ANALISA PENGARUH PENGGUNAAN VARIASI BESARAN ARUS PADA LAS TIG TERHADAP PERUBAHAN STRUKTUR MIKRO

Sckolastika Ninien danPonimin
Jurusan Teknik Mesin, Politeknik Negeri Bandung
Jl. Gegerkalong Hilir, Ds. Ciwaruga, Bandung 40162
Email : hendrartiningsih@yahoo.com

Abstrak

Dalam perencanaan suatu konstruksi ada beberapa hal penting yang harus dipertimbangkan terutama dalam proses pengelasan sangat dipengaruhi oleh struktur mikro pada *Heat Affected Zone* (HAZ) yang sangat ditentukan oleh penggunaan besarnya arus pada saat pengelasan. Pada penelitian ini variasi besaran arus yang digunakan adalah 70A, 80A, 90A, 100A dan 110A. Untuk mengetahui struktur mikro pada daerah *Heat Affected Zone* (HAZ) dilakukan pengujian *metallography*, sedangkan untuk mengetahui sifat mekanisnya dilakukan pengujian mekanis yaitu pengujian kekerasan. Melalui pengujian kekerasan pada daerah HAZ diperoleh nilai kekerasan yang lebih tinggi dibanding kekerasan pada daerah logam induk dan nilai kekerasan paling tinggi pada besaran arus 80 A 100 A sesuai dengan spesifikasi mesin. Dari hasil uji tarik menunjukkan adanya peningkatan sifat mekanis (σ_y dan σ_u) bila proses pengelasan dilakukan pada arus lebih tinggi.

Kata kunci : Las TIG, besaran arus, *metallography* dan kekerasan

1. PENDAHULUAN

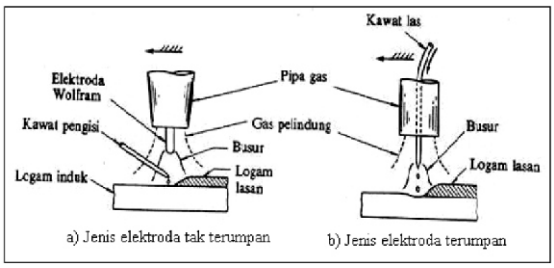
Dengan semakin berkembangnya teknologi maka industri pada saat ini mengalami kemajuan yang sangat pesat. Karena pesatnya kemajuan teknologi, maka banyak sekali proses produksi yang membutuhkan proses pengelasan. Pada proses pengelasan terdapat berbagai jenis mesin las yang dapat digunakan, salah satunya adalah las *Tungsten Inert Gas (TIG)*. Hasil dari pengelasan sangat dipengaruhi oleh besaran arus yang digunakan untuk ketebalan pelat yang akan di las, jenis material yang digunakan dan penyetelan aliran gas yang dibutuhkan.

Penelitian oleh M. L. Lin and T. W. Eagar tentang " *Influence of Surface Depression And Convection On Arc Weld Pool Geometry*" dan "*Pressures Produced by Gas Tungsten Arcs*" serta oleh N. S. Tsai and T. W Eagar adalah tentang "*Distribution of the Heat and Current Fluxes in Gas Tungsten Arcs*". Sedangkan dalam penelitian akan dilakukan percobaan pengaruh besaran arus terhadap kualitas hasil pengelasan dengan menggunakan proses las TIG. Dari hasil penelitian diharapkan dapat ditentukan besaran arus yang paling tepat digunakan untuk ketebalan material tertentu, sehingga diperoleh hasil yang optimal. Prosedur pengujian yang dilakukan berdasarkan standar ASME IX [1] yaitu :

1. Prosedur pengujian mekanis, untuk mengetahui daerah *weld metal*, HAZ dan *logam induk,* disini dilakukan pengujian tarik dan pengujian kekerasan
2. Uji struktur mikro, untuk mengetahui struktur material di daerah HAZ setelah adanya proses pengelasan dengan menggunakan variasi besar arus.

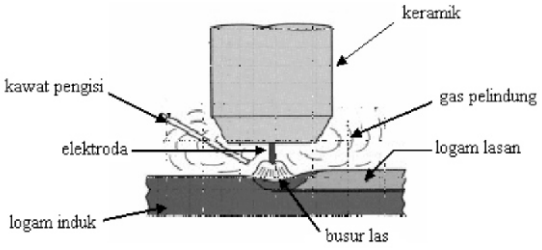
Tungsten Inert Gas (TIG) atau disebut juga *Gas Tungsten Arc Welding* (GTAW) adalah proses pengelasan menggunakan panas dari nyala pijar yang terbentuk antara elektroda tungsten yang tidak terumpan dengan menggunakan gas mulia sebagai pelindung terhadap pengaruh luar pada saat proses pengelasan. Elektroda menggunakan batang wolfram yang dapat menghasilkan busur listrik

tanpa ikut mencair. Pada penggunaan las TIG, kecepatan pengumpanan logam pengisi dapat diatur terlepas dari besarnya arus listrik sehingga penetrasi ke dalam logam induk. Cara pengaturan ini memungkinkan las TIG cocok digunakan baik untuk pelat baja tipis maupun pelat baja tebal.



Gambar 1. *Perbedaan jenis elektroda terumpan dan tak terumpan*

Pada gambar 2, busur las timbul antara batang wolfram dan logam induk dan dilindungi oleh gas Argon. Pada jenis ini logam pengisi dimasukkan ke dalam daerah busur las sehingga mencair dan terbawa ke logam induk. Tetapi untuk mengelas pelat yang sangat tipis kadang-kadang tidak diperlukan logam pengisi.



Gambar 2. *Prinsip pengelasan TIG*

Keuntungan pada las TIG yaitu kecepatan logam pengisi dapat diatur, cocok untuk pengelasan pada pelat baja tipis maupun tebal, memiliki kualitas hasil pengelasan yang lebih baik dan lebih presisi dibanding proses pengelasan lainnya, kontrol titik yang baik, tidak adanya flux maupun terak pada hasil pengelasan, tidak berasap ataupun beruap. Dapat mengelas lebih banyak macam logam dan logam paduan dibandingkan dengan proses pengelasan yang lain.

Kerugian pada las TIG yaitu kecepatan pengelasan relatif lebih lama dibandingkan dengan proses pengelasan yang lain, rata rata pengendapan logam pengisi relatif rendah, dibutuhkan keahlian koordinasi antara mata dan tangan pada saat pengelasan, sinar *Ultra Violet* lebih terang dibandingkan dengan proses pengelasan yang lain, harga peralatan lebih mahal jika dibandingkan dengan proses pengelasan yang lain.

TUJUAN

Tujuan dan manfaat dari penelitian ini adalah :

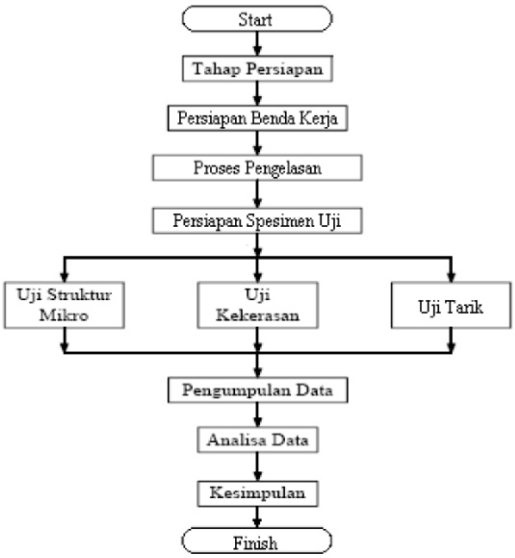
1. Untuk mengetahui perbandingan antara hasil pengelasan dengan menggunakan besar arus sesuai standard, yaitu arus 80 A - 100 A dan menggunakan besar arus di luar standard yaitu arus 70 A dan 110 A.

2. Mengetahui hasil pengelasan melalui analisa struktur material (mengacu pada *Hand Book Metal Ninth Edition Volume 9, Metaloghraphy and Microstructure*). [4]

3. Dengan arus yang paling tepat maka diharapkan kekuatan hasil las juga akan memperoleh hasil yang terbaik dan dapat menjadi acuan dalam proses pengajaran.

2. METODOLOGI PENYELESAIAN MASALAH

Skema Metoda Peneletian



Gambar 3: *Skema Metoda Peneletian*

Pada penelitian Las TIG menggunakan ketebalan pelat 3 mm, tipe sambungan *Butt*, diameter tungsten 2,4 mm, diameter batang pengisi 2,4 mm, gas Argon, dan *gas flow* 12 CFH. Tahap persiapan meliputi pengumpulan data. Persiapan benda kerja meliputi pemotongan benda kerja yang akan dilas, prosedur pengelasan mengacu pada standar tertentu. Proses pengelasan mengacu pada WPS (*Welding Procedur Specification*) yang telah ditentukan, didalammya terdapat bahasan mengenai prosedur yang harus diterapkan mulai dari gambar rancangan, gambar hasil, bahan tambah, *ampere, voltage*, jenis listrik, kecepatan pengelasan, *heat input,* dll. Setelah proses pengelasan maka proses selanjutnya adalah persiapan spesimen uji yaitu pemotongan benda kerja menjadi beberapa bagian yang meliputi struktur mikro, uji keras dan uji tarik yang mengacu pada standar tertentu. Pelaksanaan pengujian yang meliputi struktur mikro, uji keras, dan uji tarik yang urutan pelaksanaanya tidak mempengaruhi satu dengan lainya. Pengumpulan data dari masing masing hasil pengujian. Dari pengumpulan data akan dianalisa korelasi dari hasil pengujian yang telah dilakukan sebelumnya. Setelah dianalisa akan dibuat kesimpulan dari korelasi hasil pengujian.

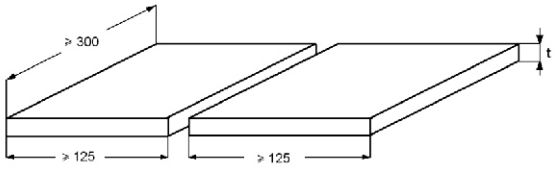
3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Material yang digunakan diuji spektrometri yang dilakukan di Politeknik Manufaktur Bandung, dan hasil analisa yang diperoleh dari uji *spektrometri* yaitu C 0.05871; Si 0.14271; S 0.00196; P 0.0064; Mn 0.24906; Ni 0.05924; Cr 0.03306; Mo 0.01017; V --; Cu 0.16031; W 0.00244; Ti 0.00175; Sn 0.01576; Al 0.01906; Pb 0.00135; Sb --; Nb --; Zr --; Zn 0.0034; Fe 99.23961

Berdasarkan dari data yang diperoleh dari uji *spektrometri*, maka dapat disimpulkan bahwa benda kerja ini :

1) Tergolong SAE 1006. Berdasarkan standard *AISI-SAE Specifications*, baja dengan kadar karbon kurang dari 0.08 % atau maksimal 0.08 % adalah termasuk SAE 1006.
2) Tergolong baja karbon rendah, karena kadar karbonnya lebih rendah dari 0.2 %.
3) Tegolong baja *Hypo Eutektoid*, karena kadar karbonnya lebih rendah dari 0.8 %.
4) Tergolong baja paduan rendah, karena unsur pemadunya kurang dari 10 %.

Pemotongan benda kerja las mengacu pada standar ISO 9606-1:2002 (E)



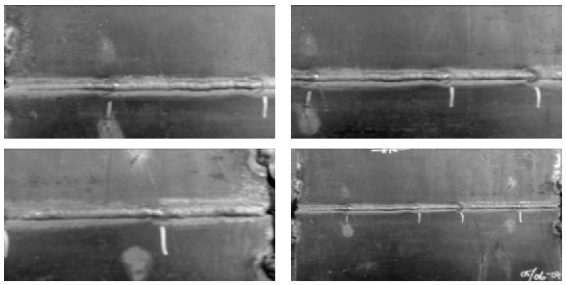
Gambar 4: *Dimensi benda kerja*

Welding procedure specification **(WPS)**

Welding procedure specification merupakan catatan nilai aktual dari *essential variables* dan variabel variabel lainnya yang digunakan oleh juru las dalam melakukan proses pengelasan sesuai standar internasional. Data pada lembar WPS diisi oleh seorang *Welding Engineer* antara lain lokasi pengelasan, nama welder, proses pengelasan, gambar jenis sambungan dan metodenya, rincian proses pengelasan dan lain-lain yang harus disetujui oleh pimpinan dan penguji.

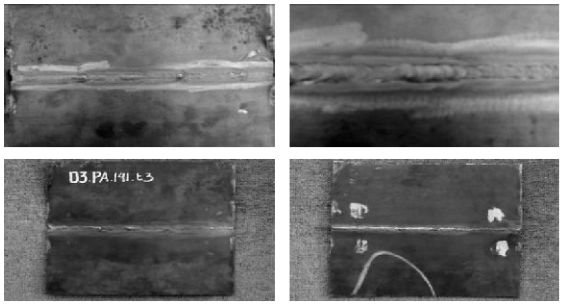
Hasil pengelasan

1. ***Arus 70 A***



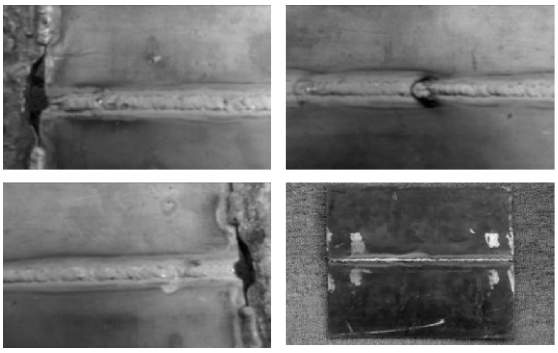
Gambar 5. *Hasil pengelasan arus 70 A*

2. ***Arus 80 A***



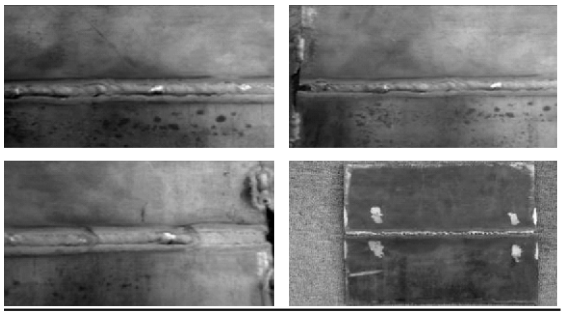
Gambar6. *Hasil pengelasan arus 80 A*

3. *Arus 90 A*



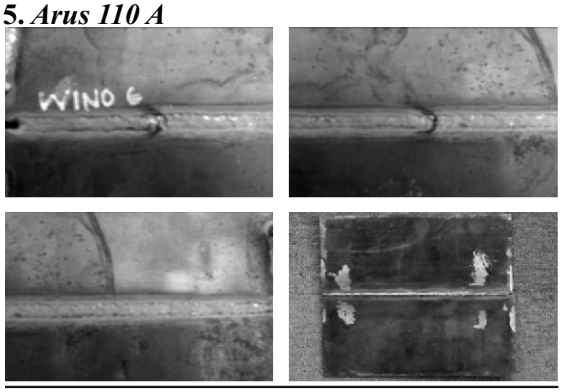
Gambar 7. *Hasil pengelasan arus 90 A*

4. *Arus 100 A*



Gambar 8. *Hasil pengelasan arus 100 A*

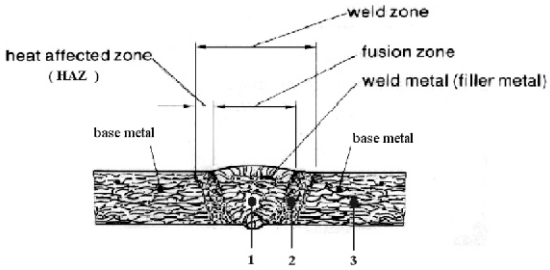
5. *Arus 110 A*



Gambar 9. *Hasil pengelasan arus 110 A*

Metallography

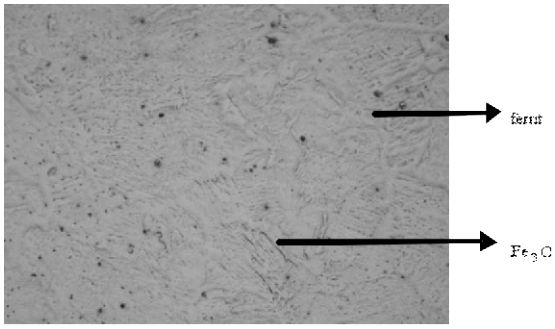
Dalam foto struktur mikro akan di lakukan di tiga tempat atau titik untuk masing-masing variasi arus yaitu: *Weld metal,* HAZ dan logam induk



Gambar 10: Posisi *struktur mikro*

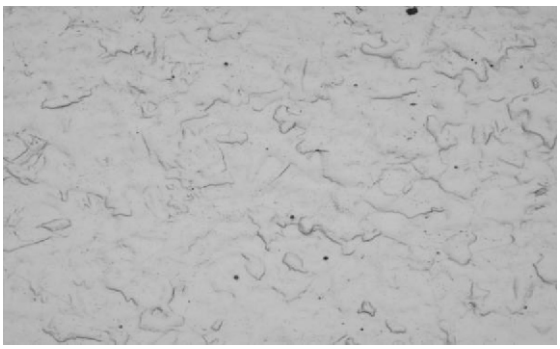
Hasil *metallography* daerah logam induk untuk benda kerja hasil pengelasan dengan arus 70 A, 80A, 90A, 100A, dan 110A sama. Hal ini dikarenakan daerah logam induk tidak terpengaruh oleh panas yang dihasilkan pada saat proses pengelasan. Fasa yang berada pada logam induk adalah *ferrit*.

Gambar 11. Hasil *metallography* pada logam induk



Gambar 12. *Hasil Metallografi pada daerah weld metal*

Gambar 13. *Hasil Metallografi pada daerah batas butir*



Gambar 14. *Hasil Metallografi pada daerah butir halus*

Analisa data hasil metallography

Berdasarkan data-data yang diperoleh dari hasil *metallography*, maka dapat diamati bahwa struktur mikro dari masing-masing daerah (baik daerah lasan, butir halus, dan logam induk) untuk masing-masing variasi arus adalah sama. Fasa pada daerah *weld metal* terdiri dari ferrit dan *cementite* (Fe3C). Fasa dari daerah butir halus berupa ferrit namun jika dibandingkan dengan ferrit yang terdapat pada logam induk, ukuran butir ferrit pada butir halus lebih besar daripada pada ukuran butir ferrit pada logam induk.

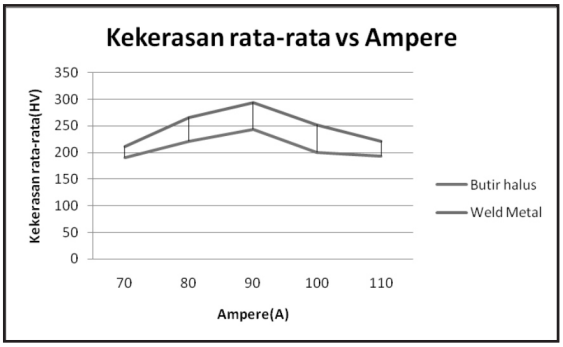
Struktur mikro pada daerah *weld metal* memiliki harga kekerasan yang lebih tinggi jika dibandingkan dengan struktur mikro yang ada pada daerah butir halus dan struktur mikro yang ada pada daerah logam induk.

Pengujian

Uji Keras

Hasil yang diperoleh dari uji keras pada daerah logam induk dengan metoda Vickers menggunakan *Micro Hardness Machine* untuk benda kerja hasil pengelasan dengan arus 70 A, 80A, 90A, 100A, dan 110A mempunyai nilai kekerasan sama sebesar 183,3 HV, karena daerah logam induk tidak terpengaruh panas yang dihasilkan pada saat proses pengelasan.

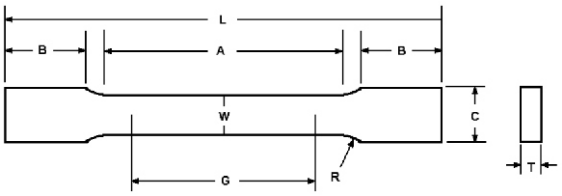
Grafik hasil uji keras pada benda kerja hasil pengelasan



Gambar 15. *Grafik perbandingan kekerasan (HV) vs Ampere (A)*

Uji Tarik

Specimen uji tarik mengacu pada standar pengujian ASTM E.8



Gambar 16: *Dimensi specimen uji tarik*

Ket: ukuran dalam mm

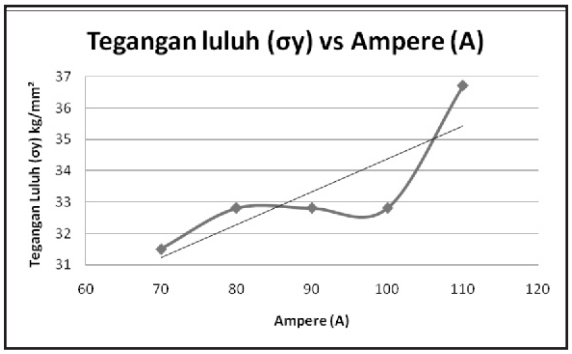
L: 200 R: 12.5 W: 12.7 B: 58

T: 10 C: 20A: 68

Tabel dan grafik hasil uji tarik dalam bentuk grafik tegangan luluh (σ_y) vs Ampere (A)

Tabel 1. Tabel hasil uji antara tegangan luluh (σ_y) vs Ampere (A)

A	70	80	90	100	110
σ_y	31.4961	32.8084	32.8084	32.8084	36.7454

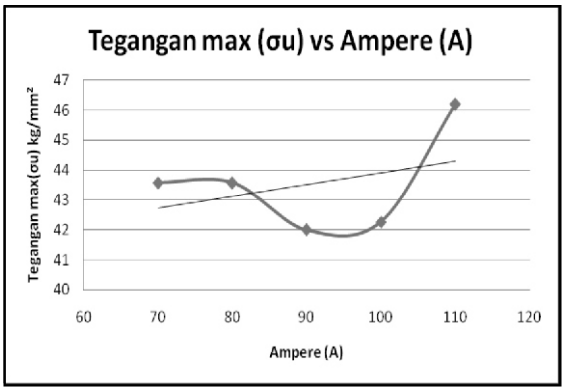


Gambar 17. Grafik uji tarik antara tegangan luluh vs Ampere

Tabel dan grafik hasil uji tarik dalam bentuk grafik tegangan maksimum (σ_u) vs Ampere (A)

Tabel 2. Tabel hasil uji antara tegangan maksimum (σ_u) vs Ampere (A)

A	70	80	90	100	110
σ_u	43.5696	43.5696	41.9948	42.2572	46.1942



Gambar 18. Grafik uji tarik antara tegangan maksimum vs Ampere

4. KESIMPULAN

1. Arus merupakan satu hal yang sangat penting dalam pengelasan, hal ini dikarenakan besar arus sangat menentukan temperatur pengelasan. Besarnya temperatur pengelasan akan mempengaruhi laju pendinginan. Laju pendinginan akan sangat mempengaruhi struktur mikro dari Hasil Pengelasan lasan. Oleh karena itu besarnya arus pengelasan sangat mempengaruhi kualitas hasil pengelasan.
2. Harga kekerasan daerah lasan lebih besar dari daerah butir halus dan daerah logam induk.
3. Besar arus yang paling optimum untuk pengelasan TIG menggunakan pelat dengan tebal 3mm, tungsten Ø 2,4 mm, filler Ø 2,4 mm dengan spesifikasi AWS A5. 18 ER 70S-2, gas argon, *gassflow* 12 CFH adalah arus 80 A-100 A. Hal ini sesuai data spesifikasi alat.
4. Daerah benda uji yang putus pada saat uji tarik adalah daerah benda uji yang memiliki harga kekerasan paling rendah jika dibandingkan dengan daerah lasan dan batas butir, yaitu daerah logam induk.
5. Dari grafik uji tarik dapat dilihat semakin tinggi arus maka semakin tinggi tegangan luluhnya dan tegangan maksimumnya, menunjukkan peningkatan sifat mekanis bila pengelasan dilakukan dengan arus lebih tinggi

DAFTAR PUSTAKA

1) ASME IX
2) ASTM VIII
3) **Andrew D. Althouse, Carlo H. Turnquist, William A. Bowditch, Kevin E. Bowditch**, *Modern Welding, The Goodheart- Willcox Company, Inc,* South Holland, Illinois, 1980.
4) *Hand Book Metal Ninth Edition Volume 9, Metaloghraphy and Microstructure.*
5) *M.L. Lin and T.W. Eagar " Influence of Surface Depression And Convection On Arc Weld Pool Geometry "* dan *" Pressures Produced by Gas Tungsten Arcs "*,1983
6) N. S. Tsai and T.W Eagar " *Distribution of the Heat and Current Fluxes in Gas Tungsten Arcs* ", 1982
7) Standar ISO 9606-1:2002 (E)