

BAB II

LANDASAN TEORI

2.1 Pengertian Pengelasan

Pengelasan adalah Sebuah ikatan karena adanya proses metalurgi pada sambungan logam paduan yang dilaksanakan dalam keadaan cair. Dari pengertian tersebut dapat dijabarkan bahwa pengertian las adalah sebuah sambungan setempat dari beberapa batang logam dengan menggunakan energi panas baik sumbernya dari panas aliran listrik maupun api dari pembakaran gas(Achmadi, 2023).

Pada proses pengelasan bila kuat arus yang digunakan itu terlalu rendah akan menyebabkan sulitnya penyalaan busur listrik dan mengakibatkan busur listrik menjadi tidak stabil. Penyetelan kuat arus pengelasan akan mempengaruhi hasil pengelasan. Bila kuat arus yang digunakan terlalu tinggi akan menyebabkan cepatnya pelelehan busur listrik sebelum terkena material (benda kerja)(Pratama dkk., 2020).

2.2 Ciri Hasil Pengelasan Yang Bagus

Berikut ini adalah hal yang harus diperhatikan pada hasil lasan untuk menentukan ciri hasil lasan yang bagus yaitu:

1. Tidak ada lubang di dalamnya

Maksudnya berlubang disini itu di kerak lasnya, bukan plat yang dilas. Jadi adanya lubang pada hasil lasan berpengaruh dari 3 hal yaitu diantaranya:

- a. Objek las yang kotor dan berkarat

- b. *Settingan* Ampere / Voltase yang kurang
- c. Salah penggunaan kawat las

Untuk melakukan pengelasan pada plat besi tanpa menghasilkan lubang dan berkualitas, harus mengikuti langkah-langkah berikut ini:

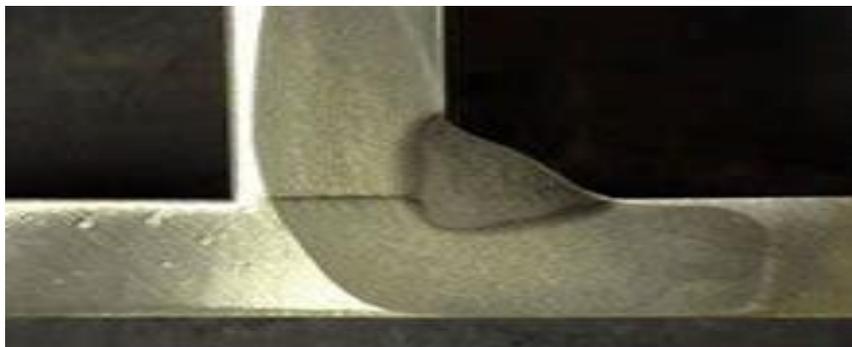
- a. Mempersiapkan sambungan las dan sudut kampuh las yang baik dan benar
- b. Menggunakan elektroda yang sesuai
- c. Menggunakan arus las yang tepat



Gambar 2.1 Ciri Pengelasan Yang Bagus
(Jody, 2019)

2. Penetrasi

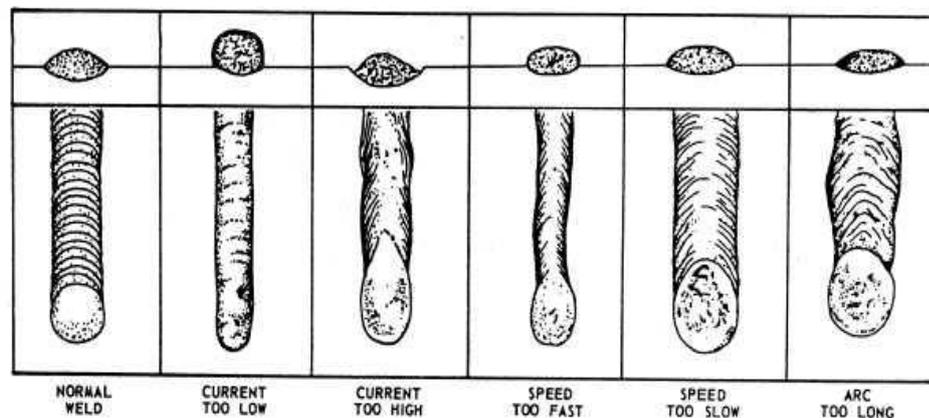
Penetrasi pada pengelasan yaitu seberapa dalam terak las atau hasil lasan untuk masuk menembus dan menyatu dengan besi tersebut. Semakin dalam dia menyatu dengan besi, maka semakin kuat ikatannya.



Gambar 2.2 Penetrasi
(Welding.answers, 2020)

3. Ukuran dan Bentuk

Ukuran dan bentuk merupakan penyambungan logam yang memiliki kekuatan yang lebih maksimal. Dalam pengelasan cara mengelas tidak dapat dilakukan jika teknik mengelas yang dilakukan sembarangan atau asal-asalan. Pengelasan agar mendapatkan hasil yang bagus serta rapi juga harus diawali dengan persiapan yang baik juga, untuk ukuran dan bentuk tidak terlalu menonjol, tidak pula terlalu meleleh atau lebur dan harus seimbang.



Gambar 2.3 Ukuran dan Bentuk
(Edzona, 2019)

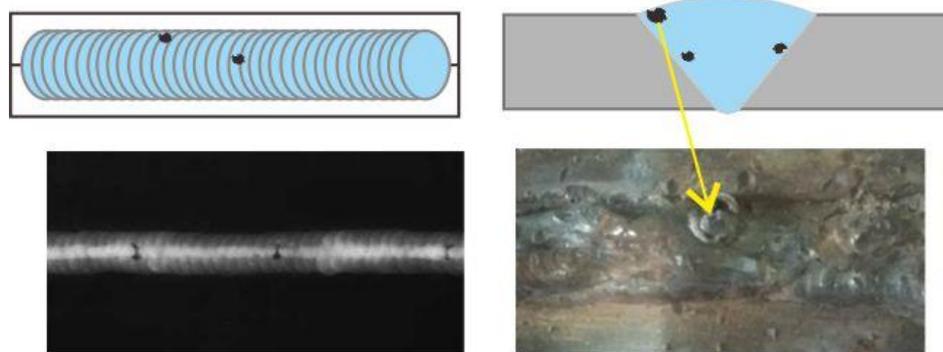
2.3 Cacat Pada Pengelasan

Definisi Cacat las atau *defect* merupakan kondisi dimana pengelasan yang dilakukan tidak sesuai dengan standar yang telah ditetapkan baik berdasarkan standar ANSI, ASME, ASTM, AWS, ISO, dan lain sebagainya. Penyebab dari munculnya cacat las atau *defect* ini dikarenakan prosedur pengelasan yang tidak memadai ataupun tidak akurat atau bahkan tidak menggunakan prosedur sama sekali. Prosedur dalam pengelasan ini harus diterapkan baik sebelum pengelasan, saat pengelasan, ataupun setelah pengelasan (Pamuji, 2024).

Berikut ini adalah macam-macam jenis cacat las pada pengelasan GMAW antara lain:

1. Cacat las *slag inclusion*

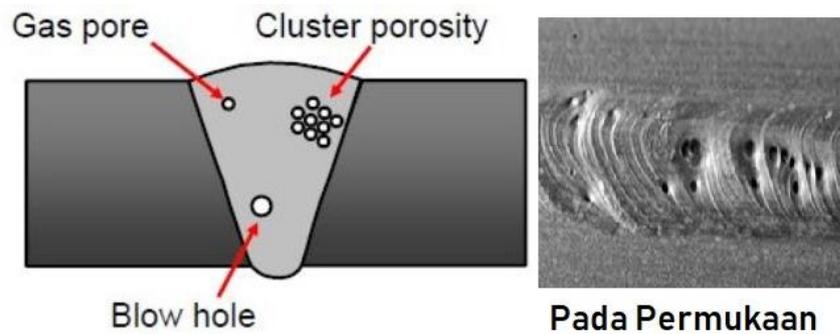
Pengertian *slag* adalah terak, Pada Proses GMAW teraknya namanya *silica*. *Silica* ini bisa menjadi penyebab terjadinya *slag inclusion*. *Silica* menyerupai terak pada SMAW, warnanya bening. Jika melakukan tumpukkan las dan *silica* tidak dibersihkan terlebih dahulu, maka kemungkinan *slag* akan terjadi. Setting mesin las juga sangat penting untuk menentukan jenis pengelasan GMAW, terutama kesesuaian antara voltase dan kecepatan kawat las (Nugroho, 2024).



Gambar 2.4 *Slag Inclusion*
(Nugroho, 2024)

2. Cacat las *porosity*

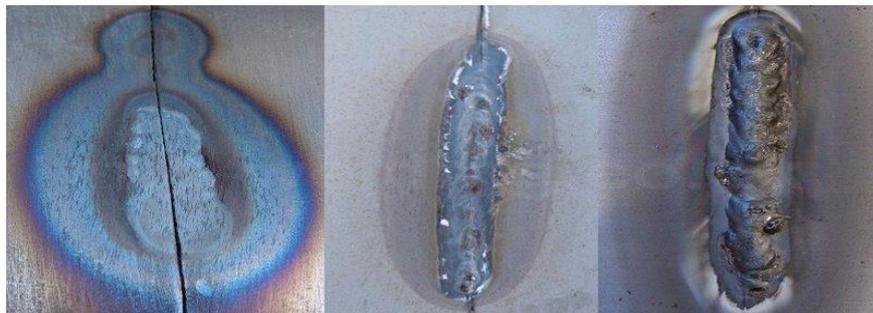
Bentuk dari cacat las *porosity* adalah lubang-lubang kecil pada deposit hasil lasan di *base material* yang menyerupai kropos atau sarang semut. Sedangkan *cluster porosity* adalah lebih dari satu lubang dalam satu area. Penyebab terjadinya *porosity* pada las GMAW adalah hilangnya gas pelindung karena pengaruh gangguan angin, *human error* lupa membuka gas pelindung dan jenis gas pelindung yang tidak sesuai.



Gambar 2.5 *Porosity*
(Achmadi, 2024)

3. Cacat las *crack* / retak

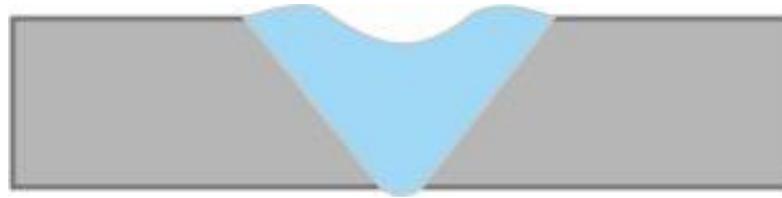
Terjadinya retak pada daerah lasan atau pada daerah HAZ. Umumnya dikarenakan oleh pendinginan cepat setelah dilas. Pada baja karbon, kelebihan unsur karbon juga bisa menjadi penyebab.



Gambar 2.6 *Crack*
(Edzona, 2024)

4. Cacat las *underfill*

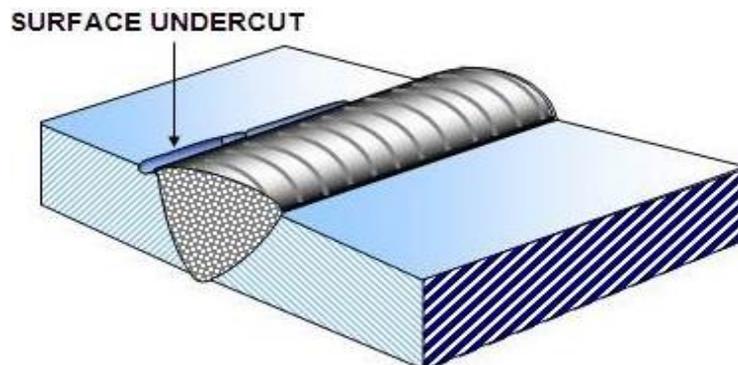
underfill merupakan jenis cacat pengelasan karena kurangnya pengisian logam las pada jalur lasan. Penyebab dari *underfill* terjadi karena ampere terlalu rendah dibarengi dengan *travel speed* terlalu tinggi dan *wide bead* tidak sesuai sehingga jalur lasan belum cukup terisi.



Gambar 2.7 *Underfill*
(Nugroho, 2024)

5. Cacat las *undercut*

Cacat *undercut* sering sekali terjadi di semua proses las listrik. Penyebabnya cacat *undercut* adalah penggunaan ampere yang sangat tinggi dibarengi dengan gerakan *travel speed* pengelasan yang sangat cepat dan tidak memberi kesempatan *filler metal* mengisi lajur las dengan sempurna.



Gambar 2.8 *Undercut*
(Ilmu Pengelasan, 2012)

6. Cacat las *burn through*

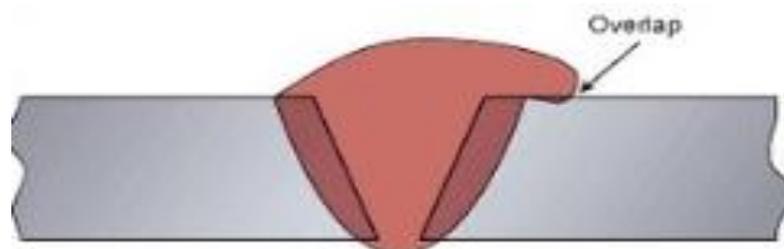
Penyebab cacat las *burn trough* terjadi ketika pengelasan mencapai pada temperatur yang sangat tinggi sehingga menyebabkan logam deposit las membakar area pengelasan dan membentuk gumpalan lelehan yang mengikuti gravitasi.



Gambar 2.9 *Burn Through*
(Alwepo, 2024)

7. Cacat las *overlap*

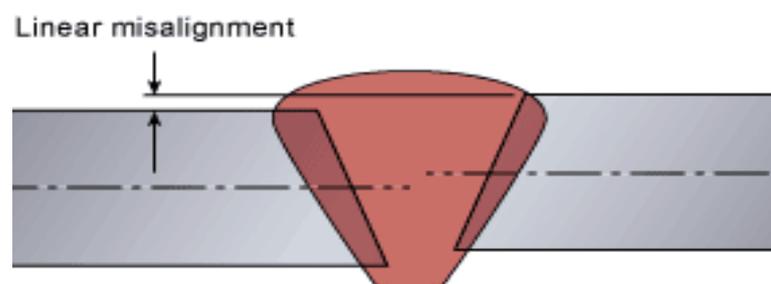
Cacat las *overlap* dikenal juga dengan nama *cold lap* adalah kondisi ketika didalam pengelasan logam pengisi (*filler* atau elektroda) tidak melebur sempurna pada logam dasar.



Gambar 2.10 *Overlap*
(Weldingtroop, 2024)

8. Cacat las *misalignment*

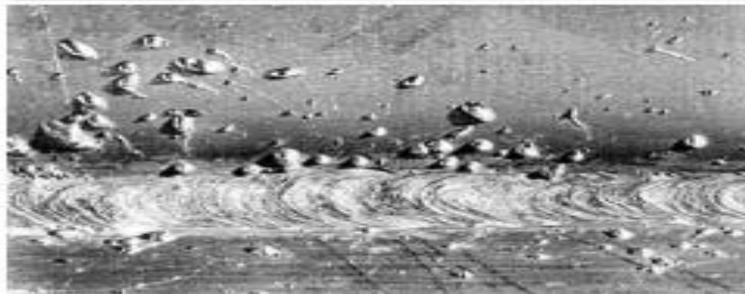
Misalignment merupakan jenis cacat las dimana plat mengalami perubahan bentuk/deformasi.



Gambar 2.11 *Misalignment*
(Welding.org.au, 2019)

9. Cacat las *spatter*

Spatter disebut juga dengan percikan las/logam panas yang menempel pada base material. Jika terlalu banyak maka daerah bekas *spatter* akan mengalami *crack*.

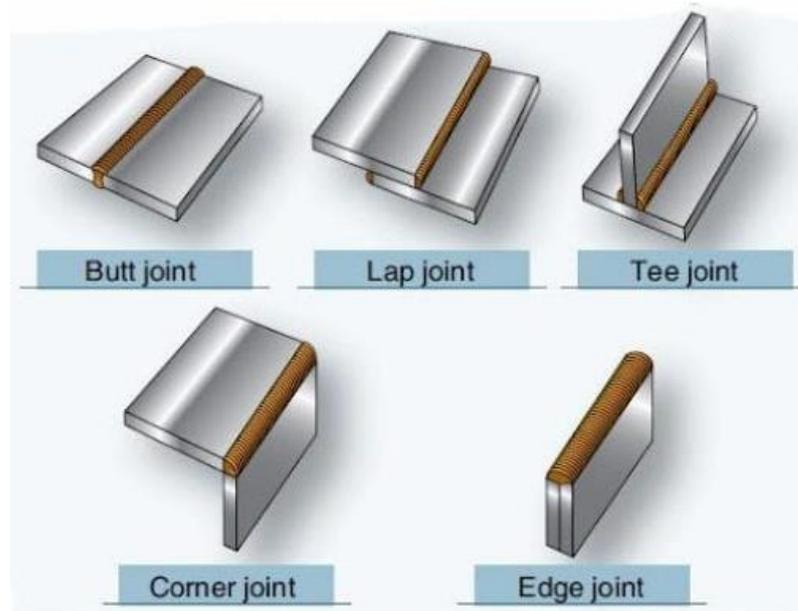


Gambar 2.12 *Spatter*
(Pamuji, 2024)

2.4 Sambungan Las

Sambungan las adalah sambungan permanen dengan peleburan sisi dua bagian yang disambung bersamaan, dengan atau tanpa tekanan dan bahan pengisi. selanjutnya untuk peleburan bahan membutuhkan Panas untuk memperoleh pembakaran gas (untuk pengelasan gas) atau bunga api listrik (untuk las listrik)(Saputra, 2020).

Sambungan Las ini dapat diaplikasikan pada semua jenis proses las baik SMAW, FCAW, GMAW, SAW, GTAW atau OAW, namun yang perlu diperhatikan adalah parameter yang digunakan dan tebal material. Karena tebal material sangat berpengaruh terhadap arus dan pemilihan jenis kampuh las.



Gambar 2.13 Sambungan Las
(Builder.id, 2021)

Sambungan Las Menurut AWS A3.0 terbagi menjadi 5 sambungan, berikut ini penjelasannya:

1. *Butt Joint*

Sambungan las *butt joint* adalah suatu sambungan di mana dua bagian logam yang akan disambungkan diletakkan secara berdampingan pada satu bidang. Jenis ini merupakan jenis sambungan las yang paling sederhana untuk disatukan.

2. *Lap Joint*

Sambungan pengelasan *lap joint* paling sering digunakan untuk menyatukan dua bagian dengan ketebalan yang berbeda bersama-sama. pengelasan dapat dilakukan pada satu atau kedua sisi. Sebuah *Lap Joint* dibentuk ketika 2 buah ditempatkan dalam pola *over lapping* di atas satu sama lain.

3. *Tee Joint*

Sambungan las *tee joint* terbentuk ketika dua anggota berpotongan pada sudut 90 derajat yang membuat ujung-ujungnya menyatu di tengah pelat besi atau komponen. Sambungan *tee joint* dianggap sebagai jenis pengelasan *fillet*.

4. *Corner Joint*

Sambungan Las ini adalah jenis sambungan yang bersatu pada sudut siku-siku antara dua bagian logam untuk membentuk L. Ini umum terjadi pada konstruksi kotak, rangka kotak, dan fabrikasi serupa.

5. *Edge Joint*

Pengelasan tepi Sambungan sering diterapkan pada bagian lembaran logam yang memiliki tepi *berflensa* atau ditempatkan di lokasi di mana pengelasan harus dilakukan untuk menempel pada bagian yang berdekatan. Menjadi las tipe alur, sambungan tepi, potongan-potongan diatur berdampingan dan dilas di tepi yang sama.

2.5 Pengertian Pengelasan GMAW

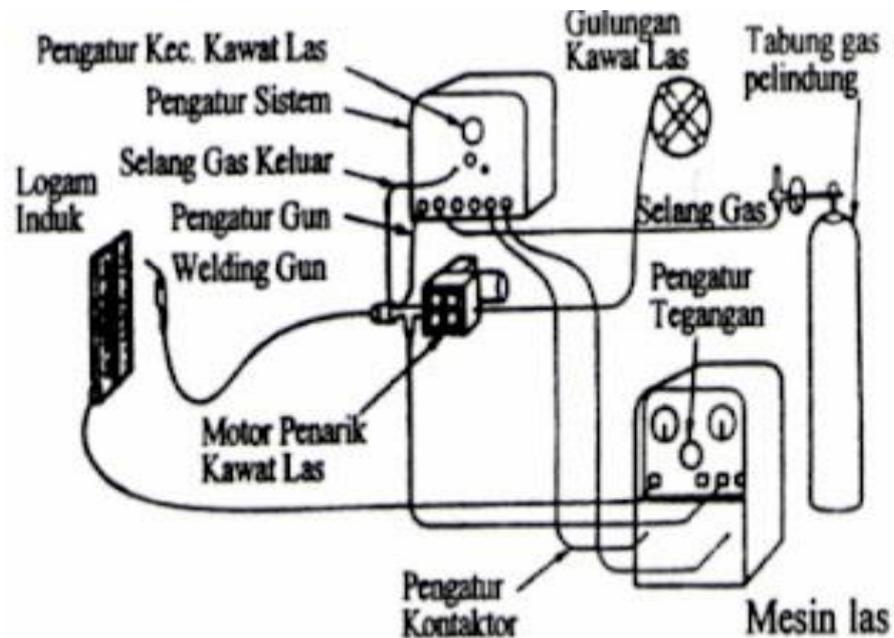
Pengertian GMAW (*Gas Metal Arc Welding*) adalah pengelasan yang menggunakan *shielding* gas. *Shielding* gas berfungsi sebagai pelindung logam las saat proses pengelasan berlangsung agar tidak terkontaminasi dari udara lingkungan sekitar logam lasan, karena logam lasan sangat rentan terhadap *difusi* hidrogen yang dapat menyebabkan cacat *Porosity*. Pengelasan GMAW dapat menggunakan gas Argon (Ar) yang biasa disebut MAG ataupun gas karbondioksida (CO₂) yang biasa disebut MIG (Haris & Widodo, 2021).

Pengelasan MIG (Metal Inert Gas) adalah proses yang menyambungkan dua material logam atau lebih menjadi satu melalui proses pencairan setempat dengan menggunakan elektroda gulungan (*filler*) berupa kawat yang sama dengan logam dasar yang disambung (*base metal*) dan menggunakan gas pelindung (*inert gas*)(Marthiana dkk., 2020).

2.6 Proses Pengelasan GMAW

Pada las GMAW panas ditimbulkan oleh busur listrik antara dua elektroda dan bahan dasar. Elektroda pada las mig merupakan gulungan kawat yang berbentuk rol yang geraknya diatur oleh pasangan roda gigi yang digerakkan oleh motor listrik. Gerakan dapat diatur sesuai dengan keperluan. Tangkai las dilengkapi dengan nozel logam untuk menghubungkan gas pelindung yang dialirkan dari tabung gas melalui selang gas. Gas yang dipakai adalah CO₂ untuk pengelasan baja lunak dan baja(Bhirawa, 2013).

Lapisan Gas CO₂ tersebut menutupi terak / kerak las yang meleleh akibat proses pembakaran yang terjadi. Proses pembakaran terjadi karena kawat las bersentuhan atau berdekatan pada objek las yang telah ditempelinya tang massa, sehingga dapat menghantarkan listrik mesin las tersebut. Karena lapisan gas yang keluar dari obor las tersebut menutupi lelehan kawat las pada saat pembakaran tadi. Maka asap yang dihasilkan dari proses pembakaran tersebut tertahan gas CO₂ tersebut, dan akhirnya asap tersebut keluar dengan posisi sudah terfilter gas CO₂ tadi(Yudha, 2019).



Gambar 2.14 Proses Las GMAW
(Gemplo14.blogspot.com, 2021)

2.7 Peralatan Utama Las GMAW

Peralatan utama adalah peralatan yang berhubungan langsung dengan proses pengelasan MIG, Berikut ini adalah peralatan utama pada las MIG:

2.7.1 Mesin Las MIG

Mesin las MIG merupakan mesin las DC Dilengkapi dengan sistem kontrol, penggulung kawat, gas pelindung, sistem pendingin dan rangkaian lain. Umumnya mesin las arus searah (DC) mendapatkan sumber tenaga listrik dari trafo las (AC) yang kemudian diubah menjadi arus searah dengan voltase yang konstan (constant voltage)(Achmadi, 2015).



Gambar 2.15 Mesin Las MIG

2.7.2 Wire Feeder

Alat pengontrol kawat elektroda (*wire feeder unit*) adalah perlengkapan utama pada pengelasan MIG (*metal inert gas*). Alat ini biasanya tidak menyatu dengan mesin las, tapi merupakan bagian yang terpisah dan ditempatkan berdekatan dengan pengelasan. Fungsinya yaitu untuk menempatkan rol kawat elektroda, Menempatkan kabel las dan sistem saluran gas pelindung, dan mengatur pemakaian kawat elektroda.



Gambar 2.16 Wire Feeder
(Achmadi, 2023)

2.7.3 Pegangan Elektroda

Fungsi dari peralatan las satu ini yaitu untuk dipegang seorang *welder* dan digunakan untuk mengelas. Dari *welding gun* ini nantinya dapat digunakan untuk *on/off* keluarnya kawat, gas dan arus listrik(Wibisono, 2024).



Gambar 2.17 Pegangan Elektroda
(Bsamtools, 2020)

2.7.4 Kabel Las

Kabel las digunakan untuk menghantar arus dari mesin pengelasan ke benda kerja dan sebaliknya. Kabel las terdiri dari serangkaian untaian tembaga halus yang dibungkus di dalam isolator yang tahan terhadap goresan dan *non-konduktif* (biasanya beberapa jenis karet sintesis atau natural dengan berbagai warna). Tembaga halus memberi kabel las lebih fleksibel daripada jenis konduktor listrik lainnya dan jaket isolasi dirancang untuk menahan gerakan berulang di atas permukaan kasar(Wilson, 2021).



Gambar 2.18 Kabel Las
(Mundaka, 2018)

2.7.5 Kabel Massa

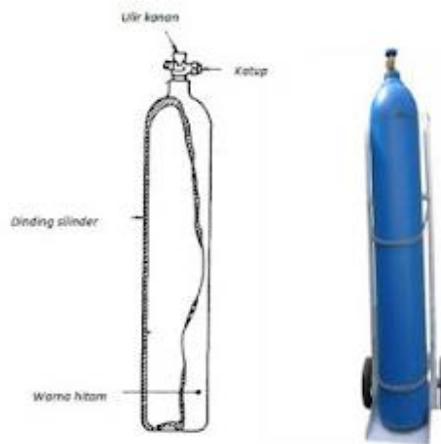
Kabel massa adalah bagian yang menjadi otak dari mesin las listrik. Dalam pengoperasiannya, pengontrol ini bertugas mengatur jumlah arus yang diperlukan selama proses penyambungan. Jika arus listrik yang diberikan terlalu rendah, maka sambungan las mungkin tidak kuat. Tapi jika arusnya terlalu tinggi, bisa-bisa material yang dilas justru terbakar(Hartono, 2024).



Gambar 2.19 Kabel Massa
(Premier Welding, 2016)

2.7.6 Tabung Gas CO₂

Fungsi dari tabung gas CO₂ adalah sebagai tempat menyimpan gas pelindung (CO₂), CO₂ digunakan sebagai gas pelindung dan menggunakan kawat las pejal sebagai logam pengisi dan digulung dalam rol.



Gambar 2.20 Tabung Gas CO₂
(Junaidi, 2019)

2.7.7 Regulator Gas

Fungsi utama dari regulator adalah untuk mengatur pemakaian gas. Untuk pemakaian gas pelindung dalam waktu yang relatif lama, terutama gas CO₂ diperlukan pemanas (*heater vaporizer*) yang dipasang antara silinder gas dan regulator (Akhmadi & Qurohman, 2020).



Gambar 2.21 Regulator Gas
(Ramco Welding, 2024)

2.8 Parameter Proses Pengelasan GMAW

Parameter proses GMAW (*Gas Metal Arc Welding*) sangat penting dalam menentukan kualitas pengelasan. Berikut ini parameter proses pengelasan GMAW:

1. Arus dan Tegangan

Tegangan mengacu pada perbedaan potensial listrik antara elektroda dan benda kerja. Tegangan yang lebih tinggi menghasilkan busur las yang lebih panjang dan panas, sehingga meningkatkan penetrasi lasan. Namun, tegangan yang terlalu tinggi dapat menyebabkan kerusakan elektroda dan percikan las yang berlebihan. Arus adalah jumlah aliran elektron melalui busur las. Arus yang lebih tinggi menghasilkan busur las yang lebih kuat dan lebar, sehingga meningkatkan laju pengendapan logam las. Namun, arus yang terlalu tinggi dapat menyebabkan elektroda terlalu panas dan meleleh, serta meningkatkan kemungkinan cacat lasan.

2. Gas Pelindung

Gas yang digunakan pada pengelasan MIG yaitu gas mulia karena mempunyai karakter yang stabil dan sulit untuk bereaksi dengan unsur lainnya. Gas CO₂ memberikan perlindungan yang sangat baik tetapi penembusannya dangkal, sehingga untuk memperdalam penembusannya dapat dilakukan dengan peningkatan kecepatan volume aliran gas sehingga tekanan yang didapat meningkat.

3. Polaritas Listrik

Pengelasan GMAW memanfaatkan arus searah (DC) yang posisi elektrodanya berada di kutub positif, biasa disebut dengan istilah polaritas terbalik. Dalam

proses pengelasan, sangat jarang menggunakan tipikal polaritas searah karena transfer logam tidak bisa berjalan secara sempurna.

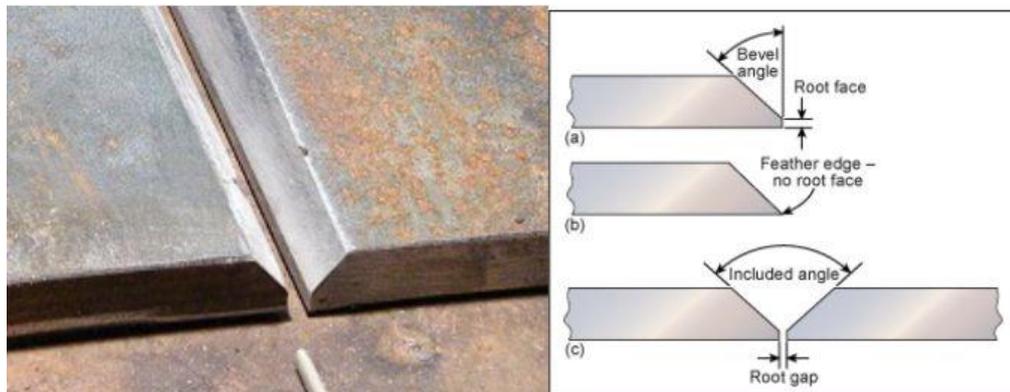
4. Kecepatan Pengelasan

Kecepatan pengelasan adalah laju di mana elektroda bergerak di sepanjang sambungan las. Kecepatan pengelasan yang lebih tinggi menghasilkan lasan yang lebih dangkal dan sempit, sementara kecepatan yang lebih rendah menghasilkan lasan yang lebih dalam dan lebar.

2.9 Sudut Kampuh V

Untuk mendapatkan sambungan yang berkualitas hendaknya kedua ujung/bidang atau bagan yang akan dilas perlu diberikan suatu bentuk kampuh las tertentu(Huda & Setiawan, 2016).

Pemilihan sudut kampuh las memiliki pengaruh penting terhadap proses pengelasan. Untuk meningkatkan nilai kekuatan suatu sambungan las, kampuh las memiliki peranan penting dalam memperbaiki kekuatan sambungan las. Pada umumnya jenis kampuh yang sering digunakan dalam bidang konstruksi yaitu jenis kampuh las V tunggal. Jenis kampuh ini cocok digunakan pada ketebalan pelat antara 5-20 mm dengan sudut kampuh V 60 derajat sehingga penembusan atau penetrasi 100% dapat dicapai, namun jenis kampuh V tidak cocok untuk ketebalan pelat di bawah 5 mm. Kampuh V tunggal sangat cocok untuk menerima gaya tekan yang besar, dan bentuk kampuh ini juga tahan terhadap kondisi beban statis(Candra dkk., 2023).



Gambar 2.22 Kampuh Las V
(Vrogue.co, 2024)

2.10 Spesifikasi Elektroda Las Mig

Pada proses pengelasan mig menggunakan kawat dengan jenis AWS A5.18 ER70S-6 dengan standar JIS Z 3312 YGW12. Pada jenis kawat ini berfungsi sebagai pengisi baja karbon rendah padat yang di gunakan untuk pengelasan GMAW, Kawat ini dapat di gunakan pada lembaran logam tipis (diameter kecil) dan lembaran logam tebal (diameter besar)(Kumar, 2022).

Kode Aws A5.18 ER70S-6 memiliki arti sebagai berikut:

1. AWS : *American Welding Society*
2. A5.18 : Elektroda *Low Alloy Steel*
3. ER : Batang Elektroda (kawat pengisi untuk pengelasan GMAW)
4. 70 : Kekuatan tarik minimum dalam KSi
5. S : Kawat padat
6. 6 : Mendefinisikan komposisi kimia baja karbon

Adapun komposisi kawat las baja karbon ER70S-6 adalah sebagai berikut:

Tabel 2.1 Komposisi Kimia Elektroda ER70S-6

Unsur	Nama	Kandungan Unsur (%)
C	Karbon	0,6-0,15
Si	Silikon	0,80-1,15
Mn	Mangan	1,40-1,85
P	Fosforus	0,025
S	Belerang	0,035
Cr	Kromium	0,15
Ni	Nikel	0,15
Mo	Molibdenum	0,15
Cu	Tembaga	0,50
V	Vanadium	0,03

Berikut ini adalah sifat mekanik dari kawat las ER70S-6:

Tabel 2.2 Sifat Mekanik Elektroda ER70S-6

Jenis	Kuat Tarik (N/mm ²)	Kuat Luluh (N/mm ²)	Regangan (%)
ER70S-6	550	455	32

2.11 Pengujian Tarik

Pengujian tarik merupakan salah satu pengujian material yang paling banyak dilakukan di dunia industri. Karena pengujian ini terbilang yang paling mudah dan banyak data yang bias diambil dari pengujian ini. Diantaranya yang bisa didapat dari pengujian tarik ini adalah Kekuatan tarik (*Ultimate Tensile Strenght*), Kekuatan mulur (*Yield Strenght or Yield Point*), Elongasi (*Elongation*), Elastisitas (*Elasticity*) dan Pengurangan luas penampang (*Reduction of Area*)(Budiman, 2016).

Tegangan tarik dapat didefinisikan sebagai perbandingan antara beban maksimum yang dicapai selama percobaan uji tarik dengan luas penampang batang mula-mula. Pengujian dilakukan dengan cara mencekam kedua sisi spesimen yang

berlawanan arah sampai spesimen patah. Tujuan dari pengujian tarik adalah untuk mengetahui nilai kekuatan tarik rata-rata(Mawahib dkk., 2017).

2.12 Mesin Uji Tarik

Universal Testing Machine (UTM) atau sering disebut juga sebagai *Tensile Tester* adalah salah satu perangkat penting dalam dunia pengujian material. Didesain untuk mengukur kekuatan tarik, kekuatan tekan, kekuatan lentur, dan berbagai parameter mekanik lainnya dari berbagai jenis material, UTM menjadi instrumen vital dalam memastikan kualitas material dan keandalan produk(Warstek, 2024).

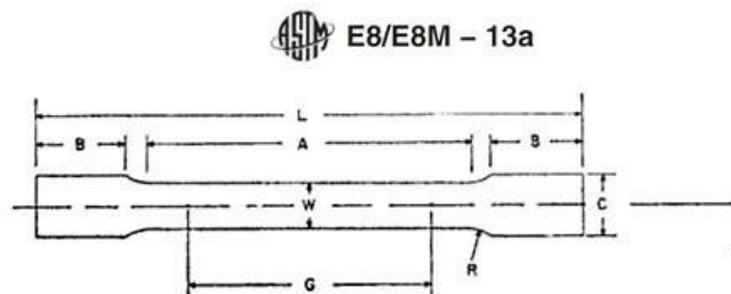


Gambar 2.23 Mesin Uji Tarik

2.13 Spesimen Uji Tarik

Spesimen adalah penampang sampel pengujian, biasanya berbentuk persegi, persegi Panjang dan silinder. Pembentukan spesimen untuk pengujian tarik menggunakan manual seperti gerenda, mesin CNC dan mesin *lasser cutting*.

Spesimen pengujian tarik mengacu pada ASTM E8 (*Standard Test Methods for Tension Testing of Metallic Materials*) yang telah diatur mengenai bentuk spesimen uji tarik yang baku. Dalam standar tersebut, sebuah spesimen uji tarik harus memiliki spesifikasi tertentu meliputi *Gauge Length (G)*, *Width (W)*, *Thickness (T)*, *Radius (R)*, *Over all length (L)*, *Length of Reduced (A)*, *Length of Grip Section (B)*, dan *Width of Grip Section (C)* (Firmansyah, 2020).



Gambar 2.24 Spesimen Uji Tarik ASTM E8
(Firmansyah, 2020)

Tabel 2.3 Ukuran Spesimen Uji Tarik ASTM E8

L	C	W	G	R	B	A
Overall Length	Width of Grip Section	Width	Gauge Length	Radius Of Fillet	Length of Grip Section	Length of Reduced
200 mm	20 mm	12,5 mm	50 mm	12,5 mm	50 mm	57 mm

2.14 Baja Karbon

Baja adalah logam paduan, logam besi sebagai unsur dasar dengan beberapa elemen lainnya, termasuk karbon. Kandungan unsur karbon dalam baja berkisar antara 0.02 % hingga 1.40 % berat sesuai gradenya. Kandungan unsur kimia berikut ini selalu ada dalam baja dengan unsur karbon, mangan, fosfor, sulfur, silikon, dan sebagian kecil oksigen, nitrogen dan aluminium (Irwandi & Rohman, 2018).

Perbedaan persentase karbon dalam campuran logam baja karbon menjadi salah satu cara untuk menjabarkan kandungan pada baja Berdasarkan kandungan karbon, baja dibagi menjadi tiga macam, yaitu

1. Baja Karbon Rendah

Baja karbon rendah memiliki kandungan karbon yang relatif rendah, yaitu kurang dari 0,30 %. Baja jenis ini memiliki kekuatan dan kekerasan yang rendah, namun memiliki keuletan yang tinggi. Baja karbon rendah biasanya digunakan dalam pembuatan produk-produk yang membutuhkan keuletan tinggi, seperti kawat, kawat pengikat, dan komponen struktural yang tidak membutuhkan kekerasan yang tinggi (Regina, 2023).

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, tidak mudah dibentuk oleh mesin, lebih sulit dilakukan untuk pengelasan, dan dapat dikeraskan (*diquenching*) dengan baik. Baja karbon sedang banyak digunakan

untuk poros, rel kereta api, roda gigi, pegas, baut, komponen mesin yang membutuhkan kekuatan tinggi(Riadi, 2021).

3. Baja Karbon Tinggi

Baja karbon tinggi adalah baja karbon yang memiliki kandungan karbon sebesar 0,60 % C – 1,40 % C. Baja karbon tinggi digunakan untuk perkakas potong seperti pisau, *milling cutter*, *reamers*, tap dan bagian-bagian yang harus tahan gesekan(Prayogi & Suhardiman, 2019).

2.15 Baja ST 37

Baja ST 37 adalah logam yang banyak digunakan di bidang industri. Sifat ringan, tahan korosi, dan penghantar panas yang baik menyebabkan baja ST 37 salah satu material untuk membuat sebuah komponen mesin(Junaidi, 2018).

Plat Baja ST 37 terbuat dari baja karbon (*mild steel*) yang diproduksi dalam proses *hot rolled*. Kegunaan Besi ST 37 mulai dari peratan rumah tangga sampai pada kebutuhan pabrik dan industri. Karakteristiknya yang handal, cocok dalam berbagai perlakuan panas, mudah di las dan memiliki kemampuan *machining* yang baik(Harda, 2017).

Baja karbon ST 37 merupakan golongan baja karbon rendah yang mempunyai kandungan karbon 0,30 %. Hal ini dibuktikan dengan pengujian komposisi dilakukan oleh CV Prima Logam Tegal yang dapat dilihat pada tabel dibawah ini:

Tabel 2.4 Komposisi Kimia Baja ST 37

Unsur	Nama	Kandungan Unsur (%)	STD
Fe	Ferro	Balance	Balance
C	Karbon	0,014	-
Si	Silikon	0,015	-
Mn	Mangan	0,188	-
P	Fosforus	0,086	-
S	Belerang	0,0060	-
Cr	Kromium	0,054	-
Ni	Nikel	0,010	-
Mo	Molibdenum	0,018	-
Cu	Tembaga	0,013	-
Al	Alumunium	0,031	-
V	Vanadium	0,0050	-
W	Wolfram	0,030	-
Co	Kobalt	0,0050	-
Nb	Niobium	0,0050	-
Ti	Titanium	0,0030	-
Mg	Magnesium	-	-

2.16 Baja SS 400

Kode 'SS' dalam standar JIS merupakan kependekan dari *Structural Steel*, Baja ini unggul pada sifat mampu las (*weldability*) dan mampu mesin (*machinability*). Baja ini sepadan dengan baja DIN 17100 St 44-2, ASTM A36, ASTM A283, dan EN S 275/BS 43A(Askar dkk., 2013).

Baja karbon SS 400 merupakan golongan baja karbon rendah yang mempunyai kandungan karbon kurang dari 0,030 %. Hal ini dibuktikan dengan pengujian komposisi dilakukan oleh CV Prima Logam Tegal yang dapat dilihat pada tabel dibawah ini:

Tabel 2.5 Komposisi Kimia Baja SS 400

Unsur	Nama	Kandungan Unsur (%)	STD
Fe	Ferro	Balance	Balance
C	Karbon	0,015	-
Si	Silikon	0,013	-
Mn	Mangan	0,195	-
P	Fosforus	0,011	-
S	Belerang	0,0030	-
Cr	Kromium	0,053	-
Ni	Nikel	0,010	-
Mo	Molibdenum	0,014	-
Cu	Tembaga	0,013	-
Al	Alumunium	0,042	-
V	Vanadium	0,0050	-
W	Wolfram	0,030	-
Co	Kobalt	0,0050	-
Nb	Niobium	0,0050	-
Ti	Titanium	0,0030	-
Mg	Magnesium	-	-

2.17 Keselamatan dan Kesehatan Kerja

Keselamatan dan kesehatan kerja (K3) merupakan bagian yang sangat penting bagi para pekerja baik itu di perusahaan maupun dibengkel. Dalam penerapan K3 bisa saja terjadi hambatan, contohnya minimnya pengetahuan tentang K3, terbatasnya anggaran untuk melakukan K3, masih lemahnya kesadaran untuk melakukan K3 dalam aktifitas kerja tersebut (Yusmita dkk., 2020).

Berikut ini adalah keselamatan dan kesehatan kerja (K3) pada saat melakukan pengelasan GMAW:

1. Apron

Apron las terbuat dari kulit sapi atau kulit hewan lainnya yang tahan panas, apron ini memberikan perlindungan yang sangat baik terhadap percikan logam panas dan panas radiasi. Apron juga tahan lama dan tahan terhadap sobekan (Ali, 2024).



Gambar 2.25 Apron
(Lestari Safety, 2024)

2. Sarung Tangan Las

Sarung tangan las adalah salah satu bagian APD yang digunakan untuk melindungi pekerja las dari potensi bahaya saat bekerja. Selain melindungi dari api, fungsi sarung tangan las meliputi perlindungan dari sinar *ultraviolet*, sengatan listrik, radiasi *infrared*, panas dan mampu memberikan daya cengkram yang baik(Sarah, 2024).



Gambar 2.26 Sarung Tangan Las
(Sarah, 2024)

3. Helm Las

Fungsi helm las adalah melindungi mata dari sinar las, menghalangi cipratan api las ke mata, dapat mendekat ke lasan tanpa perlu khawatir terbakar, tidak perlu memegangnya karena menempel di kepala dan dapat diatur tingkat kegelapan lensanya(Yudha, 2020).



Gambar 2.27 Helm Las
(Yudha, 2020)

4. Sepatu Las

Sepatu las adalah sepatu yang terbuat dari kulit dan bagian depan sepatu terbuat dari plat baja yang berfungsi untuk melindungi kaki dari kejatuhan benda yang berat dan benda yang tajam, selain itu sepatu las yang bersifat isolator juga melindungi dari sengatan listrik(Ozzy, 2019).



Gambar 2.28 Sepatu Las
(Vrogue, 2024)