

PENANGGULANGAN CACAT HASIL PENGELOASAN PADA KONSTRUKSI KAPAL

Hartono *

* Program Studi D III Teknik Perkapalan Fakultas Teknik Universitas Diponegoro

ABSTRAK

Hartono in article overcoming damage of welding result in ship construction explain that often accident at sea it's among caused by damage at part of welding construction. The damage at ship construction in the form of welding damage is broken connection welding, barst of welding result, and others. The overcoming of welding damage can be done variously so that can lessen incidence of welding damage in ship construction.

Key word: accident at sea damage of welding result, ship construction.

PENDAHULUAN

Latar Belakang

Berdasarkan penemuan benda sejarah dapat diketahui bahwa teknik penyambungan logam telah diketahui sejak zaman prasejarah, misalnya pada waktu antara 4000-300 SM, telah diketahui dan dipraktikkan pembrasingan logam paduan emas, tembaga, dan pematrian paduan timah. Pada waktu itu sumber energi yang digunakan adalah hasil dari pembakaran kayu atau arang. Berhubung suhu yang diperoleh dengan pembakaran kayu dan arang sangat rendah maka teknik penyambungan pada waktu itu tidak berkembang lagi.

Setelah energi listrik dapat dipergunakan dengan mudah, maka teknologi pengelasan maju dengan pesat sehingga menjadi suatu teknik penyambungan yang mutakhir. Pada akhir abad ke 19 telah diciptakan cara dan teknik pengelasan. Pengelasan yang banyak digunakan adalah las busur, las resistensi listrik, las gas, dan las termit.

Pada tahun 1885 alat-alat busur sudah banyak dipakai. *Bernardes* adalah orang yang pertama kali menggunakan las busur yang memakai elektroda yang dibuat dari batang karbon atau grafit. Dengan cara mendekatkan elektroda las ke logam induk atau logam yang akan dilas, dengan jarak kurang lebih 2 mm, maka terjadilah busur listrik yang merupakan sumber panas pada proses pengelasan tersebut. Karena terjadi panas, maka logam yang terbuat dari logam yang sama dengan logam induk mencair dan akhirnya mengisi tempat sambungan.

Pada tahun 1892 *Sloviannoff* adalah orang pertama kali yang menggunakan kawat logam elektroda yang turut mencair karena panas yang ditimbulkan oleh busur listrik. Dengan penemuan ini elektroda yang berfungsi sebagai penghantar dan pembangkit busur listrik, juga berfungsi sebagai logam pengisi. Kemudian *Kjellberg*

menemukan kualitas sambungan las menjadi lebih baik bila kawat elektroda logam dibungkus dengan terak.

Dan pada tahun 1886 *Thomson* menciptakan proses pengelasan resistensi listrik, dan *Glodschmitt* menemukan las termit pada tahun 1895. Pada tahun 1900 adalah masa keemasan pertama untuk pengelasan logam. Dan pada tahun 1926 adalah masa keemasan kedua dengan adanya las *hydrogenatom* yang ditemukan oleh *Lungumir*, dan las busur logam dengan perlindungan gas mulia yang ditemukan oleh *Hobart* dan *Dener*.

Selanjutnya pada tahun 1935 *Knedy* menemukan las busur redam, hal ini membuka jalan kearah otomatisasi dalam bidang pengelasan yang dapat memperbaiki kualitas las. Kemajuan-kemajuan dalam ilmu pengetahuan dan teknologi las dicapai sampai dengan tahun 1950, dan pada tahun 1950 dianggap sebagai permulaan masa keemasan yang ketiga. Dan pada tahun itu juga ditemukan cara-cara las baru antara lain: las dingin, las listrik terak, las laser dan lain sebagainya.

Sejarah pemakaian las pada konstruksi kapal laut terjadi pada tahun 1921. Selain konstruksi kapal, sambungan las juga dipakai pada bangunan-bangunan yang lain, seperti konstruksi jembatan kereta api. Pada tahun 1940 terjadilah patah getas pada beberapa kapal laut dan jembatan yang dilas. Ternyata patah getas ini terjadi karena ada cacat las atau retak halus pada daerah pengaruh panas dari sambungan las.

Tujuan

Tulisan ini bertujuan untuk menguraikan/menjelaskan terjadinya cacat las, macam-macam

cacat las, dan cara penanggulangan cacat hasil pengelasan pada konstruksi kapal.

PERMASALAHAN

Seperti yang kita ketahui bahwa di industri perkapalan pastilah tidak terlepas dari proses pengelasan. Akan tetapi akhir-akhir ini kita mendengar berita bahwa sering terjadi kecelakaan yang menimpa sarana transportasi laut, yakni kapal tenggelam, kandas, terbakar, bahkan mogok ditengah laut. Tentu terjadi banyak pertanyaan dibenak kita apa yang sebenarnya terjadi. Ternyata tidak jarang kapal mengalami kerusakan pada konstruksi lasnya. Kerusakan ini berupa cacat pengelasan yakni patah sambungan lasnya, retak hasil lasnya yang secara kasat mata tak tampak, yang perlu perbaikan segera. Untuk itulah pada uraian selanjutnya akan dijelaskan bagaimana cara penanggulangan cacat hasil pengelasan tersebut jika terjadi pada konstruksi kapal.

PEMBAHASAN

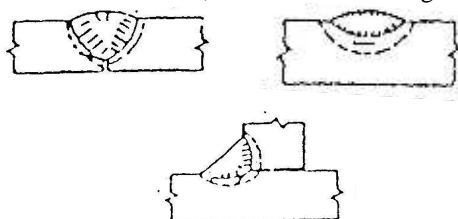
Macam-macam Cacat Las

Pengelasan adalah proses penyambungan antara dua logam atau lebih dengan menggunakan energi panas sebagai medianya. Karena proses ini maka logam disekitar lasan mengalami siklus termal cepat yang menyebabkan terjadinya deformasi. Hal ini erat sekali hubungannya dengan terjadinya cacat las yang secara umum mempunyai pengaruh yang fatal terhadap keamanan konstruksi material yang dilas.

Cacat las ada beberapa macam, yaitu:

- Retak Las

Cacat las yang sering sekali terjadi pada saat proses pengelasan adalah retak las yang dapat dibagi menjadi dua kategori yakni : retak dingin dan retak panas. Retak dingin adalah retak yang terjadi pada daerah las pada suhu kurang lebih 300°C. Sedangkan retak panas adalah retak yang terjadi pada suhu diatas 500°C. Retak dingin tidak hanya terjadi pada daerah HAZ (*Heat Affected Zone*) atau sering disebut dengan daerah pengaruh panas tetapi biasanya terjadi pada logam las. Retak dingin ini dapat terjadi pada daerah panas yang sering terjadi. Dan retakan ini dapat dilihat dibawah manik Ias, retak akar dan kaki, serta retak melintang.

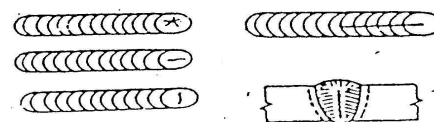


Gambar 1: retak akar, retak bawah manik, dan retak tumit.

Retak dingin didaerah HAZ ini biasanya terjadi antara beberapa menit sampai 48 jam sesudah pengelasan. Retak dingin ini disebabkan oleh :

- o Struktur daerah pengaruh Panas.
- o Hidrogen difusi didaerah las.
- o Tegangan.

Sedangkan retak panas dibagi menjadi dua kelas yaitu retak karena pembebasan tegangan pada daerah pengaruh panas yang terjadi pada suhu 500°C - 700°C dan retak yang terjadi pada suhu diatas 900°C yang terjadi pada peristiwa pembekuan logam las. Retak panas sering terjadi pada logam las karena pembebasan, biasanya berbentuk kawah dan retak memanjang. Retak panas ini terjadi karena pembebasan tegangan pada daerah kaki didalam daerah pengaruh panas.



Gambar 2: retak kawah, dan retak memanjang

Retak ini biasanya terjadi pada waktu logam mendingin setelah pembekuan dan terjadi karena adanya tegangan yang timbul, yang disebabkan oleh penyusutan dan sifat baja yang ketangguhannya turun pada suhu dibawah suhu pembekuan.

Keretakan las yang lain adalah retak sepanjang rigi-rigi lasan retak disamping las dan retak memanjang diluar rigi-rigi lasan. Akan tetapi penyebab umum pada semua jenis keretakan las ini adalah:

- o Pilihan jenis elektroda yang salah atau tidak tepat.
- o Benda kerja terbuat dari baja karbon tinggi.
- o Pendinginan setelah pengelasan yang terlalu cepat.
- o Benda kerja yang dilas terlalu kaku.
- o Penyebaran panas pada bagian-bagian yang di las tidak seimbang.

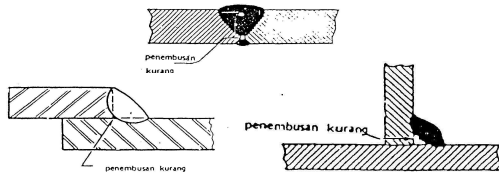


Gambar 3: retak rigi-rigi dan retak disamping logam.

- Penembusan Kurang Baik

Selain retak, cacat las yang juga sering terjadi, adalah penembusan las yang kurang dan jelek. Jika penembusan pengelasan kurang maka akibat yang timbul pada konstruksi adalah kekuatan konstruksi yang kurang kokoh karena penembusan yang kurang. Karena kurang penembusan inilah maka penyambungan tidak sempurna. Penyebab dari penembusan yang kurang ini antara lain :

- o Kecepatan pengelasan yang terlalu tinggi.
- o Arus terlalu rendah.
- o Diameter elektroda yang terlalu besar atau terlalu kecil.
- o Benda kerja terlalu kotor.
- o Persiapan kampuh atau sudut kampuh tidak baik.
- o Busur las yang terlalu panjang.

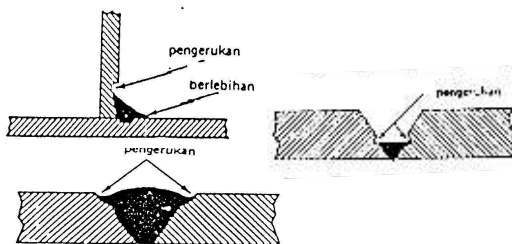


Gambar 4: penembusan las yang kurang

• Pengerukan / Under cut

Cacat las yang lain adalah pengerukan atau yang sering disebut dengan *under cut* pada benda kerja. Pengerukan ini terjadi pada benda kerja atau konstruksi yang termakan oleh las sehingga benda kerja tadi berkurang kekuatan konstruksi meskipun sebelumnya telah dilakukan pengelasan. Sebab-sebab pengerukan las antara lain :

- o Arus yang terlalu tinggi.
- o Kecepatan pengelasan yang terlalu tinggi pula.
- o Busur nyala yang terlalu panjang.
- o Ukuran elektroda yang salah.
- o Posisi elektroda selama pengelasan tidak tepat.
- o Ayunan elektroda selama pengelasan tidak teratur.



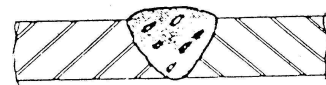
Gambar 5: cacat pengerukan/under cut

• Keropos

Keropos merupakan cacat las yang juga sering terjadi dalam pengelasan. Keropos ini bila didiamkan, lama kelamaan akan menebar yang

diikuti dengan perkaratan atau korosi pada konstriksi sehingga kontruksi menjadi rapuh karena korosi tadi. Cacat ini memang kelihatannya sepele akan tetapi dampak yang ditimbulkan oleh cacat ini cukup membahayakan juga. Penyebab keropos ini yakni :

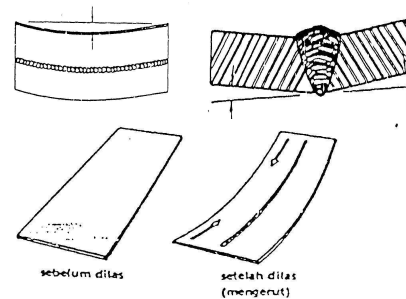
- o Busur pendek.
- o Kecepatan mengelas yang terlalu tinggi atau terlalu rendah.
- o Kurang waktu pengisian.
- o Terdapat kotoran-kotoran pada benda kerja.
- o Kesalahan memilih jenis elektroda.



Gambar 6: cacat keropos

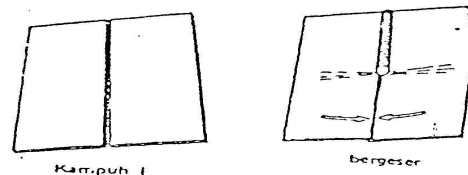
• Pengerutan Benda Kerja.

Pada dasarnya setiap logam bila dipanasi akan memuai dan mengkerut bila didinginkan. Bila salah satu permukaan las tipis dilas pada arah memanjang, maka setelah dingin terjadilah pelengkungan atau melenting atau deformasi.



Gambar 7: perubahan bentuk benda kerja

Dan pada dua bilah plat tipis dilas (tanpa membuat pengikat lebih dulu) maka kedua sisi kampuh yang masih bebas akan bergeser, bahkan sampai kedua sisi tersebut dapat berimpit



Gambar 8: perubahan bentuk pada kampuh

Penyebab pengerutan adalah:

- Pengisian pengelasan kurang.
- Pengkleman salah.
- Pemanasan yang berlebihan.
- Kesalahan persiapan kampuh.
- Pemanasan tidak merata.
- Penempatan bagian-bagian yang disambung kurang baik.
- Salah urutan pengelasan.

Cara Penanggulangan Cacat Las

Dalam pembangunan kapal baru jumlah pekerjaan las kira-kira sepertiga dari seluruh jumlah pekerjaan. Ada kapal yang dibangun dengan sistem blok dan ini berarti banyak sekali konstruksi yang menggunakan pengelasan. Jadi cacat-cacat las yang ada harus ditekan sekecil mungkin atau bahkan harus dihindari sebisa mungkin.

Untuk mengatasi macam-macam cacat las yang telah terjadi supaya hasil pekerjaan las dapat memuaskan banyak pihak, maka perlu dilaksanakan cara-cara penanggulangannya, yaitu sebagai berikut:

- Penanggulangan Retak Las

Dalam menghindari terjadinya retakan las pada daerah panas, atau usaha penaggulungannya supaya tidak terjadi retak pada las antara lain :

 - Menggunakan elektroda yang betul, dalam hal ini sedapat mungkin menggunakan elektroda dengan fluk yang mempunyai kadar hydrogen rendah.
 - Sebelum mengelas, pada daerah sekitar kampuh harus dibersihkan dari air, karat, debu, minyak dan zat organik yang dapat menjadi sumber hidrogen.
 - Mendinginkan perlahan-lahan setelah dilas.
 - Membebaskan kampuh dari kekakuan.
 - Mengadakan pemanasan pendahuluan sebelum memulai pengelasan, dengan cara ini retak las dapat terhindarkan
- Penanggulangan Penembusan Las Yang Kurang Baik

Cara untuk mengatasi cacat las penembusan yang kurang baik dapat dilakukan dengan langkah-langkah sebagai berikut :

 - Penyetelan arus pengelasan yang tepat.
 - Pengelasan diperlambat dan stabil agar panas yang didapat lebih merata.
 - Mengatur kecepatan las, sehingga kedua sisi benda kerja mencair dengan baik.
 - Memilih diameter elektroda yang sesuai dengan ukuran coakan.
 - Membersihkan benda kerja dari terak dan kotoran yang ada.

- Mempertahankan panjang busur nyala yang tepat.
- Membetulkan sudut kampuh.
- Penanggulangan Pengerukan las (*Under Cut*)

Cara untuk mengatasi cacat las pengerukan/under cut dapat dilakukan dengan langkah-langkah sebagai berikut :

 - Menyetel arus yang tepat.
 - Mengurangi kecepatan mengelas.
 - Mempertahankan panjang busur nyala yang tepat.
 - Menggunakan ukuran elektroda yang benar.
 - Menyetel posisi elektroda, sehingga gaya busur nyala akan menahan cairan pengelasan.
 - Mengupayakan ayunan elektroda dengan teratur.
- Penanggulangan Cacat Las Karena Keropos.

Cara untuk mengatasi cacat las keropos dapat dilakukan dengan langkah-langkah sebagai berikut :

 - Mempertahankan jarak busur yang baik.
 - Mengurangi kecepatan pengelasan atau kecepatan dipertinggi.
 - Member waktu pengisian yang cukup untuk melepaskan gas.
 - Membersihkan benda kerja.
 - Menggunakan elektroda yang tepat.
- Penanggulangan Pengerutan Benda Kerja

Pada setiap proses pengelasan akan terjadi yang namanya perubahan bentuk terhadap benda kerja. Perubahan bentuk ini akan mengurangi ketelitian ukuran dan penampakan luar serta dapat juga menurunkan kekuatan. Hal-hal untuk mengurangi terjadinya pengerutan benda kerja atau perubahan bentuk antara lain :

 - Pengurangan masuknya panas dan logam panas.

Dengan mengurangi masuknya panas lasan yang seperlunya saja maka tidak akan terjadi suhu yang terlalu tinggi. Sehingga perubahan bentuk dapat dikurangi menjadi sekecil-kecilnya. Bila logam las dikurangi, maka jumlah logam pada waktu mendingin tidak terlalu banyak dan dengan sendirinya perubahan bentuk juga dapat dikurangi.

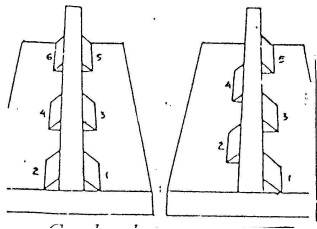
Pengurangan bahan las dapat dilakukan dengan mengurangi panjang las, memilih bentuk kampuh yang sesuai, memotong

plat yang akan dilas dan merakitnya dengan teliti.

- o Menentukan urutan pengeelasan yang tepat. Perubahan bentuk pada umumnya dapat dihindari dengan urutan pengelasan yang sesuai. Dalam menghindari perubahan bentuk dapat dilakukan dengan mengelas dengan meloncat-loncat.

Bila perubahan bentuk ini terjadi, untuk meluruskannya kembali diperlukan waktu dan kerja yang cukup banyak. Adapun cara untuk mengatasi perubahan bentuk tadi adalah sebagai berikut :

- o Pengelasan sedikit mungkin. Pengelasan yang berlebihan akan menimbulkan penkerutan yang bertambah besar
- o Dudukan benda yang hendak dilas sedikit dimiringkan keluar, sehingga rigi-rigi las akan menariknya kepada kedudukan yang diinginkan.
- o Melakukan pengelasan yang bergantian pada setiap sisi dan membuat urutan rigi-rigi yang menimbulkan gaya-gaya penyusutan yang saling meniadakan.

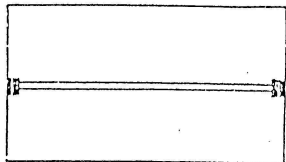


Gambar 9: Urutan rigi-rigi yang saling meniadakan

Bila pada jenis sambungan I (kampuhV) dilas mengalami pengkerutan, rigi-rigi dapat membuat kampuh menjadi berimpit sesamanya. Maka kerusakan ini dapat diatasi dengan cara antara lain :

- o Membuat las pengikat atau las atau las titik/tack weld.

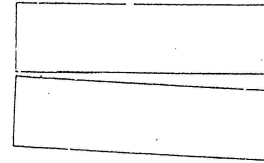
Las pengikat ini diletakkan di tempat-tempat yang kiranya benda kerja akan mengerut bila nanti dilas. Sehingga dengan adanya las pengikat ini pengerutan benda kerja tidak terjadi.



Gambar 10: las titik/las pengikat

- o Membuat celah yang melebar. Disini pelebaran celah tidak boleh asal melebar, akan tetapi masih dalam jangkauan kemampuan las. Ini dimaksudkan agar bila nanti setelah

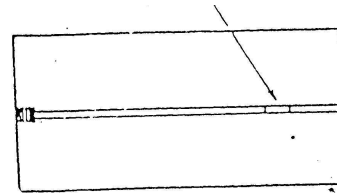
pengelasan mengalami pengerutan celah yang mengalami pelebaran tadi.



Gambar 11. Pelebaran Celah

- o Memasang pasak untuk mempertahankan lebar celah.

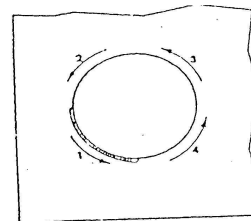
pasak ini berguna untuk menjaga lebar celah pada benda kerja yang juga disebut dengan plat pengikat. Jadi bila setelah pengelasan kondisi kerja tetap pada posisi semula karena telah diikat oleh pasak tadi.



Gambar 12: Pasak untuk mempertahankan lebar celah

Untuk mengurangi perubahan bentuk dari pengaruh urutan pengelasan dilakukan dengan jalan:

- o Pengelasan dilakukan dari titik yang terikat ketitik yang terbebas.
- o Majunya pengelasan dibuat simetri terhadap sumbu netral.
- o Menggunakan pengelasan susulan mundur atau kebelakang, untuk menghindari perubahan bentuk pada daerah memanjang.

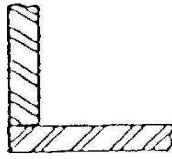


Gambar 13: Urutan pengelasan

Untuk mengurangi perubahan bentuk dari segi persiapan kampuh dapat dilakukan dengan cara:

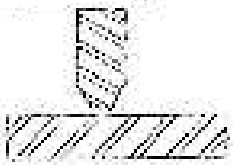
- o Membuat sudut kampuh sekecil mungkin.

- o Membuat celah kampuh sekecil mungkin.



Gambar14: Sudut kampuh dan celah kampuh sekecil mungkin

- o Membuat kampuh ganda bila tebal plat lebih dari 16 mm.



Gambar 15: Kampuh ganda

Cara pengelasan kontuksi lambung kapal biasanya dilakukan langkah-langkah antara lain:

- o Pemeriksaan ukuran alur
- o Pemilihan bahan las yng tepat
- o Penentuan ukuran pengelasan
- o Pembersihan alur dari debu, karat, dan minyak.

Perlu diketahui bahwa perakitan konstruksi dimulai dari tengah menuju kesisi. Sedangkan untuk pengelasan antar plat kulit dan rangka gladak atas urutanya adalah las tumpul dan kemudian barulah las tumpang. Pengelasan dalam reparasi kapal harus diperhatikan hal-hal berikut:

- o Menentukan seteliti mungkin besarnya bagian yang rusak.
- o Memperhatikan lingkungan kerja, misalnya dalam memindahkan tabung gas yang mudah terbakar.
- o memasang pengaman bila pengelasan dilakukan ditempat yang tinggi.
- o mempersiapkan tenaga listrik yang diperlukan.
- o Dalam penggantian plat harus disiapkan lubang batas dan harus menentukan urutan pengelasan.

KESIMPULAN

Penggunaan teknik pengelasan dalam konstruksi banyak sekali. Misalnya industri perkapalan, industri jembatan, banguna gedung dan lain sebagainya. Disamping untuk pembuatan, proses las dapat juga dipergunakan untuk mereparasi misalnya untuk lubang, membuat lapisan keras dan lain-lain. Pengalasan bukan tujuan utama dari sebuah konstruksi, tetapi merupakan sarana untuk mencapai efisiensi penyambungan konstruksi supaya menjadi lebih baik.

Rancangan las dan cara pengelasan harus betul-betul memperhatikan kesesuaian antara sifat-sifat las dengan kegunaan konstruksi serta keadaan sekitarnya. Prosedur pengelasan kelihatannya sangat sederhana, tetapi sebenarnya didalamnya banyak kendala yang harus diatasi dimana penanggulangannya memerlukan bermacam-macam cara. Sedapat mungkin dalam perencanaan konstruksi bangunan dan mesin dengan sambungan las harus direncanakan pula tentang cara pengelasannya, pemeriksaan, bahan las, dan jenis las yang dipergunakan, berdasarkan fungsi dari bagian-bagian bangunan atau mesin yang direncanakan.

Setelah sambungan las dalam kapal selesai, maka hasil pengelasan harus diperiksa dengan pengamatan yang meliputi bentuk las seperti lebar, tinggi, dan bentuk gelombangnya, panjang kaki, adanya takik, adanya lubang dan lain-lain. Untuk bagian yang penting perlu diadakan pengujian permukaan dengan cara penembus, serbukmagnet dan sebagainya. Dan kualitas sambungan sangat tergantung pada ketrampilan juru las yang melakukannya. Karena itu biasanya biro klasifikasi meminta persyaratan atau kualitas tertentu untuk juru las yang akan melakukan pekerjaan las tersebut.

DAFTAR PUSTAKA

1. British Association For Commercial And Industrial Education, 2.1967. *Arc Welding, Insruction Sheets*, London.
2. Fakultas Teknik Kelautan. 1978. *Diklat Perlengkapan Kapal A dan B*. ITS: Surabaya.
3. Frank R. Scell, Bill Matlock. 1979. *Industrial Welding Procedures*, Van Nostrand Reinhold Co, New York.
4. Josepeh W. Giachino, William Weeks. 1976, *Welding Skillsand Practice*, American Technical Society, Chicago.
5. Raymond Sacks.1960. *Theory and Practice Of Arr Welding*, Van Norstand Co, Inc.