

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Pengelasan

Pengelasan sudah di temukan sejak zaman prasejarah dengan metode penyambungan dua buah jenis logam. Pengelasan semakin berkembang setelah perang dunia ke II terjadi, dimana Amerika menerapkan pengelasan dengan menggunakan listrik. Pengelasan ini mempercepat produksi suatu benda. Semakin berkembangnya zaman mulai di temukan metode las terbaru mulai dari las busur, las resistance listrik, las gas, las termit dan lain – lain.

Dalam dunia industri penggunaan pengelasan sangat luas, mulai dari industri kesehatan, makanan, konstruksi darat, konstruksi laut dan udara. Dalam industri laut penggunaan pengelasan sangat luas, mulai dari kebutuhan untuk industri perkapalan sampai ke industri penunjang konstruksi bangunan laut.

Dalam pekerjaan pengelasan terdapat beberapa prosedur yang harus di jalani mulai dari keamanan pekerjaan sampai persyaratan pekerjaan pengelasan, hal ini di maksudkan agar pekerjaan tetap aman dan mendapatkan hasil pengelasan yang baik dan mumpuni. Untuk itu di perlukan ketrampilan dan pengetahuan dalam melakukan pengelasan agar di dapatkan pengelasan yang baik dan kekuatan sambungan yang mumpuni.

2.1.1 Definisi Pengelasan

Untuk memahami tentang pengelasan, penulis mengkaji beberapa tinjauan pustaka dan dasar teori. Di tunjukkan sebagai berikut :

- Wiryosumarto (2000), pengelasan adalah metode penyambungan beberapa logam dengan menggunakan energi panas.
- Berdasarkan DIN (*Deutsche Industrie Normen*) las adalah sebuah ikatan metalurgi pada sambungan logam atau logam paduan yang di lakukan dalam keadaan lumer.

- Suratman (2001), mengelas yaitu salah satu cara menyambung dua bagian logam secara permanen dengan menggunakan tenaga panas.
- *American Welding Society* (AWS) pengelasan adalah proses penyambungan yang menghasilkan gabungan dari material dengan cara memanaskan material pada suhu pengelasan dengan atau tanpa di tambahkan dengan tekanan dan dengan atau tanpa di tambahkan logam pengisi.

2.1.2 Klasifikasi Pengelasan

Dalam klasifikasi pengelasan yang di bedakan adalah cara kerja. Proses pengelasan dibagi menjadi tiga bagian utama yaitu :

1. Pengelasan Cair

Pengelasan ini dilakukan dengan cara memanaskan sambungan sampai mencair dengan sumber panas listrik atau api gas yang di bakar.

2. Pematrian

Pengelasan dengan cara penyambungan yang di satukan dengan menggunakan paduan logam lain. Logam utama yang akan di patri tidak akan ikut mencair.

3. Pengelasan Tekan

Pengelasan dengan cara logam di panaskan lalu di tekan hingga menjadi satu.

2.1.3 Parameter Pengelasan

Agar mendapatkan pengelasan yang baik terdapat beberapa parameter yang di perhatian. Parameter yang di perhatikan adalah sebagai berikut :

1. Tegangan Busur Las

Dalam pekerjaan pengelasan tinggi tegangan busur tergantung pada panjang busur yang di butuhkan. Busur listrik yang terlalu panjang tidak di sarankan, Karena stabilitasnya kurang. Sehingga hasil pengelasan tidak rata, selain itu tinggi tegangan tidak terlalu mempengaruhi kecepatan cairnya. Jadi tegangan yang terlalu tinggi akan membuang energi secara sia – sia . Panjang busur yang baik

adalah sama dengan garis tengah elektroda. Dan tegangan yang di perlukan untuk melakukan pengelasan dengan garis tengah 3 sampai 6 mm adalah 20 sampai 30 volt untuk posisi datar. Dan untuk posisi di atas kepala tegangan akan di kurangi 2 sampai 5 volt.

2. Besar Arus Pengelasan

Besar arus pada setiap pengelasan berbeda – beda, tergantung dari bahan dan ukuran material yang akan di las. Hal ini berkaitan dengan komponen struktur dari material. Pada logam paduan untuk menghindari terbakarnya unsur – unsur dalam logam maka akan di sarankan menggunakan arus yang kecil, hal ini juga mengantisipasi kejadian keretakan Karena panas berlebih.

3. Kecepatan Pengelasan

Dalam hal kecepatan bergantung pada jenis elektroda, diameter elektroda, jenis sambungan dan ketelitian sambungan. Kecepatan las tidak di pengaruhi tegangan namun di pengaruhi dengan arus. Semakin besar arus maka kecepatan pengelasan bisa lebih cepat.

4. Polaritas Listrik

Dalam pekerjaan pengelasan busur listrik dengan elektroda terbungkus terdapat pilihan polaritas yaitu polaritas searah atau bolak balik. Untuk menentukan polaritas ini hal yang dapat di perhatikan adalah pembungkus elektroda dan kapasitas panas dari elektroda. Polaritas searah digunakan apabila elektroda mempunyai titik cair dan kapasitas panas yang besar. Elektroda akan dihubungkan dengan kutub negatif. Dan sebaliknya polaritas bolak balik digunakan untuk elektroda dengan kapasitas panas kecil. Untuk pengelasan sambungan pendek sebaiknya di pilih polaritas arus bolak balik, Karena pada pengelasan bisa terjadi ledakan pada akhir pengelasan.

5. Penetrasi Pengelasan

Kekuatan sambungan pengelasan bergantung pada penetrasi dari pengelasan tersebut. Besarnya penetrasi bergantung pada sifat

www.itk.ac.id

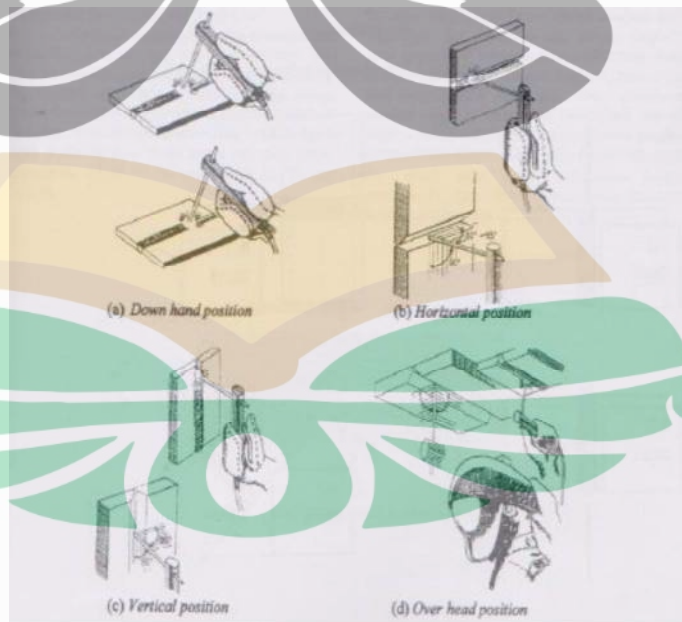
fluks, polaritas, besar arus, kecepatan las, dan tegangan yang digunakan. Secara teori semakin besar arus las maka semakin besar juga daya tembusnya. Dan tegangan memberikan pengaruh sebaliknya semakin besar tegangan maka akan semakin panjang busur yang terjadi, panas yang terjadi semakin lebar namun penetrasi yang dihasilkan dangkal.

6. Kondisi Pengelasan

Kondisi dalam pengelasan bergantung pada syarat tertentu seperti tebal pelat, diameter elektroda, bentuk sambungan, dan lain sebagainya. Untuk setiap kondisi ini sudah ada standart yang digunakan. Untuk setiap kondisi yang ada maka akan di lakukan standart yang berlaku.

2.1.4 Posisi Pengelasan

Posisi atau sikap pengelasan adalah pengaturan posisi atau letak gerakan elektroda las. Posisi pengelasan yang digunakan biasanya tergantung dari letak kampuh atau celah benda kerja yang akan dilas. Posisi – posisi pengelasan terdiri dari posisi pengelasan dibawah tangan (*down hand*), posisi pengelasan mendatar (*Horizontal*), posisi pengelasan tegak (*vertical*) dan posisi pengelasan di atas kepala (*over head*) (Bintoro, 2000).



Gambar 2. 1 Posisi pengelasan (Bintoro, 2000)

a. Posisi Pengelasan di Bawah Tangan (*Down Hand*)

Posisi pengelasan ini adalah posisi yang paling mudah dilakukan. Posisi ini dilakukan untuk pengelasan pada permukaan datar atau miring, yaitu letak elektroda berada di atas benda kerja.

b. Posisi Pengelasan Mendatar (*Horizontal Position*)

Mengelas dengan posisi horizontal merupakan pengelasan yang arahnya mengikuti arah garis mendatar. Pada posisi pengelasan ini, kemiringan dan ayunan elektroda harus diperhatikan karena akan sangat mempengaruhi hasil pengelasan. Posisi benda kerja biasanya berdiri tegak atau agak miring sedikit dari elektroda las. Pengelasan posisi mendatar sering digunakan untuk pengelasan benda – benda yang berdiri tegak.

c. Posisi Pengelasan Tegak (*Vertical Position*)

Mengelas dengan vertical merupakan pengelasan yang arahnya mengikuti arah garis tegak. Seperti pada pengelasan mendatar, pada pengelasan tegak (vertical), posisi benda kerja biasanya berdiri tegak atau agak miring sedikit, searah dengan gerak elektroda las yaitu naik dan turun.

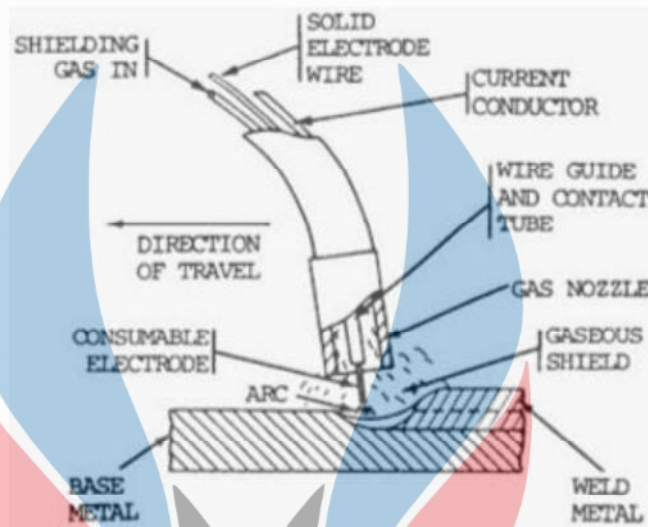
d. Posisi Pengelasan di Atas Kepala (*Over Head*)

Pada posisi ini, benda kerja terletak di atas kepala welder, sehingga pengelasan dilakukan di atas kepala operator atau welder. Posisi ini lebih sulit dibandingkan dengan pengelasan – pengelasan yang lain. Posisi pengelasan ini dilakukan untuk pengelasan pada permukaan datar atau agak miring, tetapi posisinya di atas kepala, yaitu letak elektroda berada di bawah benda kerja (Bintoro, 2000).

2.2 *Gas Metal Arc Welding (GMAW)*

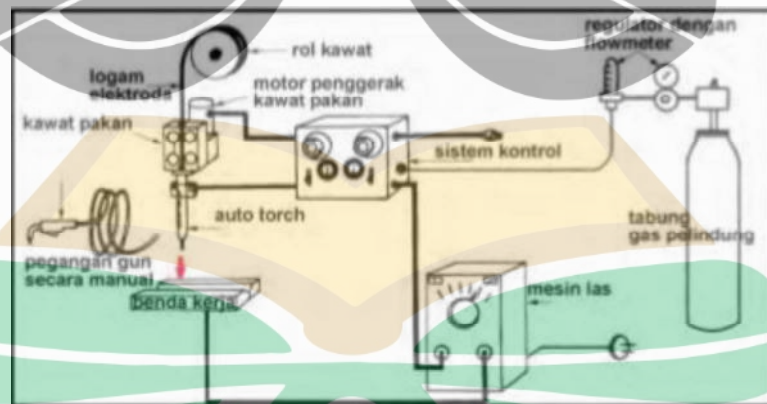
Nama lain dari proses pengelasan ini adalah metal inert gas (MIG) dimana kawat elektroda yang digunakan tidak terbungkus dan sifat suplainya yang terus menerus. Daerah lasan terlindung dari atmosfer melalui gas yang dihasilkan dari alat las tersebut, seperti terlihat pada gambar 2.2. (Genculu, 2007). Gas pelindung yang digunakan adalah gas Argon, helium atau campuran dari keduanya. Untuk

memantapkan busur kadang-kadang ditambahkan gas O₂ antara 2 sampai 5% atau CO₂ antara 5 sampai 20% (Wiryo Sumarto, 2000).



Gambar 2. 2 Pengelasan GMAW atau MIG (Genculu, 2007)

Pada pengelasan, elektroda yang digunakan pada pengelasan ini harus bersih dari kotoran yang nantinya dapat menimbulkan cacat. Karena bisa saja porositas yang timbul pada pengelasan ini karena adanya uap air yang berada pada elektrodanya. Elektroda dalam las MIG biasanya diumpankan secara otomatis, sedangkan alat pembakarnya digerakkan dengan tangan. Dengan ini tercipta suatu alat las semi otomatis di mana konstruksinya dalam dilihat pada Gambar 2.3.



Gambar 2. 3 Konstruksi Mesin Las GMAW (Bradley, 2000)

2.3 Jenis Elektroda Pengelasan

Gas Metal Arc Welding (GMAW) merupakan salah satu jenis proses las cair (*Fusion Welding*) yang banyak digunakan pada pengerjaan konstruksi. Apabila

jenis elektroda yang digunakan sama dengan jenis logam yang di las maka akan menghasilkan las yang maksimal. Adapun jenis logam yang dapat digunakan pada *Gas Metal Arc Welding* (GMAW) adalah sebagai berikut :

- Baja tegangan tinggi dan menengah
- Baja paduan rendah
- Alumunium
- Tembaga
- Tembaga padaun dan lain sebagainya.

Pada GMAW bentuk kawat elektrode yang digunakan umumnya adalah *solid wire* dan *flux cored wire*, penggunaan tipe – tipe tersebut tentu tergantung pada jenis pekerjaannya. *Solid Wire* digunakan untuk mengelas konstruksi ringan sampai sedang dan dioperasikan pada rungan yang relatif tertutup sehingga gas pelindungnya tidak tertiup oleh angin, adapun *Flux Cored Wire* banyak digunakan untuk pengelasan konstruksi sedang sampai berat dan tempat pengelasannya memungkinkan lebih terbuka. Untuk elektroda alumunium, elemen dasar yang digunakan dalam elektroda alumunium adalah magnesium, mangan, seng, silikon dan tembaga. Alasan utama menambahkan elemen-elemen tersebut adalah untuk meningkatkan kekuatan dan logam alumunium murni, selain itu juga sifat weldabilitynya dan resistensi terhadap korosi menjadi alasan penambahan elemen-elemen tersebut. Untuk elektroda alumunium (Gambar 2.4) jenis elektroda yang sering digunakan adalah elektroda yang mengandung magnesium 5356 dan mengandung silikon 4043.



Gambar 2. 4 Elektroda Aluminium (AusAID, 2001)

Adapun berikut Tabel 2.1 dibawah yang biasa digunakan untuk alumunium.

Tabel 2. 1 *Wire Chemical Composition for Common Aluminum Wires*
(The Lincoln Company Aluminum GMAW Guide, 2016)

AWSA 5.10-99 ASME SFA-5.10 CLASSIFICATION	%Mn	%Si	%Fe	%Mg	%Cr	%Cu	%Ti	%Zn	%Be	%OTH-ERS _g	%AL
ERT100 & Alloy 1050	0.05	-	-	-	-	0.05-0.02	-	0.10	-	0.05	99.0
ER2319	0.20-0.40	0.20	0.10	0.02	-	5.0-6.8	0.10-0.20	0.10	(2)	0.05 _g	Balance
ER4043	0.05	4.5-6.0	.08	0.05	-	0.30	0.20	0.10	(2)	0.05	Balance
ER4047	0.15	11.0-13.0	0.8	0.10	-	0.30	-	0.20	(2)	0.05	Balance
Alloy 5052	0.10	0.25	0.40	2.2-2.8	0.15-0.35	0.10	-	0.10	(2)	0.05	Balance
Alloy 5056	0.05-0.20	0.30	0.40	4.5-5.6	0.05-0.20	0.10	-	0.10	(2)	0.05	Balance
Alloy 5154	0.10	0.25	0.40	3.3-3.9	0.15-0.35	0.10	0.20	0.20	(2)	0.05	Balance
ER5183	0.50-1.0	0.40	0.40	4.3-5.2	0.05-0.25	0.10	0.15	0.25	(2)	0.05	Balance
ER5356	0.05-0.20	0.25	0.40	4.5-5.5	0.05-0.20	0.10	0.06-0.20	0.10	(2)	0.05	Balance
ER5554	0.50-1.0	0.25	0.40	2.4-3.0	0.05-0.20	0.10	0.05-0.20	0.25	(2)	0.05	Balance
ER5556	0.50-1.0	0.25	0.40	4.7-5.5	0.05-0.20	0.10	0.05-0.20	0.25	(2)	0.05	Balance
ER5654	0.01	-	-	3.3-3.9	0.15-0.35	0.05	0.05-0.15	0.20	(2)	0.05	Balance

2.4 Aluminium Alloy 5083

Alumunium seri 5083 memiliki kekuatan lebih tinggi diantara kelompok paduan alumunium non-heat treatable tetapi jenis alumunium ini tidak disarankan untuk digunakan pada temperatur diatas 65°C (Aalco Metals Ltd, 2016). Elemen paduan utama adalah tembaga, silikon, mangan, magnesium, lithium dan seng, elemen seperti nikel, kromium, titanium, zirkonium dan skandium dapat ditambahkan dalam jumlah kecil untuk mencapai sifat tertentu. Unsur lain yang mungkin juga ada dalam jumlah kecil karena kotoran yang tidak diinginkan. Berdasarkan ASM Metal Handbook Volume 6 komposisi alumunium seri 5083 seperti yang ditunjukkan pada Table 2.2 di bawah ini.

Tabel 2. 2 Komposisi alumunium seri 5083 (ASM Metal Handbook Volume 6)

Susunan komposisi Al 5083							
%Si	%Fe	%Cu	%Mn	%Mg	%Cr	%Zn	%Ti
0,40	0,40	0,10	0,40-1,0	4,0-4,9	0,05-0,25	0,25	0,15

Adapun menurut (Aalco Metals Ltd), seperti Table 2.3 berikut :

Tabel 2. 3 *Chemical Composition Aluminium 5083* (Aalco Metals Ltd)

Element	%
Magnesium (Mg)	4.00 – 4.90
Manganese (Mn)	0.40 – 1.00
Iron (Fe)	0.40 Typical
Silicon (Si)	0.0 – 0.40
Titanium (Ti)	0.50 – 0.25
Chromium (Cr)	0.05 – 0.25
Copper (Cu)	0.10 Typical
Others (Total)	0.0 – 0.15
Zinc (Zn)	0.0 – 0.10
Other (Each)	0.0 – 0.05

Berdasarkan (Welding Aluminium & Paduannya, 2002), berikut paduan elemen utama pada aluminium adalah sebagai berikut :

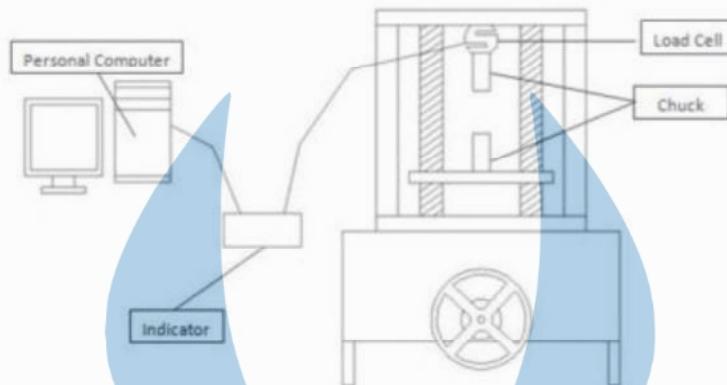
- Magnesium (Mg) meningkatkan kekuatan melalui penguatan larutan padat dan meningkatkan kemampuan pengerasan kerja.
- Mangan (Mn) meningkatkan kekuatan melalui penguatan larutan padat dan meningkatkan kemampuan pengerasan kerja.
- Tembaga (Cu) memberikan peningkatan kekuatan yang substansial, memungkinkan pengendapan pengerasan, mengurangi ketahanan korosi, ductility dan kemampuan las.
- Silikon (Si) meningkatkan kekuatan dan keuletan, dikombinasikan dengan magnesium menghasilkan pengerasan presipitasi.
- Seng (Zn) secara substansial meningkatkan kekuatan, memungkinkan pengerasan presipitasi, dapat menyebabkan korosi tegangan.
- Besi (Fe) meningkatkan kekuatan aluminium murni, umumnya residu elemen.
- Kromium (Cr) meningkatkan ketahanan terhadap korosi.

- Nikel (Ni) meningkatkan kekuatan suhu tinggi.
- Titanium (Ti) digunakan sebagai elemen penyuling butiran, terutama pada logam pengisi (filler metals).
- Zirkonium (Zr) digunakan sebagai elemen penyuling butiran, terutama pada logam pengisi (filler metals).
- Lithium (Li) secara substansial meningkatkan kekuatan dan modulus Young, memberikan pengerasan presipitasi, mengurangi densitas.
- Scandium (Sc) secara substansial meningkatkan kekuatan dengan umur pengerasan, elemen penghilang terutama pada logam las.
- Timbal (Pb) dan bismut (Bi) membantu pembentukan chip dengan paduan machining bebas.

2.5 Pengujian Tarik

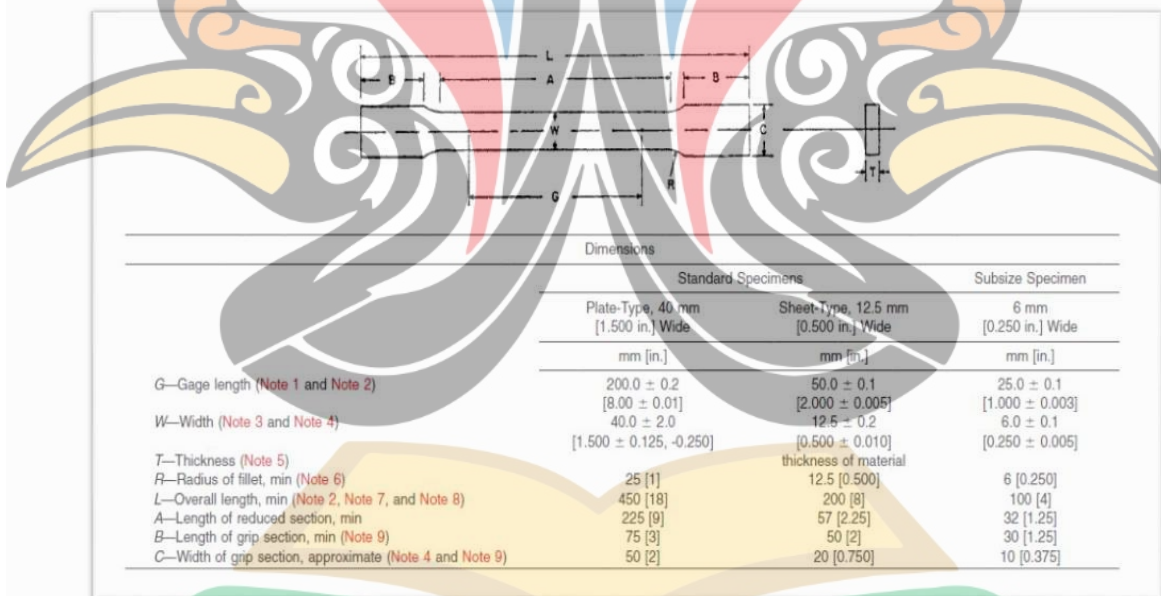
Pengujian tarik dilakukan dengan penambahan beban secara perlahan lahan, kemudian akan terjadi pertambahan panjang yang sebanding dengan gaya yang bekerja. Kesebandingan ini terus berlanjut sampai bahan sampai titik *propotionality* limit. Setelah itu pertambahan panjang yang terjadi sebagai akibat penambahan beban tidak lagi berbanding lurus, pertambahan beban yang sama akan menghasilkan penambahan panjang yang lebih besar dan suatu saat terjadi penambahan panjang tanpa ada penambahan beban, batang uji bertambah panjang dengan sendirinya. Hal ini dikatakan batang uji mengalami *yield* (luluh). Keadaan ini hanya berlangsung sesaat dan setelah itu akan naik lagi.

Kenaikan beban ini akan berlangsung sampai mencapai maksimum, untuk batang yang ulet beban mesin tarik akan turun lagi sampai akhirnya putus. Pada saat beban mencapai maksimum, batang uji mengalami pengecilan penampang setempat (*local necking*) dan penambahan panjang terjadi hanya disekitar necking tersebut. Pada batang getas tidak terjadi necking dan batang akan putus pada saat beban maksimum.



Gambar 2. 5 Komponen utama pada mesin uji tarik (Haris Budiman,2016)

Pengujian tarik ini menggunakan standar *ASTM E8*.



Gambar 2. 6 Standar *ASTM* untuk uji tarik (*ASTM E8/E8M*,2019)

2.6 Tegangan Dan Regangan

Konsep paling dasar dalam mekanika bahan adalah tegangan dan regangan. Konsep ini dapat diilustrasikan dalam bentuk yang paling mendasar dengan meninjau sebuah batang prismatis yang mengalami gaya aksial. Batang prismatis adalah sebuah elemen struktur lurus yang mempunyai penampang konstan di

seluruh panjangnya, dan gaya aksial adalah beban yang mempunyai arah yang sama dengan sumbu elemen, sehingga mengakibatkan terjadinya tarik atau tekan pada batang.

Dalam sambungan las sifat tarik sangat dipengaruhi oleh sifat dari logam induk, sifat daerah HAZ, sifat logam las dan sifat-sifat dinamik dari sambungan berhubungan erat dengan geometri dan distribusi tegangan dalam sambungan. Dua batang uji tarik untuk sambungan las yang satu dengan arah tarikan melintang garis las dan yang lain dengan arah tarikan sejajar garis las. Dalam pengujian batang uji tersebut dibebani dengan kenaikan beban sedikit demi sedikit sampai batang uji patah. Kemudian sifat-sifat tarikannya dapat dihitung dengan persamaan berikut.

Tegangan :

$$\sigma = \frac{F}{A_0} \text{ (N/mm}^2\text{)}$$

di mana : F = beban (N)

A_0 = luas mula dari penampang batang uji (mm²)

Regangan :

$$e = \frac{L - L_0}{L_0} \times 100\%$$

di mana : L_0 = panjang mula dari batang uji (mm²)

L = panjang batang uji yang dibebani (mm²)

2.7 Kurva Tegangan Dan Regangan

Hasil-hasil pengujian biasanya tergantung pada benda uji. Karena sangat kecil kemungkinannya kita menggunakan struktur yang ukurannya sama dengan ukuran benda uji, maka kita perlu menyatakan hasil pengujian dalam bentuk yang dapat diterapkan pada elemen struktur yang berukuran berapapun. Cara sederhana untuk mencapai tujuan ini adalah dengan mengkonversikan hasil pengujian tersebut ke tegangan dan regangan.

Setelah melakukan uji tarik atau tekan dan menentukan tegangan dan regangan pada berbagai taraf beban, kita dapat memplot diagram tegangan dan

regangan. Diagram tegangan-regangan merupakan karakteristik dari bahan yang diuji dan memberikan informasi penting tentang besar mekanis dan jenis perilaku. Bahan baja struktural, yang dikenal dengan baja lunak atau baja karbon rendah. Baja struktural adalah salah satu bahan metal yang paling banyak digunakan untuk gedung, jembatan, menara, dan jenis struktur lain. Diagram tegangan-regangan untuk baja struktural tipikal yang mengalami tarik diperlihatkan pada gambar berikut .



Gambar 2. 7 Kurva Tegangan Regangan Teknik

2.8 Penelitian Sebelumnya

Adapun penelitian terdahulu yang dijadikan sebagai acuan terhadap pengerjaan tugas akhir ini ditunjukkan pada Tabel 2.4 berikut :

Tabel 2. 4 Penelitian Terdahulu

No	Nama Peneliti dan Tahun	Penelitian
1	Rizqa Purnama Putra, 2017	Judul: Pengaruh diameter elektroda dan pola pengelasan dengan variasi kuat terhadap kekuatan tarik pada logam aluminium menggunakan las GMAW. Permasalahan: mengetahui pengaruh diameter elektroda terhadap pengujian tarik pada logam aluminium, mengetahui pengaruh pola

pengelasan kawat las terhadap pengujian tarik pada logam aluminium, mengetahui pengaruh variasi kuat arus listrik las terhadap pengujian tarik pada logam aluminium, mengetahui pengaruh diameter kawat elektroda, pola gerakan kawat las, dan variasi kuat arus listrik terhadap pengujian tarik pada logam aluminium.

Metode: *Tensile test*.

Hasil:

- Berdasarkan hasil temuan menunjukkan dari 3 variabel bebas diameter elektroda dan pola pengelasan dengan variasi kuat arus las mempunyai pengaruh ketiganya terhadap variable terikat yakni uji kekuatan tarik yang sesuai dengan hipotesis berikut ; (a) Ada pengaruh variasi kuat arus listrik 90A, 115A, dan 130A menggunakan las GMAW terhadap pengujian tarik pada logam Aluminium. (b) Ada pengaruh Diameter kawat elektroda $\varnothing 1.0$ dan $\varnothing 1.2$ mm menggunakan las GMAW terhadap pengujian tarik pada logam Aluminium (c) Ada pengaruh pola pergerakan kawat melingkar, pola zigzag, dan pola segi tiga menggunakan las GMAW terhadap pengujian tarik pada logam Aluminium (d) Ada pengaruh besar diameter elektroda menggunakan las GMAW terhadap pengujian tarik pada logam Aluminium.