

ANALISIS PENGARUH JARAK KAMPUH HASIL PENGELASAN BAJA SS400 TERHADAP SIFAT MEKANIK MATERIAL MENGGUNAKAN METODE GMAW

Novi Laura Indrayani¹⁾

¹⁾Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Islam “45” Bekasi
Jl. Cut Mutia No.83, Margahayu, Bekasi Tim., Kota Bks, Jawa Barat 17113
E-mail Penulis: novie.laura@gmail.com

Herry Oktadinata²⁾ dan Ito Suteja³⁾

²⁾Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Jenderal Achmad Yani

³⁾Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Islam “45” Bekasi

Abstrak

Teknik pengelasan telah dipergunakan secara luas di bidang konstruksi karena teknik pengelasan merupakan metode yang lebih sederhana dalam proses penyambungan baja dibandingkan menggunakan baut atau keling. Faktor yang mempengaruhi kualitas hasil las diantaranya yaitu jarak kampuh. Jarak kampuh dapat mempengaruhi kenaikan nilai heat input dikarenakan semakin lebar jarak kampuh maka akan semakin banyak filler metal yang digunakan. Tujuan penelitian ini untuk mengetahui bagaimana pengaruh variasi jarak kampuh terhadap sifat mekanik material hasil pengelasan baja SS400 menggunakan metode GMAW. Pengelasan baja SS400 posisi pengelasan 2G dengan variasi jarak kampuh yaitu 0 mm, 2 mm, dan 4 mm menggunakan metode GMAW dengan jenis gas pelindung 82% Ar + 18% CO₂ dan jenis kawat las ESAB ER70S-6. Tipe sambungan single v butt joint dengan sudut kampuh 60° dan tebal material 12 mm. Pada penelitian ini dilakukan beberapa pengujian diantaranya pengujian distorsi, *non-destructive* test, tarik, komposisi kimia, kekerasan dan pengamatan struktur mikro. Hasil pengujian distorsi tertinggi diperoleh pada jarak kampuh 4 mm, hasil pengujian *non-destructive* test menunjukkan tidak adanya cacat las dibagian permukaan atas las, hasil pengujian tarik yang optimal diperoleh pada sampel jarak kampuh 2 mm dengan nilai kuat tarik 413 MPa dan perpatahan yang terjadi didaerah base metal. Hasil pengujian kekerasan tertinggi diperoleh pada sampel jarak kampuh 0 mm dengan nilai 235 HV dan kekerasan terendah diperoleh pada jarak kampuh 4 mm dengan nilai 209 HV.

Kata Kunci: Baja SS400, pengelasan GMAW, jarak kampuh, distorsi, hardness vickers

Abstract

Welding techniques have been used extensively in the construction field because welding techniques are a simpler method in the process of connecting steel than using bolts or rivets. Factors that influence the quality of welding results include distance of the seam. The seam distance can affect the increase in heat input value because the wider the seam distance the more filler metal will be used. The purpose of this study was to determine how the effect of variations in the distance of the seam to the mechanical properties of SS400 steel welding material using the GMAW method. SS400 steel welding welding position 2G with variations in the root gap distance of 0 mm, 2 mm and 4 mm using the GMAW method with a type of protective gas 82% Ar + 18% CO₂ and ESAB ER70S-6 type welding wire. Single v butt joint type with a seam angle of 60° and 12 mm thick material. In this study several tests were conducted including distortion testing, non-destructive test, tensile, chemical composition, hardness and microstructure observation. The highest distortion test results obtained at a root gap of 4 mm seam, non-destructive test results showed no welding defects in the upper surface of the weld, the optimal tensile testing results were obtained on a sample root gap of 2 mm with a tensile strength value of 413 MPa and fractures that occurred in the base area metal. The highest hardness test results were obtained at a sample root gap of 0 mm ap with a value of 235 HV and the lowest hardness obtained at a root gap of 4 mm with a value of 209 HV.

Keywords: SS400 steel, GMAW welding, seam distance, distortion, hardness vickers

PENDAHULUAN

Teknik pengelasan telah banyak dipergunakan secara luas dalam penyambungan batang-batang baja dalam setiap konstruksi baja ataupun konstruksi mesin karena teknik pengelasan salah satu metode yang lebih sederhana dalam proses penyambungan baja dibandingkan menggunakan baut atau keling. Pengaplikasian teknik pengelasan di bidang konstruksi sangat luas diantaranya meliputi konstruksi jembatan, perkapalan, eskavator, penyambungan pipa dan lain sebagainya. Pada proses pengelasan terdapat beberapa bagian diantaranya yaitu: bagian terpengaruh panas atau HAZ

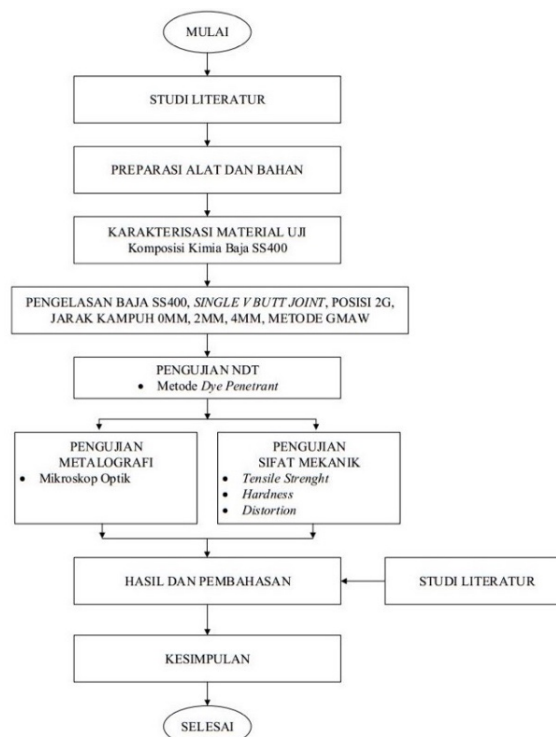
(*heat affected zone*), bagian logam lasan (*weld metal*), dan bagian garis fusi (*fusion line*). Pada bagian-bagian tersebut terdapat perubahan struktur material, pertumbuhan butir serta mengalami peregangan dan penyusutan yang akan menyebabkan logam dasar pengelasan mengalami perubahan bentuk dan dimensi atau disebut dengan distorsi. Beberapa faktor penyebab terjadinya distorsi yaitu dipengaruhi oleh besar kecilnya arus listrik jarak pengelasan, kecepatan pengelasan serta tebal material [1,2,3].

Daerah pengelasan cenderung lebih getas (*brittle*) dibandingkan logam dasar (*base metal*), karena pada daerah tersebut akan mengalami perubahan ukuran butir yang akan menyebabkan material mengalami peningkatan kekerasan (*hardness*) karena kekerasan material di pengaruhi oleh besar kecilnya ukuran butir, semakin kecil atau halus ukuran butir maka akan semakin baik keuletannya sedangkan semakin besar ukuran butir maka akan semakin meningkat kekerasannya. Salah satu penyebab terjadinya kenaikan heat input yaitu dipengaruhi oleh besar kecilnya jarak kampuh karena semakin besar jarak kampuh maka akan semakin banyak *filler* metal yang digunakan didaerah las tersebut maka laju pendinginan cenderung lebih rendah sehingga mengakibatkan perubahan struktur material seperti penelitian yang telah di publikasikan oleh Anang Setiawan dan Yuli Wardana menyimpulkan bahwa setiap kenaikan *heat input* maka akan terjadi perbesaran ukuran butir pada logam dasar [4]. Semakin besar peningkatan *heat input* maka akan semakin lambat laju pendinginan material [5] akan tetapi akan menimbulkan daerah HAZ yang lebih luas, sedangkan semakin rendah heat input maka akan semakin cepat laju pendinginan material maka akan semakin besar potensi material tersebut menjadi lebih getas (*brittle*).

Proses penyambungan logam membutuhkan material yang memiliki sifat mekanik yang baik seperti pada contoh kasus dalam penelitian ini menggunakan baja SS400 karena baja jenis ini memiliki sifat mampu las (*weldability*) yang baik serta memiliki kadar karbon yang rendah kurang dari 0,30 wt% sehingga dapat meminimalkan terjadinya *hydrogen induced cracking* (HIC) pada saat proses pengelasan [6,7]. Dalam proses pengelasan tidak semua material memiliki kecocokan sebagai syarat bahan logam dasar pengelasan, untuk mendapatkan material yang memiliki karakteristik yang baik sebagai bahan logam dasar pengelasan adalah melihat dari nilai *carbon equivalent* suatu material [8]. Selain itu, untuk mendapatkan hasil pengelasan yang optimal perlu mempertimbangkan pemilihan material, metode pengelasan serta *heat input* yang tepat dan harus memperhatikan faktor-faktor yang menyebabkan terjadinya cacat dalam proses pengelasan seperti inklusi, distorsi, porositas, *undercut*, pembekuan tidak sempurna, retak dan penetrasi tak sempurna. Penyebab terjadinya cacat las tersebut dikarenakan oleh teknik pengelasan yang tidak baik, pemilihan parameter yang tidak sesuai, logam induk dan kawat las yang tidak tepat serta tidak sesuainya gas pelindung yang digunakan [6,7].

METODE

Metode penelitian ini menggunakan metode eksperimen. Penelitian eksperimen ini dilakukan di laboratorium dengan beberapa alat pendukungnya untuk memperoleh data yang akan dikaji berdasarkan karakteristik sifat mekaniknya terhadap kualitas hasil las. Gambar 1 adalah alur penelitian yang akan dilakukan.



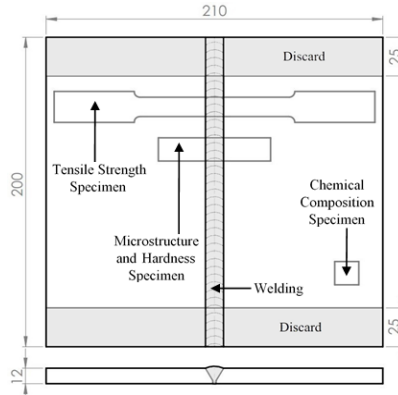
Gambar 1. Diagram Alir

Bahan

Material logam dasar (*base metal*) yang digunakan adalah plat baja SS400 dengan komposisi kimia dapat dilihat pada Tabel 1. Plat baja SS400 dibuat dengan ukuran panjang 200 mm, lebar 105 mm dan tebal 12 mm seperti yang terlihat pada Gambar 2.

Tabel 1. Komposisi kimia baja SS400

Chemical Composition SS400 (%)														
C	Si	Mn	P	S	Cr	Mo	Cu	Al	Nb	Ti	V	Ca	N	B
0,169	0,029	0,986	0,014	0,008	0,013	0,004	0,008	0,042	0,003	0,001	0,003	0,002	0,001	0,0002



Gambar 2. Skema Spesimen Persiapan Pengujian

Masukan Panas

Masukan panas atau *heat input* merupakan faktor yang mempengaruhi kualitas hasil las. Adapun untuk menghitung nilai *heat input* sebagai berikut:

$$Hi = \frac{I \times V}{v} \times \frac{60}{1000} \tag{Pers. 1}$$

Dimana:

- Hi : Heat Input (kJ/mm)
- I : Arus Pengelasan (A)
- V : Tegangan Pengelasan (V)
- v : Kecepatan Pengelasan (mm/menit)

Proses Pengelasan

Metode pengelasan GMAW (*Gas Metal Arc Welding*) menggunakan desain sambungan *single v butt joint* sudut 60 derajat dengan posisi pengelasan horisontal (2G) dan jenis gas pelindung 82% Ar + 18% CO₂ serta menggunakan jenis kawat las ESAB ER70S-6 berdiameter 1,0 mm. Adapun penelitian ini menggunakan variasi berdasarkan jarak kampuh yaitu 0 mm, 2 mm, dan 4 mm seperti terlihat pada Tabel 2, 3 dan 4.

Tabel 2. Parameter Pengelasan Jarak Kampuh 0 mm

Layer	Tegangan (V)	Arus (A)	Kecepatan Pengelasan (mm/menit)	Heat Input (kJ/mm)
Hot Pass	19	206	211	1,08
Filler	19	164	264	0,69
Caping	18	162	250	0,71
Caping	18	170	331	0,55
Back Weld	18	163	293	0,60

Tabel 3. Parameter Pengelasan Jarak Kampuh 2 mm

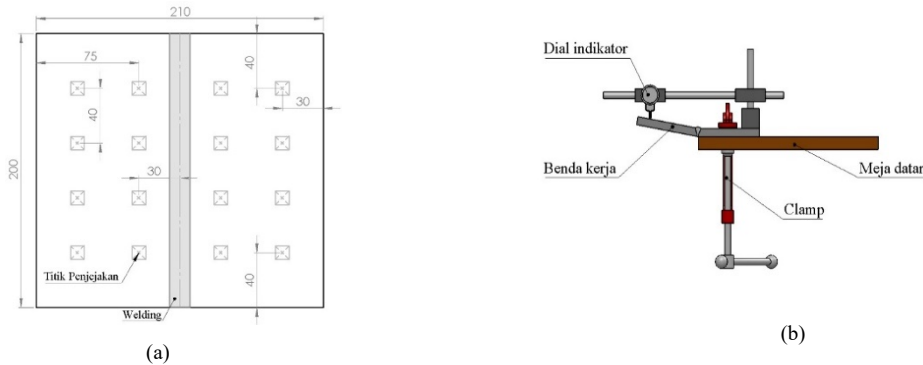
Layer	Tegangan (V)	Arus (A)	Kecepatan Pengelasan (mm/menit)	Heat Input (kJ/mm)
Root	18	147	222	0,71
Hot Pass	20	196	247	0,96
Caping	22	183	329	0,74
Caping	21	184	325	0,70
Caping	19	214	296	0,81
Back Weld	17	206	356	0,60

Tabel 4. Parameter Pengelasan Jarak Kampuh 4 mm

Layer	Tegangan (V)	Arus (A)	Kecepatan Pengelasan (mm/menit)	Heat Input (kJ/mm)
Root	22	167	119	1,82
Caping	22	211	290	0,96
Caping	21	160	304	0,66
Caping	22	186	315	0,79
Back Weld	20	160	318	0,60

Pengujian Distorsi

Pengukuran distorsi menggunakan alat ukur *dial indicator* dengan 8 titik pengujian pada setiap pelat. Total keseluruhan pengujian distorsi yaitu 16 titik pengujian dan posisi pengujian distorsi dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3. Skema Pengujian Distorsi (a) Tampak Atas; (b) Tampak Depan

Pengujian NDT (*Non Destructive Test*)

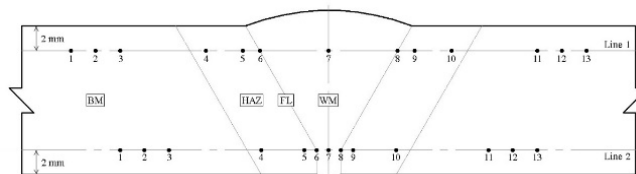
Pengujian NDT menggunakan metode *dye penetrant* merupakan salah satu pengujian visual yang bertujuan untuk mengetahui cacat pengelasan di bagian atas permukaan las menggunakan *liquid penetrant* dan *developer* agar cacat las dapat diketahui dengan mudah dan cepat [9].

Pengamatan Struktur Mikro

Pengamatan struktur mikro bertujuan untuk mengetahui struktur mikro hasil pengelasan. Sebelum dilakukannya pengamatan struktur mikro perlu dilakukannya pengujian metalografi agar struktur material hasil pengelasan dapat terlihat jelas dibawah mikroskop optik sehingga lebih mudah untuk diamati. Pengamatan struktur mikro dilakukan didaerah BM, HAZ, dan WM dengan standar ASTM E340 yang merujuk kepada standar AWS D1.1 tingkat perbesaran 500x.

Pengujian Kekerasan

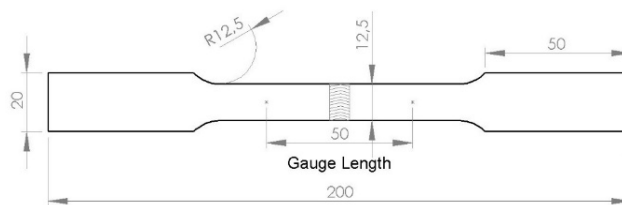
Pengujian kekerasan pada sampel uji bertujuan untuk mengetahui distribusi kekerasan suatu material agar lebih mudah mengetahui gambaran karakteristik suatu material. Pengujian kekerasan ini menggunakan metode *hardness vickers* berdasarkan standar ASTM E92-82. Pengujian ini dilakukan 13 titik penjejukan pada arah transversal dengan jarak 2 mm dari permukaan atas material dan 2 mm dari permukaan bawah material didaerah BM, HAZ, FL, dan WM dengan pembebanan 10 kgf. Adapun skema dari penjejukan pengujian kekerasan seperti yang terlihat pada Gambar 4.



Gambar 4. Skema Penjejukan Pengujian Kekerasan

Pengujian Tarik

Pengujian tarik dilakukan pada arah transversal dari logam las. Pengujian tarik bertujuan untuk mengetahui sifat mekanik hasil pengelasan dan memastikan apakah sambungan las sampel uji telah dilas dengan benar dan memenuhi standar parameter pengelasan. Jika saat pengujian tarik dilakukan dan patahan akibat pengujian tarik berada didaerah weld metal maka sampel uji dapat dikatakan tidak memenuhi standar parameter pengelasan dan pengelasan tersebut dapat dikatakan tidak bagus karena adanya beberapa cacat las didaerah las tersebut. Pengujian tarik material hasil pengelasan menggunakan standar ASTM A370. Adapun skema pengujian tarik seperti yang terlihat pada Gambar 5.

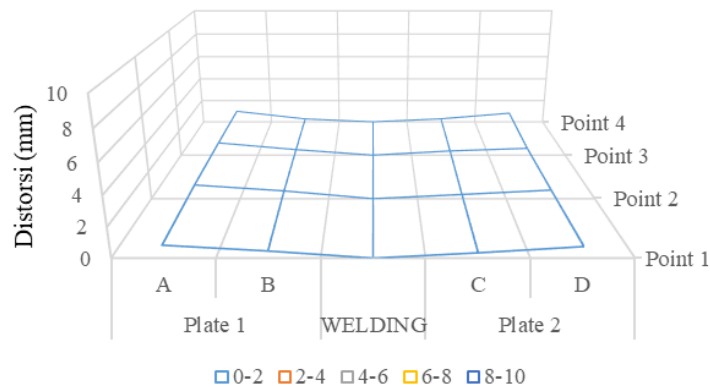


Gambar 5. Sampel Pengujian Tarik Hasil Pengelasan

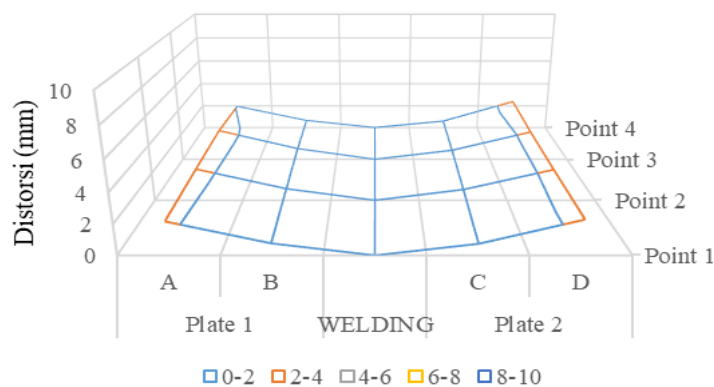
HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengujian Distorsi

Pengujian awal adalah pengujian distorsi jarak kampuh 0 mm, menunjukkan hasil adanya perubahan distorsi pada sampel uji tersebut dengan nilai distorsi terendah yaitu 0,28 mm dan nilai distorsi tertinggi 1,04 mm. Berdasarkan nilai tersebut pengujian distorsi jarak kampuh 0 mm tidak mengalami perubahan nilai distorsi yang cukup besar karena spesimen ini memiliki nilai *heat input* yang paling rendah sehingga panas yang diterima cenderung lebih rendah seperti yang terlihat pada Gambar 6. Hal yang berbeda terjadi pada nilai pengujian distorsi jarak kampuh 2 mm, dimana menunjukkan adanya kenaikan nilai distorsi dari sampel uji jarak kampuh 0 mm dengan nilai distorsi terendah yaitu 0,6 mm dan nilai distorsi tertinggi 2,39 mm. Kenaikan ini memperlihatkan bahwa perbedaan jarak kampuh berpengaruh terhadap nilai distorsi seperti yang terlihat pada Gambar 7.

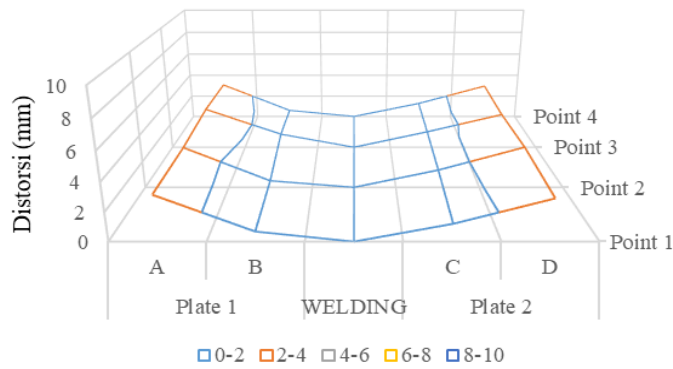


Gambar 6. Grafik Pengujian Distorsi Jarak Kampuh 0 mm



Gambar 7. Grafik Pengujian Distorsi Jarak Kampuh 2 mm

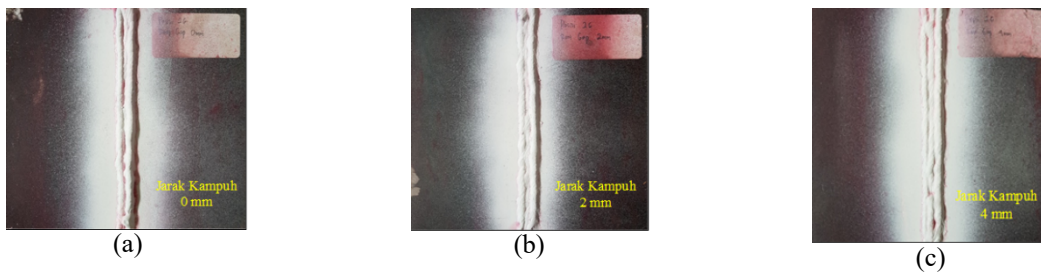
Pada pengujian distorsi jarak kampuh 4 mm, terlihat pula kenaikan nilai distorsi dari sampel uji jarak kampuh 2 mm. Hasil yang didapatkan nilai distorsi terendah yaitu 0,6 mm dan nilai distorsi tertinggi 3,32 mm. Berdasarkan jarak kampuh nilai distorsi tertinggi diperoleh pada jarak kampuh 4 mm seperti yang terlihat pada Gambar 8. Sehingga, dapat dilihat bahwa jarak kampuh berpengaruh terhadap nilai distorsi. Hal ini dikarenakan semakin besar jarak kampuh maka akan semakin tinggi *heat input* yang menyebabkan kawat pengisi (*filler wire*) yang digunakan didaerah logam las cenderung lebih banyak [10,11]. Selain itu, mengakibatkan adanya siklus termal las yang berlebih didaerah las dan menyebabkan potensi nilai distorsi semakin besar.



Gambar 8. Grafik Pengujian Distorsi Jarak Kampuh 4 mm

Pengujian NDT (*Non Destructive Test*)

Pengujian NDT dilakukan dengan metode *dye penetrant*, pada jarak kampuh 0 mm menunjukkan hasil tidak adanya indikasi cacat pengelasan seperti porositas, *undercut*, ataupun retak di bagian permukaan atas pengelasan seperti yang terlihat pada Gambar 9(a). Pada pengujian NDT jarak kampuh 2 mm, menunjukkan hasil serupa seperti spesimen uji jarak kampuh 0 mm, seperti yang terlihat pada Gambar 9(b). Gambar 9(c) pengujian NDT metode *dye penetrant* jarak kampuh 4 mm menunjukkan hasil yang sama, tidak adanya indikasi cacat pengelasan. Berdasarkan pengujian NDT terlihat bahwa semua spesimen uji tersebut tidak ditemukan adanya indikasi cacat las dan telah memenuhi standar pengujian menggunakan metode *dye penetrant*. Indikasi cacat las akan terlihat jika di bagian permukaan atas pengelasan munculnya porositas, *undercut*, ataupun retak, karena *liquid penetrant* akan terangkat berkat kerja *developer* pada bagian atau daerah yang terindikasi adanya cacat las. Hal yang serupa juga didapatkan pada penelitian yang dilakukan Endramawan pada aplikasi *non-destructive test penetrant testing* (NDT-PT) untuk analisis hasil pengelasan SMAW 3G butt joint [9].

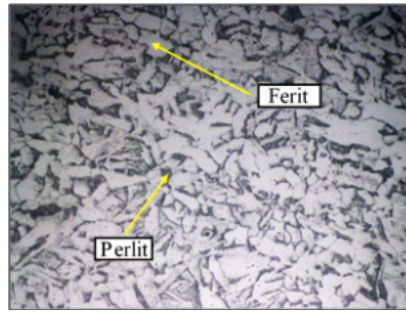


Gambar 9. Pengujian NDT (Non-Destructive Test)

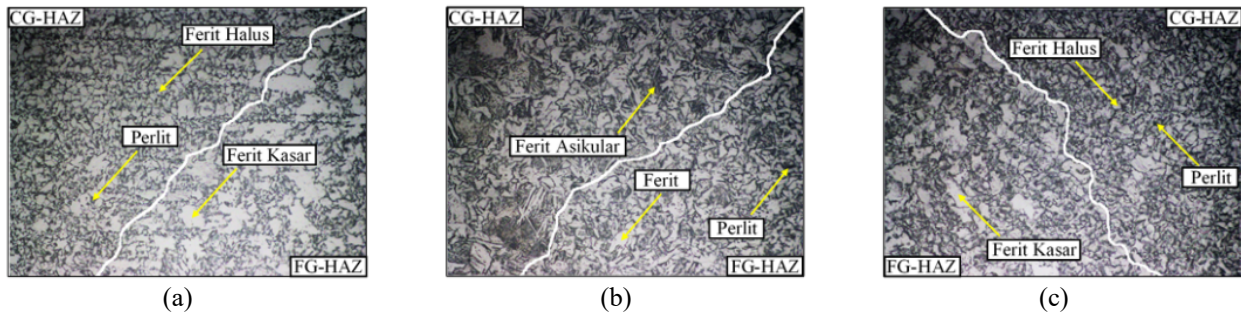
Pengamatan Struktur Mikro

Struktur yang terbentuk di daerah *Base Metal* (BM), menunjukkan struktur ferit berwarna putih atau terang dan perlit berwarna gelap atau hitam. Struktur ferit lebih mendominasi area dibandingkan perlit. Struktur ferit cenderung lebih lunak sedangkan struktur perlit cenderung lebih keras karena mengandung karbon seperti yang terlihat pada Gambar 10. Selanjutnya adalah struktur yang terbentuk di daerah HAZ jarak kampuh 0 mm seperti pada Gambar 11(a) menunjukkan adanya struktur ferit dan perlit. Struktur ferit halus lebih mendominasi area di daerah CG-HAZ dibandingkan di daerah FG-HAZ dimana terdapat struktur ferit. Gambar 11(b) terlihat struktur yang terbentuk di daerah HAZ jarak kampuh 2 mm menunjukkan struktur ferit, ferit asikular, dan perlit. Struktur ferit lebih mendominasi area, pada daerah CG-HAZ terbentuk struktur ferit asikular. Sedangkan pada daerah FG-HAZ terlihat struktur ferit yang lebih halus dibandingkan di daerah FG-HAZ pada sampel uji jarak kampuh 0 mm. Struktur yang terbentuk di daerah HAZ jarak kampuh 4 mm seperti pada Gambar 11(c) menunjukkan struktur ferit dan perlit, di daerah CG-HAZ struktur ferit halus mendominasi area dibandingkan di daerah FG-HAZ dimana struktur ferit cenderung lebih kasar dan mengalami penurunan jumlah dibandingkan di daerah FG-HAZ sampel uji jarak kampuh 0 mm.

Daerah HAZ mengalami perubahan struktur dibandingkan daerah BM dikarenakan adanya siklus termal pengelasan yang mengakibatkan perubahan fasa dan terbentuknya struktur material lain di daerah tersebut. Struktur ferit yang terbentuk membuat sifat pada daerah HAZ menjadi lunak namun ulet.

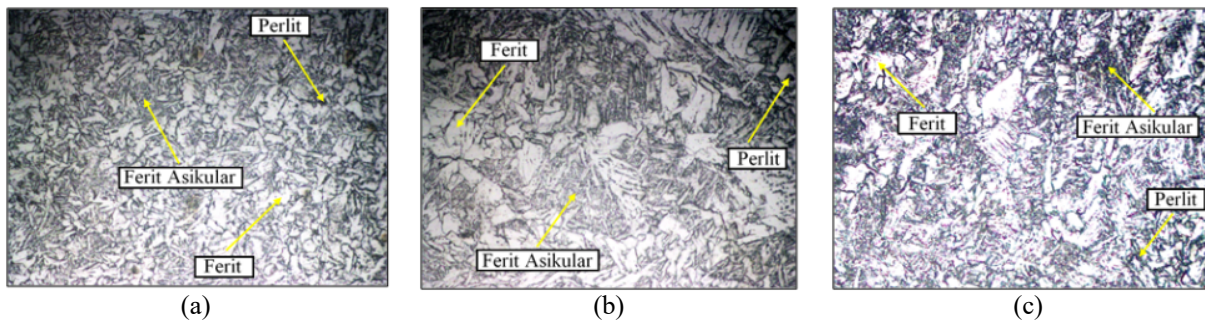


Gambar 10. Struktur Mikro Base Metal



Gambar 11. Struktur Mikro Daerah HAZ; (a) Jarak Kampuh 0mm; (b) Jarak Kampuh 2mm; (c) Jarak Kampuh 4mm.

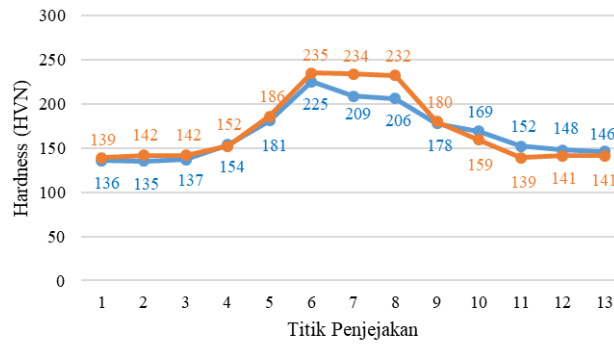
Pada struktur yang terbentuk didaerah *Weld Metal* (WM) jarak kampuh 0 mm seperti pada Gambar 12 menunjukkan struktur ferit, ferit asikular, dan perlit. Pada Gambar 12(a) struktur ferit lebih mendominasi area dibandingkan struktur ferit asikular, namun cenderung terbentuk serat lebih halus. Sedangkan pada Gambar 12(b) menunjukkan struktur ferit dan mengalami pembesaran ukuran. Selain itu, struktur ferit asikular juga mengalami peningkatan jumlah. Struktur ferit asikular ini yang diharapkan dari setiap proses pengelasan karena struktur ini bersifat *interlocking structure* yang dapat menghambat laju perambatan retak [2]. Struktur yang terbentuk didaerah WM jarak kampuh 4 mm seperti yang terlihat pada Gambar 12(c) menunjukkan struktur ferit, ferit asikular, dan perlit. Struktur ferit lebih mendominasi area dan cenderung lebih halus dibandingkan pada spesimen jarak kampuh 2 mm dan struktur ferit asikular terlihat cukup banyak dibandingkan pada spesimen jarak kampuh 0 mm.



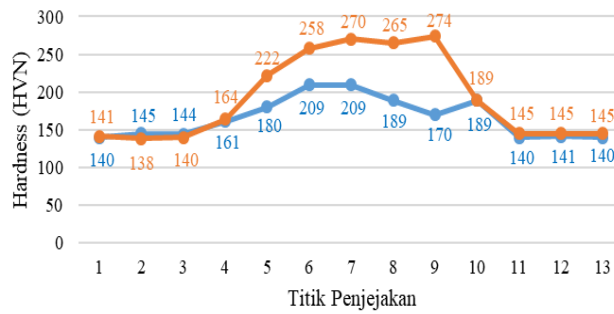
Gambar 12. Struktur Mikro Daerah WM; (a) Jarak Kampuh 0mm; (b) Jarak Kampuh 2mm; (c) Jarak Kampuh 4mm.

Pengujian Kekerasan

Pengujian distribusi kekerasan jarak kampuh 0 mm pada Gambar 13. menunjukkan nilai kekerasan line 1 (*upper*) antara 135HV – 225HV dimana kekerasan tertinggi di titik 6 yaitu daerah FL. Nilai kekerasan line 2 (*lower*) antara 139HV – 235HV, nilai kekerasan tertinggi sama dengan line 1 yaitu di titik 6 daerah FL. Berdasarkan line 1 dan line 2 terlihat nilai kekerasan tertinggi terletak didaerah FL. Kekerasan didaerah FL ini dikarenakan logam las bercampur bersamaan dengan logam dasar, dan dengan bantuan termal menyebabkan perubahan fasa yang cenderung akan membuat nilai kekerasan lebih tinggi. Pengujian kekerasan jarak kampuh 2 mm seperti pada Gambar 14. menunjukkan kekerasan line 1 dengan nilai kekerasan antara 140 HV – 209 HV dimana kekerasan tertinggi di titik 6 daerah FL dan titik 7 daerah WM, sedangkan kekerasan line 2 didapatkan nilai kekerasan antara 138 HV – 274 HV dimana kekerasan tertinggi di titik 9 yaitu daerah HAZ dikarenakan daerah HAZ yang sangat sensitif terhadap panas yang mengakibatkan perubahan struktur dan terbentuknya struktur *ferrite accicular* sehingga menyebabkan kekerasan meningkat dari sampel uji sebelumnya.



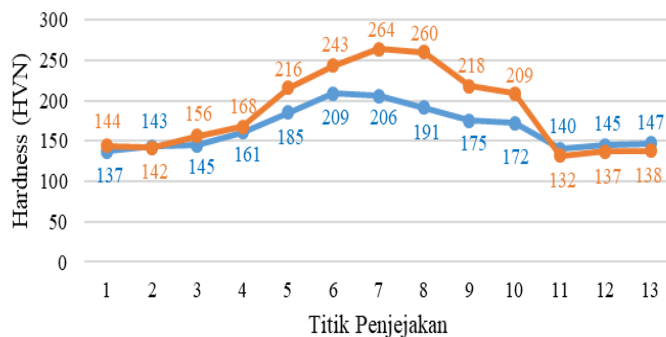
Gambar 13. Nilai Kekerasan Pada Jarak Kampuh 0 mm



Gambar 14. Nilai Kekerasan Pada Jarak Kampuh 2 mm

Gambar 15 adalah pengujian kekerasan jarak kampuh 4 mm, pada gambar menunjukkan nilai kekerasan di line 1 antara 137 HV – 209 HV dimana kekerasan tertinggi di titik 6 yaitu daerah FL, sedangkan nilai kekerasan line 2 antara 132 HV – 264 HV dimana kekerasan tertinggi di titik 7 yaitu daerah WM. Kekerasan pada sampel uji jarak kampuh 4 mm cenderung lebih rendah dibandingkan sampel uji lainnya dikarenakan kenyataan bahwa heat input yang digunakan pada sampel ini paling tinggi sehingga semakin tinggi heat input maka akan semakin menurun nilai kekerasannya dan pernyataan tersebut sama seperti penelitian yang telah di publikasikan oleh A. S. Mohruni [12].

Berdasarkan 3 spesimen uji terlihat rata-rata kekerasan tertinggi cenderung ada pada line 2 dibandingkan line 1, hal ini dikarenakan seperti penelitian yang telah di publikasikan oleh Winarto [6,7,8] menyatakan bahwa daerah las line 2 (lower) atau bagian pengelasan akar las lebih sempit sehingga laju pendinginan di daerah tersebut akan lebih cepat yang secara otomatis akan meningkatkan kekerasan.



Gambar 15. Nilai Kekerasan Pada Jarak Kampuh 4 mm

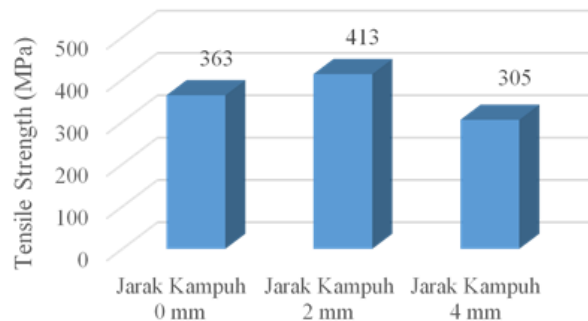
Pengujian Tarik

Nilai pengujian tarik dapat dilihat pada Gambar 16. Berdasarkan nilai pengujian tarik jarak kampuh 0 mm menunjukkan hasil dengan kuat uji tarik sebesar 363 MPa. Spesimen uji mengalami perpatahan di area WM seperti terlihat pada Gambar 17(a), untuk itu pengelasan dengan jarak kampuh 0 mm tidak direkomendasikan karena pengelasan ini dapat dikategorikan tidak bagus. Penyebab terjadinya perpatahan di daerah WM berkemungkinan

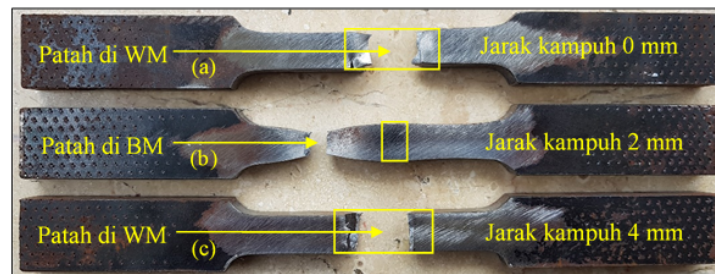
penetrasi las kurang dalam sehingga logam las tidak sampai menembus dibagian akar las ataupun adanya indikasi cacat las berupa retak dibagian akar las dan porositas dibagian WM yang diakibatkan karena terkontaminasi udara sekitar.

Pada pengujian tarik jarak kampuh 2 mm menunjukkan hasil dengan kuat uji tarik sebesar 413 MPa spesimen uji mengalami perpatahan di area BM seperti pada Gambar 17(b), pengelasan dengan jarak kampuh 2 mm direkomendasikan karena pengelasan ini telah memenuhi standar parameter pengelasan. Perpatahan yang terjadi terjadi pada daerah BM, ini memperlihatkan bahwa kekuatan tarik kawat las lebih tinggi di bandingkan kuat tarik logam dasar.

Pada Gambar 17(c) terlihat nilai uji tarik jarak kampuh 4 mm sebesar 305 MPa, spesimen uji mengalami perpatahan di area WM. Pengelasan dengan jarak kampuh 4 mm tidak direkomendasikan. Terjadinya perpatahan di daerah WM berkemungkinan adanya indikasi cacat las berupa porositas atau retak di daerah WM atau jarak kampuh yang terlalu lebar dengan heat input yang tidak sesuai serta pemilihan teknik pengelasan kurang tepat sehingga dibutuhkan pengujian x-ray radiography sebelum melakukan pengujian-pengujian sifat mekanik lainnya untuk mengetahui cacat las di daerah pengelasan.



Gambar 16. Diagram Hasil Pengujian Tarik



Gambar 17. Lokasi Perpatahan Pengujian Tarik

PENUTUP

Simpulan

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan yang telah diuraikan diatas maka dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Perbedaan jarak kampuh berpengaruh terhadap nilai heat input, semakin lebar jarak kampuh maka akan semakin tinggi nilai heat input karena semakin lebar area pengelasan maka akan cenderung lebih banyak filler metal yang digunakan.
2. Perbedaan jarak kampuh berpengaruh terhadap nilai distorsi, karena semakin lebar jarak kampuh akan semakin tinggi nilai heat input yang mengakibatkan siklus termal pengelasan semakin besar sehingga akan meningkatkan nilai distorsi.
3. Pengujian tarik, didapatkan nilai tertinggi sebesar 413 MPa pada spesimen jarak kampuh 2 mm dan perpatahan yang terjadi didaerah BM. Jika kualitas pengelasannya baik seharusnya perpatahan yang terjadi didaerah BM tidak seperti spesimen uji lainnya yang perpatahannya didaerah WM karena spesifikasi kawat las yang digunakan lebih tinggi dibandingkan logam dasar.
4. Pengujian kekerasan, daerah HAZ line 2 (lower) dengan nilai kekerasan 274 HV dan daerah HAZ line 1 (upper) dengan nilai kekerasan 170 HV pada spesimen jarak kampuh 2 mm. Kekerasan line 2 (lower) cenderung lebih tinggi dibandingkan line 1 (upper) dikarenakan daerah pengelasan akar las atau root lebih sempit dibandingkan pengelasan caping sehingga laju pendinginan material cenderung lebih tinggi sehingga mengakibatkan material menjadi lebih keras.
5. Pengujian struktur mikro, spesimen jarak kampuh 2 mm dengan struktur mikro ferit asikular yang mendominasi di daerah las sehingga struktur ferit asikular ini yang diharapkan dari setiap proses pengelasan karena struktur ini bersifat interlocking structure yang dapat menghambat laju perambatan retak.

Saran

Hasil penelitian pengaruh variasi posisi pengelasan terhadap distorsi dan sifat mekanik hasil pengelasan baja SS400 menggunakan metode GMAW dapat disarankan sebagai berikut :

1. Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut dengan menambah variasi jarak pengelasan agar mengetahui perbedaan setiap - setiap jarak pengelasan untuk dapat dilakukan metode fabrikasi yang sesuai untuk meminimalisir terjadinya distorsi.
2. Untuk pengujian struktur mikro perlu dilakukan pengamatan menggunakan SEM (scanning electron microscopy) untuk mendapatkan tingkat pembesaran yang lebih mendalam untuk mengetahui cacat las seperti inklusi.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Anshori M. F., Suharno., Y. Estriyanto., 2008. *Pengaruh Variasi Besar Sudut Kampuh V Tunggal Terhadap Struktur Mikro, Kekerasan, dan Kekuatan Tarik Material Baja SS400 Dengan Metode SMAW*. Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan. Program Studi Teknik Mesin. Universitas Negeri Sebelas Maret, Surakarta.
- [2] Arifin A., M. Hendrianto., 2018. *Pengaruh Arus dan Jarak Kampuh Pengelasan Terhadap Distorsi Sambungan Pelat Baja Karbon Rendah dengan Menggunakan SMAW*. Jurnal Teknik Mesin Vol. 4. No. 1. Fakultas Teknik. Jurusan Teknik Mesin. Universitas Sriwijaya, Indonesia.
- [3] Duniawan A., Sutrimo., 2014. *Pengaruh Kecepatan Arus Pengelasan dan Panas Masuk Terhadap Sifat Mekanis Logam Las Pada Pengelasan SAW Baja Karbon ASTM A29*. Jurnal Teknologi Technoscintia Vol. 7. No. 1. Jurusan Teknik Mesin IST AKPRIND Yogyakarta. Politeknik Bandung.
- [4] Setiawan, A., Y. A. Y. Wardana., 2006. *Analisa Ketangguhan dan Struktur Mikro pada Daerah Las dan HAZ Hasil Pengelasan Sumerged Arc Welding pada Baja SM 490*. Jurnal Teknik Mesin Vol. 8. No. 2. Fakultas Teknik. Jurusan Teknik Penerbangan STTA, Yogyakarta.
- [5] Wijoyo., B. Indiyanto., 2016. *Pengaruh Masukan Panas (Heat Input) Terhadap Ketangguhan Impak Sambungan Las Tig Al-13,5Si*. Jurnal SIMETRIS Vol. 7. No. 2. Fakultas Teknologi Industri. Program Studi Teknik Mesin, Universitas Surakarta.
- [6] Winarto Phd., 2010. *Handbook Pengantar Teknologi Las dan Penyambungan*, Asosiasi Pengelasan Indonesia.
- [7] Wiryosumarto, H., T. Okumura. 2008. *Teknologi Pengelasan Logam*, PT. Balai Pustaka, Jakarta Timur.
- [8] Winarto., H. Oktadinata., E. S. Siradj., 2018. *Microstructure and Hardness Properties of Butt and Fillet GMAW Welded Joints on HY80 High Strength Steel Plate*. Department of Metallurgy and Materials Engineering. Universitas Indonesia, Depok
- [9] Endramawan T., dkk., 2017. *Aplikasi Non Destructive Test Penetrant Testing (NDT-PT) Untuk Analisis Hasil Pengelasan SMAW 3G Butt Joint*. Jurnal Teknologi Terapan Vol. 3. No. 2. Jurusan Teknik Mesin, Politeknik Negeri Indramayu, Indramayu.
- [10] Suharno., 2008. *Struktur Mikro Las Baja C-Mn Hasil Pengelasan Busur Terendam dengan Variasi Masukan Panas*. Jurnal Teknik Mesin Vol. 10. No. 1. Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan. Program Studi Teknik Mesin. Universitas Negeri Sebelas Maret, Surakarta.
- [11] Wibowo, H., dkk., 2016. *Analisa Heat Input Pengelasan Terhadap Distorsi, Struktur Mikro dan Kekuatan Mekanis Baja A36*. Jurnal Rekayasa Mesin Vol. 7. No.1. Fakultas Teknik Mesin dan Industri. Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta.
- [12] Mohruni A. S., Kembaren B. H., 2013. *Pengaruh Variasi Kecepatan dan Kuat Arus Terhadap Kekerasan, Tegangan Tarik, Struktur Mikro Baja Karbon Rendah Dengan Elektroda E6013*. Jurnal Rekayasa Mesin Vol. 13. No. 1. Fakultas Teknik. Jurusan Teknik Mesin. Universitas Sriwijaya.