

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Kajian Penelitian Terdahulu

Pada penelitian sebelumnya Naufal dkk., (2016), melakukan penelitian mengenai pengaruh kuat arus listrik dan sudut kampuh V terhadap kekuatan tarik dan tekuk aluminium 5083 pengelasan GTAW. Penelitian ini bertujuan untuk memperoleh perbandingan kekuatan tekuk dan kekuatan tarik sehingga diketahui variasi arus yang optimal. Penelitian ini menggunakan 4 variasi arus yaitu 130 A, 150 A, 170 A dan 200 A dengan sudut kampuh 60° dan 80°. Setelah itu dilakukan pengujian berupa pengujian tarik dan pengujian tekuk. Hasil penelitian menunjukkan bahwa pengelasan dengan kuat arus 130 A dengan sudut kampuh 80° memberikan hasil yang paling besar dengan kekuatan tarik senilai 150,4 N/mm², regangan senilai 0,70% dan kekuatan tekuk senilai 591,38 N/mm². Pada penelitian ini kekuatan tarik sangat dipengaruhi oleh kuat arus pengelasan. Kesamaan penggunaan variasi arus pada penelitian ini menunjukkan bahwa variasi tersebut akan berpengaruh terhadap hasil pengelasan. Sedangkan pada penelitian yang akan penulis lakukan, material yang digunakan adalah Al 6061 dengan metode las MIG.

Muku (2009), menganalisa tentang kekuatan sambungan las aluminium seri 1100 dengan variasi kuat arus listrik pada proses las Metal Inert Gas (MIG). Studi mempunyai tujuan untuk mengetahui pengaruh kuat arus terhadap kekuatan pada sambungan las. Pada penelitian ini kuat arus yang digunakan adalah 150 A, 165 A, 180 A, 195 A dan 210 A dengan tegangan dan kecepatan pengelasan dijaga tetap masing-masing 24 V dan 25 inchi/menit. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kekuatan sambungan terbesar ada pada kuat arus 180 A dengan nilai kekuatan tarik sebesar 11,900 kgf/mm². Hal ini menunjukkan bahwa kuat arus memiliki efek yang jelas pada kekuatan las yang dihasilkan. Pada penelitian ini metode pengelasan dan penggunaan variasi arus sama dengan yang akan dilakukan oleh penulis, akan tetapi terdapat perbedaan pada material yang digunakan, yaitu Al 1100, sedangkan pada penelitian yang

akan dilakukan oleh penulis, menggunakan material Al 6061 dengan variasi *ampere* 140 A, 160 A dan 180 A.

Dewanto dkk., (2016), membahas tentang analisa kekuatan mekanik sambungan las Metode MIG (Metal Inert Gas) dan FSW (Friction Stir Welding) 800 Rpm pada aluminium tipe 5083. Penelitian ini mempunyai tujuan untuk membandingkan hasil kekuatan tarik dari metode pengelasan MIG dan metode pengelasan FSW. Pada metode las MIG, kuat arus dan tegangan yang digunakan adalah 220 A dan 22 V, menggunakan sambungan single-V but joint dengan sudut kampuh 60° . Sedangkan pada pengelasan FSW menggunakan *rotation tool* 800 Rpm dan *travel speed* 30mm/menit. Pengujian tarik dilakukan untuk mengetahui nilai kekuatan tarik yang dihasilkan. Data hasil penelitian menunjukkan bahwa metode pengelasan MIG menghasilkan kekuatan tarik yang lebih baik dari pada metode pengelasan FSW. Nilai kekuatan tarik yang dihasilkan dengan metode las MIG adalah $99,35 \text{ N/mm}^2$ dan nilai regangan sebesar 1,9 %, sedangkan kekuatan tarik yang dihasilkan dengan metode FSW masih jauh dibawah metode las MIG yaitu dengan nilai $29,62 \text{ N/mm}^2$ dan regangan sebesar 0,5 %. Pada penelitian ini metode pengelasan yang digunakan adalah las MIG dan las FSW sedangkan pada penelitian yang akan dilakukan oleh penulis hanya menggunakan metode pengelasan MIG dengan menggunakan material Al 6061 dan variasi kuat arus 140 A, 160 A dan 180 A dan untuk mengetahui nilai kekuatan tarik sama-sama dilakukan pengujian tarik.

Dilakukan juga penelitian oleh Manggala (2019), tentang pengaruh kuat arus pada pengelasan paduan aluminium 6061 dengan menggunakan metode las TIG terhadap kekerasan dan striktur mikro. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui struktur mikro dan kekerasan akibat dari perbedaan kuat arus pada pengelasan *Tungsten Inert Gas* (TIG). Variasi kuat arus yang digunakan adalah 100 A, 110 A dan 155 A. Hasil penelitian menunjukkan bahwa lebar fasa Mg_2Si berkurang setelah pengelasan pada tiap spesimen sehingga fasa Al menjadi sangat dominan. Hal ini menunjukkan bahwa variasi arus pada pengelasan akan mempengaruhi struktur mikro sehingga terjadi perbedaan pada nilai kekerasan yang dihasilkan. Spesimen

dengan arus 110 A memiliki nilai kekerasan tertinggi dengan nilai 65,4 HVN, sedangkan spesimen dengan arus 100 A mempunyai nilai kekerasan sebesar 55,7 HVN dan spesimen dengan arus 115 A memiliki nilai kekerasan sebesar 55,9 HVN. Penelitian ini menggunakan metode las TIG dengan material uji 6061 dan pengujian yang dilakukan adalah uji kekerasan dan struktur mikro. Sedangkan penelitian yang akan penulis lakukan menggunakan metode las MIG dengan variasi arus 140 A, 160 A dan 180 A pada material 6061 dan pengujian yang dilakukan adalah uji tarik dan struktur mikro.

2.2 Landasan Teori

2.2.1 Pengelasan

DIN (*Deutsche Industrie Normen*) mendefinisikan pengelasan sebagai ikatan metalurgi pada sambungan logam atau logam panduan yang dilaksanakan dalam keadaan lumer atau cair. Dengan kata lain pengelasan bisa diartikan sebagai penyambungan antara beberapa batang logam dengan memanfaatkan energi panas.

Sedangkan menurut Cary, B. Howard (1989) pengelasan didefinisikan sebagai penyambungan dua logam atau paduan logam, dengan memanaskan di atas batas cair atau di bawah batas cair logam, dengan penetrasi maupun tanpa penetrasi, serta dengan logam pengisi atau tanpa logam pengisi.

Sonawan dan Suratman (2004:1) menyatakan bahwa pengelasan (*welding*) adalah salah satu teknik penyambungan logam dengan cara mencairkan sebagian logam induk dan logam pengisi dengan atau tanpa tekanan dan menghasilkan sambungan yang kontinyu.

Dari berbagai definisi di atas, pengelasan dapat diartikan sebagai suatu proses penyambungan logam dengan memanfaatkan energi panas untuk melelehkan logam induk dan logam pengisi, sehingga menghasilkan ikatan metalurgi yang kontinyu pada sambungan logam, pada beberapa kasus dilakukan dengan tanpa menggunakan logam pengisi.

Pengelasan mempunyai andil yang besar dalam dunia industri manufaktur. Seiring dengan semakin mudahnya penggunaan energi listrik, teknologi pengelasan menjadi semakin maju sehingga menjadi teknik penyambungan logam yang mutakhir.

Menurut Groover (1996), proses pengelasan memiliki beberapa keuntungan diantaranya:

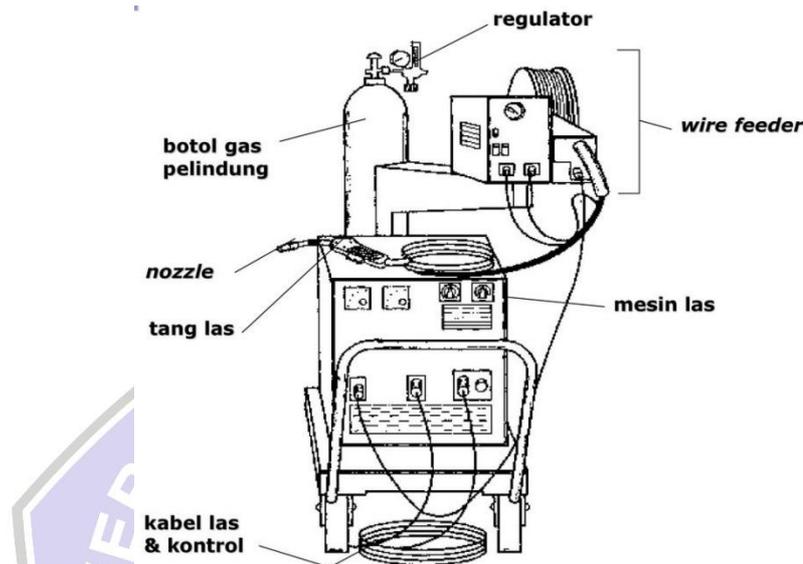
1. Pengelasan memberikan sambungan permanen. Kedua bagian yang disambung menjadi satu kesatuan setelah dilas.
2. Sambungan las dapat lebih kuat daripada metal induknya, jika logam pengisi yang digunakan memiliki sifat – sifat kekuatan yang tinggi dari metal induknya dan teknik pengelasan yang digunakan harus tepat.
3. Pengelasan biasanya merupakan cara yang paling ekonomis, jika ditinjau dari harga pembuatannya dan segi penggunaannya.
4. Pengelasan tidak dibatasi hanya pada lingkungan pabrik saja, tetapi pengelasan juga dapat dilakukan atau dikerjakan di lapangan.

2.2.2 Las MIG (*Metal Inert Gas*)

Las MIG (*Metal Inert Gas*) adalah jenis pengelasan busur gas dengan metode elektroda terumpan. Pengelasan dilakukan dengan cara mengumpalkan kawat las secara terus menerus. Kawat las juga berperan sebagai elektroda. Gas pelindung berupa gas Argon dan gas Helium atau campuran dari keduanya dihembuskan untuk melindungi busur dan logam yang mencair dari udara luar. Busur las terbentuk dari arus yang bergerak melalui celah antara elektroda dengan benda kerja sehingga menghasilkan panas. Panas tersebut mengakibatkan benda kerja dan elektroda mencair secara bersama-sama dan kemudian membentuk suatu ikatan. Butiran las (*weld beads*) terbentuk dari deposit logam las akibat lelehan elektroda. (Sudrajat, Angger, 2012)

Komponen utama las MIG diantaranya:

1. Mesin Las (*Welding machine*)
2. Sistem mekanis pengumpan kawat elektroda (*wire feeder*)
3. Pemegang elektroda (*torch*)
4. Mekanisme pengumpan gas pelindung



Gambar 2.1 Komponen las MIG

2.2.3 Parameter Pengelasan

Keberhasilan dalam pengelasan dipengaruhi oleh parameter pengelasan (Sri Widharto, 2006). Beberapa parameter dalam pengelasan diantaranya adalah:

1. Arus las

Besarnya arus dalam pengelasan diatur berdasarkan pada jenis dan ketebalan bahan yang akan dilas, diameter elektroda, geometri sambungan dan posisi pengelasan. Kuat arus dalam pengelasan menentukan penetrasi lasan dan akan mempengaruhi kekuatan mekanik hasil lasan. Semakin tinggi kuat arus, penetrasi yang dihasilkan akan semakin dalam. Penggunaan arus yang terlampau kecil akan menyebabkan penetrasi yang dangkal, sehingga hasil lasan rapuh dan tidak kuat. Sedangkan penggunaan arus las yang terlalu besar menyebabkan meningkatnya kecepatan pencairan dari logam induk

sehingga manik las melebar dan terjadi deformasi akibat panas yang berlebihan.

Untuk menghasilkan kekuatan las yang baik, diperlukan arus yang tepat sehingga menghasilkan manik las yang baik dengan penetrasi yang cukup sehingga tidak terjadi perubahan bentuk (*deformasi*) pada benda yang dilas.

2. Tegangan busur

Besar tegangan busur pada saat proses pengelasan tergantung pada panjang busur yang diinginkan dan jenis elektroda yang dipakai. Pada elektroda yang sejenis besar tegangan busur yang diperlukan berbanding lurus dengan panjang busur yang diinginkan.

Pada dasarnya busur listrik yang terlalu panjang mengakibatkan pengelasan tidak stabil sehingga membuat hasil lasan kurang baik. Panjang busur yang baik sesuai dengan garis tengah elektroda. Tegangan yang diperlukan pada pengelasan posisi datar dengan elektroda bergaris tengah 3 sampai 6 mm adalah 20 sampai 30 volt (Wirjosumarto dan Okumara, 2000: 224).

3. Kecepatan pengelasan

Menurut Wirjosumarto dan Okumara, (2000) “Kecepatan pengelasan tergantung pada jenis elektroda, diameter inti elektroda, bahan yang dilas, geometri sambungan, ketelitian sambungan dan lain-lainnya”. Kecepatan pengelasan berbanding lurus dengan arus las, sehingga arus yang besar diperlukan pada pengelasan dengan kecepatan tinggi. Bila kecepatan pengelasan dinaikkan maka masukan panas (*heat input*) juga berkurang sehingga meminimalkan terjadinya perubahan bentuk (*deformasi*) benda yang dilas.

Pada pengelasan MIG (Metal Inert Gas) kecepatan pengelasan akan berpengaruh terhadap lebar laju las dan kedalaman penetrasi sehingga mempengaruhi kekuatan tarik dari sambungan las. Pengelasan pada aluminium harus dilakukan dengan kecepatan yang tepat sehingga logam induk tidak mencair secara berlebihan karena rendahnya

kecepatan pengelasan ataupun terjadinya *incomplete penetration* karena terlalu tingginya kecepatan pengelasan.

4. Gas pelindung

Pada las MIG (*Metal Inert Gas*), gas pelindung berupa gas mulia digunakan untuk melindungi busur las dan logam yang mencair dari kontaminasi udara luar. Dinamakan gas mulia karena gas tersebut tidak bereaksi dengan logam maupun gas lainnya sehingga melindungi lasan dari pengaruh udara luar. Gas pelindung yang umum digunakan dalam pengelasan MIG adalah gas Argon (Ar) dan Helium (He) atau campuran dari keduanya. Namun gas Argon (Ar) dengan kemurnian 99,9% sering digunakan pada pengelasan aluminium. Hal ini dikarenakan pengelasan menggunakan gas Argon (Ar) menghasilkan konduktivitas panas melalui busur yang lebih besar sehingga tepat digunakan pada pengelasan Aluminium yang merupakan logam dengan konduktivitas panas yang tinggi.

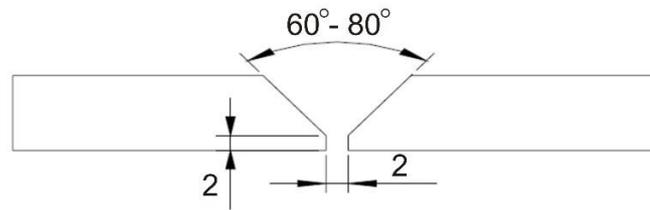
2.2.4 Sambungan Las

Sambungan las berfungsi untuk meneruskan beban atau tegangan pada sambungan logam. Mengingat pentingnya fungsi dari sambungan las tersebut, setidaknya sambungan las diharapkan mempunyai kekuatan yang sama dengan logam induk

Diantara sambungan las yang ada, sambungan tumpul (*butt joint*) merupakan sambungan yang paling efektif. Sambungan tumpul dibagi menjadi dua, yaitu sambungan penetrasi penuh dan sambungan penetrasi sebagian. Sambungan tumpul dipakai pada ujung plat yang datar dan memiliki ketebalan yang sama.

Sambungan kampuh V digunakan pada sambungan logam dengan ketebalan 6 mm sampai dengan 15 mm. Ada dua macam sambungan kampuh V yaitu sambungan kampuh V terbuka dan sambungan kampuh V tertutup. Sambungan kampuh V terbuka digunakan pada sambungan logam dengan ketebalan 6 mm - 15 mm

dengan sudut kampuh 60° - 80° , jarak akar (*root opening*) 2 mm, tinggi akar (*root face*) 1-2 mm (Sonawan, 2004).



Gambar 2.2 Kampuh V

Sumber : (Sonawan, 2004)

2.2.5 Siklus Termal Daerah Lasan

Daerah lasan terdiri dari 3 bagian yaitu logam las (*weld metal*), HAZ (*heat affected zone*) atau daerah yang terpengaruh panas dan logam induk (*base metal*). (Wiryosumarto, 2000:56)

1. Logam Las (*weld metal*)

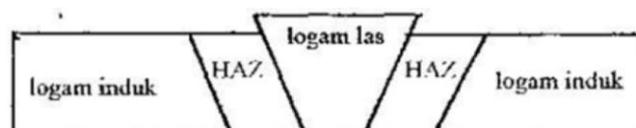
Merupakan deposit las dari logam yang mencair bersama dengan logam pengisi (*filler*) dan kemudian membeku pada saat pengelasan.

2. Logam Induk (*base metal*)

Bagian dari logam dasar dimana panas dan suhu pengelasan tidak merubah sifat-sifat dan strukturnya. Hal itu disebabkan karena temperatur pada logam induk saat pengelasan tidak mencapai temperatur kritis.

3. *Heat Affected Zone* (HAZ)

Logam dasar yang terpengaruh oleh panas akibat pengelasan sehingga mengalami siklus pemanasan dan pendinginan dengan cepat.



Gambar 2.3 Bagian sambungan las

Pada proses pengelasan perubahan metalurgi terpenting adalah perubahan struktur mikro yang terjadi pada *weld metal* dan HAZ. Perubahan struktur mikro pada daerah tersebut akan mempengaruhi sifat mekanik pada sambungan las, seperti kekuatan tarik dan kekerasannya (Aisyah 2011: 16).

2.2.6 Aluminium

Aluminium merupakan logam non ferro yang banyak dimanfaatkan dalam dunia industri. Aluminium mempunyai ketahanan yang baik terhadap korosi dan juga merupakan konduktor panas dan listrik yang baik. Aluminium adalah logam ringan dengan massa jenis $2,7\text{g/cm}^3$ dan memiliki titik cair 600°C .

Pada permukaan aluminium terdapat lapisan oksida (Al_2O_3) yang berfungsi untuk melindungi aluminium dari korosi. Lapisan ini merupakan lapisan yang keras dan mempunyai titik lebur yang tinggi sekitar 2050°C . Karena titik lebur yang jauh lebih tinggi dari logam induknya, lapisan tersebut menjadi masalah serius pada proses pengelasan aluminium sehingga sulit untuk mencampur logam dasar dan logam pengisi dan sehingga menyebabkan peleburan yang tidak sempurna dan mengakibatkan cacat berupa lubang-lubang halus pada hasil lasan (Sonawan & Suratman, 2004).

Untuk menghilangkan lapisan oksida (Al_2O_3), permukaan yang akan dilas harus disikat dengan sikat baja terlebih dahulu. Penggunaan gas mulia pada saat pengelasan akan mencegah lapisan oksida terbentuk kembali, juga mencegah terjadinya endapan zat-zat yang tidak diinginkan terbentuk selama proses pengelasan.

Aluminium memiliki susunan struktur kristal berupa Face Centered Cubic (FCC) yang menjadikan aluminium mempunyai sifat mampu mesin yang baik. Untuk meningkatkan sifat mekanik pada aluminium, ditambahkan Cu, Mn, Si, Mg, Zn sebagai paduan. Menurut (Wiryosumarto & Okumura, 2000:114) berdasarkan paduannya aluminium diklasifikasikan menjadi 7 jenis:

1. Jenis Al-murni teknik (seri 1000)

Jenis ini adalah aluminium dengan kemurnian antara 99,0 dan 99,9%. Aluminium dalam seri ini di samping sifatnya yang baik dalam tahan karat, konduksi panas dan konduksi listrik juga memiliki sifat yang memuaskan dalam mampu las dan mampu potong. Hal yang kurang menguntungkan adalah kekuatannya yang rendah.

2. Jenis Paduan Al-Cu (Seri 2000)

Jenis paduan Al-Cu adalah jenis yang dapat diperlakukan. Dengan melalui pengerasan endap atau penyepuhan sifat mekanik paduan ini dapat menyamai sifat dari baja lunak, tetapi daya tahan korosinya rendah bila dibanding dengan jenis paduan yang lainnya. Sifat mampu-lasnya juga kurang baik, karena itu paduan jenis ini biasanya digunakan pada konstruksi keling dan banyak sekali digunakan dalam konstruksi pesawat terbang seperti duralumin (2011) dan super duralumin (2024).

3. Jenis Paduan Al-Mn (seri 3000)

Paduan ini adalah jenis yang tidak dapat diperlakukan sehingga kenaikan kekuatannya hanya dapat diusahakan melalui pengerjaan dingin dalam proses pembuatannya. Bila dibandingkan dengan jenis Al-murni paduan ini mempunyai sifat yang sama dalam hal daya tahan korosi, mampu potong dan sifat mampu lasnya. Dalam hal kekuatan jenis paduan ini lebih unggul dari pada jenis Al-murni.

4. Jenis Paduan Al-Si (seri 4000)

Paduan Al-Si termasuk jenis yang tidak dapat diperlakukan. Jenis ini dalam keadaan cair mempunyai sifat mampu alir yang baik dan dalam proses pembekuannya hampir tidak terjadi retak. Karena sifat-sifatnya, maka paduan jenis Al-Si banyak digunakan sebagai bahan atau logam las dalam pengelasan paduan aluminium baik paduan cor maupun paduan tempa.

5. Jenis Paduan Al-Mg (Seri 5000)

Jenis ini termasuk paduan yang tidak dapat diperlaku-panaskan, tetapi mempunyai sifat yang baik dalam daya tahan korosi, terutama korosi oleh air laut, dan dalam sifat mampu-lasnya. Paduan Al-Mg banyak digunakan tidak hanya dalam konstruksi umum, tetapi juga untuk tangki-tangki penyimpanan gas alam cair dan oksigen cair.

6. Jenis Paduan Al-Mg-Si (seri 6000)

Paduan ini termasuk dalam jenis yang dapat diperlaku-panaskan dan mempunyai sifat mampu-potong, mampu las dan daya tahan korosi yang cukup. Sifat yang kurang baik dari paduan ini adalah terjadinya pelunakan pada daerah las sebagai akibat dari panas pengelasan yang timbul

7. Jenis Paduan Al-Zn (Seri 7000)

Paduan ini termasuk jenis yang tidak dapat diperlaku-panaskan. Biasanya dalam paduan pokok Al-Zn ditambahkan Mg, Cu, dan Cr maka kekuatan tarik yang didapat bisa mencapai 50 kg/mm². Paduan ini dinamakan juga super duralium. Berlawanan dengan kekuatannya sifat mampu las dan daya tahannya terhadap korosi kurang menguntungkan.

Al 6061 merupakan paduan Aluminium (Al) Magnesium (Mg) Silicon, paduan jenis ini termasuk yang dapat diperlaku-panaskan, mempunyai sifat mampu las, mampu potong dan mampu bentuk yang baik dan tahan terhadap korosi. Sifat yang kurang baik pada paduan ini adalah terjadinya pelunakan pada daerah las dikarenakan panas pengelasan yang timbul.

Tabel 2.1 Komposisi kimia Al 6061

Unsur	Nilai %
Silicon (Si)	0,40 - 0,80
Iron (Fe)	0,70
Copper (Cu)	0,15 - 0,40
Manganese (Mn)	0,15
Magnesium (Mg)	0,80 – 1,20
Chromium (Cr)	0,04 - 0,35
Zinc (Zn)	0,25
Titanium (Ti)	0,15
Other (Each)	0,05
Other (Total)	0,15
Aluminium (Al)	<i>balance</i>

Sumber : (ASTM B221)

2.2.7 Uji Tarik

Pengujian tarik dikerjakan untuk mengetahui nilai kekuatan tarik maksimal, regangan maksimal dan pertambahan panjang dari specimen uji. Melalui kurva uji tarik dapat dilihat nilai kekuatan tarik dan elastisitas dari specimen uji. Pengujian ini juga dilakukan untuk melengkapi data rancangan dasar kekuatan suatu material dan sebagai data pendukung untuk spesifikasi bahan.

Sifat dari logam induk (*base metal*), logam las (*weld metal*), dan HAZ serta distribusi tegangan pada sambungan las akan mempengaruhi nilai kekuatan tarik. Pada pengujian ini beban dinaikkan bertahap hingga specimen patah. Berikut adalah sifat-sifat yang dihasilkan oleh pengujian tarik dan persamaannya menurut Wiryosumarto dan Okumura (2000:181).

1. Kekuatan tarik maksimal (σ)

Kekuatan tarik maksimal merupakan tegangan maksimum yang dapat ditahan oleh spesimen uji sebelum material putus/patah. Dirumuskan dengan persamaan:

$$\sigma = \frac{F}{A_0} \text{ kg/mm}^2$$

Dimana : σ = Tegangan (kg/mm^2)

F = Beban (Kg)

A_0 = Luas penampang mula-mula (mm^2)

2. Regangan maksimal (e)

Regangan maksimal merupakan pertambahan panjang material terhadap panjang mula-mula setelah dilakukan pembebanan hingga material putus. Dirumuskan dengan persamaan:

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

$$\varepsilon = \frac{\Delta L}{L_0} \times 100\%$$

Dimana : ε = Regangan (%)

L_0 = Panjang awal dari material uji (mm)

L = Panjang sesudah terjadi pembebanan (mm)

ΔL = Pertambahan panjang material uji (mm)

3. Modulus Elastisitas (E)

Modulus elastisitas adalah ukuran kekakuan suatu material pada grafik tegangan regangan. Modulus elastisitas didefinisikan sebagai kemiringan dari kurva tegangan-regangan pada daerah deformasi elastis. Nilai modulus elastisitas yang semakin besar menunjukkan material yang semakin kaku.

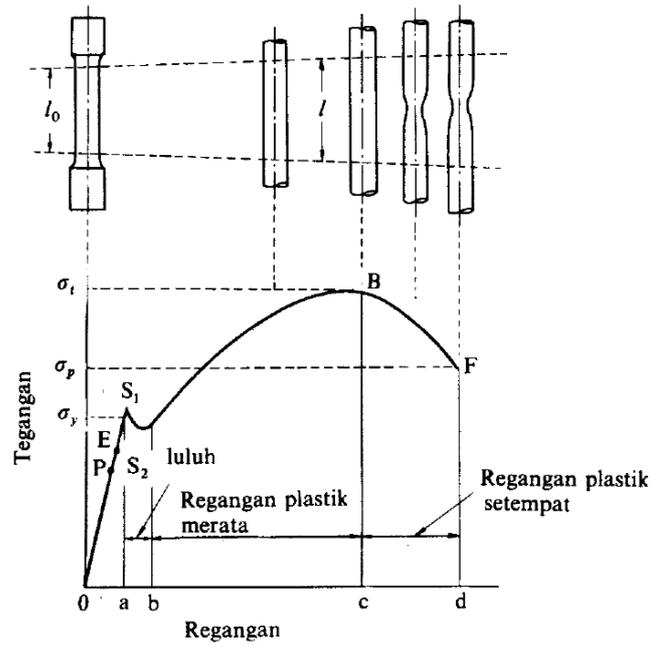
Modulus elastisitas dirumuskan dengan persamaan :

$$E = \frac{\sigma}{e}$$

Dimana : E = Modulus elastisitas

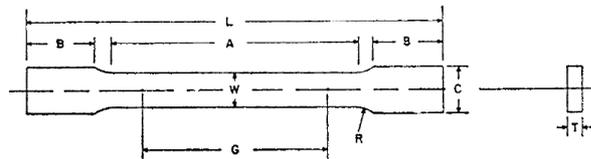
σ = Tegangan (kg/mm^2)

e = Regangan (%)



Gambar 2.4 Kurva tegangan – regangan
 Sumber : (Wirjosumarto & Okumura, 2000:182)

ASTM E8/E8M – 09



	Dimensions		
	Standard Specimens		Subsize Specimen
	Plate-Type, 40 mm [1.500 in.] Wide	Sheet-Type, 12.5 mm [0.500 in.] Wide	6 mm [0.250 in.] Wide
	mm [in.]	mm [in.]	mm [in.]
G—Gage length (Note 1 and Note 2)	200.0 ± 0.2 [8.00 ± 0.01]	50.0 ± 0.1 [2.000 ± 0.005]	25.0 ± 0.1 [1.000 ± 0.003]
W—Width (Note 3 and Note 4)	40.0 ± 2.0 [1.500 ± 0.125, -0.250]	12.5 ± 0.2 [0.500 ± 0.010]	6.0 ± 0.1 [0.250 ± 0.005]
T—Thickness (Note 5)		thickness of material 12.5 [0.500]	6 [0.250]
R—Radius of fillet, min (Note 6)	25 [1]	12.5 [0.500]	6 [0.250]
L—Overall length, min (Note 2, Note 7, and Note 8)	450 [18]	200 [8]	100 [4]
A—Length of reduced section, min	225 [9]	57 [2.25]	32 [1.25]
B—Length of grip section, min (Note 9)	75 [3]	50 [2]	30 [1.25]
C—Width of grip section, approximate (Note 4 and Note 9)	50 [2]	20 [0.750]	10 [0.375]

Gambar 2.5 Spesimen uji tarik berdasarkan standar ASTM E8/E8M-09

Sumber : (ASTM E8, 2010)

2.2.8 Uji Foto Struktur Mikro

Pengamatan foto struktur mikro dikerjakan untuk mengetahui struktur material dalam jumlah yang kecil. Pengamatan struktur mikro menggunakan mikroskop optik untuk mengamati struktur material dikarenakan struktur tersebut tidak terlihat dengan mata telanjang.

Sebelum dilakukan pengamatan struktur mikro pada material, terlebih dahulu dilakukan pengefraisan, pengampelasan, pemolesan dan pengetsaan pada spesimen uji sebagai bagian dari persiapan uji foto struktur mikro (Wijoyo & Aji, 2015).

