

PENGARUH PENAMBAHAN STATIC COOLING DENGAN VARIASI KAPASITAS AIR TERHADAP DISTORSI DAN SIFAT MEKANIK PADA PENGELASAN FCAW

Nur Subeki^{*1}, Ardiansyah Imam Fanani², Dini Kurniawati³
Teknik Mesin, Universitas Muhammadiyah Malang

Kontak Person:

Nur Subeki

Universitas Muhammadiyah Malang

Email: nursubeki@umm.ac.id

Abstrak

Pengelasan FCAW merupakan salah satu jenis las listrik yang proses kerjanya memasok filler elektroda atau kawat las secara mekanis terus menerus ke dalam busur listrik. Kawat las yang digunakan untuk pengelasan FCAW terbuat dari logam tipis yang digulung cylindrical kemudian dalamnya di isi dengan flux yang sesuai dengan kegunaan. Di dalam dunia teknik pengelasan atau dunia industri saat ini baja karbon rendah merupakan salah satu logam yang sering digunakan dalam pembangunan konstruksi. Permasalahan yang sering muncul pada penyambungan adalah kekuatan tarik yang rendah dan kekerasan tidak merata di daerah pengelasan. Penelitian ini menggunakan metode penelitian eksperimental dan jenis penelitian ini adalah penelitian kuantitatif. Untuk memperoleh hasil tentang analisis besarnya kekuatan Tarik, distorsi dan kekerasan baja karbon rendah yang telah mengalami pengelasan FCAW dengan penambahan static cooling dengan variasi kapasitas air pendinginan, data yang diperoleh dianalisis menggunakan analisis deskriptif, yakni menjabarkan perbandingan spesimen yang diberi perlakuan secara berbeda-beda ketika proses pengelasannya. Hasil penelitian menunjukkan bahwa pemberian static cooling dengan variasi kapasitas air yang berbeda selama proses pengelasan dapat meminimalisasi distorsi, mendapat hasil kekuatan tarik tertinggi, dan nilai kekerasan tertinggi. Distorsi minimum terjadi pada hasil pengelasan dengan kapasitas air 700L/H, yaitu 5,76mm, dari kapasitas air 1400L/H nilai distorsinya 5,80mm dan 2800L/H nilai distorsinya 8,15mm. Nilai kekerasan tertinggi terdapat pada daerah pengelasan dengan kapasitas air pendinginan 2800L/H yaitu 196,07 kg/mm², dan kekuatan tarik maksimum tertinggi terjadi pada hasil pengelasan dengan temperature transient 2800L/H yaitu 32,83kg/mm².

Kata kunci: Pengelasan FCAW, Static Cooling, Distorsi, Sifat mekanik.

1. Pendahuluan

Definisi pengelasan menurut DIN (Deutsche Industri Normen) adalah ikatan metelurgi pada sambungan logam atau logam paduan yang dilaksanakan dalam keadaan lumer atau cair. Dengan kata lain las adalah sambungan setempat dari beberapa batang logam dengan menggunakan energi panas. Teknik penyambungan logam dengan sistim pengelasan semakin banyak digunakan baik dipakai pada konstruksi bangunan, perpipaan maupun konstruksi kapal. Hal ini disebabkan oleh banyaknya keuntungan yang dapat diperoleh dari sambungan las. Pengelasan merupakan proses pengerjaan industri yang kompleks yang mana sering menggunakan beberapa percobaan sebelum dapat dikerjakan dengan baik. Pekerjaan pengelasan dihasilkan oleh pekerja dengan keahlian yang baik, tetapi akhir-akhir ini mesin otomatis dan robot dipakai pada sistim penyambungan dengan pengelasan. Cara ini dipilih untuk memperoleh produk yang diharapkan dapat menghasilkan komponen yang presisi dari bagian-bagian yang akan dirangkai menjadi sesuatu konstruksi.

Pada saat bagian-bagian dari konstruksi itu disambung dengan pengelasan, maka yang harus dipahami tidak hanya terjadinya tegangan sisa pada pengelasan tetapi juga distorsi (Sorensen, 1999). Menurut Cary (1989) luasnya penggunaan proses penyambungan dengan pengelasan disebabkan oleh biaya murah, pelaksanaan relatif lebih cepat, lebih ringan, dan bentuk konstruksi lebih variatif. Beberapa permasalahan yang muncul dari hasil pengelasan diantaranya adalah distorsi, tegangan sisa dan sifat mekanik. Distorsi di timbulkan karena perubahan bentuk yang di akibatkan oleh panas pada proses pengelasan. Terjadinya distorsi ini mengakibatkan permukaan pelat menjadi melengkung atau bergelombang, sehingga terjadi penyimpangan dimensi dari yang di rencanakan. Hal ini dapat mempersulit proses pengerjaan selanjutnya. Karena distorsi ini dapat menyebabkan hasil pengelasan yang tidak presisi akibat perubahan dimensi yang terjadi, sehingga perlu dilakukan perlakuan tambahan untuk mengurangi distorsi yang terjadi.

Dalam penelitian ini akan dipelajari bagaimana pengaruh variasi kapasitas air pendinginan pada Static cooling terhadap distorsi dan sifat mekanik dengan pengelasan FCAW(Fluks Cored Arc Welding). Dengan demikian diharapkan penelitian ini dapat memberikan kontribusi informasi untuk memperoleh parameter pengelasan yang tepat untuk peneliti selanjutnya.

2. Metode Penelitian

Metode penelitian yang digunakan dalam penelitian ini adalah penelitian eksperimental, dengan cara membandingkan tinggi distorsi, dan sifat mekanik hasil pengelasan FCAW(Fluks Cored Arc Welding) dengan menggunakan static cooling. Pada pengujian ini digunakan pompa akuarium sebagai variabel kapasitas air pada static cooling yang mempunyai kapasitas air 700L/H,1400L/H dan 2800L/H.

2.1 Alat dan Bahan

Alat yang digunakan dalam penelitian ini diantaranya adalah mesin las semi otomatis FCAW, mesin potong pelat, mesin frais, mesin uji Tarik universal testing machine, mesin uji kekerasan, mesin grinding dengan pendingin, dial indicator, inverter, termokopel, gerinda tangan, tang jepit, amplas, meja rata, aplikasi lab view, static cooling, pompa air. Sedangkan bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah baja ASTM A36 (tebal 5mm,Panjang 400mm,Lebar 150mm), elektroda type AWS E7016, katalis, resin, oksigen, gas LPG, air.

2.2 Prosedur Penelitian

2.2.1 Pembuatan spesimen las/plat Baja ASTM A36

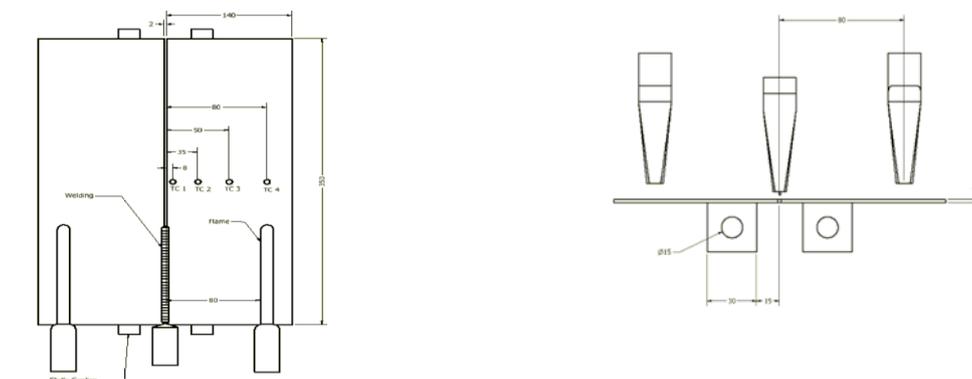
Pembuatan spesimen dilakukan dengan cara memotong sebagian material aluminium dengan menggunakan alat potong hidrolis.

2.2.2 Pembuatan Kampuh V Terbuka

Pembuatan kampuh V terbuka dilakukan dengan menggunakan alat yaitu mesin frais. Bahan dipersiapkan didalam pencekam pada sudut pengefraisan 40 derajat, tahap pengefraisan pun siap untuk dilakukan.

2.2.3 Proses Pengelasan dan Pemasangan Static Cooling

Pada Gambar 1 menjelaskan penempatan Static Cooling, pertama menyiapkan mesin las FCAW, kemudian mengebor plat baja dengan jarak 8 mm, 35 mm, 50 mm, dan 80 mm. Selanjutnya memasang kabel termokopel pada setiap lubang dengan menyambungkannya dengan slot temperatur yang telah terhubung pada laptop yang sudah terinstal aplikasi lab view untuk mengetahui tingkat panas dan distribusi temperatur pada saat proses pengelasan. Setelah itu pastikan semua regulator gas dalam keadaan terbuka serta atur besar arus pengelasan serta kecepatan pengelasan yang diinginkan pada inverter, dan mengatur kecepatan elektroda pada saat pengelasan. mengatur plat dengan ujung touch las agar senter. Mengatur pemanas transient sesuai variasi dan mengatur pendingin selanjutnya hidupkan mesin las untuk memulai dengan menekan tombol start hingga mencapai ujung plat dan menekan tombol off ketika touch sudah mencapai ujung plat yang di las.



Gambar 1 Penempatan Static Cooling

2.2.4 Pengamatan Distribusi Temperatur

Pengamatan distribusi temperatur dilakukan untuk mengetahui tingkat panas yang terjadi pada saat awal pengelasan hingga akhir pengelasan.

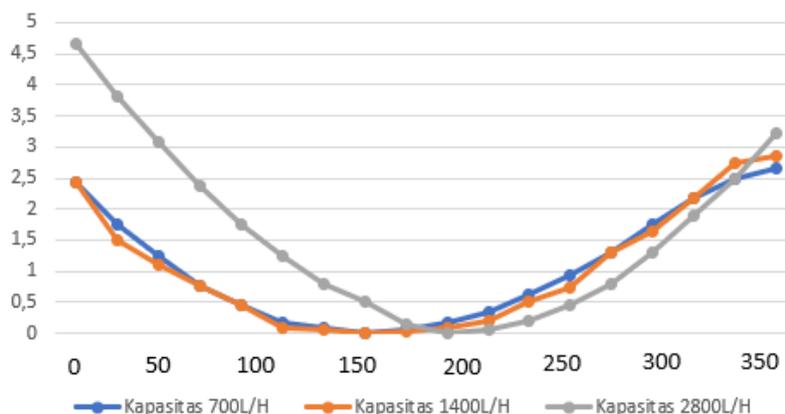
2.2.5 Tahap Pembuatan Spesimen Uji

Setelah seluruh proses pengelasan selesai selanjutnya akan dilakukan proses pengukuran distorsi pada seluruh pelat yang telah disambung dengan proses pengelasan FCAW dengan menggunakan alat ukur *dial gauge indicator*, dan menyajikannya dalam bentuk tabel yang telah disediakan. Langkah-langkah pengujian distorsi adalah 1. Meletakkan dial indicator pada pelat yang akan diukur, 2. Mengamati pada skala utama dan skala nonius 3. Jika pada skala utama tidak menunjukkan pada angka 0 (nol). Maka memutar sekrup pengkalibrasi baik searah jarum jam atau sebaliknya, tergantung dari kebutuhan, sampai jarum skala utama menunjukkan pada angka 0 (nol). 4. Kemudian mengamati pada skala nonius, jika tepat pada angka 0 (nol), maka ring diputar pada skalanonius hingga jarum jam pada skalanonius menunjukkan angka 0 (nol). 5. Mengambil spesimen pengukuran sebanyak titik yang sudah ditentukan mulai dari titik samping kiri kemudian bergerak ke kanan untuk mendapatkan hasil distorsi.

Setelah benda kerja hasil pengelasan mendapat hasil uji distorsi kemudian dibentuk menjadi spesimen uji Tarik dan kekerasan. Bentuk spesimen uji tarik sesuai dengan ASTM E8/E8M-09. Pembentukan spesimen ini dilakukan dengan menggunakan mesin gergaji dan mesin frais. Daerah sambungan las pada spesimen dipotong dengan ukuran panjang 20 mm, lebar 12,5 mm dan tebal 8 mm. Langkah-langkah pengujian tarik adalah 1) Menghidupkan mesin dan komputer. 2) Input data yaitu tebal dan lebar spesimen yang akan diuji tarik. 3) Memasang spesimen uji pada grips. 4) Memulai uji tarik dengan menekan tombol start pada layar monitor. 5) Setelah spesimen patah, putar panel pada manual kontrol posisi nol. 6) Melepas spesimen yang sudah patah setelah pengujian. 7) Melihat hasil pengujian tarik di komputer dan dicetak.

Prosedur pengamatan kekerasan adalah menggunakan indenter piramida intan yang pada dasarnya berbentuk bujur sangkar. Besar sudut antar permukaan piramida yang saling berhadapan adalah 136° . Langkah-langkah pengamatannya, yaitu Memasang indenter piramida intan. Penekanan piramida intan 136° dipasang pada tempat indenter mesin uji, kencangkan secukupnya agar penekanan intan tidak jatuh. Selanjutnya Memberi garis warna pada daerah logam las, HAZ dan logam induk yang akan diuji. Ketiga meletakkan benda uji di atas landasan. Langkah keempat menentukan beban utama sebesar 10 kgf. Kemudian menentukan titik yang akan diuji. Langkah Terakhir Menekan tombol indenter tunggu selama 10-15 detik.

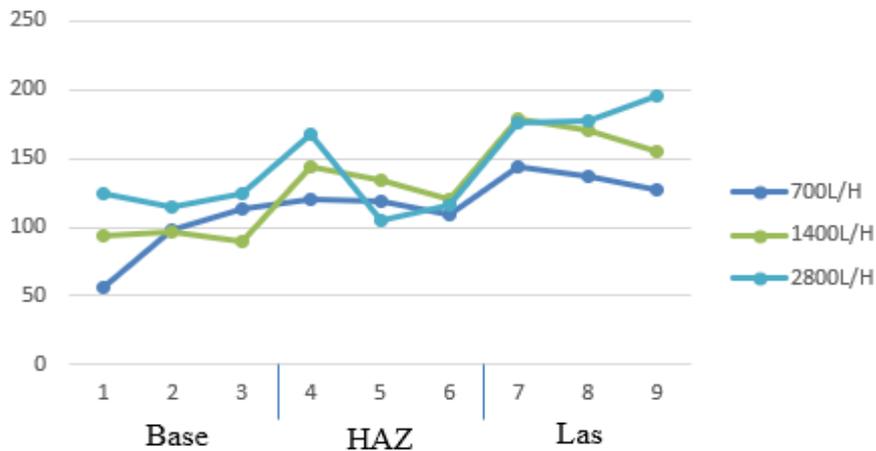
3. Hasil dan Pembahasan



Gambar 2 Grafik perbedaan distorsi kapasitas air pendingin 700L/H, 1400L/H, 2800L/H

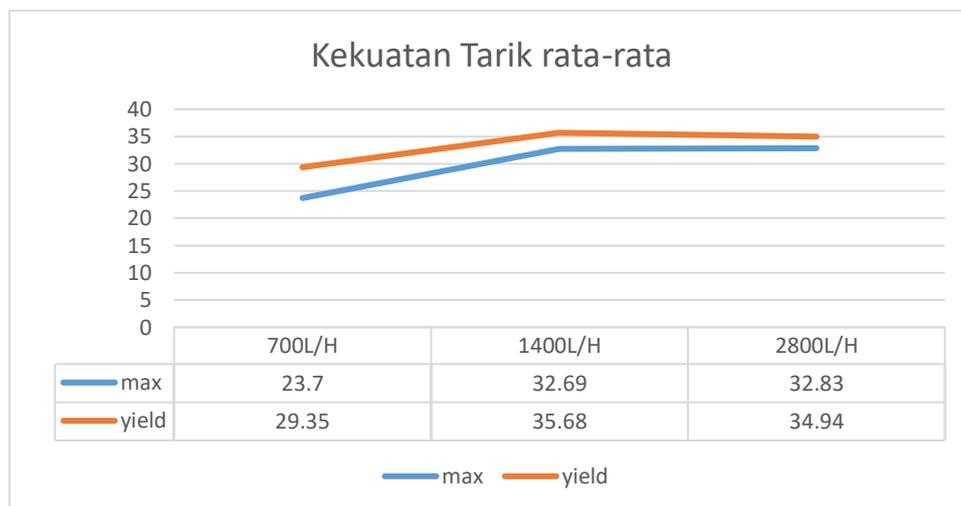
Dilihat dari ketiga grafik Gambar 2, menunjukkan bahwa terjadi perbedaan nilai distorsi. Dimana pada grafik distorsi hasil pengelasan pelat Baja A36 dengan kapasitas air pada static cooling 700L/H nilai distorsinya sebesar 5,76mm, pada pengelasan plat Baja A36 dengan kapasitas air pada

static cooling 1400L/H nilai distorsinya sebesar 5,80mm, pada pengelasan plat Baja A36 dengan kapasitas air pada static cooling 2800L/H nilai distorsinya sebesar 8,15mm.



Gambar 3 Grafik nilai kekerasan

Pada grafik Gambar 3 menunjukkan, bahwa pada tiap spesimen masing-masing dilakukan 3 (tiga) kali percobaan pada tiap zona dengan variasi kapasitas air pendingin pada static cooling 700L/H,1400L/H,2800L/H. Nilai kekerasan cenderung semakin naik secara keseluruhan dari *base metal* menuju *welding zone*. Dari hasil rata-rata VHN pada tiap spesimen, kekerasan tertinggi terdapat pada *welding zone* yaitu pada 2800L/H dengan nilai kekerasan **196,07** kg/mm². Pada setiap spesimen yang telah diuji, kekerasan pada *welding zone* memiliki nilai kekerasan tertinggi dibanding dengan HAZ dan *base metal*. Hal ini, sesuai dengan penelitian Subeki (2009) yang menyatakan bahwa nilai kekerasan mengalami penurunan dari pusat logam las, dan juga pada daerah *welding* memiliki kekerasan yang tinggi akibat migrasi karbon, maka efek dari itu mengakibatkan daerah HAZ dan *base metal* di sekitarnya akan mengalami daerah kekurangan karbon sehingga kekerasannya menurun, dimana berdasarkan standard] ASTM jumlah karbon pada plat baja A36 berada di bawah 0,3 persen.



Gambar 4. Grafik kekuatan tarik

Gambar 4 menunjukkan tiap variabel dilakukan pengujian tarik sebanyak 3 (tiga) kali percobaan. Dengan demikian diperoleh grafik tegangan maksimum dan tegangan luluh pada tiap spesimen dengan variasi kapasitas air pendinginan 700L/H,1400L/H,2800L/H dengan temperatur tetap 250°C sebagai berikut. Tegangan luluh rata-rata tertinggi pada kapasitas air pendingin 1400L/H dengan 35.68 Kgf/mm², diikuti pada kapasitas air pendingin 2800 L/H yaitu sebesar 34.94 Kgf/mm² dan nilai terkecil pada kapasitas air pendingin 700 L/H dengan 29.35 Kgf/mm².

4. Kesimpulan

Dari pengujian Distorsi, Kekerasan, dan tarik didapatkan kesimpulan sebagai berikut, nilai distorsi. dimana pada hasil pengelasan plat Baja A36 dengan kapasitas air pada static cooling 700L/H nilai distorsinya sebesar 5,76mm, pada pengelasan pelat Baja A36 dengan kapasitas air pada static cooling 1400L/H nilai distorsinya sebesar 5,80mm, pada pengelasan pelat Baja A36 dengan kapasitas air pada static cooling 2800L/H nilai distorsinya sebesar 8,15mm. Dapat di simpulkan bahwa semakin besar kapasitas air pendingin semakin tinggi nilai distorsi.

Nilai kekerasan cenderung semakin naik secara keseluruhan dari *base metal* menuju *welding zone*. Dari hasil rata-rata VHN pada tiap spesimen, kekerasan tertinggi terdapat pada *Welding zone* yaitu pada 2800L/H dengan nilai kekerasan 196,07 kg/mm². Pada setiap spesimen yang telah diuji, kekerasan pada *welding zone* memiliki nilai kekerasan tertinggi dibanding dengan HAZ dan *base metal*.

Tegangan maksimum dan tegangan luluh pada tiap spesimen dengan variasi kapasitas air pendinginan 700L/H,1400L/H,2800L/H dengan temperatur tetap 250°C sebagai berikut. Tegangan luluh rata-rata tertinggi pada kapasitas air pendingin 1400L/H dengan 36.69 Kgf/mm², diikuti pada kapasitas air pendingin 2800 L/H yaitu sebesar 33.16 Kgf/mm² dan nilai terkecil pada kapasitas air pendingin 700 L/H dengan 24.73 Kgf/mm².

Referensi

- Cary, H.B., 1994, *Modern Welding Technology*, Prentice Hall, Englewood Cliffs, New Jersey.
- Subeki, N., 2009, "Optimalisasi Penggunaan Heat Input pada Pengelasan Pipa Spiral untuk Meningkatkan kualitas Sambungan", *Jurnal Teknik Industri* Vol. 10 Nomor 2. Agustus 2009 Hal 141-147, Malang.
- Sorensen. M.B., 1999, "Simulation of Welding Distortion in Ship Section", Department of Naval Architecture dan Offshore Engineering, Technical University of Denmark.