

PENGARUH KETEBALAN *ROOT FACE* DAN POLARITAS TERHADAP *DEFECT* PADA TEMBUSAN HASIL PENGELASAN SMAW

Sanam*, Inda Aidatul Azpah, Difqi Faza Umary, Muhamad Suhaedi, Ananda Yhuto
Wibisono Putra

Pendidikan Vokasional Teknik Mesin, FKIP, Universitas Sultan Ageng Tirtayasa
Jl. Ciwaru Raya, Cipare, Serang - Banten 42117.

*Email: sanam.officially@gmail.com

Abstrak

Metode pengelasan SMAW digunakan secara luas dalam industri untuk menggabungkan material logam dengan kekuatan yang tinggi. Namun, pengelasan SMAW dapat menghasilkan cacat seperti porositas, retak, dan pengotoran yang dapat mempengaruhi kekuatan dan keandalan sambungan las. Penelitian ini bertujuan untuk menginvestigasi pengaruh ketebalan root face dan polaritas terhadap defect pada tembusan hasil pengelasan SMAW (Shielded Metal Arc Welding) dengan kuat arus ideal. Adapun Metode penelitian yang digunakan pada penelitian ini yaitu metode eksperimen dengan acuan uji AWS D1.1. Teknik pengumpulan datanya dengan melakukan pengujian pelat menggunakan cairan dye penetrant test dengan waktu yang dibutuhkan selama 40 menit setiap spesimen. Hasil penelitian menunjukkan bahwa ketebalan root face yang optimal dapat mengurangi terbentuknya defect pada tembusan pengelasan SMAW. Ketebalan root face yang terlalu tipis dapat menyebabkan pengotoran dan porositas, sedangkan ketebalan yang terlalu tebal dapat menyebabkan retak atau reject pada sambungan las. Selain itu, polaritas juga mempengaruhi terbentuknya defect. Penggunaan polaritas yang tepat dapat mengurangi terjadinya porositas dan retak pada sambungan las. Dapat disimpulkan bahwa dimana polaritas DCEN menghasilkan tembusan yang ideal pada root face 2 mm, sedangkan Polaritas DCEP menghasilkan tembusan yang ideal pada root face 3 mm, maka dari itu kami rekomendasikan polaritas DCEN sangat cocok untuk pengerjaan root face 2 mm pada proses pengelasan SMAW.

Kata kunci: Penetrant test, polaritas, root face, SMAW, uji pengelasan

PENDAHULUAN

Shield metalic arc welding (SMAW), yaitu pengelasan yang menggunakan elektroda yang dilapisi sebagai material yang dihantarkan dengan panas yang diperoleh dari busur listrik. Menggunakan kekuatan termal yang memungkinkan pencairan baja yang diperoleh dari pembakaran elektroda yang memancarkan busur bertenaga listrik. Pembakaran elektroda menghasilkan nyala busur listrik yang dapat mencapai suhu 6000 °C. Pengelasan adalah suatu sistem penyambungan logam/paduan yang dilakukan dalam keadaan cair sehingga setelah membeku akan terbentuk sambungan yang tetap melalui proses pengikatan secara kimia sebagai akibat penggunaan energi panas (Suwarsono & Nugroho, 2019).

Mengacu pada implementasi pengelasan di dunia industri, industri pengelasan tergolong ke dalam *industrial services* yaitu sebagai industri yang memiliki kegiatan pokok melayani kebutuhan orang lain. Layanan industri ini dalam bentuk

mengolah bahan baku yang dipasok oleh pihak lain menjadi barang setengah jadi atau barang (A. Y. W. Putra & Wijanarka, 2019), Oleh sebab itu standar mutu input dan proses pengelasan harus terjaga guna menghasilkan kualitas hasil pengelasan yang sesuai dengan standar yang digunakan.

Kualitas las dari proses pengelasan ini dipengaruhi oleh beberapa faktor, khususnya rencana pelaksanaan studi yang terdiri dari cara membuat struktur las dan spesifikasinya sesuai dengan pelaksanaan yang diinginkan. Faktor produksi las dilihat juga dari waktu pembuatan, sistem untuk membuat alat atau bahan yang dibutuhkan, pelaksanaan, pengumpulan, persiapan pengelasan (terdiri dari: pemilihan mesin las, pemilihan polaritas las, penunjukan tukang las, pemilihan elektroda, penggunaan jenis jahitan) (A. Putra & Wulandari, 2017).

Kekuatan las dipengaruhi oleh berbagai faktor, termasuk tegangan busur, ukuran arus, kecepatan las, jumlah penetrasi, harga pendinginan dan bentuk polaritas listrik.

Variasi dalam jenis polaritas dalam prosedur pengelasan SMAW dapat dilakukan dengan menggunakan sistem pengelasan DC. Mesin ini dapat digunakan dengan dua cara, yaitu polaritas langsung dan polaritas berlawanan. Pada pengelasan dengan polaritas DC+, terminal positif (*anode*) terdapat pada elektroda dan benda kerja sebagai terminal negatif (katode). Pada polaritas ini, bagian elektroda adalah bagian yang menghasilkan lebih banyak panas. Proporsi panas yang dihasilkannya pun lebih besar daripada benda kerja. Sehingga pemanasan elektroda lebih signifikan, dan cenderung terkikis secara cepat. Pemanasan inten yang terjadi pada elektroda dapat menghasilkan busur listrik yang stabil dan fokus terhadap permukaan benda kerja. Sehingga kedalaman penetrasinya cenderung lebih dangkal.

Pada pengelasan dengan polaritas DC-, elektroda sebagai katode dan benda kerja sebagai anode. Pada polaritas ini, panas lebih memusatkan pada benda kerja, sedangkan elektroda hanya menghasilkan panas yang sedikit. Pemanasan yang besar pada benda kerja menghasilkan busur listrik yang fokus pada permukaan elektroda dan panas bisa menembus lebih dalam ke benda kerja. Sehingga menghasilkan penetrasi yang lebih dalam dan secara struktural pengelasannya lebih kuat. Pilihan saat menggunakan DC polaritas positif atau negatif sering ditentukan oleh elektroda yang dipakai. ada beberapa elektroda SMAW dirancang untuk dipakai pada DC- dan DC+ yang paling efektif. selain itu elektroda lain juga bisa menggunakan DC- dan DC+. varian jenis polaritas ini akan mempengaruhi sifat-sifat lokasi yang terkena panas (Pratiwi, 2012).

Selain dari faktor polaritas yang sudah dijelaskan di atas, untuk menghasilkan permukaan yang bersih dan sambungan las yang lebih kuat dari sebelumnya, oksida di permukaan perlu dihilangkan karena menyebabkan munculnya sebagai terperangkap di dalam baja membeku, yang mungkin akan terjadi munculnya kecacatan pada las yang berakibat semakin berkurangnya kekuatan di dalam sambungan las pada baja las. Untuk menentukan hasil las yang luar biasa, diperlukan pemeriksaan agar catatan yang dihasilkan valid, sedangkan motif pemeriksaan yaitu untuk mendapatkan standar yang bagus sesuai ketentuan.

Root face adalah jarak dari akar sambungan ke titik di mana sudut bevel dimulai, dengan kata lain *root face* ini terdapat pada bidang permukaan akar las. Sedangkan celah akar (*root gap*) adalah bagian di mana kedua pelat saling mendekati satu sama lain, dan menghubungkan kedua ujungnya, dengan celah akar yang diperlukan dan muka yang lebih rendah dapat menyebabkan penetrasi yang berlebihan serta sisi yang lebih tinggi akibat sisi berlawanan. *Root face*, *root gap* dan sudut bevel merupakan bagian wajib dari setiap desain alur dalam proses pengelasan. Tanpa *root face*, sambungan mungkin memerlukan sisipan atau cadangan logam baik yang permanen atau yang dapat dilepas (Kai et al., 2021). Oleh karenanya polaritas dan ketebalan *root face* yang digunakan dalam pengerjaan pengelasan dapat mempengaruhi hasil pengelasan, maka penelitian ini bertujuan untuk menginvestigasi pengaruh ketebalan *root face* dan polaritas terhadap defect pada tembusan hasil pengelasan SMAW.

METODOLOGI

Metode penelitian yang digunakan pada penelitian ini yaitu metode eksperimen. Teknik pengumpulan datanya dengan melakukan pengujian pelat menggunakan cairan *dye penetrant testing* waktu yang dibutuhkan selama 40 menit setiap spesimen berlokasi di bengkel PVTM UNTIRTA Ciwaru. Dengan pendekatan secara kualitatif. Variabel yang digunakan dalam penelitian yakni variabel bebas diperankan oleh ketebalan *root face* yaitu 0, 2 dan 3 mm serta polaritas DCEN dan DCEP. Variabel terikat adalah defect pada tembusan hasil pengelasan SMAW. sedangkan variabel kontrolnya adalah mesin las model FALCON 1619E bermerek LAKONI dengan *capacity* 20A-160A, memiliki power 220V (50 HZ), material ASTM A36 ukuran 250 x 50 mm dengan ketebalan pelat 4,5 mm sebanyak 6 pasang, elektroda pengelasan E6013 diameter 2.6 x 30 mm brand ENNKA *heat/Lot No.* 30106049 *type Flux high titanium*, arus pengelasan 90A, tegangan pengelasan 21 V, *bevel angle* 30° dan *root gap* 2,6 mm, dan tipe teknik pengelasan *butt joint*.

Proses pengelasan SMAW diawali dengan pembersihan dan pembuatan kampuh las, lalu menempelkan kedua material dengan

tack weld dan ditaruh di atas meja kerja. Kemudian mempersiapkan mesin dan elektroda kemudian hubungkan elektroda dengan mesin dan material dengan mesin. Lalu lakukan pengelasan dengan perlahan dengan mendekatkan elektroda ke bagian las, gerakan elektroda secara perlahan hingga ke ujung bagian las. Sesudah selesai, bersihkan terak menggunakan palu pahat, dan sikat. Setelah dilakukan pengelasan maka benda kerja tersebut dilakukan *Dye Penetrant Testing*. Adapun rentan waktu jeda 5 menit untuk melihat hasil pengujian pada benda kerja. Adapun pada percobaan ini menggunakan Penetrant Magnaflux (SKL-SP2), *Cleaner Magnaflux* (SKL-S) dan *Developer Magnaflux* (SKD-S2).

Tahapan *dye penetrant* diawali dengan cairan *cleaner*, selanjutnya tunggu hingga 3 menit kemudian dibersihkan. melanjutkan penyemprotan *red penetrant* dengan jarak sama yakni 2.5cm dari hasil pengelasan, dan tunggu hasilnya selama 5 menit. tahap selanjutnya bersihkan kembali permukaan dengan cairan *cleaner* yang sudah dipadukan dengan kain majun untuk pembersihan hasil *red penetrant* tunggu hingga kering. dan tahapan akhir ialah penyemprotan penyemprotan cairan *developer* dengan jarak 2.5 cm dari masing-masing hasil pengelasan dan tunggu hingga 5 menit untuk melihat hasil pengujian tersebut.

Adapun acuan ujian test menggunakan AWS D1.1. AWS D1.1 adalah kode/ketentuan konstruksi yang dikembangkan oleh AWS (*American welding society*) untuk struktur baja yang akan dikenakan beban statis atau dinamis. AWS D1.1 mencakup lima bidang subjek yang harus dipenuhi, yaitu material dan desain, fabrikasi, inspeksi, kualifikasi, serta laporan dan catatan. Setiap bidang subjek memiliki bobot yang ditentukan sesuai dengan persyaratan ujian yang berlaku (*American Welding Society*, 2015).

Dalam rangka menjalankan penelitian ini, beberapa tahapan penting harus diikuti dengan cermat. Tahap awal adalah persiapan alat dan bahan, di mana akan diidentifikasi dan disiapkan semua peralatan, bahan, dan instrumen yang diperlukan untuk penelitian ini, termasuk mesin las SMAW, elektroda, material kerja, peralatan pengukuran, dan instrumen uji.

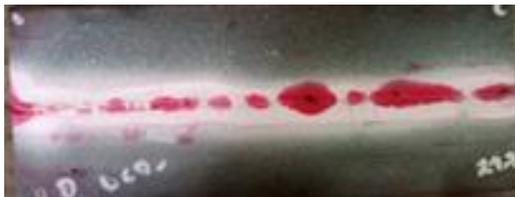
Selanjutnya, akan melanjutkan ke tahap pembuatan spesimen, di mana material kerja yang akan digunakan sebagai spesimen akan dipersiapkan. Juga akan membuat berbagai variasi spesimen dengan mengatur ketebalan root face dan polaritas yang berbeda sesuai dengan desain penelitian. Setelah spesimen dipersiapkan, tahap selanjutnya adalah pengelasan spesimen. Mesin las SMAW akan digunakan untuk melakukan pengelasan pada semua spesimen sesuai dengan variasi ketebalan root face dan polaritas yang telah ditentukan dalam penelitian. Setelah pengelasan selesai, akan melakukan pengujian spesimen. Pengujian non-destruktif awal akan dilakukan menggunakan teknik dye penetrant test untuk mendeteksi potensi cacat yang mungkin ada pada hasil pengelasan. Setelah data pengujian terkumpul, tahap analisis dan pengumpulan data akan dilakukan. Akan mencatat dengan rinci hasil pengujian, termasuk kekuatan tarik, energi impact, dan jenis cacat yang ditemukan.

Langkah selanjutnya adalah analisis dan interpretasi data. Data yang telah dikumpulkan akan dianalisis untuk menentukan pengaruh ketebalan root face dan polaritas terhadap cacat pada tembusan hasil pengelasan SMAW. Juga akan mengidentifikasi pola dalam data yang mengindikasikan pengaruh masing-masing variabel. Akhirnya, berdasarkan temuan dari penelitian ini, akan membuat kesimpulan mengenai pengaruh ketebalan root face dan polaritas terhadap cacat pada tembusan pengelasan SMAW. Juga akan memberikan rekomendasi untuk perbaikan proses pengelasan yang dapat diimplementasikan.

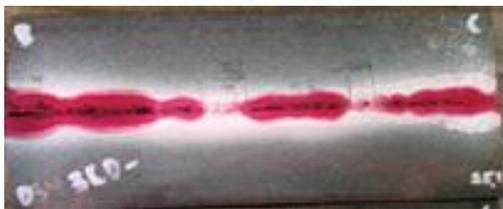
HASIL DAN PEMBAHASAN

Pembahasan mengenai pengujian dari masing-masing spesimen hasil pengelasan SMAW dapat diuraikan sebagai berikut Pada gambar 1 pengujian spesimen 1 dengan polaritas negatif (DCEN) dengan ketebalan root face 0 mm mendapatkan defect linear yang banyak diantaranya 7 defect linear dan 1 jenis defect rounded porosity, walaupun red penetrant tidak terlalu banyak menembus pada hasil pengelasan yang sudah dibuat. Untuk spesimen 2 dengan ketebalan root face 2 mm (lihat gambar 2) didapatkan hasil tembusan penetrant yang lumayan panjang dan hanya terdapat 4 defect linear dan 1 defect porosity (

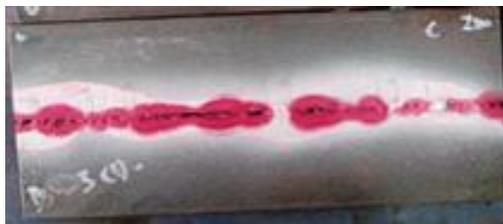
AAC 2 dan rej 3). Pada spesimen 3 dengan ketebalan root face 3 mm terdapat 7 defect dengan tembusan penetrasi yang cukup panjang (lihat gambar 3). Dari hasil analisis pada polaritas negatif (DCEN) untuk root face yang ideal adalah spesimen 2 dengan ketebalan root face 2 mm.



Gambar 1. Penetrant Test Spesimen 1



Gambar 2. Penetrant Test Spesimen 2



Gambar 3. Penetrant Test Spesimen 3

Pada hasil pengujian spesimen 4 dengan polaritas positif (DCEP) dengan ketebalan root face 0 mm terdapat 6 defect linear dengan penetrasi yang hampir menembus seluruh jarak lasan dengan total 1 acc dan 5 reject.



Gambar 4. Penetrant Test Spesimen 4



Gambar 5. Penetrant Test Spesimen 5



Gambar 6. Penetrant Test Spesimen 6

Pada gambar 5 merupakan hasil pengujian spesimen 5 dengan polaritas positif (DCEP) memiliki ketebalan root face 2 mm terdapat 8 defect memungkinkan spesimen 5 ini memiliki banyak reject dari beberapa spesimen lainnya. selanjutnya hasil dari spesimen 6 (lihat gambar 6) menggunakan polaritas positif (DCEP) dengan ketebalan root face 3 mm menghasilkan 5 defect linear inconspicuous, dimana sepanjang hasil pengelasan terdeteksi reject yang cukup panjang.

PENUTUP

Kesimpulan

Berdasarkan penelitian yang dilakukan mengenai pengaruh root face dan Polaritas terhadap pengelasan material baja ASTM A36 dengan ketebalan pelat 4,5 mm sebanyak 6 pasang dengan parameter elektroda pengelasan E6013 diameter 2.6 x 30 mm, arus pengelasan 90A, tegangan pengelasan 21 V, dengan bevel angle 30° serta root gap 2,6 mm. Diperoleh kesimpulan bahwa dimana polaritas DCEN menghasilkan tembusan yang ideal pada root face 2 mm, sedangkan Polaritas DCEP menghasilkan tembusan yang ideal pada root face 3 mm, maka dari itu peneliti merekomendasikan polaritas DCEN sangat cocok untuk pengerjaan dengan root face 2 mm pada proses pengelasan SMAW.

DAFTAR PUSTAKA

- American Welding Society. (2015). AWS D1.1 Structural Welding - Steel. Aws.Org. <https://www.aws.org/certification/page/>

- aws-d11-structural-welding-steel-endorsement
- Kai, W., Xiangdong, J., Jialei, Z., Jingyang, L., & Congwei, L. (2021). Research on the effect of weld groove on the quality and stability of laser-MAG hybrid welding in horizontal position. *Welding in the World*, 65(9), 1701–1709. <https://doi.org/10.1007/s40194-021-01125-z>
- Pratiwi, D. K. (2012). Pengaruh Histerisis Terhadap Sifat Mekanik Baja Karbon Rendah. *Proceeding of the 11th Annual Seminar on* <https://repository.unsri.ac.id/16636/>
- Putra, A., & Wulandari, D. (2017). Pengaruh Polaritas Pengelasan Dan Jenis Elektroda Terhadap Kekuatan Tarik Dan Ketangguhan Las Smaw (Shielded Metal Arc Welding). *J. Pendidik. Tek. Mesin UNESA*. <https://core.ac.uk/download/pdf/230729772.pdf>
- Putra, A. Y. W., & Wijanarka, B. S. (2019). Occupational Competence Needs Analysis of Welder on Medium-Scaled Car Body Industries in Indonesia. *Journal of Physics: Conference Series*, 1273(1). <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1273/1/012054>
- Suwarsono, Y. C. E., & Nugroho, N. Y. (2019). Sifat Fisik Dan Mekanik Baja ASTM A36 Pengelasan SMAW Dengan Ketebalan Pelat Berbeda Terhadap Variasi Jenis Kampuh Menggunakan Metode Chamfering. *Prosiding* <https://prosidingseminakel.hangtuah.ac.id/index.php/jurnal/article/view/92>