lebih banyak pemakaiannya karena arus yang keluar dapat arus AC maupun arus DC. Pesawat ini jenisnya transformator-rectifier maupun pembangkit listrik motor diesel.



Gambar 13. Pesawat las arus rata



Gambar 14. Proses Pengelasan

HASIL DAN PEMBAHASAN

Bagi kampus Institut Teknologi Nasional Malang kegiatan ini merupakan wujud nyata partisipasi dunia pendidikan dalam pengabdian kepada masyarakat melalui pendidikan dan pelatihan maupun penerapan teknologi sehingga masyarakat dapat memanfaatkannya dalam menjalankan usahanya.

Pelatihan ini dapat memberikan informasi tentang pemahaman tentang dasar perhitungan kekuatan sambungan las, memahami fenomena penyimpangan setelah proses pengelasan serta dapat memberikan pemahaman tentang cara memperbaiki cacat pengelasan. Pelatihan ini dirancang sedemikian rupa sehingga mudah dipahami oleh anak-anak yang diharapkan bisa mengikuti bahan pelatihan dengan mudah dan tidak merasa kesulitan.

Proses pembuatan produk sebenarnya gampang, asalkan dilakukan dengan teknik dan metode yang benar. Untuk menghasilkan las yang baik, perlu latihan dalam jangka waktu yang tidak singkat. Dalam mengelas kecepatan menggeser elektroda sangat menentukan hasil lasan. Jika terlalu cepat, tembusan lasnya dangkal oleh karena kurang waktu pemanasan bahan dasar dan kurang waktu untuk cairan elektroda menembus bahan dasar. Bila terlalu lambat akan menghasilkan alur lasan yang lebar, kasar dan kuat, hal ini dapat menimbulkan kerusakan sisi las (pada logam induknya). Oleh karena itu kecepatan elektroda harus tepat dan stabil. Dalam proses pembuatan produk tentu banyak sekali variasi yang akan kita pilih. Bagaimana dan seperti apa proses pembentukannya.

Setelah mengikuti kegiatan ini, diharapkan adik-adik Karang Taruna Kelurahan Tanjungrejo mampu membuat produk usaha mandiri yang memiliki kualitas unggul dimana semua anggotanya juga memiliki semangat yang tinggi dalam berkarya.



Gambar 15. Gambaran Pelatihan Pengelasan

KESIMPULAN

Dalam pengabdian masyarakat melalui pelatihan ini dapat memberikan informasi tentang tugas dan kewenangan pemeriksa pengelasan. Memberikan pemahaman tentang dasar perhitungan kekuatan sambungan las, yang kemudian dipusatkan pada pembacaan tabel. Memahami fenomena penyimpangan setelah proses pengelasan. Memberikan pemahaman tentang cara memperbaiki cacat pengelasan. Juga dalam pelatihan ini bisa mendapatkan proses pengelasan dengan menggunakan prosedur pengelasan, sehingga manajemen proses pengelasan bisa berjalan dengan baik. Mereduksi tingkat kegagalan pengelasan, sehingga penggunaan bahan lebih efektif. Meningkatkan mutu sambungan las.

Proses pengelasan ini juga terdapat beberapa metode yang berbeda. Pertama, pengelasan dengan cara menggunakan energi listrik, yaitu dengan cara melelehkan dua potong logam secara bersamaan serta menambahkan logam pengisi (filler) di antara sendi-sendi kedua logam tersebut sehingga keduanya akan saling mengikat satu sama lain. Yang kedua adalah dengan cara menggunakan gas bertekanan sebagai bahan bakar untuk melelehkan dua logam tersebut dan yang ketiga adalah dengan cara menggabungkan cara pertama dengan cara kedua yaitu kombinasi antara listrik dengan gas bertekanan.

Sebaiknya jumlah alat diperbanyak dan dalam kondisi yang baik sehingga dapat praktikum berlangsung dengan baik, tertib dan cepat. Keadaan bengkel yang kurang tertata, seharusnya sebagai laboratorium mesin harus bersih. Sehingga nyaman dan tidak mengganggu keselamatan pekerja.

Kurangnya peralatan kerja, seharusnya peralatan dapat dipenuhi karena kerja bangku merupakan dasar dari praktik permesinan lainnya. Juga mempengaruhi hasil dari pekerjaan. Sedikit, itu mengakibatkan keterlambatan menyelesaikan pekerjaan

Semua pekerjaan yang kita lakukan akan berhasil apabila disertai jiwa yang sabar, ulet, terampil dan mau bekerja keras.

DAFTAR PUSTAKA

ASM Handbook Volume 6, Welding, Brazing and Soldering, 1993.

Harsono Wiryosumarto, Toshie Okumura *Teknologi Pengelasan Logam* Pradnya Paramita Jakarta 1981.

Harsono Wiryosumarto, Prof. Dr. Ir. dan Toshie Okumura, Prof. Dr. *Teknologi Pengelasan Logam*, Jakarta 2000.

Shinroku Saito, Prof. Dr, Tata Surdia, Prof. Dr. Ir. M.S. Met. E, *Pengetahuan Bahan Teknik*, PT. Pradnya Paramita, Jakarta, 1984.

Undang – Undang nomor 4 tahun 1979 tentang Kesejahteraan Anak.

Wiryosumarto H., Okumura T., *Teknologi Pengelasan Logam*, Cetakan ketujuh, PT. Pradnya Paramita, Jakarta, 1996.

Welding Handbook, METALS AND THEIR WELDABILITY, Volume 4, Seventh edition, American Welding Society, 1982.