

## MINIMISASI DISTORSI SAMBUNGAN LAS DENGAN PEMBERIAN *FLAME HEATING* SELAMA PROSES PENGELASAN

**Wijoyo**

Jurusan Teknik Mesin Universitas Surakarta

Jl. Raya Palur Km.5, Surakarta

e-mail : joyowi@yahoo.co.id

### Abstrak

*Tujuan penelitian ini adalah untuk meminimasi distorsi sambungan las yang terjadi akibat dari pemberian flame heating selama proses pengelasan. Eksperimen dilakukan dengan menggunakan baja karbon rendah dan filler ER70S-6 pada variasi pemberian perlakuan flame heating : flame heating di depan, sejajar dan di belakang busur las serta tanpa perlakuan. Pengelasan dilakukan dengan arus 110 A, tegangan 20 V, debit gas Ar 5,5 ltr/menit, kecepatan las dan kecepatan nyala api sama sebesar 3,5 mm/dtk, kecepatan kawat las 5 mm/dtk dan jarak nyala api ke sumbu las 35-40 mm. Pengujian distorsi dilakukan dengan cara visual yaitu difoto dan dilakukan pengukuran dengan alat ukur sudut. Hasil penelitian menunjukkan bahwa dengan pemberian perlakuan flame heating selama proses pengelasan maka distorsi sambungan las yang terjadi dapat diminimasi. Distorsi minimum terjadi pada perlakuan flame heating di depan busur las yaitu sebesar kurang dari 0,5°.*

**Kata kunci** : distorsi, sambungan las, flame heating

### PENDAHULUAN

Penggunaan teknik pengelasan dalam bidang konstruksi dan mesin sangat luas, meliputi perkapalan, jembatan, rangka baja, bejana tekan, sistem perpipaan, otomotif, kereta api dan lain sebagainya. Sambungan las banyak digunakan dengan pertimbangan bahwa konstruksi ringan, murah dan pengerjaan cepat. Perancangan las dan cara pengelasan harus betul-betul memperhatikan kesesuaian antara sifat-sifat las dengan kegunaan konstruksi serta keadaan disekitarnya (Wiryosumarto dan Okumura, 1996). Kekuatan sambungan las secara umum dipengaruhi oleh komposisi dan sifat logam yang dilas, komposisi dan sifat logam pengisi (elektroda), proses pengelasan, daerah pemanasan langsung, daerah yang terkena pengaruh panas dan adanya tegangan sisa.

Sambungan las merupakan sambungan yang paling banyak dipakai dalam bidang rancang bangun karena di samping relatif murah biaya operasinya, sambungan yang dihasilkan lebih rapi. Namun sambungan las mungkin dapat menimbulkan lonjakan tegangan lebih besar dibanding sambungan paku keling maupun mur-baut. Hal ini disebabkan oleh adanya perubahan struktur bahan di sekitar daerah las yang dapat menyebabkan turunnya kekuatan bahan. Struktur mikro sangat berpengaruh pada sifat mekanis bahan. Selain perubahan struktur mikro, akibat adanya lonjakan tegangan (tegangan sisa) tersebut juga dapat menimbulkan terjadinya distorsi. Adanya tegangan sisa dan distorsi tersebut sangat merugikan desain struktur karena dapat menimbulkan konsentrasi tegangan dan bentuk yang tidak sesuai dengan desain yang diharapkan. Tegangan sisa dan distorsi las dapat dikurangi dengan : meminimalkan masukan panas dan pajang pengelasan, meminimalkan tebal pelat, penentuan urutan pengelasan dan sebagainya (Radaj, 1992).

Tegangan sisa las yang terjadi pada proses pengelasan harus diusahakan sekecil mungkin, karena tegangan sisa tersebut akan mengurangi kekuatan sambungan las dengan terbentuknya konsentrasi tegangan. Tegangan sisa las pada baja hss dapat diminimalisasi dengan cara mengurangi masukan panas sehingga transformasi fasa austenit ke martensit dapat dihindari (Chang dan Lee, 2007). Tegangan sisa las dapat menimbulkan terjadinya distorsi las pada struktur besar. *The thermal tensioning process* membuktikan efektif untuk mengurangi tegangan sisa pengelasan dan menghilangkan distorsi tekukan (Michaleris dkk., 1999).

Distorsi las harus diusahakan sekecil mungkin atau dihindari karena dapat menimbulkan konsentrasi tegangan dan bentuk yang tidak sesuai dengan desain yang diharapkan. Distorsi las dapat dikontrol dan diminimisasi melalui peregangan komponen, optimalisasi pemotongan dan urutan pengelasan, pengurangan masukan panas dan *transient thermal tensioning* (Huang dkk., 2007, Conrardy dkk., 2005, Deo dan Michaleris, 2002, Michaleris dkk., 1999, Tsai dkk., 1999). Distorsi sudut, tekuk dan *bowing* dalam fabrikasi penguat dapat dievaluasi menggunakan *thermo*

*mechanical* dan analisis elemen hingga serta dapat dihilangkan dengan peregang mekanik, peregang thermal dan *preheating* (Deo dan Michaleris, 2002, Masahito dan Masao, 2007).

Berdasar uraian tersebut di atas diharapkan pemberian perlakuan *flame heating* selama proses pengelasan akan dapat meminimasi distorsi las. Tujuan penelitian ini adalah untuk meminimasi distorsi sambungan las yang terjadi akibat dari pemberian *flame heating* selama proses pengelasan.

## METODOLOGI

### 1. Bahan

Bahan yang dipakai pada penelitian ini adalah baja karbon rendah (BC) dan logam pengisi yang digunakan adalah ER70S-6 diameter 1 mm dengan tipe baja C-Mn, sedangkan gas pelindung yang digunakan adalah gas Argon (Ar). Komposisi kimia logam induk dan logam pengisi dalam % berat seperti terlihat pada Tabel 1. Sedangkan Tabel 2 memperlihatkan sifat mekanis logam induk dan logam pengisi.

Tabel 1. Komposisi kimia logam induk dan logam pengisi dalam % berat

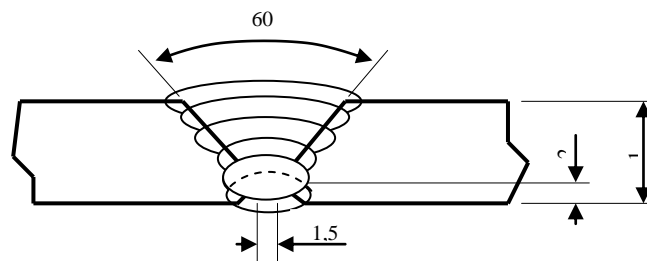
Material	C	Si	Mn	P	S	Ni
BC	0,167	0,233	0,601	> 0,094	0,023	0,065
ER70S-6	0,06-0,15	0,8-1,15	1,4-1,85	0,025max	0,035max	0,15max
Material	Cr	Mo	Cu	Mg	V	Ti
BC	0,06	0,058	0,142	0,004	0,008	0,007
ER70S-6	0,15max	0,15max	0,50max	-	0,03max	-
Material	Nb	Al	W	Total lainnya		Fe
BC	0,013	0,064	0,047	-		Balance
ER70S-6	-	-	-	0,5max		Balance

Tabel 2. Sifat mekanis logam induk dan logam pengisi

Material	Tegangan luluh (MPa)	Tegangan tarik (MPa)	Elongation (%)	Charpy V-notch (J)
BC	315,45	444,49	35,83	
ER70S-6	> 482	> 586	28	> 40

### 2. Tahapan Penelitian

Proses pengelasan menggunakan las GMAW dengan arus searah polaritas balik/arus searah elektroda positif (DCRP/DCEP) sebesar 110 A, tegangan 20 V, debit gas 5,5 ltr/menit, kecepatan pengelasan 3,5 mm/s dan kecepatan kawat 5 mm/s yang dijalankan secara otomatis. Sambungan menggunakan las lintasan banyak (*multi run weld*) sebanyak 5 lapis seperti terlihat pada Gambar 1. Tebal pelat yang digunakan adalah 10 mm, alur las dibuat bentuk V ganda dengan sudut 60°. Dimensi pelat yang dilas adalah 300 mm X 100 mm X 10 mm.



Gambar 1. Bentuk alur las

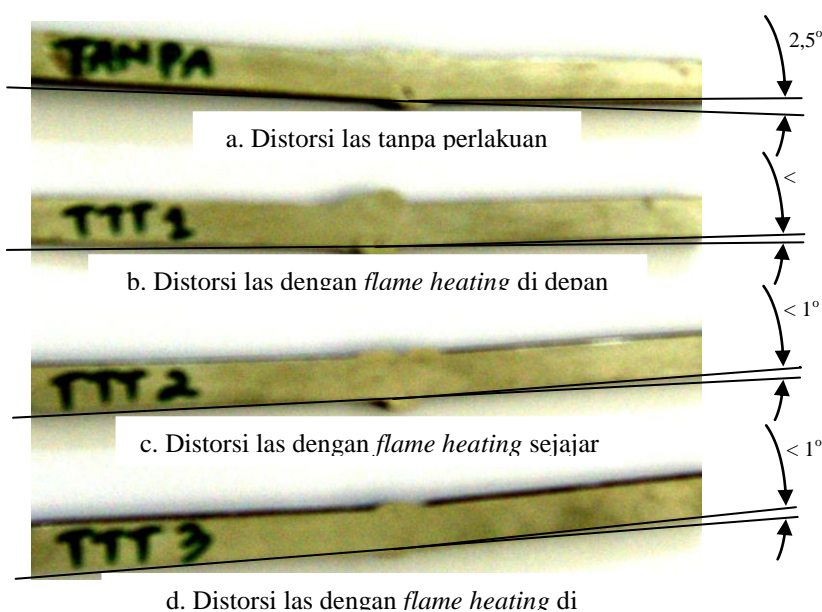
## HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengujian distorsi dimaksudkan untuk mengetahui perubahan bentuk pada logam hasil las tanpa dan dengan perlakuan. Pengujian distorsi dilakukan dengan cara mengsketsa dan memfoto hasil pengelasan tanpa perlakuan dan dengan berbagai perlakuan *flame heating*. Hasil sketsa dan foto diukur dan dibandingkan antara hasil sketsa tersebut satu dengan yang lainnya. Hasil dari proses pengelasan seperti terlihat pada Gambar 2 di bawah.



Gambar 2. Hasil pengelasan, 1) tanpa perlakuan, 2) perlakuan *flame heating* di depan busur las, 3) perlakuan *flame heating* sejajar busur las dan 4) perlakuan *flame heating* di belakang busur las

Pengamatan distorsi las pada arah *transversal* dan *longitudinal* terjadi sangat kecil, mungkin hanya skala mikro sehingga tidak tampak dengan penglihatan mata. Perlu alat khusus untuk melakukannya dan peneliti mengalami kesulitan untuk mengukurnya, sehingga pada penelitian ini tidak dilakukan pengukuran distorsi las pada arah tersebut. Pengukuran distorsi las dilakukan pada distorsi sudut. Gambar 3 menunjukkan hasil pengukuran distorsi sudut yang terjadi pada sambungan las dengan berbagai variasi perlakuan. Perlakuan *flame heating* di depan busur las menghasilkan distorsi sudut paling minimum sebesar kurang dari  $0,5^\circ$ . Sedangkan pada sambungan las tanpa perlakuan menghasilkan distorsi sudut paling besar sebesar  $2,5^\circ$ , diikuti dengan perlakuan *flame heating* sejajar busur las dan *flame heating* di belakang busur las yang menghasilkan distorsi sudut yang sama, yaitu sebesar kurang dari  $1^\circ$ .



Gambar 3. Hasil pengukuran distorsi las

---

Dari hasil pengujian tersebut terlihat jelas bahwa perlakuan *flame heating* selama proses pengelasan sangat efektif untuk mengurangi distorsi las yang terjadi. Hal ini dapat dipahami bahwa selama proses pengelasan berlangsung akan timbul tegangan tarik yang cukup besar pada daerah lasan, sedangkan perlakuan *flame heating* yang diberikan dari sisi yang berlawanan akan berusaha melawan tegangan tarik akibat pengelasan tersebut, sehingga distorsi yang terjadi dapat diminimasi.

Kondisi ini juga sesuai dengan penelitian-penelitian yang terdahulu yaitu: Michaleris dkk. (1999) yang menyimpulkan bahwa *the thermal tensioning process* membuktikan efektif untuk mengurangi tegangan sisa pengelasan dan menghilangkan distorsi tekukan. Distorsi las dapat dikontrol dan diminimisasi melalui peregangan komponen, optimalisasi pemotongan dan urutan pengelasan, pengurangan masukan panas dan *transient thermal tensioning* (Huang dkk., 2007, Conrardy dkk., 2005, Deo dan Michaleris, 2002, Michaleris dkk., 1999, Tsai dkk., 1999). Distorsi sudut, tekuk dan *bowing* dalam fabrikasi penguat dapat dievaluasi menggunakan *thermo mechanical* dan analisis elemen hingga serta dapat dihilangkan dengan peregangan mekanik, peregangan thermal dan *preheating* (Deo dan Michaleris, 2002, Masahito dan Masao, 2007).

## KESIMPULAN

Dari hasil penelitian ini dapat diambil kesimpulan sebagai berikut :

1. Distorsi las dapat diminimasi secara efektif dengan memberikan perlakuan *flame heating* selama proses pengelasan berlangsung.
2. Perlakuan *flame heating* di depan busur las menghasilkan distorsi sudut paling minimum yaitu sebesar kurang dari  $0,5^\circ$ .

## DAFTAR PUSTAKA

- ASM Metals HandBook, 1993, Volume 6 - *Welding, Brazing, and Soldering*
- Chang, K.H. dan Lee, C.H., 2007, Residual Stresses and Fracture Mechanics Analysis of a Crack in Welds of High Strength Steels, *Engineering Fracture Mechanics*, 74 (2007) 980-994
- Conrardy, C., Huang, T.D., Harwig, D., Dong, P., Kvidahl, L., Evans, N. dan Treaster, A., 2005, Practical Welding Techniques to Minimize Distortion in Lightweight Ship Structures, *Journal of Ship Production*, The Society of Naval Architect and Marine Engineers, Volume 22, No. 4 Nov. 2006, pp.239-247
- Deo, M.V. dan Michaleris, P., 2002, Mitigation of Welding induced Buckling distortion using Transient Thermal Tensioning, *Science and Technology of Welding and Joining*, 2002
- Deo, M.V. dan Michaleris, P., 2002, Experimental Verification of Distortion Analysis of Welding Stiffeners, *Journal of Ship Production*, 4/2002
- Huang, T.D., Dull, R., Conrardy, C., Porter, N., DeCan, L., Evans, N., Davis, A., Kvidahl, L. dan Keene, P., 2007, Transient Thermal Tensioning and Prototype System Testing of Thin Steel Ship Panel Structures, *Journal of Ship Production*, The Society of Naval Architect and Marine Engineers, Volume 23, No. 4 Nov. 2007
- Kou, S., 1987, *Welding Metallurgy*, John Willey, Sons, Inc., New York
- Lancaster, J.F., 1999, *Metallurgy of Welding*, Abington Publishing, Cambridge, UK
- Masahito M., Masao T., 2007, Weld Distortion Control During Welding Process With Reverse-Side Heating, *Journal of Engineering Materials and Technology*, April 2007, Vol. 129/265
- Michaleris, P., Dantzig, J. dan Tortorelli, D., 1999, Minimization of Welding Residual Stress and Distortion in Large Structures, *Welding Journal*
- Radaj, D., 1992, *Heat effects of Welding : Temperature Field, Residual Stress, Distortion*, Springer-Verlag, Berlin
- Tsai, C.L., Park, S.C. dan Cheng, W.T., 1999, Welding Distortion of a Thin-Plate Panel Structure, *Welding Research Supplement*, Mei 1999
- Wiryosumarto, H. dan Okumura, T., 1996, *Teknologi Pengelasan Logam*, PT. Pradya Paramita, Jakarta