

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 pengelasan (*welding*)

Defenisi pengelasan menurut DNI (*Deutsche Industrie Norman*) adalah ikatan metalurgi pada sambungan logam atau logam paduan yang dilaksanakan dalam keadaan lumer atau cair. Dengan kata lain, las merupakan sambungan setempat dari beberapa batang logam dengan menggunakan energi panas.

Mengelas menurut (Alip (1989) adalah suatu aktifitas menyambung dua bagian benda atau lebih dengan cara memanaskan atau menekan atau gabungan dari keduanya sedemikian rupa sehingga menyatu seperti benda utuh. Penyambungan bisa dengan atau tanpa bahan (*filler metal*) yang sama atau berbeda titik cair maupun strukturnya.

Pengelasan dapat diartikan dengan proses penyambungan dua buah logam sampai titik rekristalisasi logam, dengan atau tanpa menggunakan bahan tambah dan menggunakan energi panas sebagai pencair bahan yang dilas. Pengelasan juga dapat diartikan sebagai ikatan tetap dari benda atau logam yang dipanaskan. Mengelas bukan hanya memanaskan dua bagian benda sampai mencair dan membiarkan membeku kembali, tetapi membuat lasan yang utuh dengan cara mebiarkan bahan tambah atau elektroda pada waktu dipanaskan sehingga mempunyai kekuatan seperti yang dikehendaki. Kekuatan sambungan las dipengaruhi beberapa faktor antara lain prosedur pengelasan, bahan, elektroda dan jenis kampuh yang digunakan. (Santoso, 2006:18)

Berdasarkan defenisi dari *American Welding society* (AWS) [engelasan adalah proses penyambungan logam atau non logam yang dilakukan dengan memanaskan material yang akan disambung hingga temperatur las, yang dilakukan dengan atau tanpa menggunakan tekanan dan dengan atau tanpa menggunakan logam pengisi. Defenisi tersebut dapat diartikan lebih lanjut bahwa pengelasan adalah suatu aktifitas penyambungan dua bagian benda atau lebih dengan atau tanpa bahan tambah (*filler metal*) yang sama ataupun berbeda titik maupun stukturanya (Alip,1989).

Beberapa metode pengelasan telah ditemukan untuk membuat proses pengelasan dengan hasil sambungan yang kuat dan efisien. Pengelasan juga memberikan keuntungan, baik dalam aspek komersil ataupun teknologi. Beberapa keuntungan dari pengelasan adalah sebagai berikut : (Groover, 1996) dikerjakan di lapangan Pengelasan memberikan sambungan permanen. Kedua bagian yang disambung menjadi satu kesatuan setelah dilas.

- a. Sambungan las dapat lebih kuat daripada metal induknya, jika logam pengisi yang digunakan memiliki sifat-sifat kekuatan yang tinggi dari metal induknya dan teknik pengelasan yang digunakan harus tepat.
- b. Pengelasan biasanya merupakan cara yang paling ekonomis, jika ditinjau dari harga pembuatannya dan segi penggunaannya.
- c. Pengelasan tidak dibatasi hanya pada lingkungan pabrik saja, tetapi pengelasan juga dapat dilakukan atau (Yulistiawan, 2016:12)

2.2 MIG (*Metal Inert Gas*)

MIG adalah suatu metode pengelasan dimana gas disemurkan ke daerah yang dilas untuk melindungi busur, elektroda dan logam induk yang mencair terhadap

pengaruh udara luar. Gas pelindung yang dipakai adalah gas yang tidak mudah bereaksi baik terhadap udara luar maupun logam yang mencair. Elektroda sekaligus berfungsi sebagai logam pengisi, diumpamakan secara terus menerus dengan kecepatan konstan tertentu bergerak sepanjang sambungan las. Pada las MIG panas dihasilkan oleh arus yang bergerak melalui celah antara elektroda dengan benda kerja. Dengan adanya panas ini menyebabkan logam induk serta mencair yang kemudian membeku bersama-sama membentuk ikatan. Busur yang dihasilkan selalu runcing, inilah yang menyebabkan butir-butir logam cair menjadi halus dan pemindahannya berlangsung sangat cepat. Dalam las MIG ini gas yang digunakan adalah gas argon, helium atau campuran keduanya. Untuk memantapkan busur kadang-kadang ditambahkan gas O_2 antara 2% sampai 5% atau CO_2 atau 5% sampai 20%. Las MIG biasanya dilaksanakan secara otomatis atau semi otomatis dengan arus searah (DC) polaritas balik dan menggunakan kawat elektroda berdiameter 1,2 sampai 2,4 mm. Pada proses penyambungan logam dengan pengelasan baik MIG maupun SMAW kuat arus listrik merupakan indikator yang sangat penting untuk diperhatikan, karena kuat arus listrik akan menentukan besarnya panas yang dihasilkan oleh busur listrik (elektroda) pada las SMAW dan wire feeder pada las MIG. Semakin besar kuat arus listrik yang diberikan maka semakin besar pula panas masuk yang dihasilkan oleh elektroda dan wire feeder, dan sebaliknya semakin kecil kuat arus yang diberikan maka semakin kecil pula panas yang dihasilkan untuk mencairkan logam induk dan logam penyambung atau elektroda (Joko santoso, 2006).

Adapun contoh gambar mesin las MIG sesuai keterangan diatas adalah sebagai berikut :



Gambar 2.1 : Mesin Las
Sumber : (Muku, DKK., 2009)

2.3 Peralatan Las MIG

Peralatan utama dalam las MIG adalah:

1. Mesin Las (*welding machine*)

Mesin yang sering digunakan adalah jenis arus searah, karna hasilnya baik disebabkan busur yang dihasilkan lebih mantap sehingga sesuai untuk pengelasan pelat-pelat yang tipis.

2. Mekanisme penggunaan kawat elektrode (*wire feeder*)

Penggunaan kawat elektroda selalu konstan, yang sebelumnya diatur dari tombol *wire feed speed*. Beroperasinya pengumpan kawat elektroda ini bersamaan dengan mengalirnya gas pelindung dan mengalirnya arus listrik dengan cara menekan kotak *trirge* yang terletak di *torch*.

3. Pemegang Elektroda (*torch*)

Fungsi torch adalah penyalur kawat elektroda, gas pelindung dan arus listrik. Torch terdiri dari nozzle, kontak tube, kontak triger dan sebuah slang besar yang didalamnya terdapat slang gas dari pembawa elektroda. Dalam nozzle mengontor alirn gas pelindung, sedang kontak tube berfungsi sebagai

pengantar arus listrik ke kawat elektroda. Kontak triger berfungsi memulai dan mengakhiri pengaliran kawat elektroda, gas pelindung dan arus listrik.

4. Mekanisme pengumpan gas pelindung.

Terdiri dari tabung silinder bertekanan tinggi, *ngulator*, *flow meter* dan 2 slang gas. Gas yang berbeda pada tabung silinder masih bertekanan tinggi, untuk mengurangnya dilewatkan pada regulator dengan mengatur katup yang ada sehingga didapat tekanan yang sesuai. Dan untuk mengatur tekanan gas digunakan *flow meter*.

2.4 Kawat Las MIG

Dalam las logam gas mulia, kawat las pengisi yang juga berfungsi sebagai elektroda diumpankan secara terus menerus. Busur listrik terjadi antara kawat pengisi dan logam induk. Gas pelindung yang digunakan adalah gas argon, helium atau campuran keduanya. Untuk memantapkan busur kadang-kadang ditambahkan gas o₂ antara 2 sampai 5% atau co₂ antara 5 sampai 20%. Dalam banyak hal penggunaan las mig sangat menguntungkan. Hal ini karena sifat-sifatnya yang baik, misalnya:

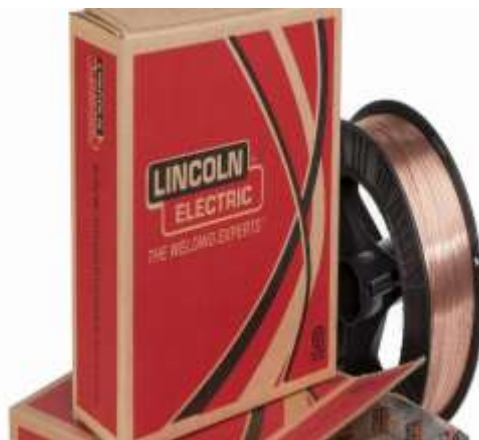
1. Karena konsentrasi busur yang tinggi, maka busurnya sangat mantap dan percikanya sedikit sehingga memudahkan operasi pengelasan.
2. Karena dapat menggunakan arus yang tinggi maka kecepatannya juga sangat tinggi, sehingga efisiensinya sangat baik.
3. Terak yang terbentuk cukup banyak.
4. Ketangguhan dan elastisitas, kedekatan udara,

Ketidak pekaan terhadap retak dan sifat-sifat lainnya lebih baik dari pada yang dihasilkan dengan cara pengelasan yang lain karena hal-hal tersebut di atas, maka las

mig banyak sekali digunakan dalam praktek terutama untuk pengelasan baja-baja kualitas tinggi seperti baja tahan karat, baja kuat dan logam-logam bukan baja yang tidak dapat dilas dengan cara yang lain. Sifat-sifat seperti yang diterangkan diatas sebagian besar disebabkan oleh sifat dari busur yang dihasilkan. hal inilah yang menyebabkan butir-butir logam cair menjadi halus pemindahannya berlangsung dengan cepat seakanakan seperti disemburkan.

Paduan mangan juga digunakan untuk meningkatkan kekuatan dan deoksidasi logam las. Elektroda mild-steel mengandung 1,00 hingga 2,00 % mangan. Dengan menaikkan banyaknya mangan akan meningkatkan kekuatan dan akan mengurangi sensitifitas keretakan karena panas dari logam las di Paduan aluminium (Al), Titanium

Zirconium (Zr) Ketiga elemen ini merupakan elemen deoksidasi yang sangat kuat. Dengan penambahan yang sedikit dari ketiga elemen ini akan sedikit meningkatkan kekuatan. Komposisi jumlah keseluruhan dari ketiga elemen ini tidak lebih dari 0,2 %. e. Paduan karbon dan lainnya Karbon mempengaruhi struktur dan properti mekanik logam las lebih besar dibandingkan dengan elemen paduan lainnya.



Gambar 2.2 Kawat Las Mig
Sumber : (Samodrawatui, D. 2022)

Kawat Las Elektroda berlapis logam (*MIG/MAG*) atau *MAG (Metal Active Gas)* adalah jenis kawat las yang digunakan dalam proses pengelasan *MIG/MAG*. *MIG dan MAG* adalah teknik pengelasan yang menggunakan gas pelindung eksternal untuk melindungi pengelasan dari kontaminasi.

Mesin las *MIG* dapat digunakan untuk mengelas alminum, *stainless steel*, baja karbon, baja campuran, lembaran logam, tembaga dan logam lainnya. Pengelasan *MIG* juga sering digunakan untuk memperbaiki logam yang rusak dan jenis las ini cenderung bekerja paling baik pada bahan yang agak tipis.

2.5 Unit Pengontrol Kawat Elektroda (*Wire Feeder*)

Alat pengontrol kawat elektroda (*wire feeder unit*) adalah alat/ Perlengkapan utama pada pengelasan dengan mig (*metal inert gas*). Alat Ini biasanya tidak menyatu dengan mesin las, tapi merupakan bagian yang terpisah dan di tempatkan berdekatan dengan pengelasan. Fungsinya adalah sebagai berikut

- a. Menempatkan rol kawat elektroda.
- b. Menempatkan kabel las (termasuk *welding gun* dan *nozzle*) dan sistem saluran das pelindung.
- c. Mengatur pemakaian kawat elektroda (sebagian tipe mesin, unit pengontrolanya terpisah dengan *wire feeder* unit.
- d. Mempermudah proses/penanganan pengelasan di mana wire feeder tersebut dapt di pindah-pindah sesuai kebutuhan.

Pada dasarnya terdapat tiga jenis wirefeeder; yaitu jenis dorong, jenis tarik, jenis dorong-tarik. Perbedaanya adalah dari cara mengerakan elektroda dari spol ke touch.

Kecepatan dari wirefeeder dapat diatur mulai dari 1 hingga 22 m/menit pada mesin las mig (*metal inert gas*) performa tinggi, kecepatan dapat mencapai 30 m/detik.



Gambar 2.3 wirefeeder jenis tarik
Sumber : (Samodrawatui, D. 2022)

a. Pipa Kontak

Pipa pengarah elektroda biasa juga disebut pipa kontak. Pipa kontak terbuat dari tembaga, dan berfungsi untuk membawa arus listrik ke elektroda yang bergerak dan mengarahkan elektroda tersebut ke daerah kerja pengelasan. *Torch* dihubungkan dengan sumber listrik pada mesin las dengan menggunakan kabel. Karena elektroda harus dapat bergerak dengan bebas dan melakukan kontak listrik dengan baik, maka besarnya diameter lubang dari pipa kontak sangat berpengaruh.

b. Nossel Gas Pelindung

Nossel gas pelindung akan mengarahkan jaket gas pelindung kepada daerah las. Nossel yang besar digunakan untuk proses pengelasan dengan arus listrik yang tinggi. Nossel yang lebih kecil digunakan untuk pengelasan dengan arus listrik yang lebih kecil



Gambar 2.4 Nossel gas pelindung
Sumber : (Samodrawatui, D. 2022)

2.6 Arus Pengelasan MIG

Arus adalah aliran pembawa muatan listrik, simbol yang digunakan adalah huruf besar I dalam satuan Ampere. Pengelasan adalah penyambungan dua logam atau logam paduan dengan cara memberikan panas baik diatas atau bawah titik cair logam tersebut baik dengan atau tanpa tekanan serta ditambah atau tanpa bahan pengisi. Yang dimaksud arus pengelasan disini adalah aliran pembawa muatan listrik dari mesin las yang digunakan untuk menyambung dua logam dengan mengalirkan panas ke logam pengisi atau elektroda.

Arus pengelasan adalah besarnya aliran atau arus listrik yang keluar dari mesin las mig. Besar kecilnya arus pengelasan dapat di atur dengan alat yang ada pada mesin las. Pada hal ini variasi kuat arus pengelasan sangat berpengaruh pada kekuatan kelenturan suatu material.

Dimulai dari rapuh, yakni pada kuat araus yang sangat rendah. Pada tahap ini, akibat kuat arus sangat rendah mengakibatkan ukuran butiran mengecil sehingga jarak antara butir semakin jauh, ikatan melemah, dan rapuh *(Raharjo, 2012)*

Tabel 2.1 Komposisi Kimia Untuk Elektroda Karbon Rendah

AWS CLASS	CARBON	MANGAN	SILICON	SULFUR	PHOS	MOLYB	OTHER
ER70 S-2	0.07	0.90-1.40	0.40-0.70	0.035	0.025		0.05-0.15 Ti
							0.02-0.12 Zr
							0.05-0.15Al
ER705 -3	0.06-0.15	0.90-1.40	0.45-0.75	0.035	0.025		
ER70 S-4	0.07-0.15	1.00-1.50	0.65-0.85	0.035	0.025		
ER70 S-5	0.07-0.19	0.90-1.40	0.30-0.60	0.035	0.025		0.50-0.90 Al
ER70 S-6	0.07-0.15	1.40-1.8	0.80-1.15	0.035	0.025		
ER70 S-7	0.07-0.15	1.50-2.00	0.50-0.80	0.035	0.025		
ER70 S-D2	0.07-0.12	1.60-2.10	0.50-0.80	0.035	0.025	0.40-0.60	
ER70 S-G	NOT SPECIFIED						

Sumber: (Djoko Andrijono 2021)

2.7 Standar pengelasan

1. SNI (Standar Nasional Indonesia)

Standar yang berlaku secara nasional di Indonesia. Standar ini ditetapkan oleh Badan Standarisasi Nasional (BSN) yang sebelumnya dirumuskan oleh panitia teknis.

2. ANSI (*American National Standards Institute*)

ANSI merupakan 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 negeri dengan standar internasional.

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

ASTM adalah organisasi standar internasional yang membuat dan menerbitkan standar teknis untuk material, produk, sistem, dan pelayanan.

4. AWS (*American Welding Society*)

Dibentuk sebagai lembaga pendidikan dan penelitian, standarisasi, dan sertifikasi yang difokuskan pada bidang pengelasan.

5. DIN (*German Institute for Standardization*)

Organisasi pembuat standar nasional German bernama DIN. DIN membuat standar baik untuk keperluan domestik, standar Eropa, maupun standar internasional yang berkorelasi dengan standar ISO

6. JIS (*Japan Industrial Standards*)

Jepang membentuk standar JIS untuk standar aktivitas industrial di dalam negeri. Proses pembuatan standarisasi ini dikordinasikan oleh *Japanese Industrial Standards Committee*, dan diterbitkan melalui *Japanese Standards Association*.

7. ISO (*International Organization for Standardization*)

8. ISO adalah organisasi independen yang membuat standar internasional dan memfasilitasi perdagangan dunia dengan membuat standar umum antar negara. Standar yang dibuat oleh ISO menjadi jembatan antara standar-standar berbeda di tiap negara.

2.8 Prosedur Pengelasan

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

1. Keselamatan kerja dalam pemasangan perlengkapan las MIG (Metal Inert Gas). Dalam pemasangan perlengkapan las MIG (*metal inert gas*) harus diperhatikan aturan-aturan keselamatan kerja. Adapun yang harus diperhatikan pada waktu pemasangan perlengkapan ataupun peralatan las MIG (*metal inert gas*) adalah :
 - a. Tabung-tabung gas, regulator dan selang-selang gas harus diperhatikan dan diperlakukan dengan hati-hati.
 - b. Mesin las dan *wire feeder* (elektoda kawat) harus dihubungkan dengan hati-hati dan benar ke sumber tenaga.
 - c. Kabel las harus dijaukan dari jangkauan api, dan dilindungi dari panas maupun percikan api dari pengelasan.
 - d. Perhatikan urutan pemasangannya.
 - e. Ikuti petunjuk-petunjuk khusus dari pabrik pembuat perlengkapan las tersebut.

Adapun pengaturan posisi pengelasan dalam las MIG (*metal inert gas*) yang aman adalah sebagai berikut :

- a. Tabung gas kawat, agar mudah dihubungkan.
- b. Mesin las harus dekat dengan sumber tenaga dan sedekat mungkin dengan mesin penggerak kawat agar hubungan dekat.

- c. Bila masing-masing alat sudah benar posisinya, barulah siap untuk digunakan.

2.9 Sifat-sifat material

Material yang digunakan dalam industri sangat banyak. Masing-masing material memiliki ciri-ciri yang berbeda, yang sering disebut dengan sifat material. Pemilihan dan penggunaan material untuk sebuah produk, umumnya berdasarkan sifat dari material tersebut. Sifat material dapat dibedakan menjadi beberapa golongan.

A. Sifat Fisis

Sifat fisis adalah sifat yang berhubungan dengan perubahan fisis zat itu juga sifat fisis dapat digunakan untuk menerangkan penampilan sebuah benda. Sifat-sifat yang tergolong sifat fisis antara lain:

1. Warna: berhubungan dengan panjang gelombang yang dipantulkan oleh permukaan zat.
2. Bau: berhubungan dengan gas atau uap yang dikeluarkan oleh zat.
3. Rasa: berhubungan dengan komposisi zat dalam zat.
4. Kerapatan banyaknya massa per satuan volume, dinyatakan dalam g/ml.
Misalnya, kerapatan suatu zat 0,5 g/ml, artinya tiap 1 ml zat tersebut massa sebesar 0,5 gram. Harga kerapatan identik dengan harga massa jenis.
5. Titik didih : suhu terendah suatu zat cair ketika mulai mendidih.
6. Titik lebur : suhu terendah suatu zat padat ketika mulai melebur.
7. Titik beku : suhu terendah suatu zat cair ketika mulai membeku.
8. Daya hantar: berhubungan dengan kemampuan suatu zat untuk menghantarkan panas atau arus listrik.

9. Kemagnetan berhubungan dengan kemampuan suatu zat untuk dipengaruhi oleh suatu medan magnet.
10. Kelarutan berhubungan dengan kemampuan suatu zat untuk melarut dalam suatu pelarut.
11. Kekerasan berhubungan dengan keras lunaknya suatu zat.

B. Sifat Kimia

Ketahanan suatu bahan atau material terhadap lingkungan terutama dari sifat asam dan basa. Contoh :

1. Ketahanan terhadap korosi
2. Ketahanan terhadap panas
3. Beracun
4. Sifat Mekanik

Sifat mekanik material, merupakan salah satu faktor terpenting yang mendasari pemilihan bahan dalam suatu perancangan. Sifat mekanik dapat diartikan sebagai respon atau perilaku material terhadap pembebanan yang diberikan, dapat berupa gaya torsi atau gabungan keduanya. Dalam prakteknya pembebanan pada material terbagi dua yaitu beban statik dan beban dinamik. Perbedaan antara keduanya hanya pada fungsi waktu dimana beban statik tidak dipengaruhi oleh fungsi waktu sedangkan beban dinamik dipengaruhi oleh fungsi waktu. Untuk mendapatkan sifat mekanik material, biasanya dilakukan pengujian mekanik. Pengujian mekanik pada dasarnya bersifat merusak (*destructive test*), dari pengujian tersebut akan dihasilkan kurva atau data yang mencirikan keadaan dari material tersebut. Setiap material yang diuji dibuat dalam bentuk sampel kecil atau spesimen. Spesimen pengujian dapat mewakili seluruh

material apabila berasal dari jenis, komposisi dan perlakuan yang sama. Pengujian yang tepat hanya didapatkan pada material uji yang memenuhi aspek ketepatan pengukuran, kemampuan mesin, kualitas atau jumlah cacat pada material dan ketelitian dalam membuat spesimen. Sifat mekanik tersebut meliputi antara lain: kekuatan tarik, ketangguhan, kelenturan, keuletan, kekerasan, ketahanan aus, kekuatan impact, kekuatan mulur, kekeuatan.

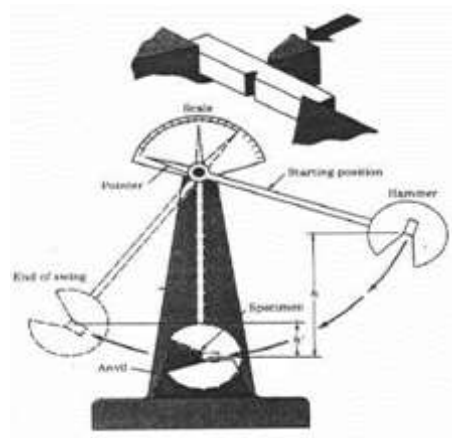
C. Sifat Teknologi

Selanjutnya sifat yang sangat berperan dalam pemilihan material adalah sifat teknologi yaitu kemampuan material untuk dibentuk atau diproses. Produk dengan kekuatan tinggi dapat dibuat dengan proses pembentukan, misalnya dengan pengerolan atau penempaan. Produk dengan bentuk yang rumit dapat dibuat dengan proses pengecoran. Mengetahui dari pada hal yang menyangkut tentang sifat-sifat teknologi diantaranya sifat mampu las material terdiri dari, sifat mampu cor, sifat mampu mesin dan sifat mampu bentuk. Sifat- sifat mekanik yang merupakan sifat material terhadap pengaruh yang berasal dari luar serta sifat-sifat fisik yang ditentukan oleh komposisi yang dikandung oleh material itu sendiri dengan cara yang modern dari wilayah tersendiri serta dengan sifatnya yang berlaku.

2.10 Ketangguhan (*Impact*)

Pengujian impact merupakan suatu pengujian yang mengukur ketahanan bahan terhadap beban kejut (Yuwono, 2009:19). Dasar pengujian impact ini adalah penyerapan energi potensial dari pendulum beban yang berayun dari suatu ketinggian tertentu dan menumbuk benda uji sehingga benda uji mengalami deformasi. Gambar di bawah ini memberikan ilustrasi suatu pengujian impact dengan metode charpy:

Pada pengujian impak ini, banyaknya energi yang diserap oleh bahan untuk terjadinya perpatahan merupakan ukuran ketahanan impak atau ketangguhan bahan tersebut. Pada gambar di atas dapat dilihat bahwa setelah benda uji patah akibat deformasi, bandul pendulum melanjutkan ayunannya hingga posisi h' . Bila bahan tersebut tangguh, yaitu makin mampu menyerap energi lebih besar, maka makin rendah posisi h' . Suatu material dikatakan tangguh bila memiliki kemampuan menyerap beban kejut yang besar tanpa terjadinya retak atau deformasi dengan mudah. Pada pengujian impak, energi yang diserap oleh benda uji biasanya dinyatakan dalam satuan Joule dan dibaca langsung pada sakala (dial) penunjuk yang telah dikalibrasi yang terdapat pada mesin penguji. Harga impak (HI) suatu bahan yang diuji dengan metode charpy diberikan oleh:



Gambar 2.3 Ilustrasi Pengujian *Impact Charpy*
Sumber : (Pyra Labs,2003)

$$K = \frac{W}{A} \dots\dots\dots (2.1)$$

Dimana :

W : energi yang diserap (*Joule*)

A : luas area penampang dibawah takik (mm^2)

K : nilai *impact*

2.11 Struktur Mikro

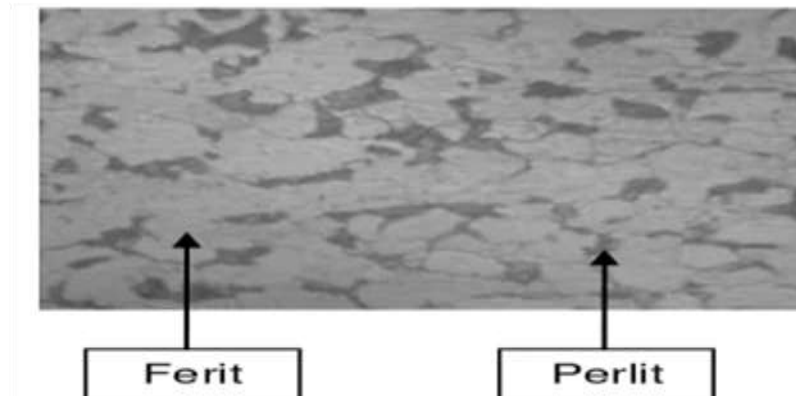
Struktur mikro adalah struktur terkecil yang terdapat dalam suatu bahan yang keberadaannya tidak dapat dilihat dengan mata telanjang, tetapi harus menggunakan alat pengamat struktur mikro diantaranya mikroskop cahaya, mikroskop electron, mikroskop field emission dan mikroskop sinar-x. Pengujian mikrostruktur adalah suatu pengujian mengenai struktur bahan melalui pembesaran dengan menggunakan mikroskop khusus metalografi.

1. Ferrit

Memiliki bentuk sel satuan BCC terbentuk pada proses pendinginan lambat dari *austensite* baja *hipoeuctoid* (baja dengan kandungan karbo < 0,8%), bersifat lunak, ulet, memiliki kekerasan (70-100) BHN dan konduktivitas *thermalnya* tinggi (Agung Prayogi dkk 2019).

2. Perlit

Perlit adalah campuran ferit dan campuran cementit berlapis dalam suatu struktur butir, memiliki nilai kekerasan (10-30) HRC. Pendinginan lambat menghasilkan *Perlit* kasar, sedangkan struktur mikro *Perlit* halus terbentuk dari hasil pendinginan cepat. Baja yang memiliki struktur mikro *Perlit* kasar kekuatannya lebih rendah bila dibandingkan dengan baja yang memiliki struktur mikro *Perlit* halus (Agung Prayogi dkk 2019)



Gambar 2.4 Ferrit Dan Perlit
Sumber: (sunardi, 2016)

2.12 BAJA (*Steel*)

Baja adalah logam paduan dengan besi sebagai unsur dasar dan karbon sebagai unsur paduan utamanya. Kandungan karbon dalam baja berkisar antara 0,2% hingga 2,1% berat sesuai gradenya. Fungsi karbon dalam baja adalah sebagai unsur penguat. Unsur paduan lain yang biasa ditambahkan selain karbon adalah mangan (manganese), krom (chromium), vanadium, dan nikel. Dengan bervariasi kandungan karbon dan unsur paduan lainnya, berbagai jenis kualitas baja bisa didapatkan. Penambahan kandungan karbon pada baja dapat meningkatkan kekerasan (hardness) kekuatan tariknya (tensile strength), namun disisi lain membuatnya menjadi getas (brittle) serta menurunkan keuletannya (ductility).

Pengaruh utama dari kandungan karbon dalam baja adalah pada kekuatan,kekerasan, dan sifat mudah dibentuk. Kandungan karbon yang besar dalam baja mengakibatkan meningkatnya kekerasan tetapi baja tersebut akan rapuh dan tidak mudah di bentuk.



Gambar 2.5 Baja plat

Sumber: (Anwar, B. 2020)

A. Klarifikasi Baja Karbon (*Carbon Steel*)

Baja karbon adalah paduan antara besi dan karbon dengan sedikit Si, Mn, P, S, dan Cu. Sifat baja karbon sangat tergantung pada kadar karbon, bila kadar karbon naik maka kekuatan dan kekerasan juga akan bertambah tinggi. Karena itu baja karbon dikelompokkan berdasarkan kadar karbonnya (*Wiryosumarto, 2000*).

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 (*Pamungkas. G. 2016*).

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. Baja karbon sedang bisa dilas dengan las busur listrik elektroda terlindung dan proses

pengelasan yang lain. Untuk hasil yang terbaik maka dilakukan pemanasan mula sebelum pengelasan dan normalizing setelah pengelasan (Sack,1997).

3. Baja Karbon Tinggi

Baja karbon tinggi memiliki kandungan karbon paling tinggi jika dibandingkan dengan baja karbon yang lain yakni 0,60%-1,7%. Kebanyakan baja karbon tinggi sukar untuk dilas jika dibandingkan dengan baja karbon rendah dan sedang (Sack, 1997).

2.13 Baja ST 37

Baja Karbon Rendah ST 37 Merupakan Tipe Logam Yang Umum Dipakai Pada Industri Otomotif. Karena Mengandung Lebih Sedikit Karbon, Baja Karbon Rendah ST 37 Bukanlah Baja Keras. Baja Ini, Mempunyai Kandungan Karbon Tidak Sampai 0,3%, Biasa Dikenal Sebagai Baja Ringan Atau Baja Perkakas. Steel (Baja) Disingkat Menjadi ST Dalam Namanya Sendiri. Angka 37 Menunjukkan Nilai Ketangguhan Terendah Yaitu 37 Km/Mm² (MN Insani, 2019).

Tabel. 2.2 Sifat Baja Karbon

<i>Standard organization and its</i>							
<i>Code</i>				<i>Tensile</i>	<i>Chemical composition</i>		
DIN	BS 4 360 Grade	ASTM A283-78 Grade	JIS G3101- G3125	<i>Strength hUTS Mpa</i>			
					C %	P %	S %
ST 34	-	A238 B	SS34	330-410	≤ 0,17	≤ 0,06	≤ 0,05
ST 37	-	A238 B	-	360-440	≤ 0,17	≤ 0,05	≤ 0,05
ST42	43A	A238 B	-	410-490	≤ 0,25	≤ 0,05	≤ 0,05
ST50	50 C	A573Gr70	SM41	490-510	0,25	≤ 0,08	≤ 0,05

Sumber: (Shigley, DKK., 1963)

2.14 Jurnal Rujukan

Rahmat Maulid, M.(2022) Baja ST 37 merupakan baja yang sering digunakan pada penyambungan dengan menggunakan las GMAW. Baja ST 37 merupakan baja yang strukturalnya memiliki kekuatan tarik sebesar 37 kg/mm² atau sekitar 360-370 N/mm², Baja merupakan logam paduan besi (Fe) sebagai unsur utama dan karbon (C) sebagai paduan utamanya sedangkan unsur yang lain itu tergantung karakteristik baja yang akan dibuat seperti penambahan unsur lain yang memiliki jumlah yang sangat sedikit dan bervariasi seperti pospor, mangan, belerang dan lain-lain, baja karbon rendah itu sendiri memiliki kadar karbon berkisar <0,25% (proses pengerjaan logam), baja karbon rendah sangat cocok untuk konstruksi karena memiliki keuletan dan mudah las.

Uji Impak menurut Handayono, Y. (2013) adalah pengujian untuk menentukan kemampuan material tentang kerapuhan atau keuletan berdasarkan sifat tanggunya. Hasil dari pengujian ini tidak sekaligus menggambarkan kondisi perpatahan spesimen secara langsung. Uji Impak biasanya digunakan untuk polimer, keramik dan juga material komposit sektor industri logam. Benda hasil pengujian akan berbentuk rusak karena hasil dari penentuan benda berat yang ditubrukan. Tes ini mengukur energi yang diserap oleh spesimen yang telah dibuat dilas. Prinsip Impact Test yaitu dengan mengakumulasi besarnya gaya potensial yang diserap suatu material dari palu atau alat berat yang jatuh dari proses yang ditentukan dan spesimen ditubruk alat tersebut.

Anang Setiawan DKK. (2006). Pengamatan struktur mikro dimaksudkan untuk mengetahui bentuk, susunan, dan ukuran butir pada daerah las dan HAZ, struktur mikro pengelasan di tentukan oleh banyak factor diantaranya masukan panas, kuat

arus, *filler* dan *fluks* kecepatan las dan laju pendinginan. Pengaruh heat input terhadap struktur mikro logam las terlihat pada gambar 2. Pada gambar 2 a dan b menunjukkan struktur mikro yang terbentuk didominasi oleh *ferit batas butir* dan *accicular ferrite*. Terbentuknya struktur seperti ini disebabkan oleh pendingin yang relative cepat. Pada gambar 2 c dan d terlihat peningkatan *accicular ferrite*, namun *ferit batas butir* juga masih tinggi ini disebabkan laju pendinginan.

Arus las adalah parameter las yang langsung mempengaruhi penembusan dan kecepatan pencairan. Semakin tinggi arus las, semakin besar penembusan dan kecepatan pencairannya (Wiryosumarto dan Okumura, 2000) Semakin tinggi arus pengelasan maka masuknya panas juga akan meningkat (Hery Sunaryo, 2008).