

Analisis Sambungan Lasan Logam Besi Tuang Kelabu Dengan Menggunakan Las Oksi Asetilin

Oleh : Tiwan, MT.

Dosen Prodi Teknik Mesin FT UNY

Penelitian ini menitikberatkan pada pengkajian hasil lasan logam besi tuang kelabu dengan menggunakan las oksidasetilin. Adapun tujuannya yaitu untuk mengungkap sifat fisis dan mekanis hasil sambungan yang meliputi kekuatan tarik, kekerasan dan struktur mikro dan makro pada daerah lasan.

Metode penelitian dengan eksperimen, dimulai dengan menyiapkan benda kerja, membuat prosedur pengelasan (*Welding Procedure Standard*), proses pengelasan dan pengujian hasil lasan. Bahan yang disambung yaitu logam besi tuang kelabu FC 20. Metode pengelasan yang digunakan menggunakan las oksidasetilin. Bahan tambah yang digunakan berupa ring piston mobil bekas. Ukuran specimen yaitu panjang 50 mm, lebar 22 mm dan tebal 5 mm. Pengujian yang dilakukan meliputi: pengujian tarik dengan standar ASTM E-8, pengujian kekerasan pada daerah lasan dengan micro hardness Vickers, struktur mikro dan struktur makro.

Berdasarkan hasil penelitian diperoleh bahwa kekuatan tarik sambungan antara 122 – 160 N/mm². Nilai kekerasan pada daerah lasan bervariasi antara 150 – 200 VHN, sedangkan pada daerah HAZ mencapai kekerasan maksimal hingga 350 VHN. Terjadi perubahan struktur mikro dari daerah lasan hingga daerah HAZ. Pada daerah lasan terbentuk fasa pearlite, sedangkan pada daerah HAZ terbentuk fasa martensit. Berdasarkan hasil pengamatan dan data hasil penelitian pengelasan oksidasetilin dengan bahan tambah ring piston mobil bekas dapat digunakan.

Kata Kunci : Daerah lasan, Las oksidasetilin, Besi tuang kelabu, Fisis, Mekanis, Bahan tambah, HAZ, Kekuatan tarik, Kekerasan.

1. Pendahuluan

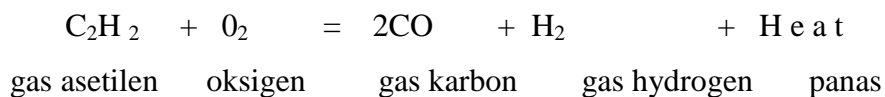
Pengelasan yang banyak digunakan pada saat ini yaitu pengelasan dengan cara mencairkan bahan dasar dan bahan tambah. Las semacam ini sering disebut dengan las fusi. Las fusi dapat dibagi menjadi dua jenis yaitu las busur listrik dan las gas. Las busur listrik masukan panas diperoleh dari energi listrik. Apabila dua kutub listrik didekatkan maka akan terjadi loncatan elektron pada kedua permukaan tersebut dan akan menimbulkan panas yang akhirnya mampu melelehkan logam. Prinsip ini yang digunakan dalam pencairan bahan dasar dan bahan tambah pada las busur listrik. Sedangkan las gas sumber panas diperoleh dari pembakaran gas asetililin dan gas oksigen. Kedua gas ini membentuk campuran dan akan menghasilkan nyala api yang mampu mencairkan logam dasar dan bahan tambah.

Dalam proses penyambungan logam tidak cukup hanya dilihat dari bisa tidaknya benda yang disambung melekat. Untuk mengetahui hasil yang lebih meyakinkan maka perlu

dilihat mengenai kekuatan sambungan, perubahan sifat pada daerah sambungan, struktur pada sambungan dan fasa yang terbentuk pada daerah sambungan. Berdasarkan fakta tersebut cukup menarik untuk meneliti karakteristik sambungan besi tuang kelabu dengan menggunakan las gas oksidasi asetilen. Karakteristik yang perlu diteliti meliputi bagaimana kekuatannya, apakah memenuhi standar kekuatan material dasarnya. Selain itu juga perlu dilihat bagaimana kekerasan dan bentuk struktur pada daerah sambungan, apakah getas, terjadi retakan atau tidak dan fasa apa yang terbentuk. Untuk itu perlu dilakukan penelitian karakteristik sambungan besi tuang kelabu yang dilas dengan menggunakan las oksidasi asetilen.

2. Tinjauan Pustaka

Las oksidasi-asetilen adalah salah satu macam cara pengelasan cair dengan gas atau biasa disebut las gas, di mana nyala api untuk mencairkan logam yang akan disambung diperoleh dengan membakar gas asetilen dengan O_2 . Gas asetilen dihasilkan oleh reaksi kalsium karbida dengan air. Reaksi pembakaran yang terjadi pada ujung brander adalah sebagai berikut.^{3,5)}



Keuntungan las oksidasi-asetilen dibanding proses las yang lain adalah pengelas dapat mengontrol dengan mudah panas yang masuk ke benda kerja, busur kawah yang terbentuk dan volume endapan lasan, karena bahan tambah terpisah dari sumber panas. Keterbatasannya adalah tidak ekonomis untuk pengelasan benda kerja tebal dan besar serta kurang sesuai untuk benda kerja yang reaktif terhadap gas bahan bakar maupun yang dihasilkan dari proses pembakaran.

Besi tuang kelabu mempunyai struktur pearlite dengan graphite berbentuk flake.¹⁾ Besi tuang jenis ini memiliki kekuatan yang moderat, peredam yang baik, mampu mesinnya baik namun keuletannya jelek. Besi tuang kelabu memiliki kadar karbon 2 sampai 4 %, 1 – 3 5 Si dan maksimal 1 % Mn, memiliki kekuatan tarik sampai 275 MPa.^{3,4)} Bahan ini dapat disambung dengan proses pengelasan. Proses pengelasan besi tuang dengan perlakuan khusus agar tidak terjadi retak pada saat pendinginan.

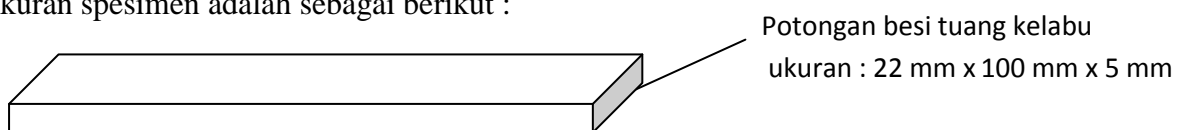
Pengelasan besi tuang dengan las oksidasi-asetilen adalah dengan menggunakan nyala api netral dan bahan yang akan di las dipanaskan terlebih dahulu sampai membara. Ujung inti nyala dikenakan pada permukaan bahan sementara itu pembakar digerakkan melingkar memanas bahan dasar dan kawat las.

Bahan tambah atau kawat las yang digunakan pada pengelasan besi tuang kelabu adalah dari bahan jenis yang sama yaitu besi tuang kelabu dengan tambahan fluks yang berfungsi untuk memperbaiki sifat sambungan las, derajat kecairan logam cair, untuk menahan pelarutan gas atau untuk menghindari oksidasi pada logam cair. Fluks pada pengelasan ini biasanya adalah campuran antara boraks serbuk gelas dan asam borik, boraks dan natrium boraks.³⁾

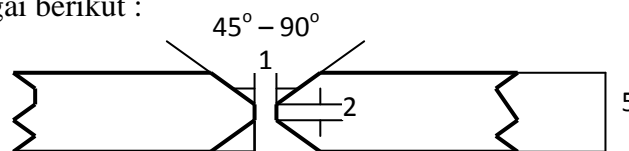
3. Metode Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan dengan metode eksperimen. Proses penyambungan dengan proses las oksidasi asetilen, dengan menganut cara pengelasan besi tuang kelabu. Bahan yang digunakan adalah besi tuang kelabu yang dipotong kemudian dilas dengan ukuran panjang 100 mm, lebar 22 mm dan tebal 5 mm. Bahan tambah dari ring piston kompresi mobil bekas. Gas yang digunakan campuran gas asetilen dan oksigen. Brander yang digunakan no 6.³⁾

Ukuran spesimen adalah sebagai berikut :



Desain kampuhnya sebagai berikut :



Gambar 1. Spesimen uji

Alat dan Perlengkapan yang digunakan meliputi : Seperangkat peralatan las oksidasi asetilen, Seperangkat alat potong, Seperangkat alat polish, Alat uji tarik Universal testing Machine, Alat uji kekerasan microhardness Vickers, dan Mikroskop optik.⁷⁾ Uji tarik dilakukan dengan merujuk standar ASTM E-8.²⁾

4. Hasil dan Pembahasan

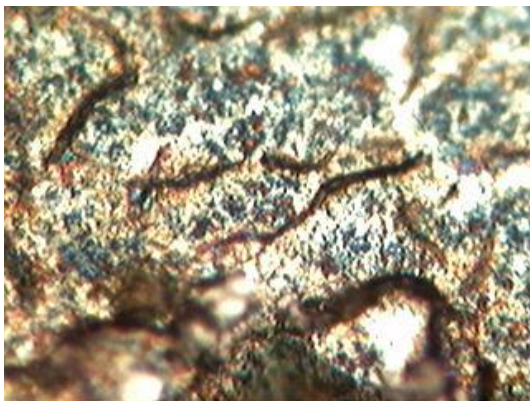
Kekuatan Tarik

Pengujian tarik dilakukan untuk mengetahui kekuatan daerah sambungan. Selain itu juga sebelumnya dilakukan pengujian kekuatan tarik pada material dasarnya. Pengujian tarik pada material dasar diperoleh data sebagai berikut.

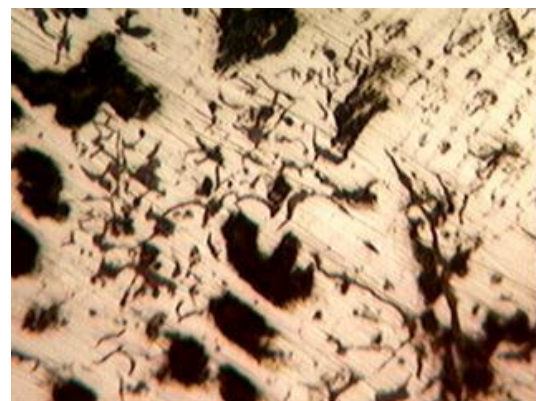
Tabel 1. Hasil uji tarik material dasar besi tuang kelabu

Pengujian Mekanis	Uji Tarik beban statis
Mesin Uji	Universal Testing Machine
Standard Uji	ASTM E-8
Spesimen	Plat ukuran normal
Luas penampang (A)	60 mm ²
Gauge length (L)	60 mm
Gaya maksimal (F)	9200 N
Perpanjangan maksimal (ΔL)	3 mm
Tegangan tarik maksimal (σ_{maks})	153 N/mm ²
Regangan maksimal (ϵ)	5 %
Modulus Elastisitas (E)	3060N/mm ²

Sedangkan struktur mikro material dasar terlihat pada gambar 2. Berdasarkan data struktur mikro dapat diketahui bila logam induk termasuk jenis besi tuang kelabu. Hal ini dapat diidentifikasi dari warna dan bentuk strukturnya. Pada struktur mikro terdapat grafit lonjong. Sedangkan melihat kekuatan tarik maka dapat diterangkan bila logam induk terbuat dari material besi tuang kelabu A48 kelas 20. Besi tuang kelabu jenis ini memiliki kekuatan tarik sekitar 138 N/mm²



Gambar 2. Struktur mikro bahan dasar (400X)



Gambar 3. Struktur mikro bahan tambah (400X)

Bahan tambah yang digunakan ring piston bekas. Kekerasan bahan tambah yaitu 600 VHN. Berdasarkan hasil pengamatan dan pengujian struktur mikro bahan dari ring piston adalah besi tuang putih. Pada bagian luar yang bergesekan dengan silinder dilapisi material

yang tahan aus. Material yang digunakan untuk melapisi biasanya terdiri molibdenum. Struktur mikro bahan tambah dapat dilihat pada gambar 3.

Berikut merupakan hasil pengujian sambungan lasan besi tuang kelabu. Pengelasan dengan oksasi asitelin menggunakan bahan tambah ring piston bekas.

Tabel 2. Hasil Pengujian Tarik Lasan besi tuang kelabu dengan bahan tambah ring piston bekas

No	σ max (N/mm ²)	ϵ max	Modulus Elastisitas	Lokasi patah
1	147,67	0,05	2953,4	HAZ
2	160,17	0,06	2669,5	HAZ
3	144,83	0,06	2413,8	Lasan
4	122,50	0,06	2041,6	Lasan
5	138,67	0,05	2773,4	Lasan
6	126,25	0,06	2104,1	Lasan
7	146,45	0,05	2929	HAZ

Berdasarkan data pengujian di atas dapat kita ketahui bila kekuatan tarik hasil lasan antara 122 – 160 N/mm². Bila dibandingkan dengan hasil pengujian logam induknya maka hasilnya sedikit dibawahnya. Hal ini wajar karena dalam proses pengelasan biasanya terjadi perubahan sifat kekuatan terutama pada daerah yang terpengaruh panas atau *Heat Affected Zone* (HAZ). Apalagi yang dilas adalah besi tuang dimana mengandung karbon yang tinggi. Adanya pemanasan dan pendinginan maka akan terjadi perubahan fasa. Pada besi tuang sangat mudah terbentuk daerah martensit. Martensit ini sifatnya lebih getas.

Struktur Daerah Sambungan

Pada daerah sambungan merupakan daerah yang paling rawan dalam proses sambungan las. Pada daerah sambungan terjadi proses pencairan dan pembekuan, sehingga akan terjadi perubahan sifat material secara fisis dan mekanis. Selain itu ada daerah HAZ yang mana pada daerah tersebut tidak terjadi pencairan namun terjadi pemanasan setempat. Akibat pemanasan yang tinggi juga akan merubah sifat dan struktur material.

Struktur daerah sambungan dilihat dari struktur makro adalah sebagai berikut.

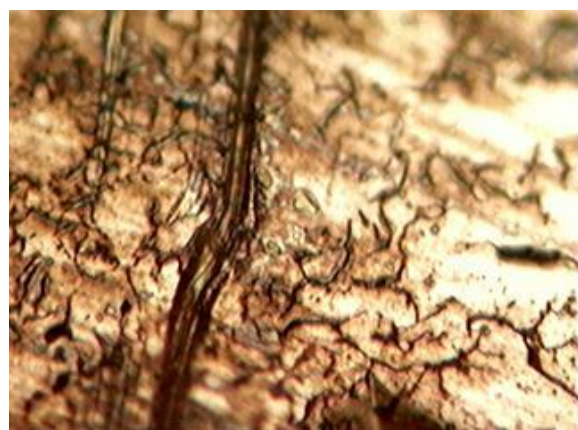


Gambar 5. Struktur makro sambungan las

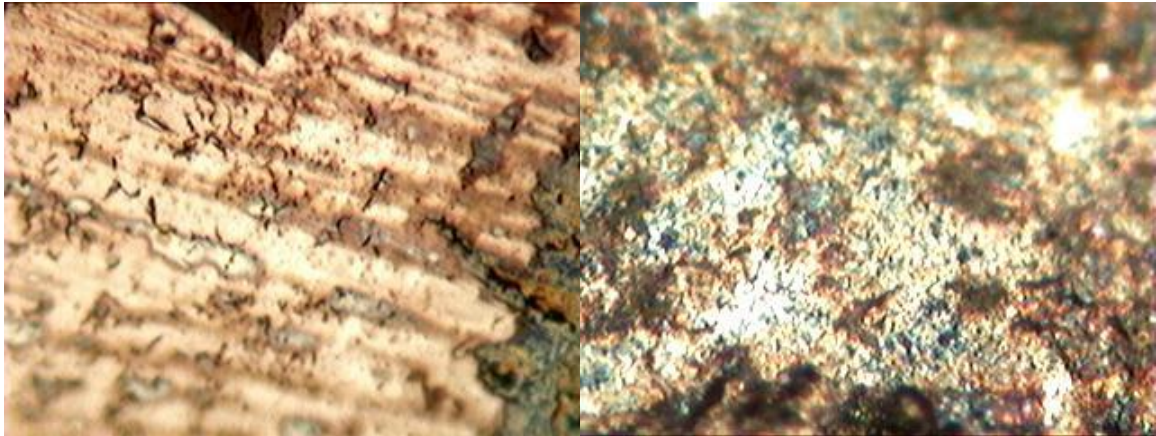
Pada gambar diatas dapat terlihat dengan jelas perbedaan daerah lasan dan daerah logam induk. Daerah logam induk yang dekat dengan daerah lasan merupakan daerah HAZ. Pada daerah lasan terjadi proses pencairan bahan tambah dan logam induk. Bila dikaji lagi sebenarnya pada daerah lasan ada dua daerah yang penting yaitu daerah dimana pencairan bahan tambah yang mencair sempurna dan daerah dimana terjadi pencampuran logam dasar dan bahan tambah. Pada daerah yang cair sempurna struktur akan terbentuk struktur coran, dimana terbentuknya dendritik pada awal pembekuan. Pada daerah ini sifatnya mendekati sifat coran, karena pada daerah tersebut ada pencairan dan pembekuan. Pada daerah campuran akan terjadi paduan dari bahan tambah dan bahan dasar.



Gambar 6. Struktur mikro pada daerah tengah lasan (400X)

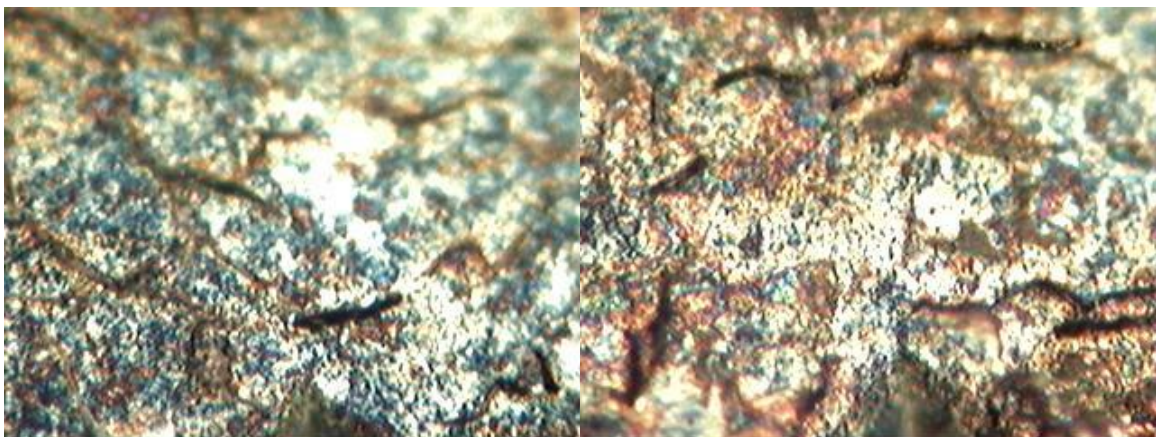


Gambar 7. Struktur mikro pada daerah lasan dekat logam induk (400X)



Gambar 8. Daerah *Fusi Line*

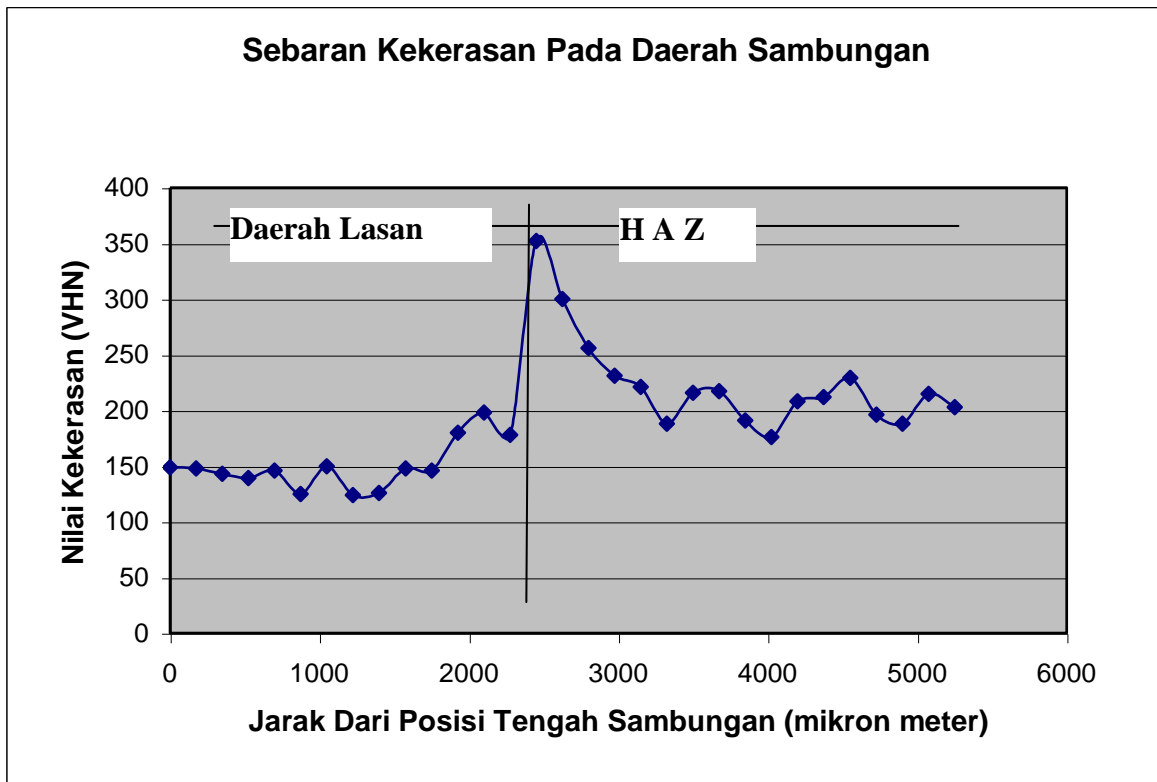
Pada daerah HAZ merupakan daerah yang sangat rawan pada sambungan las, karena pada daerah ini terjadi ketidak seimbangan struktur. Pada daerah HAZ kalau dikaji sebenarnya terdiri dari daerah yang mengalami pendinginan cepat sampai ke pendinginan lambat atau dari temperatur yang tinggi kerendah. Sehingga fenomena pada daerah HAZ ini akan sama dengan fenomena proses pengerasan dan tempering. Pada daerah yang pemanasan tinggi dan pendinginan yang cepat maka akan terjadi proses pengerasan, sehingga pada bagian tersebut akan menjadi lebih keras. Daerah yang paling keras ini adalah bagian yang paling dekat dengan pencairan. Sedangkan pada bagian yang jauh dari proses pencairan maka pada bagian tersebut akan mengalami pemanasan yang relatif rendah dan peristiwanya sama dengan proses tempering. Pada bagian ini akan terjadi penurunan kekerasan.



Gambar 9. Perubahan struktur mikro pada daerah HAZ

Kekerasan Pada Daerah Struktur Sambungan

Untuk melihat bagaimana fenomena sebaran kekerasan pada daerah sambungan dilakukan uji kekerasan dengan menggunakan *micro hardness vickers*. Pengujian dilakukan pada daerah lasan. Adapun sebaran kekerasan dapat dilihat pada grafik berikut



Gambar 10. Grafik pengujian kekerasan pada daerah struktur sambungan lasan

Yang menarik dari data di atas terlihat bila pada daerah awal memasuki HAZ nilai kekerasan meningkat tajam. Pada daerah ini dominan terbentuk fasa martensit, sehingga kekerasannya tinggi. Pada daerah inilah yang paling rawan pada struktur lasan. Akibat terjadi ketidak seimbangan fasa dan sifat mekanis maka akan terjadi retak.

5. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian maka dapat diambil suatu kesimpulan bila ring bekas piston dapat digunakan sebagai bahan tambah untuk pengelasan bahan dasar besi tuang kelabu dengan pengelasan oksasi asitelin. Kekuatan tarik sambungan antara 122 – 160 N/mm². Struktur daerah sambungan membentuk daerah lasan dan daerah HAZ. Antara daerah lasan

dan daerah HAZ terjadi perubahan struktur mikro. Demikian juga pada daerah sambungan terjadi variasi kekerasan. Pada daerah awal HAZ terjadi lonjakan kekerasan hingga mencapai 350 VHN. Sedangkan kekerasan pada daerah lasan sekitar 150 VHN dan logam induk 200 VHN.

Daftar Pustaka

1. ASM Handbook, Vol. 3, *Alloy Phase Diagram*, ASM International , Material Park, OH, 1992.
2. ASM Handbook, *Mechanical testing, Volume 8*, Fifth printing, 1995.
3. ASM Handbook, *Welding and Brazing, Volume 6, Welding of Cast Irons*, second printing, 1995
4. Callister, W.D., *Material science and engineering*, John Wiley & Sons, Inc. Canada, 1997.
5. Kodama,S. Ichiyama, Y. Arc sensor sensitivity in short circuiting metal active gas welding with high speed torch oscillation. *Science Technology of Welding & Joining*, Volume 11, Number 1, 2006.
6. Shimizu, Itoh,K. Feedability of wires during metal active gas welding, *Science Technology of Welding & Joining*, Volume 11, Number 1, 2006.
7. Voort, G F. V, *Metallography Principle and Practice*, McGraw-Hill, 1984.