

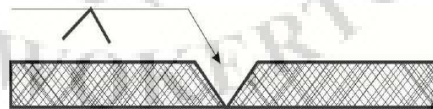
BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Landasan Teori

Pengelasan (*welding*) merupakan suatu proses penyambungan material dengan cara peleburan logam induk atau logam pengisi. Elektroda yang berfungsi sebagai bahan pengisi mencair bersama dengan benda kerja dan setelah dingin akan menjadi satu kesatuan yang sukar dipisahkan dan membentuk paduan logam las atau *weld metal* (Salim *et al.*, 2023). Pada saat logam las masih berupa cairan selanjutnya pelan – pelan akan membeku selalu dilindungi oleh terak atau slang yang berfungsi melindungi logam las dari oksidasi udara luar agar kualitas logam las dapat terjaga. Terak atau slang dibentuk dari bahan salutan pada elektroda.

Tujuan dari proses pengelasan sendiri yaitu membuat sambungan mati dengan cepat, membuat sambungan yang rapat dan kuat tanpa menggunakan *seal*, mengurangi biaya pembelian komponen penyambungan, dan mengurangi biaya manufaktur (Fauzan, 2022). Pengertian las menurut *Deutche Inustrie Normon* (DIN) adalah ikatan metalurgi pada sambungan baja atau baja paduan yang prosesnya dilakukan dalam keadaan mencair. Aplikasi penyambungan las banyak terdapat pada konstruksi bangunan baja dan konstruksi mesin (Gumara & Drastiawati, 2021). Kampuh las merupakan kubungan dari logam induk yang akan diisi dengan logam las. Urutan penggunaan dalam kampuh V dimulai dari akar (*root*), pengisian (*filler*), dan penutup (*capping*). Kampuh las V menjadi desain yang paling banyak digunakan karena dapat menghasilkan pengelasan yang sangat baik, kampuh ini cocok digunakan untuk pengelasan material dengan ketebalan sedang hingga tebal. (Susanto 2022). Kampuh V dipergunakan untuk menyambung logam atau plat dengan ketebalan 6-15 mm, sambungan ini terdiri dari sambungan kampuh terbuka dan sambungan kampuh V tertutup. Sambungan kampuh V terbuka dipergunakan untuk menyambung plat dengan ketebalan 6-15 mm dengan sudut kampuh antara 60° - 80° jarak akar 2 mm tinggi akar 1-2 mm (Wahyudi *et al.*, 2019).



Gambar 2. 1 kampuh V

Sumber : Wicaksana 2021

Penyambungan dua buah logam menjadi satu dilakukan dengan jalan pemanasan atau pelumeran. Kedua ujung logam yang akan disambung dibuat lumer atau dilelehkan dengan busur nyala atau dengan logam itu sendiri sehingga kedua ujung atau bidang logam merupakan bidang masa yang kuat tidak mudah dipisahkan. Pengelasan adalah proses penyambungan antara dua atau lebih material dalam keadaan plastis atau cair dengan menggunakan panas (*heat*) atau dengan tekanan (*pressure*) atau keduanya. Logam pengisi (*filler metal*) dengan temperatur lebur yang sama dengan titik lebur dari

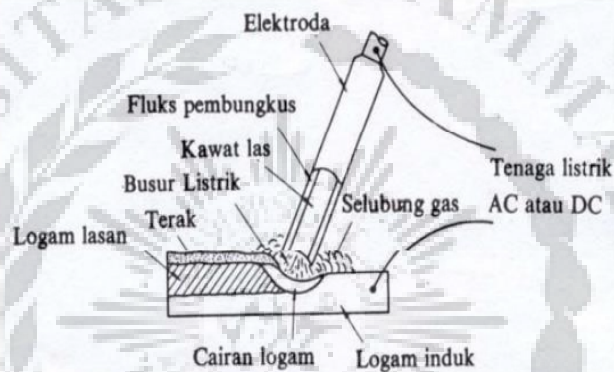
logam induk dapat atau tanpa digunakan dalam proses penyambungan tersebut (Azka, 2020).

2.2 Klasifikasi Las Busur Listrik

Panas yang digunakan pada las busur listrik diperoleh dari busur apa listrik antara elektroda las dan benda kerja Elektroda sebagai bahan pengisi, mencair bersama-sama dengan benda kerja dan setelah dingin menjadi satu kesatuan yang sukar dipisahkan. Berikut ini adalah klasifikasi las busur listrik, antara lain :

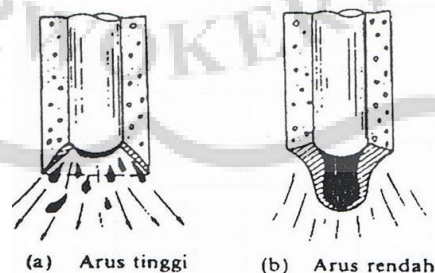
1. Las Elektroda Terbungkus (SMAW)

Las elektroda terbungkus atau dikenal juga dengan istilah *Shielded Metal Arc Welding* (SMAW) adalah cara pengelasan yang banyak digunakan pada masa ini. Dalam cara pengelasan ini digunakan kawat elektroda logam yang dibungkus dengan fluks. Dalam gambar 2.1 dapat dilihat dengan jelas bahwa busur listrik terbentuk di antara logam induk dan ujung elektroda.



Gambar 2. 2 Las busur dengan elektroda terbungkus
Sumber :Setiawan *et al.* 2023

Bila digunakan arus listrik yang sangat besar maka butiran logam cair yang terbawa menjadi halus seperti terlihat dalam Gambar 2.1. Sebaliknya bila arusnya kecil maka butirannya menjadi besar seperti tampak dalam gambar 2.2



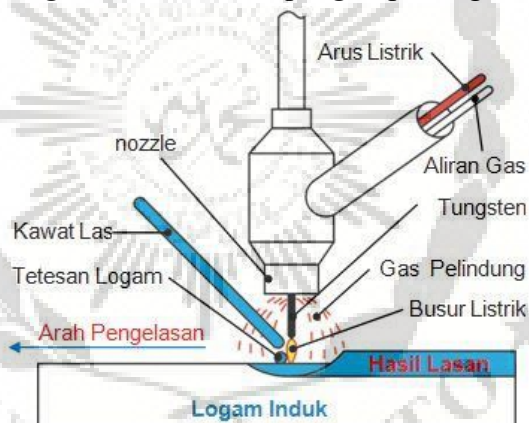
Gambar 2. 3 Pemindahan logam cair
Sumber : Setiawan *et al.* 2023

Pola pemindahan logam cair seperti diterangkan diatas sangat mempengaruhi dari sifat-sifat mampu las dari logam. Selama proses pengelasan terjadi fluks yang

digunakan sebagai bahan membungkus elektroda mencair dan membentuk terak yang kemudian menutupi logam cair yang terkumpul ditempat sambungan dan bekerja sebagai penghalang oksidasi. Dalam beberapa *fluks* bahanya tidak dapat terbakar, tetapi berubah menjadi gas yang juga menjadi pelindung dari logam cair terhadap oksidasi dan memantapkan busur.

2. Las Busur Gas Tig (GTAW)

Las busur gas *Tungsten Inert Gas* (TIG) atau dikenal juga istilah *Gas Tungsten Arc Welding* (GTAW) adalah cara pengelasan dimana gas dihembuskan ke daerah las untuk melindungi busur dan logam yang mencair terhadap atmosfer. Gas yang digunakan sebagai pelindung adalah gas helium (He), gas argon (Ar), gas karbondioksida (CO²) atau campuran dari gas-gas tersebut. Las busur gas TIG menggunakan elektroda wolfram yang tidak berfungsi sebagai bahan tambah. Busur listrik yang terjadi antara ujung elektroda wolfram dan bahan dasar merupakan sumber panas pengelasan. Elektroda wolfram yang mempunyai titik cair yang tinggi (3.800°C), tidak ikut mencair pada saat terjadi busur listrik. Pada jenis ini logam pengisi dimasukkan ke dalam daerah arus busur sehingga mencair dan terbawa ke logam induk. Tetapi untuk mengelas pelat yang sangat tipis kadang-kadang tidak diperlukan logam pengisi. Las TIG dapat dilaksanakan dengan tangan atau secara otomatis dengan mengotomatiskan cara pengumpanan logam pengisi.



Gambar 2. 4 Pengelasan TIG

Sumber : Alif, 1989

Penggunaan las TIG mempunyai dua keuntungan, yaitu pertama kecepatan pengumpanan logam pengisi dapat diatur terlepas dari besarnya arus listrik sehingga penetrasi ke dalam logam induk dapat diatur semauanya. Cara pengaturan ini memungkinkan las TIG dapat digunakan dengan memuaskan baik untuk plat baja tipis maupun plat yang tebal. Kedua adalah kualitas yang lebih baik dari daerah las (Pratama, 2023).

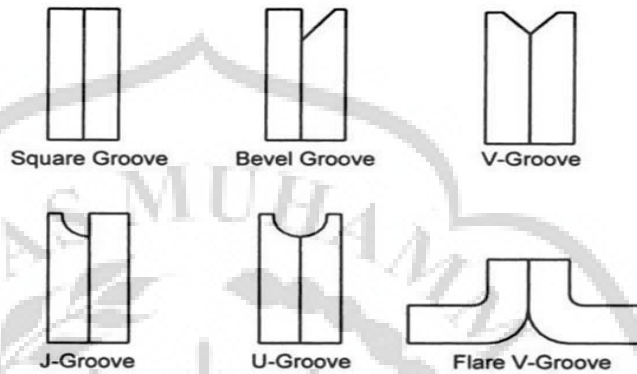
2.3 Jenis Sambungan Las

Jenis sambungan pengelasan adalah tipe sambungan material atau plat yang digunakan untuk proses pengelasan. Ada beberapa jenis sambungan las, jenis

sambungan las yang biasa digunakan adalah *lap joint*, *butt joint*, *fillet (T) joint*, *egde joint*, dan *corner joint*

1. Lap Joint

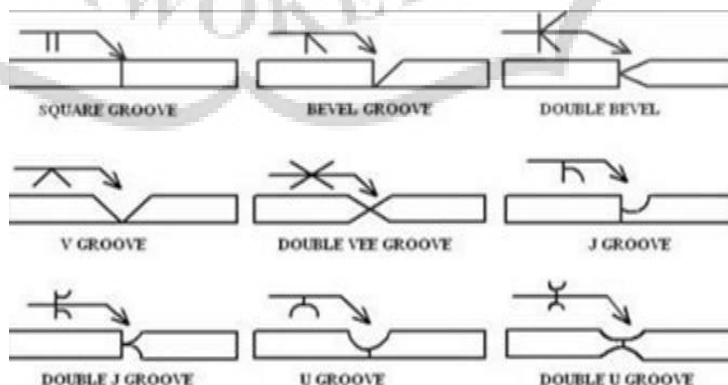
Pengelasan spot atau seam biasanya menggunakan tipe sambungan las *Lap Joint*. Karena materialnya ini ditumpuk atau disusun sehingga sering digunakan untuk aplikasi pada bagian body kereta dan cenderung untuk plat atau baja yang tipis. Jika menggunakan proses las SMAW, GMAW, atau FCAW pengelasannya sama dengan sambungan *fillet* (Azka, 2020)



Gambar 2. 5 Sambungan Lap Joint
Sumber :Aminuddin *et al*, 2020

2. Butt Joint

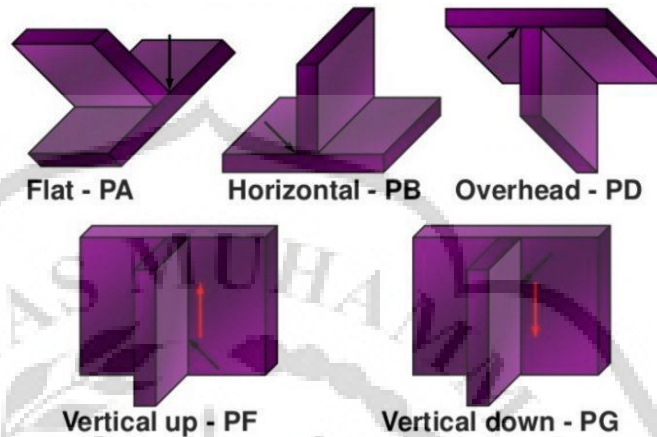
Butt joint adalah jenis sambungan tumpul, dalam aplikasinya jenis sambungan ini terdapat berbagai macam jenis kampuh atau *grove* (kampuh V), *single bevel*, *J groove*, *square groove* (Sodik *et al.*, 2019). *Butt Joint* dimana sambungan diperoleh dengan menempatkan sisi sejajar. Dalam pengelasan *butt Joint*, sisi plat tidak memerlukan kemiringan jika ketebalan plat kurang dari 5mm. Jika ketebalan plat kurang dari 5mm sampai 12.5 mm maka sisi yang dimiringkan berbentuk alur V atau U pada kedua sisinya (Suryono *et al.*, 2020).



Gambar 2. 6 sambungan Butt Joint
Sumber : Sodik *et al.*, 2019

3. T (Fillet) Joint

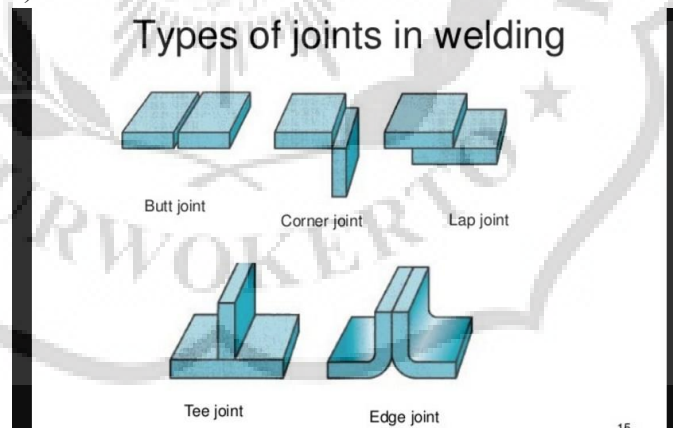
T Joint adalah sambungan yang berbentuk huruf T, jenis sambungan ini biasanya dipakai untuk membuat konstruksi atap, *konveyor* dan jenis konstruksi lainnya. Untuk tipe *groove* juga bisa digunakan untuk sambungan *fillet* adalah *double bevel*, namaun hal tersebut sangat jarang kecuali plat atau materialnya sangat tebal.



Gambar 2. 7 sambungan T Fillet Joint
Sumber : Azka, 2020

4. Corner Joint

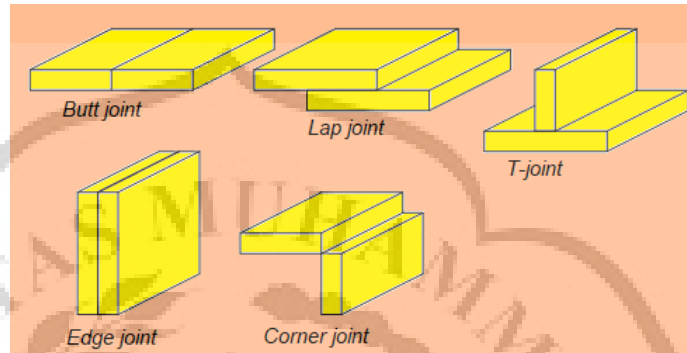
Corner Joint adalah sambungan sudut yang dibentuk dengan 2 sudut pada bagian yang akan dilas dengan sambungan sudut yang berbentuk huruf "L" berikut gambarnya (Adrianus *et al*, 2024).



Gambar 2. 8 Sambungan Corner Joint
Sumber : Adrianus, 2024

5. Edge Joint

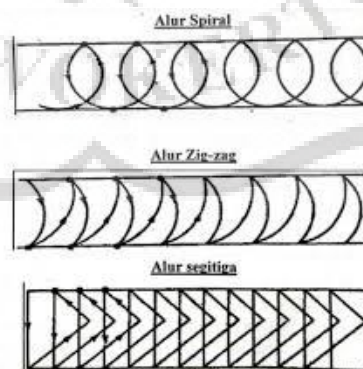
Edge Joint adalah jenis sambungan las yang digunakan untuk menggabungkan 2 atau lebih bagian yang ditempatkan secara paralel. Bagian-bagian tersebut juga dapat sejajar atau dapat *flensing edge*. Proses pengelasan *edge Joint* ini mengelas tepi yang sama dari 2 bagian. Sebagian besar jenis sambungan ini digunakan untuk menggabungkan tepi lembaran logam atau *muffler*, atau pada aplikasi tekanan rendah lainnya. Untuk memperkuat plat hasil pengelasan, pada proses pengelasan dapat menambahkan logam pengisi (Adrianus *et al*, 2024).



Gambar 2. 9 Sambungan Edge Joint
Sumber : Adrianus,2024

2.4 Gerakan elektroda

Gerakan elektroda atau ayunan elektroda pada saat pengelasan logam dilakukan untuk menghasilkan rigi-rigi las yang baik dan memperdalam penembusan busur nyala. Ada banyak cara dalam menggerakkan atau mengayunkan elektroda. Tujuan dari Gerakan elektroda ini untuk mendapat deposit logam las dengan permukaan yang rata dan halus dan menghindari tarikan dan pencampuran terak. Dalam hal ini yang penting adalah menjaga agar sudut elektroda dan kecepatan elektroda tidak berubah. Kecepatan dalam menggerakkan elektroda pada saat pengelasan harus stabil sehingga dapat menghasilkan rigi-rigi las yang halus dan rata (Rifai *et al*, 2023).



Gambar 2. 10 Alur Las
Sumber : Rifai, 2023

2.5 Teori Pengujian

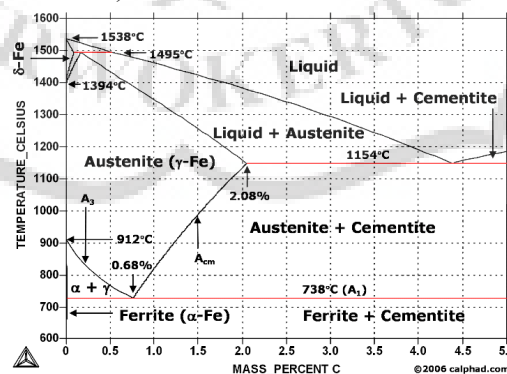
1. Mesin uji tarik merupakan suatu alat pengujian untuk mengetahui kekuatan bahan khususnya bahan *Fero* (Logam). Begitu pentingnya mesin alat uji tarik bagi akademisi khususnya, umumnya bagi perusahaan yang bergerak dibidang keteknikan. Pengujian tarik dilakukan untuk mengetahui sifat-sifat mekanik suatu logam, dari pengujian tarik diperoleh benda kerja yang putus karena proses penarikan yang menghasilkan kurva uji tarik antara tegangan dan regangan (Herdiana, 2020).

2. Kekerasan merupakan salah satu metode yang lebih cepat dan lebih murah untuk menentukan sifat mekanik suatu material. Nilai kekerasan tidak tergantung pada material yang diuji, namun juga dipengaruhi oleh metode pengujiannya. Jika metode pengujiannya berbeda maka sifat mekanis dari suatu material juga akan berbeda. Hasil dari pengujian kekerasan tidak dapat langsung digunakan dalam desain, namun pengujian kekerasan banyak dilakukan sebab hasilnya dapat digunakan sebagai berikut: 1) pada bahan yang sama dapat diklasifikasikan berdasarkan kekerasannya, 2) sebagai kontrol kualitas dari suatu produk seperti mengetahui homogenitas akibat suatu proses pembentukan dingin, pemaduan, heat treatment, dan case hardening. (Bashori, 2020).

3. Pengujian mikro adalah suatu pengujian mengenai struktur bahan melalui pembesaran dengan menggunakan mikroskop khusus metalografi. Dengan pengujian mikro struktur, kita dapat mengamati bentuk dan ukuran kristal logam, kerusakan logam akibat proses deformasi, proses perlakuan panas dan perbedaan komposisi (Surya et al, 2021).

2.6 Diagram Fasa Fe₃C

Diagram Fasa Fe-Fe₃C adalah diagram yang menampilkan hubungan antara temperatur dimana terjadi perubahan fasa selama proses pendinginan lambat dan pemanasan lambat dengan kandungan karbon (%C). Diagram fasa besi dan karbida besi Fe₃C ini menjadi landasan untuk laku panas kebanyakan jenis baja yang kita kenal (Awwalien et al, 2019).



Gambar 2. 11 Diagram Fasa Fe₃C

Sumber : Awwalien et al, 2019

2.7 Rumus Perhitungan

2.7.1. Perhitungan Uji Tarik

$$\sigma = \frac{F}{A_0} \quad (1)$$

F = nilai yang didapat dari gaya maksimal (N)

A₀ = nilai luas penampang (mm²)

$$\varepsilon = \frac{\Delta L}{L_0} \times 100\% \quad (2)$$

ΔL = pertambahan panjang (L₁-L₀)(mm)

L₁ = panjang akhir (mm)

L₀ = panjang awal (mm)

$$E = \frac{\sigma}{\varepsilon} \quad (3)$$

E = Modulus elastisitas (Mpa)

σ = Nilai rata – rata tegangan yang didapat setelah pengujian (Mpa)

ε = Nilai regangan yang didapatkan setelah pengujian spesimen (%)

2.7.2 Perhitungan uji Kekerasan

$$HRC = E - e \quad (4)$$

$$6,5 = 120 - e$$

$$e = 120 - 6,5$$

$$= 113,5$$

(E) menunjuk pada idendor yang digunakan sedangkan (e) menunjuk pada hasil dari pengujian, Kemudian nilai idendor yang digunakan dikurangi dengan nilai hasil pengujian