

KAJI NILAI KETANGGUHAN SAMBUNGAN LAS JENIS SAMBUNGAN TUMPUL DAN SAMBUNGAN TUMPANG MATERIAL BAJA KARBON RENDAH

Azwinur¹, Syukran², Hamdani³

^{1,2,3} Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Lhokseumawe

Jln. B.Aceh Medan Km.280 Buketrata 24301 INDONESIA

azwinur@pnl.ac.id

Abstrak—Sekarang ini, teknologi di bidang konstruksi terus berkembang terutama dalam perancangan dan desain produk. Salah satu konstruksi rancangan yang sering dijumpai adalah konstruksi baja. Dalam penerapannya konstruksi baja ini seringkali tidak dapat dihindari dan merupakan keharusan agar melakukan proses penyambungan logam, atau yang sering disebut dengan pengelasan. Setiap proses pengelasan pasti memiliki desain sambungan yang berfungsi untuk mendapatkan hasil sambungan yang baik atau lolos pengujian sesuai standart atau code yang dianut. Oleh karena itu pemilihan jenis sambungan pengelasan sangat penting sebelum melakukan proses pengelasan. Berdasarkan latar belakang di atas, maka penulis tertarik untuk meneliti nilai ketangguhan sambungan las jenis sambungan tumpul kampuh V tunggal dan sambungan tumpang pada material baja karbon rendah dengan menggunakan proses las SMAW. Tujuan dilaksanakan penelitian ini adalah untuk mengetahui nilai ketangguhan sambungan las jenis sambungan tumpul kampuh V tunggal dan sambungan tumpang pada material baja karbon rendah dan kemudian membandingkannya pada kedua macam jenis sambungan pengelasan tersebut agar didapat kesimpulan jenis perlakuan mana yang memiliki kekuatan *bending* lebih besar. Berdasarkan hasil penelitian bahwa jenis sambungan sangat berpengaruh terhadap kekuatan *bending* dimana kekuatan bending pada jenis sambungan tumpang pada pengelasan baja karbon rendah lebih tinggi dari sambungan tumpul.

Kata kunci—Pengelasan, sambungan tumpul, sambungan tumpang, ketangguhan, baja karbon rendah.

I. PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Pada masa sekarang ini, teknologi di bidang konstruksi terus berkembang dan maju dengan pesat, terutama dalam perancangan dan desain produk. Salah satu konstruksi rancangan yang sering dijumpai adalah konstruksi baja. Dalam penerapannya konstruksi baja ini seringkali tidak dapat dihindari dan merupakan keharusan agar melakukan proses penyambungan logam, atau yang sering disebut dengan pengelasan. Hal ini mempunyai peranan penting dalam rekayasa dan reparasi atau perbaikan logam. Pertumbuhan pembangunan konstruksi logam pada masa sekarang ini banyak melibatkan unsur pengelasan. Pada konstruksi las secara teknis memerlukan keterampilan yang tinggi bagi pengelasnya, agar diperoleh sambungan dengan kualitas baik. Ruang lingkup penggunaan teknik pengelasan dalam konstruksi sangat luas meliputi perkapalan, jembatan, pipa pesat, atap rumah, rel, sarana transportasi, bejana tekan, rangka baja dan masih banyak yang lainnya.

Sambungan las adalah sambungan antara dua atau lebih permukaan logam dengan cara mengaplikasikan pemanasan local pada permukaan benda yang disambung. Perkembangan teknologi pengelasan saat ini memberikan alternatif yang luas untuk penyambungan komponen mesin atau struktur. Beberapa komponen mesin atau struktur tertentu sering dapat difabrikasi dengan pengelasan, dengan biaya yang lebih murah dibandingkan dengan pengecoran atau tempa, tentunya dengan memperhatikan kekuatan dari sambungan tersebut.

Pengelasan bukan tujuan utama dari konstruksi, tetapi hanya merupakan sarana untuk mencapai nilai keekonomian pembuatan yang lebih baik. Karena itu rancangan las dan cara pengelasan harus betul-betul memperhatikan dan

memperlihatkan kesesuaian antara sifat-sifat las dengan kegunaan konstruksi serta kegunaan disekitarnya. Prosedur pengelasan kelihatannya sangat sederhana, tetapi sebenarnya di dalamnya banyak masalah-masalah yang harus diatasi dimana pemecahannya memerlukan bermacam-macam pengetahuan.

Las SMAW merupakan suatu proses penyambungan logam dengan menggunakan tenaga listrik sebagai sumber panas dan menggunakan elektroda sebagai bahan tambahannya. Las SMAW kebanyakan dipilih karena proses yang mudah, ekonomis dan hasil lasnya pun ditinjau dari sifat mekanik dan fisis baik, serta biaya investasi yang rendah. Namun begitu kekurangan dari produk sambungan ini sangat tergantung oleh beberapa faktor. Faktor tersebut antara lain juru las, elektroda, kuat arus, dan kecepatan pengelasan.

Setiap proses pengelasan pasti memiliki desain sambungan yang berfungsi untuk mendapatkan hasil sambungan yang baik atau lolos pengujian sesuai standart atau code yang dianut. Oleh karena itu pemilihan jenis sambungan pengelasan sangat penting sebelum melakukan proses pengelasan. Jenis sambungan pada pengelasan sangat banyak macamnya, mulai dari sambungan Butt Joint atau sambungan tumpul, Sambungan T Joint atau sambungan Fillet, Sambungan sudut atau Corner Joint atau juga sambungan tumpang atau Lap Joint. Jenis-jenis sambungan las tersebut mempunyai tujuan tertentu.

Sebelumnya telah dilakukan berbagai penelitian tentang pengelasan diantaranya oleh Fajar Riyadi, Dony Setyawan dengan judul “Analisa Mechanical Dan Metallurgical Pengelasan Baja Karbon A36 Dengan Metode SMAW”. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui dan menganalisa pengaruh dilated metal yang terbentuk terhadap mechanical characteristic dan metallurgical characteristic hasil pengelasan baja karbon A36. Hasil penelitian menunjukkan bahwa bentuk kampuh mempengaruhi luasan dilated metal yang terbentuk. Persentase luasan dilated metal yang paling

besar terbentuk pada pengelasan dengan bentuk kampuh square, yaitu sebesar 28,30%. Persentase perlit pada daerah HAZ dan weld metal meningkat pada tiap-tiap variasi bentuk kampuh. Persentase kandungan perlit paling banyak terbentuk pada pengelasan dengan bentuk kampuh single vee, yaitu sebesar 29,64% dan 57,75%. Harga fracture toughness berbanding terbalik dengan persentase kandungan pearlite dan nilai kekerasan. Jika harga fracture toughness naik sebesar 0,58% maka persentase kandungan perlit akan turun sebesar 55,83% dan harga kekerasannya akan turun sebesar 6,68%. Semakin tinggi harga fracture toughness suatu material maka semakin kecil persentase kandungan perlit dan nilai kekerasannya.

Dan juga penelitian tentang pengelasan pernah dilakukan oleh Arif Marwanto dan Aan Ardian dengan judul “Pengaruh bentuk kampuh pada pengelasan SMAW baja eysen terhadap sifat fisis dan mekanik”, Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh bentuk kampuh pada sambungan las terhadap sifat fisis dan mekanik, Hasil dari penelitian dengan melakukan 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 perl it sehingga lebih lunak dan ulet. Kampuh U mempunyai kekuatan tarik rata-rata 4-2,37 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.

Berdasarkan latar belakang di atas, bahwa kampuh V pada sambungan buttweld memiliki kecenderungan yang kecil untuk melengkung sehingga bagus untuk dipakai pada berbagai penyambungan material dibandingkan kampuh U, maka penulis tertarik untuk meneliti sifat mekanik pada hasil pengelasan jenis sambungan Butt Weld menggunakan kampuh V dengan jenis sambungan Double Lap Joint pada material ASTM SA.36 dengan menggunakan proses las SMAW. Tujuan dilaksanakan penelitian ini adalah untuk menghitung nilai ketangguhan sambungan las tumpul kampuh V tunggal dan sambungan las tumpang pada material baja karbon rendah jenis ASTM SA.36. Membandingkan hasil pengujian kekuatan lengkung pada kedua macam jenis sambungan pengelasan tersebut agar didapat kesimpulan jenis perlakuan mana yang memiliki kekuatan lebih besar.

Adapun manfaat yang ingin dicapai yaitu dapat mengetahui nilai ketangguhan yang dihasilkan pada kedua jenis penyambungan tersebut setelah proses pengelasan SMAW. Dapat dijadikan pilihan jenis sambungan yang sesuai dengan kebutuhan lapangan serta harga keekonomisan produk. Dari data-data ini dapat menjadi referensi bagi peneliti selanjutnya tentang pengelasan listrik serta bertambahnya khasanah ilmu pengetahuan dan teknologi, khususnya pada bidang metalurgi las yang merupakan manfaat lain dari penelitian ini

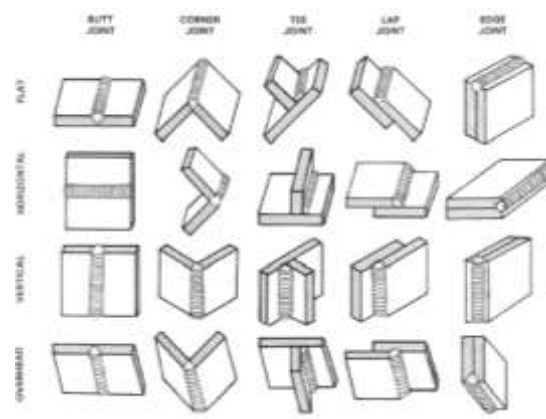
B. Tinjauan Pustaka

Proses pengelasan ialah proses penyambungan logam dengan pemanasan setempat, sehingga terjadi ikatan metalurgis antara logam-logam yang disambung. Untuk memperoleh ikatan metalurgis tersebut logam induk atau logam pengisi harus mencair. Untuk mencairkan logam tersebut, diperlukan energi panas yang dapat diperoleh dengan berbagai cara, misalnya dengan pembakaran gas, tenaga listrik, gesekan dan sebagainya.

Dalam aplikasi dikenal ada 5 jenis sambungan dasar dan 4 posisi pengelasan. Jenis sambungan tersebut antara lain sambungan tumpul (butt joint), sambungan tumpang (lap joint), sambungan tee (tee joint), sambungan pojok (corner joint), sambungan sisi (edge joint). Sedangkan 4 posisi dalam pengelasan antara lain :

- Posisi 1G (flat atau datar)
- Posisi 2G (horizontal)
- Posisi 3G (vertical)
- Posisi 4G (overhead atau atas kepala)

Secara skematik, jenis sambungan dasar dan posisi pengelasan ditunjukkan pada gambar 1. Gambar tersebut berlaku untuk pengelasan selain pipa.



Gambar 1. Sambungan dasar pengelasan untuk empat posisi pengelasan plat

Las elektroda terbungkus (Manual Metal Arc Welding, MMA) adalah cara pengelasan yang banyak digunakan saat ini. Pengelasan MMA menggunakan kawat elektroda logam yang dibungkus dengan fluks. Busur listrik terbentuk di antara logam induk dan ujung elektroda. Karena panas dari busur ini maka logam induk dan ujung elektroda tersebut mencair dan kemudian membeku bersama.

Proses pemindahan logam tersebut terjadi pada saat ujung elektroda mencair dan membentuk butir-butir yang terbawa oleh busur listrik yang terjadi. Bila digunakan arus listrik yang besar maka butiran logam cair yang terbawa menjadi halus, sebaliknya bila arusnya kecil, maka butirannya menjadi besar.

Pola pemindahan logam cair di atas sangat mempengaruhi mampu las dari logam. Secara umum dapat

dikatakan bahwa logam mempunyai sifat mampu las tinggi bila pemindahan terjadi dengan butiran yang halus. Sedangkan pola pemindahan cairan dipengaruhi oleh besar kecilnya arus dan juga komposisi dari bahan fluks yang digunakan. Selama proses pengelasan, bahan fluks yang digunakan untuk membungkus elektroda mencair dan membentuk terak yang kemudian menutupi logam cair yang terkumpul di tempat sambungan dan bekerja sebagai penghalang oksidasi. Beberapa fluks bahannya tidak dapat terbakar, tetapi berubah menjadi gas yang juga menjadi pelindung dari logam cair terhadap oksidasi dan memantapkan busur. Di dalam pengelasan MMA ini hal yang penting adalah bahan fluks dan jenis listrik yang digunakan.

Prinsip pengelasan dengan busur nyala listrik ini adalah dua metal yang konduktif dialiri arus listrik yang cukup padat (dense) dengan tegangan yang relatif rendah akan menghasilkan loncatan elektron yang menimbulkan panas sangat tinggi yang dapat mencapai 5000oC sehingga dengan mudah/cepat dapat mencairkan kedua metal tersebut. Arus listrik yang dipakai berkisar antara 10 ~ 500 Ampere AC atau DC tergantung keperluannya. Untuk keselamatan kerja, maka tegangan yang dipakai hanya 23 ~ 40 volt saja, sedangkan untuk pencairan pengelasan dipakai arus listrik hingga 500A. Secara umum berkisar antara 80~200 Ampere.

Pada proses pengelasan listrik digunakan arus searah (DC) dan arus bolak-balik (AC). Penggunaan arus listrik ini tergantung pada beberapa pertimbangan antara lain jenis logam yang akan dilas maupun kedalaman penetrasi yang akan dicapai dalam pengelasan.

Bahan yang digunakan untuk las listrik yaitu elektroda. Elektroda akan dialiri arus listrik untuk menghasilkan nyala busur yang akan melelehkan elektroda sampai habis. Jenis dan macam elektroda sangat banyak, sehingga perlu pemilihan jenis elektroda dengan benar. Pemilihan elektroda las sebagai logam pengisi dalam proses las sangat menentukan mutu hasil pengelasan. Kesalahan dalam pemilihan elektroda las akan menyebabkan kegagalan hasil las.

Pemilihan elektroda las berkaitan dengan jenis proses las, jenis material yang akan di las, desain sambungan, dan perlakuan panas terhadap material.

Baja Karbon Rendah

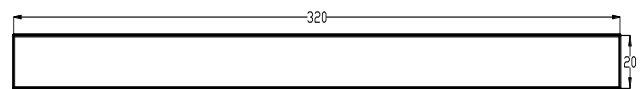
Baja jenis ini sangat reaktif dan mudah sekali untuk berubah kembali ke bentuk besi oksida (berkarat) jika terkontaminasi air, oksigen dan ion. Baja karbon rendah mempunyai sifat mampu las yang dipengaruhi oleh kekuatan takik dan kepekaan terhadap retak las. Kekuatan takik pada baja karbon rendah dapat di pertinggi dengan menurunkan kadar karbon C dan menaikkan kadar mangan Mn. Suhu transisi dari kekuatan takik menjadi turun dengan naiknya harga perbandingan Mn/C.

ASTM SA36 adalah baja umum (mild steel) dimana komposisi kimianya hanya karbon (C), Manganese (Mn), Silikon (Si), Sulfur (S) dan Posfor (P) yang dipakai untuk aplikasi struktur/konstruksi umum (*general purpose structural steel*) misalnya untuk jembatan (bridge), pelat kapal laut, oil tank, dll.

ASTM SA.36, baja dengan kadar karbon rendah (*Low C Steel*), material ini tidak dapat di keraskan (*hardening*)/ perlakuan panas (*heat treatment*) melalui proses *quench and temper*. Material ini hanya bisa dikeraskan melalui pengerasan permukaan (*surface hardening*) seperti karburisasi (*carburizing*), nitriding atau carbonitriding, dimana kekerasan permukaan bisa mencapai 500 Brinell (kira-kira 50 HRC) pada kedalaman permukaan 10 hingga 20 mikron tergantung parameter process-nya.

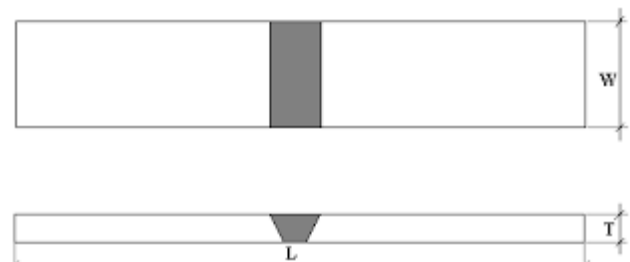
Uji Lengkung (Bending Test)

Uji lengkung (*bending test*) merupakan salah satu bentuk pengujian untuk menentukan mutu suatu material secara visual. Selain itu uji *bending* digunakan untuk mengukur kekuatan material akibat pembebanan dan kekenyalan hasil sambungan las baik di weld metal maupun HAZ



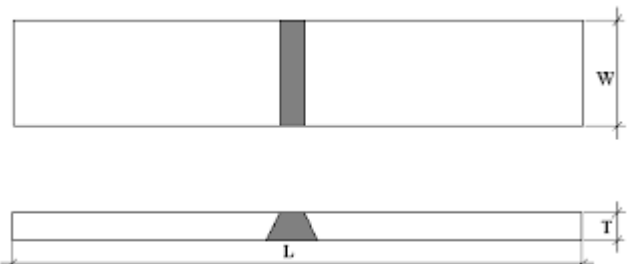
Gambar 2. Dimensi dan ukuran spesimen untuk uji lengkung

**Standard dimensi percobaan
Root bend**



Gambar 3. Spesimen *root transversal bend* tampak atas dan samping

Face bend



Gambar 4. Spesimen *face transversal bend* tampak atas dan samping

II. METODOLOGI PENELITIAN

Pada Penelitian ini, untuk proses pengelasan dilakukan

di Laboratorium Pengelasan dan Fabrikasi Logam Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Lhokseumawe sedangkan untuk pengujian bending dilakukan di Laboratorium Pengujian Bahan Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Lhokseumawe.

Bahan yang digunakan pada penelitian ini adalah baja ASTM SA.36 dengan dimensi 250x150x10 mm sebanyak 2 buah untuk jenis sambungan *butt weld* dan 2 buah *double lap joint*. menggunakan pengelasan SMAW dengan elektroda E7018.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Pengelasan

Proses pengelasan yang digunakan adalah SMAW (Shielded Metal Arc Welding). Proses pengelasan SMAW menggunakan arus 90-120 Ampere dengan menggunakan elektroda AWS A5.1 E7018 yang berdiameter 3,2mm. Untuk sambungan *butt weld* menggunakan kampuh V dengan sudut 60° . Pengelasan multi layer, menggunakan arus 90 ampere untuk *root pass* polaritas DCEN dan 120 ampere untuk *filler pass* polaritas DCEP. Kecepatan pengelasan rata-rata 2 mm/detik. Pendinginan setelah pengelasan adalah dengan membiarkan dingin dengan sendirinya di udara terbuka. Posisi pengelasan menggunakan posisi 1G (Bawah tangan). Pengelasan dilakukan oleh juru las yang memiliki kualifikasi sertifikat pengelasan international dari International Institute of Welding (IIW).



Gambar 5. Sambungan las tumpul kampuh V tunggal



Gambar 6. Sambungan las tumpang

B. Hasil Pengujian Lengkung (Bending)

Pengujian lengkung dilakukan untuk mengetahui sifat-sifat ketangguhan dari material ASTM SA 36 sebagai material uji dalam penelitian ini.



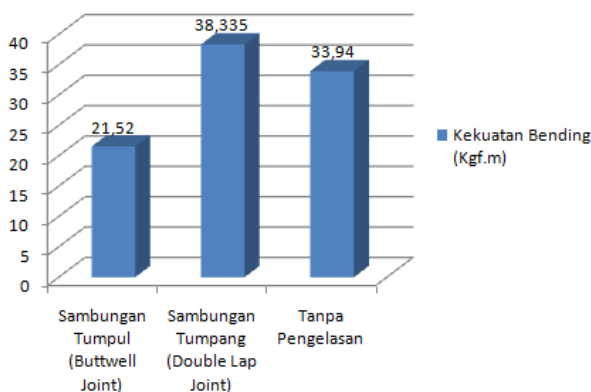
Gambar 7. Hasil pengujian lengkung pada raw material.



Gambar 8. Hasil pengujian lengkung sambungan las tumpul kampuh V tunggal



Gambar 9. Hasil pengujian lengkung sambungan tumpang



Gambar 10. Nilai kekuatan uji bending

Berdasarkan gambar 10 menunjukkan bahwa nilai kekuatan *bending* dari material hasil pengelasan jenis sambungan tumpul, sambungan tumpang dan material tanpa pengelasan. Dari gambar dapat diketahui bahwa nilai kekuatan bending tertinggi ditunjukkan oleh jenis sambungan tumpang sebesar 38,335 Kgf.m, kemudian diikuti oleh material tanpa pengelasan dengan nilai sebesar 33,94 Kgf.m dan sambungan las tumpul dengan nilai sebesar 21,52 Kgf.m

Kekuatan bending pada jenis sambungan tumpang pada pengelasan baja karbon rendah lebih tinggi dari sambungan tumpul karena disebabkan oleh perbedaan proses pengelasannya. Pada sambungan tumpul proses pengelasan hanya dilakukan pada satu sisi pelat sedangkan pada sambungan tumpang dilakukan pada dua sisi pelat atau material. Karena pada pengelasan di satu sisi pelat proses pengelasannya menghasilkan panas didaerah atas dan bawah yang tidak merata hal ini menyebabkan struktur mikro pada pengelasan inimenjadi tidak seragam sedangkan pada pengelasan sambungan tumpang yang pengelasannya pada dua sisi proses pengelasan pada bagian atas dan bawah mendapatkan panas yang merata sehingga struktur mikro pada pengelasan ini menjadi lebih merata. Hal ini menyebabkan

kekuatan bending pada pengelasan sambungan tumpang lebih tinggi dibandingkan dengan sambungan tumpul.

IV. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian tentang kaji nilai ketangguhan sambungan las jenis sambungan tumpul dan sambungan tumpang material baja karbon rendah dapat disimpulkan bahwa jenis sambungan sangat berpengaruh terhadap kekuatan. Berdasarkan data pengujian diperoleh bahwa kekuatan bending pada jenis sambungan tumpang pada pengelasan baja karbon rendah lebih tinggi dari sambungan tumpul nilai dimana kekuatan bending jenis sambungan tumpang sebesar 38,335 Kgf.m, kemudian diikuti oleh material tanpa pengelasan dengan nilai sebesar 33,94 Kgf.m dan sambungan las tumpul dengan nilai sebesar 21,52 Kgf.m

REFERENSI

- [1] American Welding Society, Eighth Edition, *Welding Technology Volume 1* 1991
- [2] ASME Boiler and Pressure Vessel Code Section IX, *Qualification Standard for Welding and brazing procedures, welders, brazzers, and welding and brazing operators*, ASME New York, 2010
- [3] Andrew D. Althouse, *Modern Welding, The Good Heart Wilcox Company, Inc, South Holland*, 1992
- [4] George E. Totten, *Steel Heat Treatment Handbook : Metallurgy and Technologies*, CRC Press, USA, 2006
- [5] Sri Widarhto, *Petunjuk Kerja Las*, PT. Pradnya Paramita, Jakarta 2001.
- [6] Standar specification for Carbon Structural Steel. S.I. : American Society of Testing and Materials. ASTM A36/ A36M-04
- [7] Widharto, Sri. *Inspeksi Teknik Buku 6*, Jakarta: PT. Pradnya Paramita, 2007
- [8] Fajar Riyadi, Dony Setyawan, paper: *Analisa Mechanical Dan Metallurgical Pengelasan Baja Karbon A36 Dengan Metode SMAW*, digilib.its.ac.id
- [9] Arif Marwanto dan Aan Ardian, paper: *Pengaruh bentuk kampuh pada pengelasan SMAW baja eyser terhadap sifat fisis dan mekanik*, staffnew.uny.ac.id