

JURNAL KAJIAN PENDIDIKAN KEJURUAN TEKNIK MESIN

DINAMIKA

VOLUME 3, NOMOR 1 MEI 2005

ISSN : 1693 - 251 X



DITERBITKAN OLEH :
JURUSAN PENDIDIKAN TEKNIK MESIN FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS NEGERI YOGYAKARTA

Jurnal Kajian Pendidikan Kejuruan Teknik Mesin

DINAMIKA

Jurnal Kajian Pendidikan Kejuruan Teknik Mesin Dinamika terbit dua kali setahun pada bulan Mei dan Nopember. Berisi artikel dari hasil penelitian maupun kajian ilmiah lainnya. Diterbitkan sebagai ajang komunikasi dan wahana pengembangan wacana Pendidikan Kejuruan Teknik Mesin bagi dosen, mahasiswa, guru, instruktur, dunia usaha/industri dan instansi atau lembaga lain yang berkecimpung dalam bidang kejuruan teknik mesin.

Pelindung : Ketua Jurusan pendidikan Teknik Mesin

Penyunting :

Ketua/Penanggung Jawab : Drs. Sudji Munadi. M.Pd.
Sekretaris : Drs. Bambang Setiyo HP
Penyunting Pelaksana : Aryanita Leman S. MT.
Heri Wibowo, MT.

Penyunting Ahli

: Prof. Sukamto, M.Sc., Ph.D.
Prof. Dr. Sugiyono, M.Pd.
Prof. Sukardi, M.Sc., Ph.D.
Dr. Moh Alip, M.A.
Parjono, M.Sc., Ph.D.
Dr. B. Kartowagiran
Drs. Faham, M.Pd.
Dr. Moeh Brury Triyono.

Tata Usaha

: Supriyono
Muntoha, ST.

Penyunting menerima sumbangan artikel/tulisan. Keaslian dan isi artikel/tulisan sepenuhnya merupakan tanggung jawab penulis. Terhadap artikel/tulisan yang diterima, penyunting berhak mengevaluasi dan melakukan perubahan redaksional tanpa mengubah makna.

DAFTAR ISI

<i>Prescriptive Models</i> Dengan Pendekatan <i>Learning Guide</i> Dalam Pembelajaran Program Produktif SMK Oleh: Samsudi	1 – 10
Meningkatkan Kualitas Pembelajaran Melalui Problem Based Learning Dalam Mata Diklat Pemungutan Dasar Konstruksi Mesin Siswa Kelas I SMK Piri I Yogyakarta Oleh: Didik Nurhadiyanto	11 – 18
Konsep Filosofi Mengenai Pembelajaran Di Sekolah Kejuruan Oleh: Abdul Muis Mappalotteng	19 – 24
Analisis Kritis Terhadap Kebijakan Pemerintah Dalam Bidang Evaluasi Hasil Belajar Oleh: Badrun Kartowagiran	25 – 32
Bakat Mekanik Dan Ketrampilan Mesin Perkakas CNC Oleh: Moch. Bruri Triyono	33 – 40
Pengembangan Bahan Ajar Mata Kuliah Metalurgi Las Melalui Penelitian Pengaruh Bentuk Kampuh Pada Pengelasan SMAW Baja Eysen Terhadap Sifat Mekanik Oleh: Arif Marwanto & Aan Ardian	41 – 46
Reduksi Miskonsepsi dan Peningkatan Kualitas Pembelajaran dengan Pembelajaran Konstruktivistik Model <i>Problem Based Learning</i> Dalam Perkuliahan Oleh: Wagiran	47 – 55
Relevansi Antara Materi Pembelajaran Mata Kuliah Metrologi Industri Jurusan Pendidikan Teknik Mesin FT–UNY Dengan Kebutuhan Dunia Kerja Industri Permesinan Oleh: Amir Mahmudi & Sudji Munadi	57 – 63

PENGEMBANGAN BAHAN AJAR MATA KULIAH METALURGI LAS MELALUI PENELITIAN PENGARUH BENTUK KAMPUH PADA PENGELASAN SMAW BAJA EYSER TERHADAP SIFAT MEKANIK

Arif Marwanto*)
Aan Ardian*)

Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan bahan ajar mata kuliah Metalurgi Las di jurusan teknik mesin FT-UNY, khususnya peningkatan pemahaman mahasiswa tentang pengaruh bentuk kampuh pada sambungan las SMAW baja eyser terhadap sifat mekanik, penelitian ini merupakan penelitian eksperimen yaitu peneliti melakukan pengelasan sambungan kampuh U, V dan X kemudian dilakukan pengujian dan pengukuran kemampuan mekaniknya. Hasil pengujian menunjukkan bahwa jenis kampuh U memiliki kecenderungan lebih besar untuk melengkung pada saat dilakukan pengelasan dibandingkan dengan kampuh V maupun kampuh X. Kampuh U memiliki struktur ferit lebih banyak dibanding perlit sehingga lebih lunak dan ulet. Kampuh U mempunyai kekuatan tarik rata-rata 42,37 kg/mm² lebih besar dibanding kampuh V sebesar 41,88 kg/mm² dan kampuh X sebesar 41,31 kg/mm². Kampuh X memiliki kekerasan lebih tinggi dibanding kampuh U dan V pada daerah logam las tetapi pada daerah HAZ dan logam induk hampir sama. Kampuh U memiliki harga dampak lebih tinggi dibanding kampuh V dan X.

Kata kunci : kampuh las, SMAW, sifat mekanik, baja eyser

PENDAHULUAN

Pengaruh bentuk kampuh pada pengelasan SMAW baja eyser terhadap kekuatan mekanik sambungan menjadi topik bahasan yang sangat menarik untuk diteliti dan dikembangkan dalam mata kuliah metalurgi las di jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Yogyakarta. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengembangkan bahan ajar mata kuliah metalurgi las khususnya tentang pemilihan bentuk-bentuk alur sambungan pada pengelasan SMAW baja eyser dari sisi sifat mekaniknya. Referensi untuk metalurgi las yang selama ini ada dan digunakan masih perlu ditambah atau diperbaiki dengan hasil-hasil penelitian yang layak digunakan. Manfaat lain adalah diharapkan memberikan kontribusi bagi pemecahan masalah pemilihan bentuk-bentuk sambungan yang baik dalam konstruksi rancang bangun peralatan produksi.

KAJIAN TEORI

Penyambungan logam dengan metode pengelasan semakin banyak digunakan, baik pada konstruksi bangunan maupun mesin, karena banyak keunggulannya. Menurut Cary (1989), luasnya penggunaan proses penyambungan de-

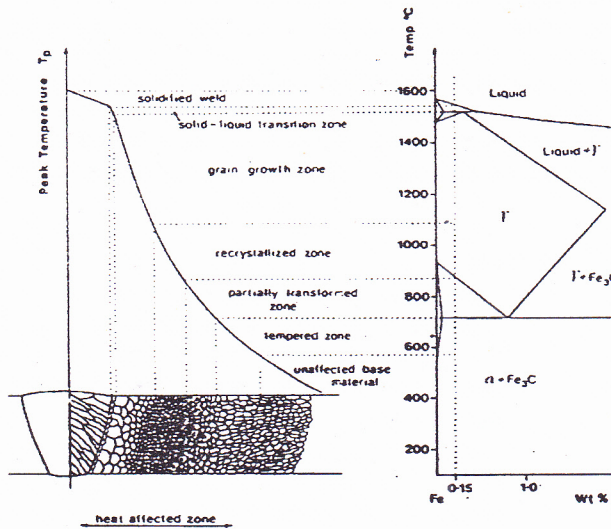
ngan pengelasan disebabkan oleh biaya murah, pelaksanaan relatif lebih cepat, lebih ringan, dan bentuk konstruksi lebih variatif. Namun, harus diakui bahwa sambungan las juga memiliki kelemahan, antara lain: timbulnya lonjakan tegangan yang besar akibat perubahan struktur mikro di daerah sekitar las yang menyebabkan turunnya kekuatan bahan dan akibat tegangan sisa, serta adanya retak akibat dari proses pengelasan (Jamasri, 1999). Kelemahan-kelemahan tersebut dipengaruhi oleh banyak hal, seperti masukan panas (*heat input*) dan siklus termal pengelasan.

Siklus termal menyebabkan perubahan sifat fisik dan mekanik, transformasi fasa metallurgi, tegangan termal, dan pergeseran komposisi kimia saat logam masih mencair pada lasan (*weld pool*). Pada batas las terjadi konsentrasi tegangan yang disebabkan oleh diskontinuitas pada kaki manik las, takik las, retak las dan lain sebagainya (Wiryosumarto dan Okumura, 1985).

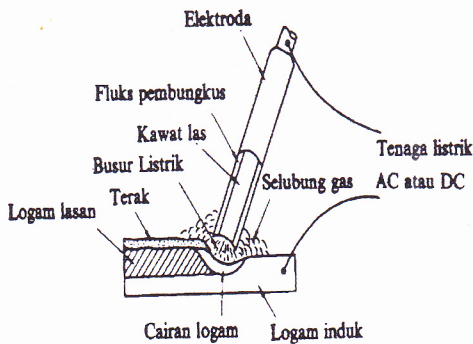
Pengelasan busur elektroda terbungkus (*shielded metal arc welding-SMAW*) adalah proses pengelasan yang perpaduan logam-logamnya dihasilkan melalui panas dari busur listrik yang timbul antara ujung elektroda terbungkus dan

*) Pengajar Jurusan Pendidikan Teknik Mesin FT-UNY

pemukaan logam yang dilas (Kou, 1987). Dalam metode pengelasan ini digunakan kawat elektroda logam yang dibungkus dengan fluks (Wirjosumarto dan Okumura, 1985). Selama pengelasan, fluks mencair dan membentuk terak yang berfungsi sebagai lapisan pelindung logam las terhadap oksidasi udara sekitar serta menghasilkan gas yang melindungi butiran-butiran logam cair dari ujung elektroda yang mencair dan jatuh ke tempat sambungan.



Gambar 1. Struktur mikro logam Las dan HAZ (Easterling, 1983)



Gambar 2. Skema Pengelasan elektroda terbungkus (Wirjosumarto dan Okumura, 1985)

Sambungan las dalam konstruksi baja pada dasarnya dibagi dalam sambungan tumpul, sambungan T, sambung-

an sudut dan sambungan tumpang (Wirjosumarto dan Okumura, 1985) Sambungan tumpul adalah jenis sambungan yang paling efisien (Wirjosumarto dan Okumura, 1985). Bentuk alur sambungan tumpul sangat mempengaruhi efisiensi pengerjaan, efisiensi sambungan dan jaminan sambungan. Karena itu pemilihan bentuk alur sangat penting. Pada dasarnya pemilihan alur ini harus menuju kepada penurunan masukan panas dan penurunan kekuatan logam las sampai pada harga terendah yang tidak menurunkan mutu sambungan. Bentuk sambungan akan mempengaruhi masukan panas yang selanjutnya berpengaruh pada siklus termal pengelasan.

Dalam siklus termal, proses pendinginan merupakan hal penting yang sangat menentukan sifat-sifat hasil pengelasan (Horison dan Farrar, 1989). Laju pendinginan yang cepat pada proses pengelasan menghasilkan struktur butiran kasar, menyebabkan kegetasan pada logam las maupun daerah HAZ.

Baja eyser termasuk dalam kelompok baja karbon rendah yang disebut juga baja lunak banyak sekali digunakan untuk konstruksi umum. Baja karbon rendah mempunyai kepekaan retak las yang rendah bila dibandingkan dengan baja karbon lainnya (Wirjosumarto dan Okumura, 1985). Tetapi retak las pada baja ini dapat terjadi dengan mudah pada pengelasan plat tebal sebagai akibat masukan panas yang tinggi terkait dengan tebalnya plat.

Sambungan tumpul dapat dibedakan menjadi sambungan dengan kampuh persegi, V, U, Y, X, K, dan sebagainya. Pengaruh bentuk kampuh las terhadap struktur mikro dan sifat mekanis baja EMS 45 yang merupakan baja karbon menengah telah dipelajari oleh Sujiono, dkk. (1998). Hasil penelitian tersebut menyatakan bahwa bentuk kampuh V memberi kekuatan tarik tertinggi.

METODE PENELITIAN

Bahan

Bahan yang digunakan pada penelitian ini adalah baja plat Eyser, ketebalan 12 mm, dilas dengan metode SMAW

menggunakan elektroda E6013 berdiameter 3,2 mm.

Prosedur Pengelasan

Pengelasan dilakukan dengan kampuh V, X, dan U. Pengelasan multi layer, menggunakan arus 95 ampere untuk *root pass* dan 120 ampere untuk *filler pass*. Kecepatan pengelasan rata-rata 2,32 mm/detik. Pendinginan setelah pengelasan adalah dengan membiarkan dingin dengan sendirinya di udara terbuka.

Pengujian

Pengujian yang dilakukan adalah uji tarik, pukuk takik (*impact charpy*), kekerasan dan pengamatan struktur mikro. Pengujian tarik dan impak dilakukan dengan jumlah replikasi benda uji 3 buah untuk masing-masing bentuk kampuh. Bentuk dan ukuran benda uji tarik ditunjukkan pada gambar 3, sedang benda uji impak tampak pada gambar 4.

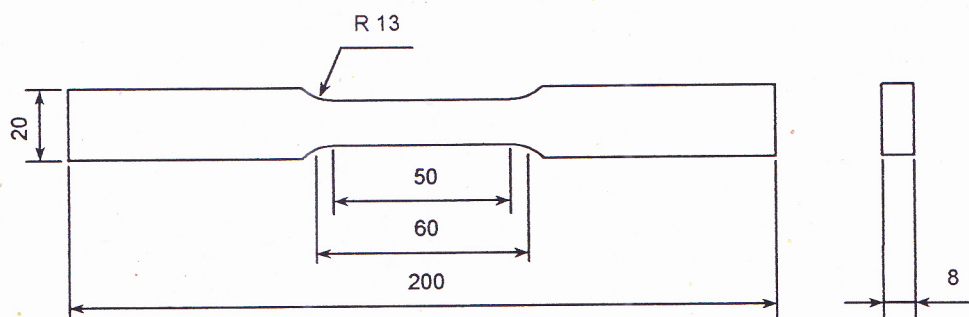
Pengujian kekerasan dengan sistem Rockwell B dilakukan didaerah logam las, HAZ, dan logam induk, sedangkan penga-

matan struktur mikro hanya pada logam las saja.

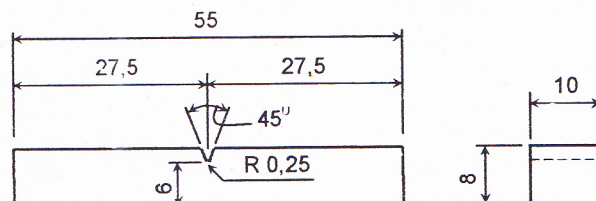
HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

a. Perubahan Sudut Defleksi

Perubahan sudut defleksi akibat panas selama pengelasan diperlihatkan pada tabel 1. Tampak bahwa kampuh U mengalami perubahan defleksi sudut yang paling besar dibandingkan dengan bentuk kampuh V dan X. Karena parameter-parameter pengelasan yang digunakan untuk masing-masing bentuk kampuh sama, maka masukan panas (*heat input*) untuk masing-masing bentuk kampuh sama. Namun demikian bentuk kampuh U memiliki celah yang lebih lebar dibandingkan kampuh V dan X, sehingga laju pelepasan panas pada kampuh U akan lebih lama yang berarti laju pendinginan logam las juga akan lebih lama pula. Hal ini terbukti dengan perubahan sudut defleksi akibat panas pengelasan pada kampuh U paling besar. Pada kampuh X, karena celahnya paling sempit dan pengelasan terjadi pada



Gambar 3. Benda uji tarik



Gambar 4. Benda uji impak

dua bidang benda yang dilas sehingga terjadi pelengkungan balik, maka perubahan sudut defleksinya paling kecil.

Tabel 1. Perubahan sudut defleksi

Kampuh	Sudut awal	Sudut perubahan
V	0°	5°
U	0°	7°
X	0°	2°

b. Struktur Mikro

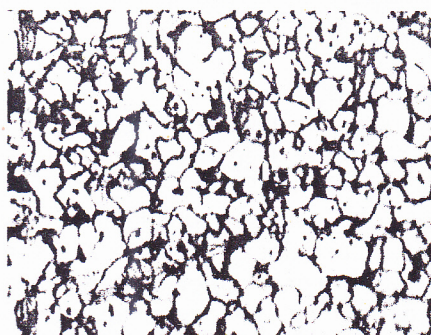
Pengamatan struktur mikro menggunakan mikroskop optik dengan perbesaran 400 x, daerah yang diamati adalah pada daerah logam las. Seperti tampak pada gambar 6.

Pada sambungan las terlihat struktur logam yang terjadi pada logam las sebagian besar adalah ferit (berwarna terang). Struktur yang berwarna gelap mungkin adalah struktur perlit, *Widmanstatten ferrite*, *acicular ferrite*, bainit atau bahkan mungkin merupakan inklusi atau struktur presipitat. Untuk lebih jelasnya sebaiknya dilakukan pemeriksaan struktur mikro yang lebih cermat dengan perbesaran yang lebih besar, sehingga dapat dianalisa secara lebih detil.

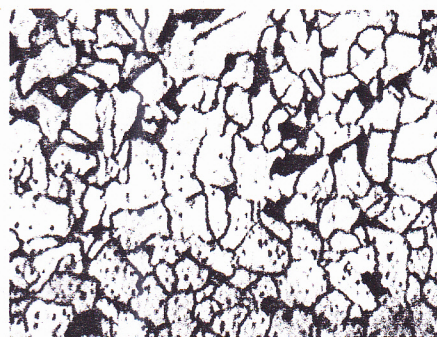
c. Pengujian Tarik

Pengujian tarik dilakukan pada arah transversal dan hasil uji tarik disajikan pada gambar 7. Dari gambar tersebut terlihat kekuatan tarik rata-rata tertinggi terdapat pada kampuh U sebesar 42,44 kg/mm², diikuti oleh sambungan kampuh V dengan 41,88 kg/mm² dan sambungan kampuh X dengan 41,31 kg/mm².

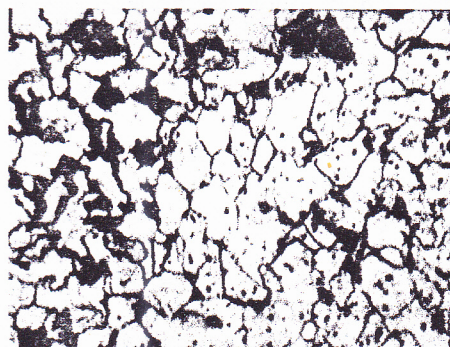
Pada pengujian tarik sambungan las dengan kampuh V, patahan semuanya terjadi pada logam las. Tetapi pada sambungan las dengan kampuh X, patahan semuanya terjadi pada logam iriduk, sedangkan sambungan las dengan kampuh U terdapat benda uji yang patah pada logam las dan ada pula patahan terjadi pada logam induk. Dengan demikian gambar 7 di atas tidak menggambarkan kekuatan tarik yang sesungguhnya dari sambungan las.



a. Kampuh X



b. Kampuh U

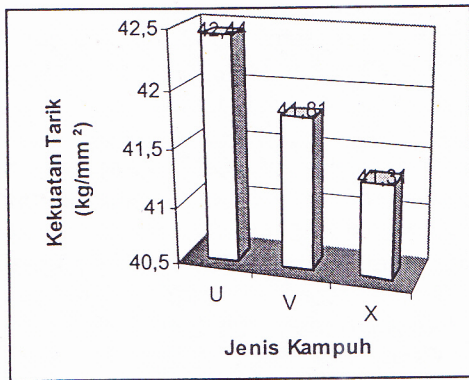


c. Kampuh V

Gambar 6. Struktur mikro sambungan las.

Pada sambungan dengan kampuh X, yaitu semua patahan akibat uji tarik terjadi di luar logam las, berarti kekuatan tarik sambungan las lebih tinggi dari logam induknya. Mungkin saja sambungan las dengan kampuh X memiliki kekuatan tarik tertinggi. Sedangkan pada sambungan dengan kampuh U juga tidak dapat ditarik kesimpulan. Tetapi dari gambar struktur mikro, kemungkinan besar sambungan las dengan kampuh X memiliki kekuatan tarik tertinggi karena butiran strukturnya yang halus (kecil-kecil) (gambar 6a). Sedang-

kan sambungan las dengan kampuh U mungkin memiliki kekuatan tarik yang sebanding atau sedikit lebih rendah dari sambungan dengan kampuh V mengingat butiran strukturnya hampir sama (gambar 6b dan c).



Gambar 7. Hasil uji tarik.

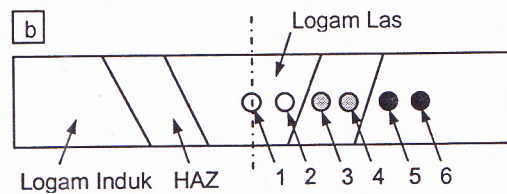
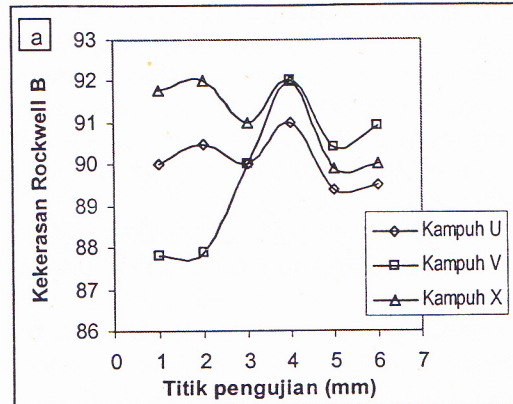
Menilik hasil uji tarik yang demikian, ada baiknya bentuk benda uji tarik dibuat sedemikian rupa sehingga patahan akan selalu terjadi pada logam las. Dengan demikian akan dapat memberi gambaran perbandingan kekuatan tarik antara sambungan las dengan kampuh U, V, dan X.

d. Hasil Uji Kekerasan

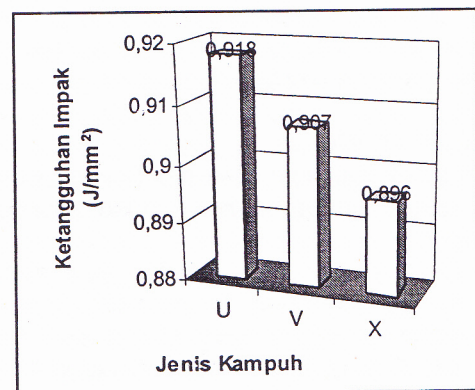
Dari gambar 8a, tampak bahwa sambungan las dengan kampuh X memiliki kekerasan paling tinggi berangsur turun pada logam induk. Hal ini sesuai dengan gambar 6a yang memperlihatkan butiran struktur yang halus yang pada umumnya akan memberikan harga kekerasan lebih tinggi. Jelas pula di sini, bahwa kekuatan tarik sambungan las dengan kampuh X kemungkinan memiliki harga tertinggi dibandingkan sambungan dengan kampuh V dan U. Sedangkan kekerasan sambungan las dengan kampuh U lebih tinggi dari pada sambungan las dengan kampuh V.

Jika dilihat struktur mikro (gambar 6b dan c), maka seharusnya kekerasan pada sambungan las dengan kampuh V sedikit lebih tinggi dari pada sambungan las dengan kampuh U karena butiran struktur pada sambungan dengan kampuh V sedikit lebih halus. Hal ini mungkin disebabkan pada saat pengujian kekerasan, permukaan benda uji kurang rata, padahal

perbedaan kekerasan antara keduanya seharusnya hanya sedikit saja (lihat gambar struktur mikro). Kemungkinan lain adalah, pada saat pengujian kekerasan sambungan las dengan kampuh V, lebih banyak mengenai bagian yang banyak terdapat struktur ferit. Jika demikian halnya, maka jumlah replikasi pengujian kekerasan seharusnya lebih banyak, agar tidak terjadi bias pada hasil pengujiannya.



Gambar 8. a) Hasil Uji kekerasan, b) Titik-titik pengujian kekerasan.



Gambar 9. Ketangguhan Impak Charpy

e. Uji Impact Charpy

Ketangguhan impak charpy diperoleh dengan cara membagi energi yang diserap oleh benda uji dengan luas penam-

pang patah. Dari hasil pengujian impak yang dilakukan dengan pada suhu ruang didapatkan ketangguhan sambungan las dengan kampuh U, V dan X yang disajikan pada gambar 9.

Tampak bahwa sambungan las dengan kampuh U memiliki ketangguhan yang paling tinggi dibandingkan sambungan las dengan kampuh V maupun X. Keadaan ini menunjukkan bahwa sambungan las dengan kampuh U lebih ulet. Hal ini sesuai dengan gambar struktur mikro (gambar 6) yang memperlihatkan sambungan las dengan kampuh U mempunyai butiran struktur paling kasar. Baja yang memiliki butiran struktur mikro kasar pada umumnya bersifat ulet, lunak, dan kekuatan tariknya rendah.

Melihat dari perubahan sudut defleksi, hasil pengamatan struktur mikro dan uji impak charpy, semua saling terkait dan mendukung. Yaitu bahwa, sambungan las dengan kampuh U laju pelepasan panasnya paling lambat sehingga laju pendinginan juga menjadi lambat. Akibatnya struktur mikro yang terbentuk pada logam las menjadi kasar, sehingga memberi harga ketangguhan impak charpy yang tinggi. Sedangkan sambungan dengan kampuh V laju pelepasan panasnya sedikit lebih cepat karena celah kampuh yang lebih sempit. Demikian pula halnya dengan sambungan dengan kampuh X. Namun demikian hasil uji tarik dan kekerasan tidak memberikan gambaran yang sesungguhnya dari karakteristik sambungan las dengan kampuh U, V, dan X. Tetapi hal ini telah di bahas pada uraian di atas.

KESIMPULAN

Dari hasil penelitian dan pembahasan dapat ditarik beberapa kesimpulan sebagai berikut:

1. Pada proses pengelasan, jenis sambungan kampuh U memiliki kecenderungan untuk melengkung lebih besar dibanding sambungan kampuh V dan X.
2. Pada jenis sambungan kampuh U butiran struktur mikronya lebih kasar dan didominasi oleh struktur ferit dibandingkan kampuh V dan X.
3. Jenis sambungan kampuh U memiliki harga ketangguhan lebih tinggi dibandingkan kampuh V dan X.

DAFTAR PUSTAKA

- Cary, H.B., 1998, *Modern Welding Technology*, 4th edition, Prentice Hall, New Jersey, USA.
- Easterling, Kenneth., 1983, *Introduction to the Physical Metallurgy of Welding*, Butterworths & Co. Ltd.
- Harrison P.L., and Farrar R.A., 1989, "Application of CCT Diagram for Welding of Steels", *International Material Review*, (34).
- Jamasri dan Subarmono, 1999, Pengaruh Pemanasan Lokal terhadap Ketangguhan dan Laju Perambatan Retak Plat Baja "Grade B", *Media Teknik*, UGM, Yogyakarta.
- Kou, S., 1987, *Welding Metallurgy*, John Wiley & Sons, Singapore.
- Sujiono., Mudjijana., dan Kartikasari, R., 1998, Studi Pengaruh Bentuk Kampuh Las terhadap Struktur Mikro dan Sifat Mekanis Baja EMS 45, *Jurnal Teknologi Nasional*, Vol. II, No. 1, p. 31-36, STTNas, Yogyakarta.
- Wirjosumarto, H., dan Okumura, T., 1985, *Teknologi Pengelasan Logam*, cetakan ke-3, Pradnya Paramita, Jakarta.

BIODATA PENULIS

Arif Marwanto Lahir di Sleman pada tanggal 29 Maret 1980. Bertugas sebagai dosen pada Jurusan Pendidikan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Yogyakarta. Meraih gelar Sarjana Pendidikan Teknik mesin tahun 2002 dari Universitas Negeri Yogyakarta.

Aan Ardian Lahir di Yogyakarta pada tanggal 31 Januari 1978. Bertugas sebagai dosen pada Jurusan Pendidikan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Yogyakarta. Meraih gelar Sarjana Pendidikan Teknik mesin tahun 2002. dari Universitas Negeri Yogyakarta.