

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Pengelasan (*Welding*)

Penjelasan mengenai pengelasan menurut DIN (Deutsche Industrie Norman) yaitu iaktan metalurgi pada sambungan logam yang dilakukan pada keadaan cair, sehingga disimpulkan las adalah sambungan dari lpgam dengan menggunakan energi panas. Tedapat dua klasifikasi berdasarkan cara kerja dan energi yang digunakan. Klasifikasi pertama membagi las dalam kelompok las cair, las tekan, las patri, dan lain-lainnya. Sedangkan klasifikasi kedua membedakan kelompok-kelompok seperti las listrik, las kimia, las mekanik, dan seterusnya. Diantara kedua cara klasifikasi tersebut, terlihat bahwa klasifikasi berdasarkan cara kerjanya lebih banyak digunakan. Karena itu pengklasifikasian yang diterangkan berdasarkan cara kerjanya.

Berdasarkan klasifikasi ini dibagi dalam 3 kelas utama yaitu:

1. Pengelasan cair adala cara pengelasan dimana sambungan dipanaskan sampai mencair dengan sumber panas dari busur listrik atau semburan api gas yang terbakar.
2. Pengelasan tekan adalah cara pengelasan dimana sambungan dipanaskan dan kemudian ditekan hingga menjadi satu
3. Pematrian adalah cara pengelasan dimana sambungan diikat dan disatukandengan menggunakan paduan logam yang mempunyai titik cair rendah. Dalam cara ini logam induk tidak ikut mencair.

2.2 Teknik Pengelasan

1. Posisi dibawah tangan (*Down Hand Position*)

Posisi dibawah tangan yaitu cara pengelasan yang dilakukan pada permukaan rata atau datar dan dilakukan dibawah tangan. Kemiringan elektroda las sekitar 10° - 20° terhadap garis vertical dan 70° - 80° terhadap benda kerja.

2. Posisi Datar (*Horisontal*)

Mengelas dengan horizontal disebut juga mengelas merata dimana kedudukan benda kerja dibuat tegak lurus dan arah elektroda mengikuti horisontal. Sewaktu mengelas, elektroda dibuat miring sekitar 5° - 10° terhadap garis vertical dan 70° - 80° kearah benda kerja.

3. Posisi Tegak (Vertikal)

Mengelas posisi tegak adalah apabila dilakukan arah pengelasannya ke atas atau ke bawah. Pengelasan ini termasuk pengelasan yang paling sulit karena bahan cair yang mengalir atau menumpuk diarah bawah diperkecil dengan kemiringan elektroda sekitar 10° - 15° terhadap garis vertical dan 70° - 85° terhadap benda kerja.

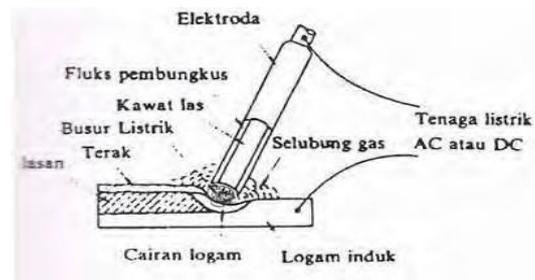
4. Posisi di atas kepala (*Over Head*)

Posisi pengelasan ini sangat sukar dan berbahaya karena bahan cair banyak berjatuhan dan mengenai juru las. Oleh karena itu dibutuhkan perlengkapan yang lengkap, seperti baju las (apron), sarung tangan (safety gloves), sepatu kulit (safety shoses). Mengelas dengan posisi ini benda kerja terletak pada

bagian atas juru las dan kedudukan elektroda sekitar 5° - 20° terhadap garis vertical dan 75° - 85° terhadap benda kerja.

2.3 SMAW Shiled Metal ArcWelding)

Menurut *Suharto (1991: 77)* las busur nyala listrik atau lebih dikenal dengan Shielded Metal Arc Welding adalah proses pengelasan dengan busur nyala listrik dimana panas diperoleh dari busur nyala yang memancar antara elektroda (dengan selubung fluks) dan benda kerja. Logam induk dalam pengelasan ini mengalami pencairan akibat pemanasan dari busur listrik yang timbul antara ujung elektroda dan permukaan benda kerja. Busur listrik dibangkitkan dari suatu mesin las.



Gambar 2.1 Las Busur SMAW Dengan Elektroda

Sumber : *(Wiryo Sumarto, 2000)*

2.4 Elektoda Terbungkus

Pengelasan dengan menggunakan las busur listrik diperlukan kawat las (elektroda) yang terdiri dari satu inti yang terbuat dari logam yang dilapisi lapisan campuran kimia. Elektroda terdiri dari dua bagian yaitu bagian yang berselaput (fluks) dan tidak berselaput yang merupakan pangkal untuk menjepit tang las. Fungsi dari fluks adalah untuk melindungi logam cair dari lingkungan udara, menghasilkan gas pelindung, dan menstabilkan busur.

Menurut *Wiryosumarto (2000:9)* Las elektroda terbungkus dalam pengelasan ini digunakan kawat elektroda logam yang dibungkus dengan fluks. Busur listrik terbentuk diantara 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 elektroda terjadi pada saat ujung elektroda mencair dan membentuk butir-butir yang terbawa arus busur listrik yang terjadi. Pola pemindahan cairan dipengaruhi oleh besar kecilnya arus dan komposisi dari bahan fluks yang digunakan. Bahan fluks yang digunakan untuk membungkus elektroda selama pengelasan mencair dan membentuk terak yang menutupi logam cair yang terkumpul ditempat sambungan dan bekerja sebagai penghalang oksidasi *Wiryosumarto (2000: 9)*.



Gambar 2.2 Elektroda E 6013
Sumber :*(Gilbert,2019)*

Menurut *Wiryosumarto (2000: 9)* Las elektroda terbungkus dalam pengelasan ini digunakan kawat elektroda logam yang dibungkus dengan fluks. Busur listrik terbentuk diantara 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 elektroda terjadi pada saat ujung elektroda mencair dan membentuk butir-butir yang terbawa arus busur listrik yang terjadi. Pola pemindahan cairan dipengaruhi oleh besar kecilnya arus dan komposisi dari bahan fluks yang digunakan.

Bahan fluks yang digunakan untuk membungkus elektroda selama pengelasan mencair dan membentuk terak yang menutupi logam cair yang terkumpul ditempat sambungan dan bekerja sebagai penghalang oksidasi *Wirjosumarto (2000: 9)*.

Berdasarkan jenis elektroda dan diameter kawat inti elektroda dapat ditentukan arus dalam amper dari mesin las seperti pada gambar tabel 2.3.

AWS Classification	Tensile Strength, min, psi	Yield Point, min, psi	Elongation in 2 in., min, percent	Radiographic Standard ^a	V-Notch Impact ^d
E60 Series ^b					
E6010	62,000	50,000	22	Grade II	20 ft/lb at -20°F
E6011	62,000	50,000	22	Grade II	20 ft/lb at -20°F
E6012	67,000	55,000	17	Not required	Not required
E6013	67,000	55,000	17	Grade II	Not required
E6020	62,000	50,000	25	Grade I	Not required
E6027	62,000	50,000	25	Grade II	20 ft/lb at -20°F
E70 Series ^c					
E7014			17	Grade II	Not required
E7015			22	Grade I	20 ft/lb at -20°F
E7016	72,000	60,000	22	Grade I	20 ft/lb at -20°F
E7018			22	Grade I	20 ft/lb at -20°F
E7024			17	Grade II	Not required
E7028			22	Grade II	20 ft/lb at 0°F

Gambar 2.3 gambar table spesifikasi elektroda

Sumber :*(Soetardjo, 1997)*

2.5 Arus Pengelasan

Arus pengelasan adalah besarnya aliran arus listrik yang keluar dari mesin las. Besar kecilnya arus pengelasan dapat diatur dengan alat yang ada pada mesin las. Arus oengelasan harus disesuaikan dengan jenis bahan dan diameter elektroda yang digunakan dalam pengelasan. Penggunaan arus yang terlalu kecil akan mengakibatkan penembusan atau penetrasi las yang rendah, sedangkan arus yang terlalu besar akan mengakibatkan terbentuknya manik las yang terlalu besar dan deformasi dalam pengelasan *(Saputro, 2011)*. Spesifikasi besar arus listrik menurut tipe elektroda dapat dilihat pada tabel 2.1

Tabel 2.1 Spesifikasi Arus Menurut Tipe Elektroda dan Diameter dari Elektroda

Diameter		Tipe Elektroda dan Amper yang Digunakan					
Mm	Inch	E 6010	E 6013	E 7018	E 7024	E 7027	E 7028
2,6	3/32	-	60-110	70-100	70-145	-	-
3,2	1/8	80-120	80-140	115-165	140-190	125-185	140-190
4	5/32	120-160	120-190	150-220	180-250	160-240	180-250
5	3/16	150-200	140-220	200-275	230-305	210-300	230-250
6,3	1/4	-	180-250	315-400	335-430	300-420	335-430
8	5/16	-	-	375-470	-	-	-

Sumber : (Soetardjo, 1997)

2.6 Prosedur Pengelasan

Untuk menghasilkan kualitas pengelasan SMAW yang berkualitas, prosedur pengelasan yang perlu diperhatikan:

1. Pemilihan jenis elektroda

Pilih elektroda yang tepat mulai dari kuat tarik, jenis material, dan jenis coatingnya agar *matching* atau sesuai dengan material yang akan dilas.

2. Pemilihan diameter elektroda

Pemilihan diameter dipertimbangkan berdasarkan tipe elektroda, posisi pengelasan, joint desain, ketebalan material, dan keahlian dari weldernya.

Diameter elektroda/kawat las yang umum dipakai di proyek konstruksi adalah ukuran 2,6 mm dan 3,2 mm, kadang menggunakan elektroda 4,0mm jika materialnya cukup tebal.

3. Pemakaian arus yang tepat

Pada pengelasan SMAW sangat berpengaruh terhadap hasil lasan, jika arus terlalu besar maka elektroda akan terlalu cepat meleleh dan susah dikontrol, jika arus terlalu rendah maka hasil pengelasan akan menumpuk dan tidak beraturan.

4. *Arc Length* (panjang busur) yang tepat dan konsisten

Pada pengelasan SMAW jika *arc length* terlalu tinggi maka akan terjadi *large globule* sehingga akan terjadi banyak berhamburan saat mengelas, dan bisa terjadi porositas jika *arc length* yang terlalu pendek maka akan terjadi panas yang berlebih sehingga menghasilkan penetrasi yang dalam dan bisa menyebabkan logam dasar jebol (*blow hole*).

5. *Travel speed* (kecepatan) yang tepat

Jika *travel speed* terlalu tinggi maka logam cair akan cepat membeku dan *weld bead* akan rendah, kotoran dan gas akan terjebak dan bisa menimbulkan cacat las, jika terlalu lambat *weld bead* (manik las) terlalu tinggi dan lebar dan hasil pengelasan akan berkerut.

6. Sudut pengelasan yang tepat

Pada pengelasan SMAW sudut elektroda sangat penting, terutama pada saat pengelasan *fillet* dan *groove* sambungan yang dalam. apabila sudut pengelasan yang kurang tepat dapat mengakibatkan undercut dan lain-lain. biasanya sudut yang di pakai 70°-80°.

7. Ayunan elektroda (*welding manipulation*) yang benar

Karena setiap elektroda memiliki karakteristik ayunan yang berbeda-beda. Ayunan elektroda pengelasan SMAW berdasarkan: type elektroda, desain sambungan, posisi pengelasan dan pengalaman dari welder itu sendiri.

2.7 Standar Pengelasan

Standar yang digunakan dalam pengelasan:

1. SNI (*Standar Nasional Indonesia*)

Adalah standar yang berlaku secara nasional yang yang dirumuskan oleh komite teknis dan ditetapkan oleh Badan Standardisasi Nasional (BSN). Standar Nasional Indonesia meliputi berbagai sektor, termasuk pada pengelasan.

2. ISO (*International Organization for Standardization*)

Adalah organisasi global yang membuat standar internasional yang beranggotakan perwakilan badan standar dari setiap negara. ISO bertujuan untuk mendukung pengembangan standarisasi dalam membantu perdagangan internasional.

3. ANSI (*American National Standards Institute*)

Adalah organisasi *non-profit* Amerika yang membuat standar untuk produk, pelayanan, proses, sistem, dan personal di Amerika Serikat. Organisasi

ini juga menjembatani antara standar yang digunakan di dalam Indonesia dengan standar yang berlaku secara internasional.

4. *AWS (American Welding Society)*

Merupakan lembaga pendidikan, penelitian, standarisasi, dan sertifikasi yang difokuskan pada bidang pengelasan. AWS telah menetapkan sejumlah standar dalam pengelasan, termasuk juga sertifikasi untuk seorang *welder*.

5. *NEMA (National Electrical Manufacturers Association)*

Adalah asosiasi perdagangan manufaktur peralatan elektronik di Amerika Serikat. NEMA menerbitkan berbagai standar mulai dari peralatan pembangkit, penyalur, pembagi, pengatur, dan peralatan pengguna daya elektrik.

6. *ASME (American Society of Mechanical Engineers)*

Adalah lembaga teknik, organisasi standar, organisasi penelitian dan pengembangan organisasi *non-profit*. ASME bergerak di multidisiplin dan mencakup secara global.

7. *BS (British Standards)*

Adalah standar untuk produk dan layanan yang diterbitkan oleh *British Standards Institution Group* (BSI Group) di Inggris. Standar yang ditetapkan oleh *British Standards* telah meliputi berbagai sektor seperti keamanan, keselamatan, sistem kualitas dan *engineering*.

10. *JIS (Japan Industrial Standards)*

Adalah lembaga standarisasi yang dibentuk Jepang untuk standar aktivitas industrial di dalam negeri. Standarisasi JIS meliputi berbagai bidang seperti keamanan, kualitas, hingga skala atau ukuran.

11. *DIN (Deutsches Institut für Normung) atau (German Institute for Standardization)*

Merupakan organisasi pembuat standar nasional Jerman. DIN menerbitkan standar untuk keperluan Jerman, standar Eropa, serta standar internasional yang berkorelasi dengan standar ISO. DIN merupakan salah satu lembaga standarisasi tertua di dunia karena sudah berusia 100 tahun sejak mulai beroperasi pada 1922.

12. *ASTM (American Society for Testing and Materials)*

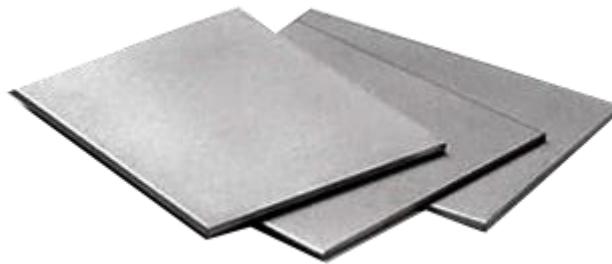
Merupakan organisasi standar internasional yang membuat dan menerbitkan standar teknis untuk material, produk, sistem, dan pelayanan. ASTM telah memiliki belasan ribu standar yang digunakan diberbagai negara dan sektor industri.

Standar-standartersebut menetapkan berbagai ketentuan terkait (*welding*) untuk memberikan keamanan dan keselamatan dalam pengerjaannya. Apalagi *welding* sangat dibutuhkan dalam proyek-proyek besar dimana keamanan dan keselamatan harus menjadi prioritas utama.

2.8 Baja (*Steel*)

Baja adalah campuran besi dan karbon, dengan kandungan karbon maksimum 1,5%. Karbon terjadi dalam wujud karbid besi, sehingga meningkatkan kekerasan baja.

Baja merupakan paduan besi dan karbon yang dapat berisi konsentrasi dari elemen campuran lainnya. Ada ribuan campuran logam lainnya yang mempunyai komposisi berbeda. Sifat mekanis dari baja sangat sensitif terhadap kandungan karbon, yang mana secara normal kurang dari 1,5%. Jadi sebagian dari baja digolongkan menurut konsentrasi karbon, dalam baja karbon rendah, medium dan jenis karbon tinggi. Sedangkan berdasarkan kandungan karbonnya baja dibagi menjadi tiga macam, yaitu baja karbon rendah yang mengandung karbon kurang dari 0,3 %, baja karbon sedang yang mengandung karbon 0,3% - 0,6%, dan baja karbon tinggi yang mengandung karbon 0,6% - 1,5% (Syahri, Putra and Helmi, 2017).



Gambar 2.4 Plat Baja
Sumber : (Anwar, B. 2020)

2.9 Klasifikasi Baja Karbon

A. Baja Karbon

Baja karbon adalah paduan besi karbon dimana unsur karbon sangat menentukan sifat-sifatnya, sedangkan unsur-unsur paduan lainnya yang biasa terkandung di dalamnya terjadi karena proses pembuatannya. Sifat baja karbon ditentukan oleh persentase karbon dan struktur mikro. Disamping itu baja juga mengandung unsur-unsur lain seperti sulfur (S), fosfor (P), silikon (Si), mangan

(Mn), dan sebagainya yang jumlahnya dibatasi. Sifat baja pada umumnya sangat dipengaruhi oleh prosentasi karbon dan struktur mikro. Struktur mikro pada baja karbon dipengaruhi oleh perlakuan panas dan komposisi baja. Karbon dengan unsur campuran lain dalam baja membentuk karbid yang dapat menambah kekerasan, tahan gores dan tahan suhu baja. Perbedaan presentase karbon dalam campuran logam baja karbon menjadi salah satu cara mengklasifikasikan baja. Berdasarkan kandungan karbon, baja dibagi menjadi tiga macam, yaitu:

1. Baja karbon rendah

Baja karbon rendah memiliki kandungan karbon dibawah 0,3%. Baja karbon rendah sering disebut dengan baja ringan (mild steel) atau baja perkakas. Jenis baja yang umum dan banyak digunakan adalah jenis cold roll steel dengan kandungan karbon 0,08% – 0,30% yang biasa digunakan untuk body kendaraan.

2. Baja karbon sedang

Baja karbon sedang merupakan baja yang memiliki kandungan karbon 0,30% - 0,60%. Baja karbon sedang mempunyai kekuatan yang lebih dari baja karbon rendah dan mempunyai kualitas perlakuan panas yang tinggi.

3. Baja karbon tinggi

Baja karbon tinggi memiliki kandungan karbon paling tinggi jika dibandingkan dengan baja karbon yang lain yakni 0,60% - 1,7%.

Baja karbon tinggi strukturnya untuk dilas jika dibandingkan dengan baja karbon rendah dan sedang.

Dari ketiga macam baja karbon diatas, baja karbon rendah memiliki sifat las yang baik dan memiliki kepekaan retak las yang rendah dibandingkan dengan baja karbon lainnya, memiliki kekuatan sedang dan keuletan yang baik dan digunakan untuk konstruksi umum, body kendaraan, bejana tekan (pressure vessel), dan lainlainnya (*Syahri, Putra and Helmi, 2017*).

B. Sifat Baja

Baja memiliki sifat yang berbeda-beda tergantung dari hasil produksinya. Namun, secara umum material baja memiliki ketahanan yang prima terhadap karat, memiliki sifat magnet yang kuat, koefisien muai yang tergolong rendah, tahan terhadap beban atau tekanan, dan juga tahan terhadap asam.

Tujuan terpenting dalam sebuah pengembangan material yaitumenentukan struktur dan sifat-sifat material optimum, agar daya tahan yangdicapaimaksimum. Sifat utama baja antara lain yaitu:

1. Kekuatan (*Power*)

Karakteristik utama yang dimiliki oleh baja adalah kekuatannya. Baja mempunyai kuat tarik yang sangat baik. Hal ini membuat baja yang diberikan beban akan cenderung mengalami perubahan bentuk (deformasi). Perubahan tersebut menyebabkan timbulnya regangan (strain) dengan besar sesuai deformasi per satuan

panjang. Sedangkan regangan menimbulkan terjadinya tegangan (stress) di dalam baja.

2. Keuletan (*Ductility*)

Keuletan yaitu kemampuan sebuah baja untuk melakukan deformasi sebelum terputus. Faktor yang mempengaruhinya yaitu regangan (*strain*) yang bersifat tetap sebelum baja terputus. Adapun besar keuletan ini terhubung pada sifat yang bisa pekerjaan yang bisa dilakukan terhadap baja. Untuk mengetahui besar keuletan baja, Anda bisa melakukan serangkaian uji coba, terutama pada uji tarik.

3. Kekerasan (*Hardness*)

Kekerasan yaitu ketahanan suatu material pada besarnya gaya yang bisa menembus pada permukaannya. Kekerasan ini memegang pengaruh yang sangat besar terhadap kekuatan yang dimiliki oleh baja. Uji coba terhadap kekuatan bisa dilaksanakan menggunakan metode rockwell, ultrasonic, brinell, dan lain-lain.

4. Ketangguhan (*Toughness*)

Ketangguhan yaitu hubungan beberapa jumlah energi yang mampu diterima baja hingga terputus. Bila semakin kecil ketangguhan yang dimiliki suatu baja, maka karakteristik baja tersebut akan semakin rapuh. Baja yang tangguh akan mendukung keselamatan

penggunanya. Ketangguhan baja bisa diketahui melalui uji coba dengan memberikan pukulan (impact) secara tiba-tiba.

2.10 Baja ST 37

Baja karbon rendah (ST 37) merupakan bukan baja yang keras karena kadar karbonnya sedikit. Baja ini disebut dengan baja ringan (mild steel) atau baja perkakas yang mengandung karbon kurang dari 0,3%. Setiap satu ton baja karbon rendah mengandung 10 – 30 kg karbon. Baja karbon rendah bersifat kuat, mudah dibentuk dan dapat dilakukan pengerjaan dalam keadaan panas maupun pengerjaan dingin. Arti dari ST itu sendiri adalah singkatan dari Steel (baja). Sedangkan angka 37 berarti menunjukkan batas minimum untuk kekuatan tarik 37 kg/mm^2 . Selain itu, Adapun untuk penggunaannya, baja ini dapat dijadikan mur, baut, ulir sekrup dan lain – lain. Komponen tersebut merupakan komponen yang berfungsi untuk meneruskan daya yang mengalami pembebanan bending secara berulang. Telah disebutkan sebelumnya bahwa komponen yang telah mengalami pembebanan berulang dalam jangka waktu yang lama sangat beresiko mengalami kegagalan saat beroperasi. Sehingga perlu dilakukan pengujian untuk memprediksi kegagalan tersebut supaya dapat menghindari kegagalan material saat komponen digunakan. Proses pembentukan bahan logam ini dikerjakan oleh ahli logam dengan keterampilan khusus.

2.11 Kelenturan

Sifat kemampuan suatu material diperlukan pengujian terhadap sampel yang disiapkan sebagai spesimen dengan ukuran dan bentuk yang ditentukan dalam standar pengujian. Teori pengujian bending dipaparkan mengingat teori tersebut berkaitan

dengan judul penelitian yang akan diteliti. Pengujian bending mengacu pada standar JIS Z 2248 threepoint bending dan menggunakan model face bending karena menggunakan spesiman baja karbon rendah.

Pengujian lengkung atau (bending test) merupakan salah satu pengujian yang merusak atau destructive test. Pengujian merusak adalah pengujian yang digunakan untuk mengetahui kekuatan logam pada konstruksi.

Pengujian lengkung (bending test) adalah salah satu cara pengujian yang digunakan untuk menentukan mampu bentuk dari pelat atau kekuatan sambungan las *Surdia, T., dan Shinroku Saito, (2000: 21)*. Pengujian Bending digunakan untuk menganalisa adanya open defect pada saat material mendapat beban lentur.

Menurut *Syahrani et al (2013: 397)* untuk mengetahui kekuatan lentur (bending) suatu material dapat dilakukan dengan pengujian lentur terhadap spesimen tersebut. Kekuatan bending atau kekuatan lengkung adalah tegangan bending terbesar yang dapat diterima akibat pembebanan luar tanpa mengalami deformasi yang besar atau gagal. Besar kekuatan bending tergantung pada jenis spesimen dan pembebanan. Akibat pengujian lengkung, bagian dari spesimen mengalami tekanan, sedangkan bagian bawah mengalami tegangan tarik.

Pengujian ini menggunakan alat uji bending sehingga benda uji yang diuji mengalami dua gaya tekan di permukaan atas dan gaya tarik di permukaan bawah yang dibatasi oleh garis netral sebagaimana yang terlihat dalam gambar dibawah:



Gambar 2.5 Alat Pengujian *Bending* Plat Baja
 Sumber : (Nata, 2021)

Adapun rumus yang digunakan, ialah :

$$\sigma_f = \frac{3F.l}{2b.h^2} \dots\dots\dots(2.2)$$

Dimana :

σ_f = Kekuatan lentur (N)

F = Beban lentur maksimum (N)

l = Jarak tumpuan (mm)

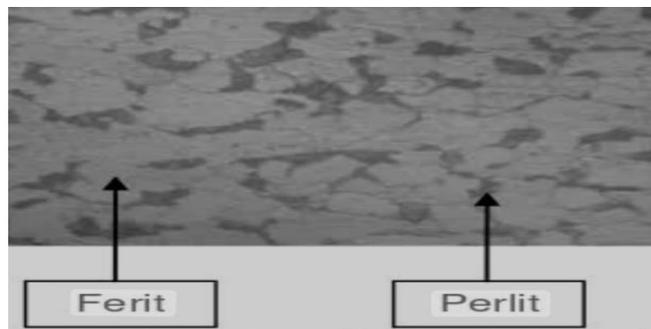
b = lebar (mm)

h = Tebal (mm)

2.12 Struktur Mikro

Struktur mikro adalah gambaran dari kumpulan fasa-fasa yang dapat diamati melalui teknik metalografi. Struktur mikro suatu logam dapat dilihat dengan menggunakan mikroskop. Struktur yang dimiliki oleh baja karbon rendah didominasi oleh ferit dan sedikit perlit. Penambahan unsur paduan biasanya dilakukan pada pengelasan baja karbon rendah ini, penambahan unsur ini dapat meningkatkan kekuatan baja tanpa mengurangi keuletannya. Pelat baja karbon rendah dapat dilas dengan semua cara pengelasan dan hasilnya akan baik bila persiapannya sempurna dan persyaratannya dipenuhi. Pengujian struktur mikro yang menggunakan Micro Hardenes Tester dengan pembesaran foto diperoleh dari perkalian lensa obyektif dan okuler. Lensa obyektif

yang dipakai 10x, lensa okuler 10x sehingga perbesaran bisa mencapai 100x. Pada jarak 10 setrip pada foto untuk perbesaran 100x adalah 100 μm . Hasil pengujian yang telah dilakukan dari hasil pengelasan oxy-acetylene dengan variabel nyala torch oksidasi terhadap baja karbon rendah. Adapun 44 komposisi baja karbon rendah yaitu : C (0,0169%), Fe (99,67), dan senyawa lainnya dengan bahan tambahan kawat logam yaitu bagian yang diuji struktur mikro pada titik pengelasan sebagai berikut :



Sumber : (Insani, 2019)

2.13 Hubungan pengelasan posisi bawah tangan dengan pengujian kelenturan

Pengelasan posisi bawah tangan (1G) adalah salah satu pengelasan yang paling umum digunakan, terutama untuk sambungan plat atau posisi pipa. Posisi ini dianggap sebagai posisi yang paling mudah dan stabil karena gravitasi membantu menjaga cairan logam las tetap pada tempatnya. Dalam konteks baja ST37, posisi ini sering digunakan untuk menghasilkan sambungan yang kuat dan seragam.

Uji lentur (*bending test*) adalah salah satu metode pengujian mekanik yang digunakan untuk memancarkan kualitas sambungan las. Uji ini bertujuan untuk mengukur kemampuan material atau sambungan las untuk menahan pendingin tanpa perlu mengulang atau mematahkan pada baja ST37. Uji ketahanan sering

dilakukan untuk memastikan bahwa sambungan las memiliki sifat mekanik yang sesuai dengan standar.

A. Hubungan antara keduanya

1. Kualitas sambungan las

Posisi bawah tangan memungkinkan pengelasan dilakukan dengan lebih stabil, sehingga menghasilkan sambungan las yang lebih seragam dan bebas dari cacat seperti porositas atau retakan. Hal ini penting karena cacat pada sambungan las dapat mempengaruhi hasil uji lentur. Sambungan yang baik akan menunjukkan kemampuan lentur yang lebih tinggi

2. Hasil uji lentur pada pengelasan baja ST37 menggunakan posisi bawah tangan

Hasil uji lentur biasanya menunjukkan bahwa sambungan las memiliki ketangguhan yang baik. Hal ini disebabkan oleh distribusi panas yang merata selama proses pengelasan, yang membantu mengurangi tegangan sisa dan meningkatkan sifat sambungan mekanis.

3. Keuntungan posisi bawah tangan

Posisi ini mempermudah pengelasan, terutama untuk baja karbon rendah seperti baja ST37. Yang memiliki sifat mudah di las. Dengan demikian, posisi bawah tangan mendukung tercapainya hasil uji lentur yang memenuhi standar, karena sambungan las cenderung lebih kuat dan fleksibel.

Pengelasan posisi bawah tangan (1G) pada baja ST37 memiliki hubungan erat dengan hasil uji lentur. Posisi ini memberikan stabilitas yang baik selama proses pengelasan, menghasilkan sambungan yang berkualitas tinggi, dan mendukung hasil uji

lentur yang optimal. Oleh karena itu, posisi ini sering menjadi pilihan utama dalam pengelasan pada baja ST37 untuk aplikasi yang membutuhkan kekuatan mekanik tinggi.

2.14 Jurnal Rujukan

Penelitian oleh *Novendri Chairul, Irzal, Mulianti, dan Hendri Nurdin (2022)* dengan judul Pengaruh Variasi Kuat Arus Terhadap Kekuatan Tarik Hasil Pengelasan SMAW Pada Baja Karbon Rendah Dengan Elektroda E-7018. Parameter utama yang mempengaruhi kualitas hasil pada proses pengelasan baja karbon rendah dengan pengelasan las busur listrik adalah besar arus listrik, semakin besar arus listrik dipakai pada proses pengelasan maka besar juga energi panas yang dihasilkan. Panas yang dihasilkan oleh proses pengelasan sangat berpengaruh pada hasil pengelasan sehingga apabila panas yang digunakan terlalu tinggi maka dapat merubah bagian struktur material. Penelitian ini dilaksanakan untuk melihat bagaimana pengaruh nilai kuat arus pada pengelasan SMAW menggunakan pengujian tarik. Jenis penelitian eksperimen yang diterapkan pada penelitian dengan melakukan pengelasan SMAW berdasarkan kuat arus pada proses pengelasan. Nilai kuat arus yang digunakan dalam penelitian ini yakni, 90, 100, dan 130 Ampere dengan menggunakan elektroda E-7018. Uji Tarik digunakan sebagai uji material dalam melihat seberapa besar pengaruh dari nilai kuat arus yang diteliti. Untuk nilai uji tarik tertinggi didapatkan pada arus 130 ampere dengan rata-rata kekuatan tarik 545,58 N/mm². Berdasarkan hasil penelitian peningkatan nilai kekuatan tarik berbanding lurus dengan nilai kuat arus dimana nilai kekuatan tertinggi didapat pada arus 130 Ampere.

Penelitian oleh *Alexander Nawiko, Rosehan, dan M. Sobron Y. Lubis (2022)* yang berjudul Pengaruh Variasi Kuat Arus Pengelasan SMAW Terhadap Uji Tarik Sambungan Bahan ASTM A36. secara khusus dalam bidang pembangunan dengan memanfaatkan proses pengelasan maka akan sangat dibutuhkan berbagai penelitian dengan tujuan agar mendapatkan sambungan las yang memiliki mutu tinggi. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui dan melihat hasil dari kekuatan sambungan pengelasan pada material ASTM A36. Metode penelitian dengan cara memberikan beberapa variasi kuat arus 80 A, 100 A dan 120 A dengan menggunakan metode pengujian yaitu pengujian tensile test. Berdasarkan hasil pengujian tarik yang telah dilakukan dengan menggunakan pengelasan SMAW memiliki kekuatan tegangan tarik yang baik pada kuat arus 120 A dengan nilai tegangan tarik sebesar 472,33 Pa. kekuatan sambungan las juga akan sangat dipengaruhi oleh waktu pengelasan dan panas yang diterima oleh benda atau bahan uji.

Penelitian oleh *Brain Samuel Suranta TarigandanNovi Sukma Drastiawati (2022)*. Dengan judul Pengaruh Variasi Arus Pengelasan Shield Metal Arc Welding (SMAW) Terhadap Kekuatan Tarik Dan Tekuk Pada Baja ST 37. Salah satu cara meminimalkan efek dari kerusakan paddock yaitu dengan cara mengetahui pengelasan yang terbaik dari arus pengelasan tersebut. Penelitian ini memakai metode eksperimen dalam menganalisa pengaruh variasi arus las pada baja ST 37 dengan variasi arus 60 A, 70 A serta 80 A melalui penggunaan kampuh V 300, jenis sambungan butt joint, posisi pengelasan 1G, elektroda E 6013, menggunakan pengujian tarik standart JIS Z 2201:1998 dan pengujian bending standart JIS Z 2248:2006. Spesimen yang telah dites

nantinya dikaji mengenai pengaruh dari variabel bebas pada variabel terikat kemudian dilakukan pengujian annova uji T lalu dilakukan analisa lanjutan. Hasil dari penelitian ini diperoleh bahwa arus pengelasan optimal muncul di arus 80 A, yang mendapatkan tarikan rata-rata yakni 384,27 N/mm² dan mendapatkan kekuatan bending rata-rata sebesar 1383.02 N/mm². Pembesaran arus pengelasan dari 60 A ke 70 A dan 80 A memberikan efek dalam peningkatan nilai kekuatan tarik dan peningkatan nilai kekuatan bending.

Penelitian oleh *Hyang Adhyawantaradan Nur Yanu Nugroho (2023)*. Yang berjudul Pengaruh Holding Time Pada Baja ST 40 Dengan Pengelasan FCAW Terhadap Uji Tarik Dan Kekerasan. Pada proses pengelasan terdapat suatu masalah yang timbul akibat energi panas yang digunakan tidak merata yaitu tegangan sisa, tegangan sisa dapat menyebabkan crack atau cacat pada hasil las. Untuk menurunkan resiko terbentuknya tegangan sisa pada daerah sambungan (HAZ) dapat dilakukan dengan proses Post weld heat treatment (PWHT) atau proses perlakuan panas pada material setelah mengalami proses pengelasan. Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui pengaruh PWHT variasi Holding Time terhadap sifat mekanik dan juga bertujuan untuk mengetahui berapa Holding Time yang sesuai untuk baja ST40. Pada penelitian ini temperature PWHT yang digunakan adalah 875° C dengan 3 variasi waktu tahan (Holding Time) 45 menit, 60 menit, dan 75 menit. Pengelasan menggunakan metode FCAW (Flux-Cored Arc Welding) dengan kampuh V 60° dan posisi 1G. Hasil pengelasan diuji dengan uji tarik dan uji kekerasan. Dari hasil pengujian tarik nilai

terbaik didapat pada Holding Time 60 menit sebesar 384,5 Mpa. Nilai kekerasan terbaik didapat oleh Holding Time 75 menit sebesar 137,8 HVN pada daerah weld metal.

Penelitian oleh *Semuel Desmon*(2022) dengan judul Analisa Pengaruh Variasi Arus Pengelasan Kombinasi SMAW Dan GTAW Terhadap Pengujian Kerasan, Kekuatan Impak Serta Pengamatan Struktur Mikro Pada Baja JIS SS400. Untuk mendapatkan kualitas maksimal penulis mencoba untuk mengangkat tema pengelasan kombinasi Shielded Metal Arc Welding (SMAW) dan Gas Tungsten Arc Welding (GTAW) dengan klasifikasi variasi arus metode pengelasan SMAW 95 A (arus rendah), 110 A (arus sedang), dan 125 A (arus tinggi), sedang pada metode pengelasan GTAW memakai arus 70 A, pada material pelat baja JIS SS400 dengan tebal 10 mm. Pada pengamatan struktur mikro dilakukan pada 4 titik bagian HAZ SMAW, HAZ GTAW, weld metal SMAW, dan weld metal GTAW sebagai bagian yang terpengaruh panas terbesar. Hasil uji kekerasan/hardness yang memiliki nilai kekerasan tertinggi pada based metal adalah pelat 1 dengan nilai 78,5 HRB, pada HAZ SMAW kiri adalah pelat 3 dengan nilai 78,66 HRB, pada HAZ GTAW kiri adalah pelat 3 dengan nilai 77,16 HRB, pada weld metal SMAW adalah pelat 1 dengan nilai 82,16 HRB, pada weld metal GTAW adalah pelat 1 dengan nilai 83,66 HRB, pada HAZ SMAW kanan adalah pelat 3 dengan nilai 78,33 HRB, dan pada HAZ GTAW kanan adalah pelat 3 dengan nilai 77,83 HRB. Pada uji impak pelat 1 memiliki nilai kekuatan impak sebesar 130,8 J, pelat 2 sebesar 139,3 J, dan pelat 3 sebesar 103 J.