



UTB
UNIVERSITAS
TULANG BAWANG
LAMPUNG
BANDAR LAMPUNG

PROGRESS

JURNAL ILMU SOSIAL DAN ILMU POLITIK

ISSN : 053 – 6678

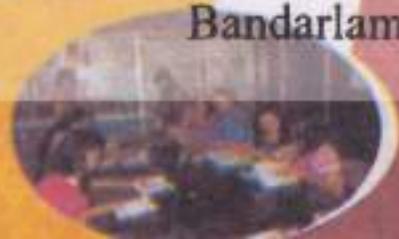
Nomør :32/Th XIV/Pebruari/2009

- | | | |
|--------------------------------|--|----|
| | 1. Efektivitas Dan Hambatan Komunikasi Dalam Kelompok Arisan Wanita | 1 |
| | Hasan Basri | |
| | 2. Pengawasan Kekuasaan Eksekutif Dalam Negara Hukum | 9 |
| | Hidayat Zakie | |
| | 3. Penghematan Sumber Daya Dalam Penanganan Sampah Kota ... | 19 |
| | Heru Winarno | |
| Lab. Bahasa | 4. Uji Kemampuan Dan Kepatutan Bagi Komisaris Bank Dalam Rangka Good Corporate Governance (GCG) Bagi Perbankan Indonesia | 25 |
| | Achmad Zahruddin | |
| Lab. Analisis Data dan Informa | 5. Pengaruh Profitabilitas Terhadap Struktur Modal Pengujian Pecking Order Theory (Study Pada Perusahaan Pertambangan Batubara Yang Terdaftar Di Bursa Efek Indonesia Tahun 2000-2007) | 35 |
| | Heni Oktaria & Soewito | |
| | 6. Analisis Pelatihan Dan Hubungannya Dengan Kebutuhan Tenaga Kerja Mikro Pada PT. Semen Baturaja (Persero) Pabrik Di Panjang Bandar Lampung | 46 |
| | Hassan Bastie | |
| Internet | 7. Produksi Komposit Serat Kulit Kayu Gelam – serat Gelas Dengan Menggunakan Metode Sandwiched Laminates | 56 |
| | Tarkono | |
| | 8. Pengaruh Kelembaban Elektroda Las Terhadap Kekuatan Tarik Multipass Welding baja Aisi 1020 | 63 |
| | Sugiarto | |
| | 9. Hambatan Penerapan Standar Akuntansi Pemerintahan | 71 |
| | Surtiah | |
| | 10. Paradigma Pengembangan Industri Peternakan (Mewujudkan Lampung Sebagai Lumbung Ternak) | 78 |
| | M. Machrus | |

join us,

be the best

Fakultas Ilmu Sosial dan Ilmu Politik
Universitas Tulang Bawang (UTB) Lampung
Bandarlampung



PROGRESS

JURNAL ILMU SOSIAL DAN ILMU POLITIK

ISSN : 053 – 6678

Nomor :32/Th XIV/Pebruari/2009

1. Efektivitas Dan Hambatan Komunikasi Dalam Kelompok Arisan Wanita	1
Hasan Basri	
2. Pengawasan Kekuasaan Eksekutif Dalam Negara Hukum	9
Hidayat Zakié	
3. Penghematan Sumber Daya Dalam Penanganan Sampah Kota ...	19
Heru Winarno	
4. Uji Kemampuan Dan Kepatutan Bagi Komisaris Bank Dalam Rangka Good Corporate Governance (GCG) Bagi Perbankan Indonesia	25
Achmad Zahrudin	
5. Pengaruh Profitabilitas Terhadap Struktur Modal Pengujian <i>Pecking Order Theory</i> (Study Pada Perusahaan Pertambangan Batubara Yang Terdaftar Di Bursa Efek Indonesia Tahun 2000-2007)	35
Heni Oktaria & Soewito	
6. Analisis Pelatihan Dan Hubungannya Dengan Kebutuhan Tenaga Kerja Mikro Pada PT. Semen Baturaja (Persero) Pabrik Di Panjang Bandar Lampung	46
Hassan Basrie	
7. Produksi Komposit Serat Kulit Kayu Gelam – serat Gelas Dengan Menggunakan Metode Sandwiched Laminates	56
Tarkono	
8. Pengaruh Kelembaban Elektroda Las Terhadap Kekuatan Tarik Multipass Welding baja Aisi 1020	63
Sugianto	
9. Hambatan Penerapan Standar Akuntansi Pemerintahan	71
Surtiah	
10. Paradigma Pengembangan Industri Peternakan (Mewujudkan Lampung Sebagai Lumbung Ternak)	78
M. Machrus.	

Fakultas Ilmu Sosial dan Ilmu Politik
Universitas Tulang Bawang (UTB) Lampung
Bandarlampung

PROGRESS

JURNAL ILMU SOSIAL DAN ILMU POLITIK

Pelindung/Penaschat	:	Rektor UTB Lampung
Pemimpin Umum	:	Drs. Pirhan Ismar, MM
Ketua Penyunting	:	Drs. Rusdan, M.Si
Anggota Penyunting	:	1. Drs. Djoko Lelono, MM 2. Drs. Hi. Achmad Zahrudin, MM 3. Drs. Hi. Achmad Mulyono, MH 4. Drs. Soewito, MM 5. Drs. Hasan Basri, M.Si 6. Drs. Soebandryo 7. Drs. Fachruddin, TA
Penyunting Pelaksana	:	1. Suhaimi, S.Sos 2. Anwar, S.Sos
Tata Usaha	:	Rosidah, S.Sos

Fakultas Ilmu Sosial dan Ilmu Politik
Universitas Tulang Bawang (UTB) Lampung
Bandarlampung

PROGRESS

JURNAL ILMU SOSIAL DAN ILMU POLITIK

ISSN : 053 – 6678

Nomor :32/Th XIV/Pebruari/2009

DAFTAR ISI

DARI REDAKSI

halaman

1. Efektivitas Dan Hambatan Komunikasi Dalam Kelompok Arisan Wanita	1
Hasan Basri	
2. Pengawasan Kekuasaan Eksekutif Dalam Negara Hukum	9
Hidayat Zakie	
3. Penghematan Sumber Daya Dalam Penanganan Sampah Kota ...	19
Heru Winarno	
4. Uji Kemampuan Dan Kepatutan Bagi Komisaris Bank Dalam Rangka Good Corporate Governance (GCG) Bagi Perbankan Indonesia	25
Achmad Zahruddin	
5. Pengaruh Profitabilitas Terhadap Struktur Modal Pengujian <i>Pecking Order Theory</i> (Study Pada Perusahaan Pertambangan Batubara Yang Terdaftar Di Bursa Efek Indonesia Tahun 2000-2007)	35
Heni Oktaria & Soewito	
6. Analisis Pelatihan Dan Hubungannya Dengan Kebutuhan Tenaga Kerja Mikro Pada PT. Semen Baturaja (Persero) Pabrik Di Panjang Bandar Lampung	46
Hassan Basrie	
7. Produksi Komposit Serat Kulit Kayu Gelam – serat Gelas Dengan Menggunakan Metode Sandwiched Laminates	56
Tarkono	
8. Pengaruh Kelembaban Elektroda Las Terhadap Kekuatan Tarik Multipass Welding baja Aisi 1020	63
Sugianto	
9. Hambatan Penerapan Standar Akuntansi Pemerintahan.....	71
Surtiah	
10. Paradigma Pengembangan Industri Peternakan (Mewujudkan Lampung Sebagai Lumbung Ternak)	78
M. Machrus.	

Fakultas Ilmu Sosial dan Ilmu Politik
Universitas Tulang Bawang (UTB) Lampung
Bandarlampung

PROGRESS

JURNAL ILMU SOSIAL DAN ILMU POLITIK

ISSN : 053 – 6678

Nomor : 30/Th XIII. Pebruari/2008

Dari Redaksi

Sebagaimana edisi-edisi sebelumnya, Jurnal Progress edisi ini menampilkan beragam tulisan menarik dari berbagai sudut pandang, dengan warna telaah yang berkarakter latar belakang penulis.

Hasan Basri mencoba mengungkapkan secara lugas tentang fenomena yang terjadi pada kelompok arisan wanita dari aspek komunikasi, mencoba menguak tentang efektivitas dan hambatan berkomunikasi antar anggota arisan. Sedangkan Hidayat Zakie sebagai pemerhati masalah hukum, mencoba melihat hubungan kewenangan dari lembaga tinggi negara dalam perspektif pengawasan antar lembaga. Selanjutnya Heru Winarno, berupaya mengkaji masalah aktual penanganan sampah di Bandarlampung dengan memanfaatkan energi, ruang dan waktu. Dari objek telaah yang berbeda, Achmad Zahrudin, membuat telaahan yang bersifat aktual tentang *fit and profer test* komisaris Bank sebagai salah satu faktor yang mempengaruhi kualitas pengelolaan Perbankan Indonesia.

Pada tulisan berikutnya, Heni Oktaria dan soewito mencoba menguak tentang pengaruh profitabilitas terhadap struktur modal pengujian *Pecking Order Theory*. Sedangkan Hassan Basrie, mencoba mengelaborasi hubungan antara pelatihan dengan kebutuhan tenaga kerja mikro pada PT Semen Baturaja. Pada tulisan lainnya, Tarkono mencoba mengkaji penggunaan metode sandwiched laminates dalam memproduksi komposit serat kulit kayu gelam – serat gelas. Dua tulisan terakhir Surtiah menelaah tentang faktor-faktor yang menjadi penghambat dalam mengimplementasikan standar akuntansi pemerintahan. Akhir tulisan dari M. Machrus mengkaji tentang bagaimana meujudkan lampung sebagai lumbung ternak nasional, melalui bangunan paradigma pengembangan industri peternakan.

Salam redaksi

Penerbit

Fakultas Ilmu Sosial dan Ilmu Politik

Universitas Tulang Bawang (UTB) Lampung

Alamat penerbit/Redaksi : Jl. Gajahmada No.34 Kotabaru Tanjungkarang Timur
Bandarlampung 35121

PENGARUH KELEMBABAN ELEKTRODA LAS TERHADAP KEKUATAN TARIK *MULTIPASS WELDING* BAJA AISI 1020

Sugianto

Staf Pengajar Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Lampung
e-mail pd3t@unila.ac.id dan soegijanto_mesin@yahoo.com

Abstrak

Pada saat sekarang ini pengelasan merupakan pelaksanaan pengerjaan yang sangat penting dalam teknologi produksi dengan bahan baku logam. Dari perkembangannya yang pesat telah banyak teknologi baru yang ditemukan, sehingga boleh dikatakan tidak ada logam yang tidak dapat dilas dengan cara-cara yang ada pada saat ini. Salah satu baja yang banyak digunakan dalam pengelasan adalah baja karbon rendah. Baja karbon rendah (salah satu jenis baja karbon yang memiliki kandungan karbon dibawah 0,3 %) merupakan baja yang banyak digunakan dan memiliki aplikasi yang luas seperti pada konstruksi bangunan dan rangka baja, untuk pipa, dan pada *automotive* sebagai *body* dari mobil. Hal ini disebabkan selain mudah dikerjakan dengan permesinan dan mudah dibentuk, juga memiliki sifat mampu las yang baik [Sack, 1997].

Pada proses pengelasan, spesimen uji tarik baja karbon rendah (*AISI 1020*) yang telah dibuat kumpul las tumpul (*butt weld joint*) beralur V tunggal dilas menggunakan las *SMAW* dengan metode *multipass welding*. Elektroda yang digunakan adalah elektroda dengan diameter 2,6 mm yang ada dipasaran. Sebelum digunakan untuk mengelas elektrodra dikeringkan sehingga kadar airnya menjadi 10%, 12%, 14%, 16%, 18%, 20%.

Kekuatan tarik, kekuatan luluh, dan perpanjangan semakin menurun seiring dengan bertambah besarnya prosentase kelembaban elektroda. Pengelasan dengan kelembaban elektroda 10% menunjukkan kekuatan tarik sebesar 572,775 Mpa, sedangkan ketika elektroda yang digunakan kelembabannya 20% maka kekuatan tariknya hanya 475,001 Mpa. Dengan demikian berarti semakin kering elektroda yang digunakan untuk mengelas maka kekuatan tariknya semakin baik.

Kata kunci : kelembaban elektroda, kekuatan tarik, baja AISI 1020.

Pendahuluan

Berdasarkan definisi dari *Deutsche Industrie Normen* (DIN), las adalah ikatan metalurgi pada sambungan logam atau logam paduan yang dilaksanakan dalam keadaan lumer atau cair. Pada waktu ini telah digunakan lebih dari 40 jenis pengelasan [Wiryosumarto, 1996]. Berbagai metode atau cara pengelasan telah ditemukan untuk membuat proses pengelasan menghasilkan sambungan yang kuat dan efisien, salah satunya *multipass welding*. *Multipass welding*

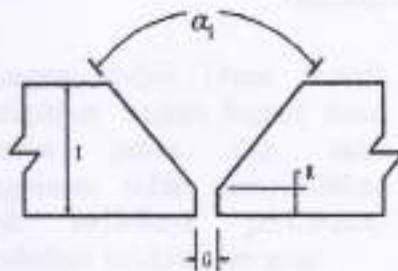
merupakan metode atau cara pengelasan dimana material yang akan dilas diisi dengan *filler metal* dua kali atau lebih [ASM Handbook, 1998]. Pengelasan memberi keuntungan baik itu dalam aspek komersil maupun teknologi, adapun keuntungan dari pengelasan adalah sebagai berikut [Groover, 1996]:

Las busur listrik elektroda terlindung atau lebih dikenal *SMAW* (*shield metal arc welding*) merupakan pengelasan menggunakan busur nyala listrik sebagai panas pencair logam.

Busur listrik terbentuk diantara elektroda terlindung dan logam induk. Karena panas dari busur listrik maka logam induk dan ujung elektroda mencair dan membeku bersama [Wiryosumarto,1996]. Untuk menghasilkan panas yang maksimal maka elektroda perlu dikondisikan sedemikian rupa sehingga kadar hidrogen yang ada pada elektroda sedikit mungkin kadarnya. Dengan pengurangan kadar hidrogen yang ada pada elektroda maka secara otomatis kelembaban elektroda akan semakin kecil.

Tujuan

Pengelasan dengan elektroda berkelembaban rendah agar didapatkan



Gambar 1. Bentuk dan ukuran sambungan las tumpul dengan alur V tunggal.

Ukuran alur pada gambar 1 (alur V tunggal) diambil dari rekomendasi JSSC-1977 (*Japan society of steel construction*) tentang persiapan sisi untuk pengelasan baja dengan busur listrik. Pembuatan kampuh dilakukan dengan cara baja karbon rendah dipotong dengan mesin gergaji dan mesin sekrup sesuai dengan ukuran dan bentuknya.

Jenis las yang digunakan adalah las busur listrik elektroda terlindung (*SMAW*) dengan cara *multipass welding*. Sebelum pengelasan dimulai logam induk harus dibersihkan dari kotoran seperti debu, minyak dan gemuk, karat, air dan lain sebagainya supaya tidak terjadi cacat las. Selanjutnya baja dilas dengan las *SMAW*. Setelah pengelasan

sifat mekanik hasil pengelasan semakin bagus terutama kekuatan tarik dan *elongatio*. Sehingga dapat memperbaiki penurunan kekuatan akibat pengaruh panas pada saat proses pengelasan.

Metodologi

Material yang digunakan dalam penelitian ini adalah baja karbon rendah (*AISI 1020*) dengan ketebalan 12 mm (ketebalan yang banyak dijual di pasaran). Jenis kampuh las yang digunakan adalah sambungan las tumpul (*butt weld joint*) dengan alur berbentuk V tunggal seperti yang ditunjukkan dalam gambar1.

Keterangan:

- R = Kaki akar = 2 mm
- G = Celah akar = 6 mm
- α_1 = Sudut alur = 60°
- t = Tebal = 12 mm

lapis pertama selesai, terak yang terbentuk dibersihkan dengan palu dan sikat baja, baru selanjutnya dilas dan teraknya dibersihkan lagi. Pengelasan dilakukan sampai kampuh lasnya penuh

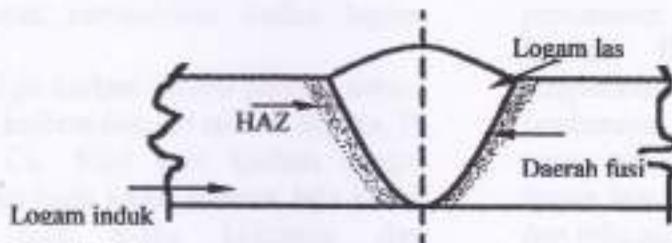
Pengelasan dilakukan dengan menggunakan elektroda berdiameter 2,6 mm. sebelum digunakan untuk mengelas elektroda dikondisikan agar kelembabannya 10%, 12%, 14%, 16%, 18% dan 20%. Setelah proses pengelasan selesai dilakukan tahap selanjutnya adalah pembuatan spesimen uji tarik sesuai standar. Standar yang digunakan yaitu standar *ASTM E-8* mengenai spesimen uji tarik untuk material logam seperti yang ditunjukkan pada gambar 17. Dalam gambar 17 menunjukkan

panjang awal spesimen uji (L_0) adalah 90 mm, lebar awal (W_0) adalah 12,5 mm dan panjang keseluruhan spesimen uji adalah 200 mm. Untuk spesimen foto mikro, baja dipotong sesuai kebutuhan pada daerah yang diprediksi sebagai

daerah *HAZ*. Kemudian baja tersebut dimasukkan ke dalam cetakan untuk dicetak dan dicampur dengan resin. Tujuan pencetakan adalah supaya baja bisa diampelas secara bersamaan pada mesin ampelas.

Tinjauan Pustaka

Pada proses pengelasan terdapat tiga daerah seperti terlihat pada gambar 1.

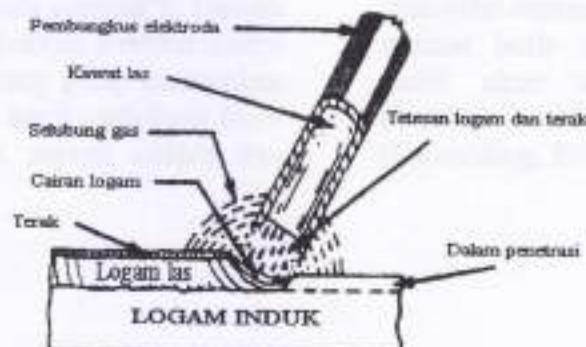


Gambar 2. Daerah lasan

- Logam induk (*base metal*), merupakan bagian logam dasar dimana panas dan suhu pengelasan tidak menyebabkan tidak terjadinya perubahan-perubahan struktur dan sifat.
- Logam las, merupakan bagian dari logam yang pada waktu pengelasan mencair dan membeku.
- Daerah pengaruh panas atau *heat effected zone (HAZ)*, merupakan logam dasar yang bersebelahan logam las yang selama proses pengelasan mengalami siklus termal pemanasan dan

pendinginan cepat (Wiryosumarto, 1996).

Las busur listrik elektroda terlindung atau lebih dikenal *SMAW (shield metal arc welding)* merupakan pengelasan menggunakan busur nyala listrik sebagai panas pencair logam. Busur listrik terbentuk diantara elektroda terlindung dan logam induk seperti ditunjukkan pada gambar 2. Karena panas dari busur listrik maka logam induk dan ujung elektroda mencair dan membeku bersama (Wiryosumarto, 1996).



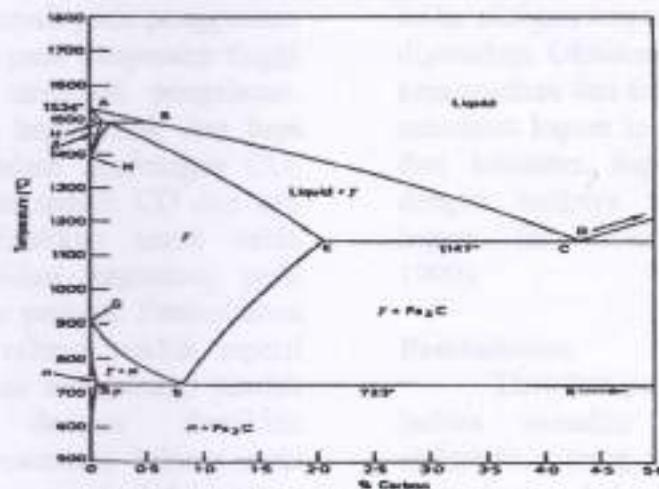
Gambar 3. Las busur listrik elektroda terlindung (*SMAW*)

Prinsip kerja las busur listrik elektroda terlindung yaitu dimulai ketika nyala api elektrik menyentuh ujung elektroda dengan benda kerja, skema las SMAW seperti yang ditunjukkan pada gambar 3. Dua logam yang konduktif jika dialiri arus listrik dengan tegangan yang relatif rendah akan menghasilkan loncatan elektron yang menimbulkan panas yang sangat tinggi, dapat mencapai 5000°C yang dapat mencairkan kedua logam tersebut.

Baja karbon adalah paduan antara besi dan karbon dengan sedikit Si, Mn, P, S, dan Cu. Sifat baja karbon sangat tergantung pada kadar karbon, bila kadar karbon naik maka kekuatan dan

kekerasan juga akan bertambah tinggi. Karena itu, baja karbon dikelompokkan berdasarkan kadar karbonnya (Wiryosumarto, 1996).

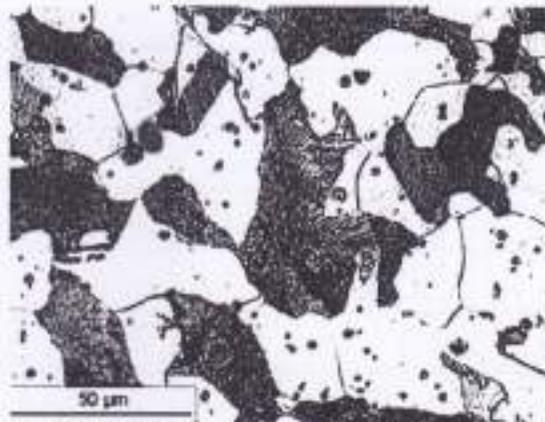
Untuk mengetahui perubahan fasa pada baja karbon dapat dijelaskan dengan menggunakan diagram fasa besi-karbon, seperti ditunjukkan pada gambar 4. Diagram tersebut didasarkan pada transformasi yang terjadi sebagai hasil pemanasan dan pendinginan yang lambat. Besar kecilnya penurunan temperatur dipengaruhi oleh cepat atau lambatnya laju pendinginan. Fasa-fasa yang terdapat pada diagram tersebut antara lain austenit, ferrit, perlit, sementit, dan sebagainya (Gowelding, 2002).



Gambar 4. Diagram fasa besi-karbon.

Baja karbon rendah yang didinginkan secara lambat umumnya memiliki struktur mikro perlit dan ferrit seperti yang ditunjukkan pada gambar 5. Daerah yang terang menunjukkan struktur mikro dari ferrit, daerah yang gelap merupakan perlit, dan titik-titik kecil pada butir ferrit merupakan kotoran seperti oksida dan

sulfida. Perlit merupakan campuran dari ferrit dan besi carbida (sementit). Struktur mikro ini akan mempengaruhi sifat-sifat mekanik dari baja. Mengurangi ukuran butir dan mengurangi jumlah perlit akan meningkatkan kekuatan, *ductility*, dan ketangguhan baja (Gowelding, 2002).



Gambar 5. Struktur mikro baja karbon rendah yang didinginkan secara lambat.

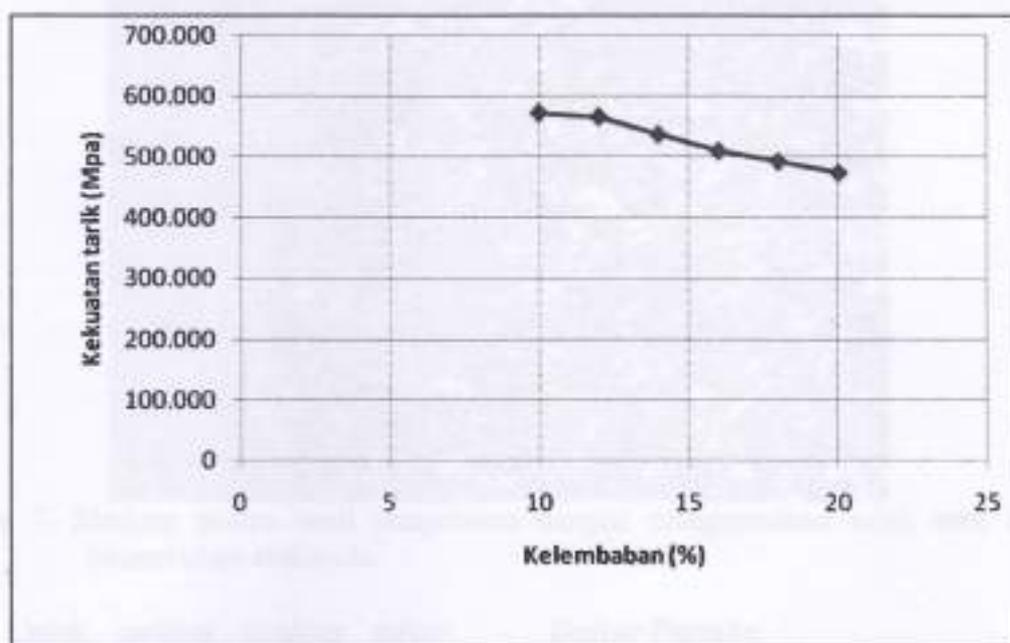
Proses oksidasi melibatkan reaksi kimia antara permukaan logam kering dengan gas oksidasi (gas yang mengandung oksigen) yang menghasilkan selaput oksida padat pada permukaan logam kering (Smallman, 1991). Oksidasi sering terjadi pada penggunaan logam dan paduan pada temperatur tinggi di udara bebas, termasuk pengelasan. Perilaku oksidasi baja lunak dan baja paduan rendah dalam lingkungan CO_2 (bercampur dengan sedikit CO dan uap air) akan menghasilkan kerak oksida FeO_4 . Laju oksidasi tergantung pada penambahan unsur paduan. Penambahan paduan yang bervalensi rendah seperti logam transisi akan mengurangi jumlah elektron dan dengan demikian meningkatkan konsentrasi lubang serta menurunkan konsentrasi kekosongan, sehingga laju oksidasinya turun. Sebaliknya, penambahan unsur paduan

yang bervalensi tinggi akan meningkatkan laju oksidasi (Smallman, 1991).

Kadar oksigen dalam baja tergantung pada kadar paduannya seperti Si dan Mn. Sedangkan pada pengelasan, kadar oksigen tergantung dari fluks yang digunakan. Oksidasi akan mempengaruhi ketangguhan dan kekuatan logam las dan membuat logam las rapuh, ketangguhan dan kekuatan logam las akan turun dengan naiknya kadar oksigen pada logam las tersebut (Wiryosumarto, 1999).

Pembahasan

Dari data pengujian menunjukkan bahwa semakin besar kelembaban elektroda yang digunakan untuk menyambung baja AISI 1020 maka kekuatan sambungan cenderung turun.

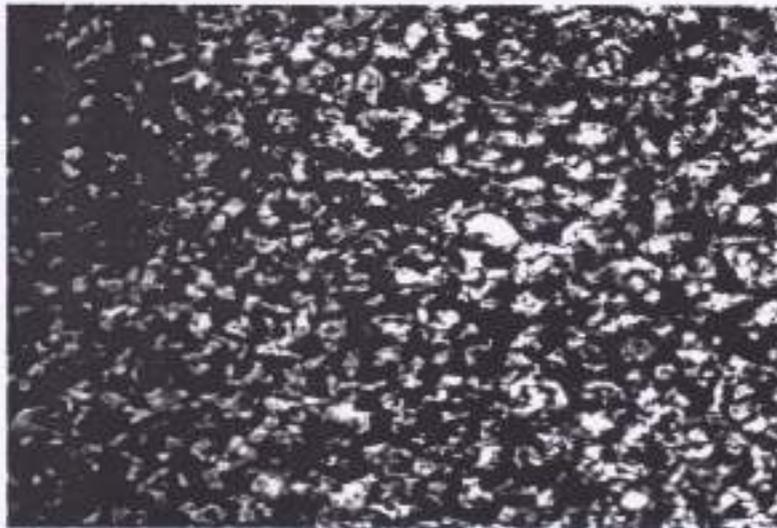


Gambar 6. Grafik hubungan antara kekuatan tarik dengan kelembaban elektroda yang digunakan untuk pengelasan.

Pada gambar 6 menunjukkan tegangan tarik cenderung menurun seiring bertambahnya besarnya kelembaban elektroda hal ini disebabkan jika elektroda terlalu lembab maka busur listriknya akan berkurang sehingga kemampuan mengalirnya logam cair dari elektroda ke daerah lasan akan terganggu atau kurang lancar. Disamping itu jika busurnya berkurang maka penetrasinya juga semakin berkurang sehingga bagian

logam lasan yang ada di dalam tidak dapat tersambung secara sempurna.

Besar kecilnya penetrasi sebenarnya tergantung dari arus atau tegangan yang digunakan, selain itu juga tergantung dari jenis fluks yang digunakan. Jenis fluks adalah unsur-unsur yang terkandung di dalamnya. Sebab berdasarkan komposisi kimia yang ada pada fluks akan menentukan karakteristik dari elektroda tersebut



Gambar 7. Struktur mikro hasil pengelasan dengan menggunakan salah satu variasi kelembaban elektroda.

Untuk melihat struktur mikro yang terjadi pada proses pengelasan, perlu dilakukan foto mikro. Gambar 7 di atas merupakan hasil foto mikro yang terjadi di daerah HAZ. Daerah HAZ merupakan daerah logam induk yang mengalami perubahan struktur mikro pada saat proses pengelasan karena adanya panas yang terjadi pada saat pengelasan. Panas yang diterima daerah HAZ besarnya tidak jauh berbeda dengan logam las hanya saja daerah HAZ tidak mencair seperti logam las.

Dengan semakin keringnya elektroda yang digunakan untuk mengelas maka struktur mikro dari logam las akan semakin baik. Namun hal ini juga harus diiringi dengan proses pendinginan yang tepat.

Kesimpulan

Kelembaban elektroda yang digunakan untuk menyambung material khususnya material baja AISI 1020 sangat berpengaruh terhadap mutu sambungan tersebut. Kelembaban elektroda yang semakin kecil akan menghasilkan jenis sambungan las yang semakin baik. Namun proses pendinginan juga berpengaruh terhadap struktur mikro daerah lasan.

Daftar Pustaka

- _____, 1997. "ASM Handbook (Welding, Brazing, and Soldering - Volume 6)". ASM International. USA.
- Carry, H. B. 1989. "Modern Welding Technology - 2nd ed". Prentice - Hall. USA.
- Gowelding. 2002. "The Metallurgy Of Carbon Steel". <http://www.gowelding.com/me/t/carbon.htm>, akses: 17 februari 2007.
- Groover, Mikell P. 1996. "Fundamentals of Modern Manufacturing". Prentice - Hall. USA.
- Sack, Raymond J. 1997. "Welding: Principles and Practices". Mc Graw Hill. USA.
- Schaffer, James P. 1999. "The Science and Design of Engineering Materials". Mc Graw Hill. USA.

Smallman, R.E. 1991. *"Metalurgi Fisik Modern – Edisi Keempat"*. PT Gramedia. Jakarta

Sugiyanto, Tarkono. 2007. Waktu Optimal Pembersihan Terak pada Multypass Welding Baja AISI 1020. Proseding Seminar

Hasil Penelitian dan Pengebdian Kepada Masyarakat Dies Natalis Universitas Lampung. Bandar Lampung.

Wiryosumarto, H dan Okumura, T. 1996. *"Teknologi Pengelasan Logam"*. Paradnya Paramita. Jakarta.