

BAB II

LANDASAN TEORI

2.1 Aluminium

2.1.1 Sejarah Aluminium

Aluminium ditemukan oleh Sir Humphrey Davy dalam tahun 1809 sebagai suatu unsur dan pertama kali direduksi sebagai logam oleh H . C. Oersted, tahun 1825. Secara industri tahun 1886, Paul Heroult di Perancis dan C.M. Hall di Amerika Serikat secara terpisah telah memperoleh logam aluminium dari alumina dengan cara elektrolisasi dari garam yang terfusi. Sampai sekarang proses Heroult Hall masih dipakai untuk memproduksi aluminium. Penggunaan aluminium sebagai logam setiap tahunnya adalah urutan yang kedua setelah besi dan baja, yang tertinggi di antara logam *non-ferrous* [11].

Aluminium adalah logam kedua yang paling umum dalam kerak bumi setelah silikon. Karena kelimpahan dan keunggulannya penggunaan aluminium menjadi sangat populer karena hampir bisa di aplikasikan disemua bidang, sehingga industri aluminium memiliki produk yang banyak digunakan di masyarakat [15]. Aluminium memiliki nomor atom 13 dan simbol Al dalam tabel periodik. Logam ini memiliki massa atom sebesar 26,98 gram per mol dan titik leleh sekitar 660 derajat Celsius.

Pada dasarnya aluminium murni adalah logam lunak, lemah, dan ringan (kurang dari sepertiga berat baja, tembaga, dan kuningan), tetapi kuat, ulet, mudah dibentuk, tahan terhadap korosi, dan merupakan konduktor panas dan listrik bagus [13]. Seiring berkembangnya teknologi penggunaan aluminium semakin meluas

diberbagai bidang maka dari itu para ilmuwan membuat beberapa paduan aluminium dengan memadukan beberapa unsur seperti aluminium dengan tembaga (Al-Cu) dan aluminium dengan tembaga serta magnesium (Al-Cu-Mg). Berikut ini adalah klasifikasi paduan aluminium secara garis besar [11] ditunjukkan pada tabel 2.1 sebagai berikut:

Tabel 2. 1 Klasifikasi paduan aluminium

Kode Klasifikasi	Unsur paduan utama	Keterangan
1XXX	Aluminium 99%	
2XXX	Cu	Bisa perlakuan panas
3XXX	Mn	Tidak bisa perlakuan panas
4XXX	Si	Tidak bisa perlakuan panas
5XXX	Mg	Tidak bisa perlakuan panas
6XXX	Mg+Si	Bisa perlakuan panas
7XXX	Zn	Bisa perlakuan panas

2.1.2 Karakteristik dan Sifat Aluminium

Berikut ini beberapa karakteristik dan sifat aluminium yang paling mencolok adalah:

1. Ringan: Aluminium memiliki berat jenis yang lebih rendah dari besi dan baja, sekitar 1/3 dari berat jenis besi atau tembaga, yang membuatnya mudah dibawa dan diterapkan dalam berbagai produk.
2. Tahan korosi: Aluminium memiliki lapisan oksida yang melindungi permukaannya dari korosi, yang membuatnya ideal untuk digunakan dalam lingkungan yang basah atau humid.

3. Penghantar panas dan listrik: Aluminium memiliki konduktivitas panas dan listrik yang tinggi, yang membuatnya ideal untuk digunakan sebagai penghantar panas dan listrik.
4. Mampu bentuk: Aluminium mudah dibentuk dan dibentuk dengan kekuatan tarik yang tinggi, yang membuatnya ideal untuk digunakan dalam produk yang membutuhkan bentuk yang rumit.
5. Ketahanan aus: Aluminium memiliki ketahanan aus yang baik, yang membuatnya ideal untuk digunakan sebagai material dalam industri pesawat terbang.

2.1.3 Aluminium A2011

Aluminium A2011 adalah paduan aluminium dengan tembaga yang memiliki kekuatan mekanis yang tinggi dan sifat pemesinan yang bagus, yang membuatnya cocok untuk berbagai aplikasi yang memerlukan bagian-bagian yang kompleks. Namun tahanan korosinya yang buruk dan sifat mampu las yang buruk memerlukan langkah-langkah tambahan untuk perlindungan permukaan dan fabrikasi.

Aluminium A2011 mempunyai komposisi penyusun utama seperti ditunjukkan pada tabel 2. 2 sebagai berikut:

Tabel 2. 2 Komposisi aluminium

No.	Unsur Paduan	Jumlah (%)
1	Aluminium (Al)	91,2 - 94,6
2	Tembaga (Cu)	5 - 6
3	Bismut (Bi)	0,2 - 0,6
4	Timbal (Pb)	0,2 – 0,6
5	Silikon (Si)	≤ 0,4

6	Seng (Zn)	≤ 0.3
---	-----------	------------

Dengan komposisi utama yang sudah dijelaskan pada tabel 2. 2 sehingga membuat aluminium 2011 mempunyai nilai *mechanical properties* seperti yang akan dijelaskan pada tabel 2.3 sebagai berikut:

Tabel 2. 3 *Mechanical properties* aluminium A2011

No.	Jenis sifat	Nilai
1	<i>Density (p)</i>	2,58 g/cm ³
2	<i>Modulus young (E)</i>	70 GPa
3	<i>Tensile strenght (σ_t)</i>	172 MPa
4	<i>Poisson's ratio (v)</i>	0,3
5	<i>Thermal conductivity (K)</i>	84 W/(m.k),
6	<i>Specific heat capacity (c)</i>	836 J/(Kg.K).

Dengan mengetahui dan memahami sifat dan sifat mekanis dari aluminium A2011 maka para insinyur dan desainer dapat memanfaatkan keunggulan aluminium A2011 secara efektif dalam berbagai aplikasi, serta memperhitungkan batasan dan pertimbangan teknis yang relevan.

2.1.4 Manfaat Aluminium A2011

Aluminium A2011 adalah paduan aluminium *Free Machining Alloy* (FMA) karena sifatnya yang bagus dalam proses pemesinan dan banyak digunakan dalam berbagai bidang diantaranya:

1. Komponen mesin seperti poros, roda gigi, dan komponen lain yang berputar dengan cepat.
2. Komponen elektronik.
3. Suku cadang otomotif.
4. Komponen industri yang berputar dengan cepat dan memerlukan ketahanan tinggi.

2.2 Kuningan

2.2.1 Kuningan

Kuningan pada dasarnya adalah paduan tembaga dengan seng sebagai unsur paduan utamanya[9]. Kandungan tembaga pada kuningan merupakan komponen utama berkisar antara 60% hingga 96%, sedangkan seng dengan kisaran antara 32% hingga 40% ada juga campuran bahan lainnya seperti timah (Bi), kobalt (Co), timbal (Pb), selenium (Se) dan mangan (Mn) tetapi dengan presentase yang sedikit sesuai dengan kebutuhan dan sifat mekanis kuningan yang ingin dibuat [14]. Kuningan dengan presentase seng yang lebih tinggi memiliki sifat lebih kuat dan lebih keras tetapi sulit dibentuk dan memiliki ketahanan yang kurang terhadap korosi. Seng juga mempengaruhi warna pada kuningan, semakin banyak kandungan seng pada kuningan maka warna kuningan akan semakin kuning begitu pula sebaliknya jika kadar seng pada kuningan rendah maka warna yang dihasilkan akan menjadi coklat kemerahan.

Nilai *mechanical properties* pada kuningan bervariasi tergantung pada unsur paduannya dan akan dijelaskan pada tabel 2. 4

Tabel 2. 4 *Mechanical properties* kuningan

No.	Jenis sifat	Nilai
1	<i>Tensile strenght</i>	250 – 550 MPa
2	<i>Yield strenght</i>	100 – 500 MPa
3	<i>Modulus young</i>	96 – 120 GPa
4	<i>Poisson's ratio</i>	0,34 – 0,35

Pada dasarnya kuningan dibuat dengan cara meleburkan tembaga dalam tungku dan tanur dengan suhu 900°C sampai dengan 1200°C lalu ditambahkan campuran seng dan bahan lainnya hingga meleleh [3]. Variasi titik leleh tergantung daripada paduan komposisi tembaga dan seng, pada tabel 2. 5 merupakan titik leleh dari kuningan. Setelah campuran tersebut meleleh lalu kuningan dicetak sesuai dengan bentuk yang diinginkan.

Tabel 2. 5 Titik leleh standar kuningan [10]

Komposisi Bahan	Titik Leleh (°C)
85% Cu - 15% Zn	1.150 - 1.200
70% Cu - 30% Zn	1.080 - 1.130
60% Cu - 40% Zn	1.030 - 1.080

2.2.2 Jenis-Jenis Kuningan

Kuningan adalah paduan logam yang terdiri dari tembaga dan seng, dengan berbagai jenis yang memiliki komposisi dan karakteristik yang berbeda. Berikut adalah beberapa jenis kuningan dan karakteristiknya:

1. Kuningan *Alpha-Betha* (Muntz) disebut juga kuningan dupleks mengandung 35% hingga 45% seng dan memiliki kinerja yang sangat baik pada suhu tinggi.
2. Kuningan *Alpha* memiliki kandungan seng kurang dari 35% dan bekerja baik pada suhu rendah.
3. Kuningan *Cartridge* mengandung 30% seng menunjukkan karakteristik pengoperasian yang baik bahkan pada suhu rendah.
4. Kuningan Nikel tersusun atas 70% tembaga, 24,5% seng dan 5,5% nikel, biasanya digunakan untuk membuat uang koin.
5. Kuningan *Aich* mengandung 36% seng dan memiliki sifat yang tahan korosi, keras dan tangguh.
6. Kuningan Aluminium mengandung aluminium yang memberikan sifat seperti peningkatan ketahanan terhadap korosi.
7. Kuningan umum (paku keling) yang mengandung seng 37% mempunyai sifat kerja baik pada suhu rendah dan harganya murah.
8. Kuningan tinggi mengandung 65% tembaga dan 35% seng, mempunyai kekuatan tarik yang tinggi, banyak digunakan pada pegas, sekrup, dll.
9. Kuningan paduan rendah mengandung seng 20% mempunyai ciri warna kuning keemasan.
10. Kuningan mangan yang digunakan untuk membuat koin dolar di Amerika Serikat yang mengandung 70% tembaga, 29% seng, dan 13% mangan.
11. Kuningan merah mengandung 85% tembaga, 5% timah, 5% timbal dan 5% seng.

2.2.3 Karakteristik Kuningan

Kuningan adalah paduan logam yang terdiri dari tembaga dan seng, dengan berbagai karakteristik yang membuatnya sangat berguna dalam berbagai aplikasi.

Berikut adalah beberapa karakteristik utama kuningan:

1. Kemampuan mesin yang sangat baik.

Kuningan mudah dikerjakan dan cocok untuk proses manufaktur yang kompleks dan presisi.

2. Ketahanan korosi yang baik.

Kuningan memiliki ketahanan korosi yang baik, sehingga cocok untuk aplikasi yang terpapar kelembaban atau lingkungan yang keras.

3. Penampilan menarik.

Kuningan memiliki warna emas yang indah, menjadikannya pilihan populer untuk barang-barang dekoratif.

4. Konduktivitas listrik dan termal.

Kuningan memiliki konduktivitas listrik dan termal yang baik, memungkinkan untuk digunakan dalam komponen listrik dan penukaran panas.

5. Keuletan dan kelenturan.

Kuningan dapat dengan mudah dibentuk menjadi berbagai bentuk geometris yang kompleks tanpa kehilangan kekuatannya.

2.2.4 Pengaplikasian Kuningan

Karakteristik kuningan membuatnya sangat berguna dalam berbagai bidang, termasuk:

1. Ornamen bangunan.
2. Koin.
3. Hiasan dinding.
4. Perhiasan.
5. Komponen otomotif.
6. *Head* pipa.
7. Komponen listrik.
8. Alat music.

2.3 Nylon polyethylene

2.3.1 Nylon polyethylene

Nylon polyethelene atau yang biasa disebut nilon PE adalah kombinasi dari dua jenis bahan plastik (*nylon* dan *polyethylene*) yang memiliki karakteristik dan aplikasi yang berbeda. Kombinasi ini dapat memiliki sifat-sifat yang lebih baik daripada kedua bahan asalnya, tergantung pada proporsi dan jenis nylon yang digunakan. Nilon PE menjadi pengganti populer untuk aluminium, baja, perunggu, kuningan, kayu dan karet dalam aplikasi teknik. Nilon juga termasuk material termoplastik yaitu bahan plastik yang menjadi lunak jika mengalami pemanasan dan akan mengeras jika mengalami pendinginan.

2.3.2 Karakteristik Nylon polyethylene.

Berikut ini adalah beberapa karakteristik umum dari nilon PE:

1. Ringan.
2. Kuat/tangguh.
3. Mudah dibersihkan.
4. Tahan cuaca.

5. Insulator yang baik.
6. Aman untuk makanan.
7. Ketahanan kimia.
8. Stabil dalam lingkungan yang lembab.
9. Mudah di *machining*.

2.3.3 Pengaplikasian Nylon polyethylene.

Dikarenakan nilon PE mempunyai karakteristik seperti yang telah disebutkan diatas maka nilon PE sangat cocok diaplikasikan dalam banyak bidang seperti:

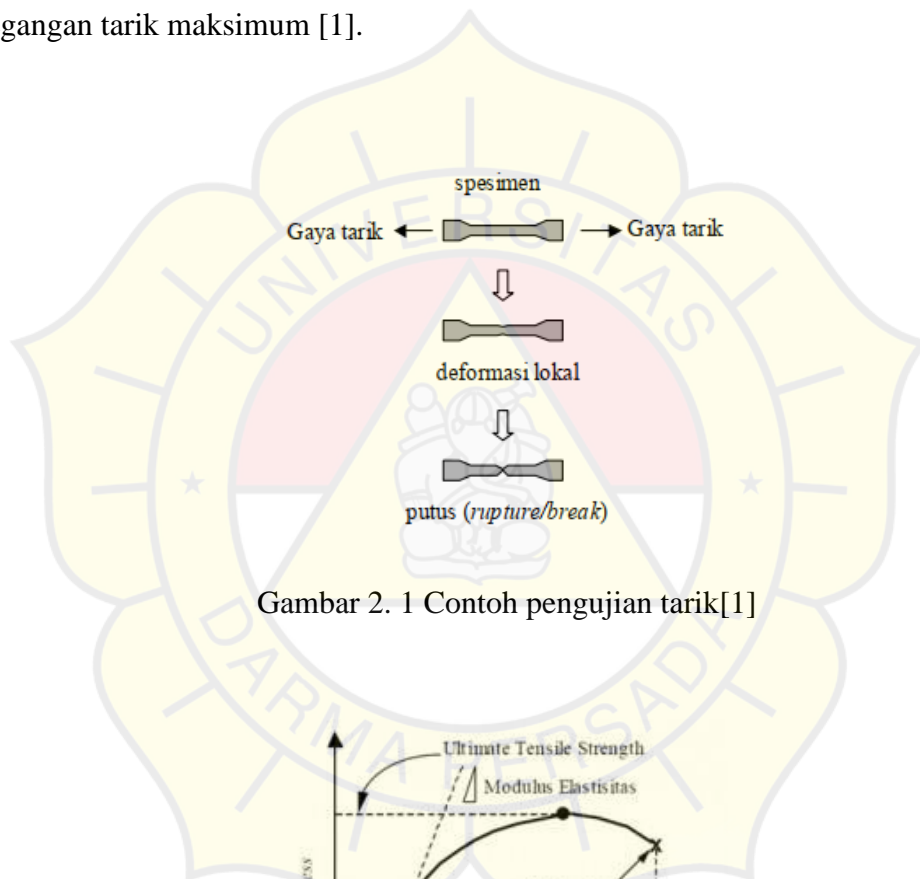
1. Roda gigi.
2. Gasket.
3. Ring.
4. Bantalan / *holder*.
5. Wadah kimia.
6. Wadah makanan.
7. Pengemasan dengan metode vacuum.

2.4 Pengujian Tarik

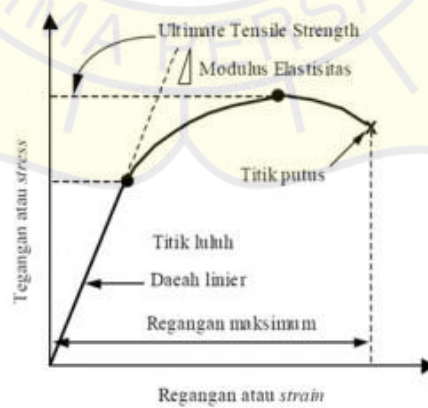
Salah satu cara untuk mengetahui sifat mekanis dari suatu material adalah dengan pengujian tarik (*tensile test*) yang bersifat merusak material (*destructive*) dengan metode pengujian ini dapat diketahui nilai maksimal dari tegangan (*stress*) dan regangan (*strain*) material tersebut.

Alat uji tarik adalah alat yang mengukur sifat mekanis suatu material. Alat uji tarik menggunakan sistem elektromekanis atau hidrolik untuk menerapkan beban tarik pada spesimen uji hingga rusak atau putus seperti digambarkan pada gambar 2.1. Selama pengujian, alat uji tarik akan mencatat laju pemanjangan, perubahan

panjang dan beban yang diberikan yang dapat digunakan untuk menentukan sifat material spesimen uji seperti digambarkan pada gambar 2.2. Kurva tersebut menunjukkan hubungan antara gaya yang diberikan pada uji tarik dengan perubahan panjang material uji, biasanya yang menjadi perhatian utama dalam pengujian tarik adalah kemampuan material atau spesimen uji dalam menahan beban maksimum atau biasa disebut *Ultimate Tensile Strength* dalam bahasa Indonesia disebut tegangan tarik maksimum [1].



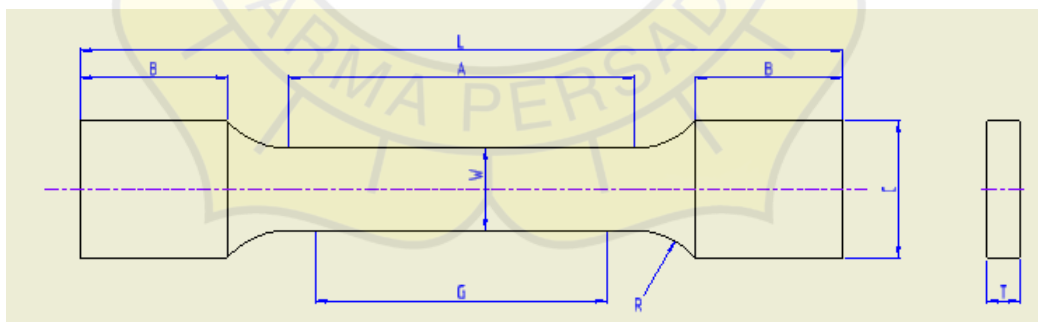
Gambar 2. 1 Contoh pengujian tarik[1]



Gambar 2. 2 Kurva tegangan-regangan

2.4.1 Standar Bentuk Spesimen Uji Tarik

Suatu standar sangatlah penting dalam sebuah pengujian dikarenakan hal ini bertujuan untuk konsistensi dan komparabilitas hasil yang diperoleh dari pengujian material mekanis pada logam. Dengan adanya suatu standar maka dapat dipastikan bahwa metode pengujian terstandarisasi dan dapat direproduksi, sehingga sifat mekanis logam-logam dapat dievaluasi secara andal. Hal ini sangat penting untuk jaminan kualitas, penelitian dan pengembangan, pemilihan material, dan tujuan perhitungan desain di banyak industri, termasuk otomotif, aerospace, konstruksi, dan banyak lagi. Berbagai organisasi nasional dan internasional, seperti Organisasi Internasional untuk Standardisasi (ISO standards), *American Society for Testing and Materials* (ASTM standards) dan *Japanese Industrial Standard* (JIS), bertanggung jawab untuk membuat dan memelihara standar logam. Standar logam menentukan parameter seperti geometri spesimen, proses pengujian, serta peralatan pengujian dan pengaturan pengujian. Pada gambar 2.3 adalah contoh untuk spesimen benda pipih.



Gambar 2. 3 Spesimen uji tarik benda pipih

Keterangan: Untuk Standar JIS 2241

Jika $T = >6$ mm

Jika $T = <6$ mm

A = 220 mm

A = 60 mm

C = Min 50 mm

C = Min 30 mm

W = 40 mm

W = 25 mm

G = 200 mm

G = 50 mm

R = 25 mm

R = 25 mm

B = Max 100 mm

B = Max 100 mm

L = 500 mm (Panjang total)

L = 300 mm (Panjang total)

Keterangan: Untuk Standar ASTM E8

Jika $T = 40$ mm

Jika $T = 12,5$ mm

A = 225 mm

A = 57 mm

C = 50 mm

C = 20 mm

W = 40 ± 2 mm

W = $12,5 \pm 0,2$ mm

G = $200 \pm 0,2$ mm

G = $50 \pm 0,1$ mm

R = 25 mm

R = 12,5 mm

B = 75 mm

B = 50 mm

L = 450 mm (Panjang total)

L = 200 mm (Panjang total)

2.4.2 Jenis – Jenis Patahan

Pada penelitian Tri Anggoro dkk, [12] yang berjudul “Analisa alat uji tarik buatan lokal dengan variasi bahan teknik terhadap kekuatan hasil pengujian” dijelaskan bahwa terdapat perbedaan jenis pada patahan yang dapat dilihat dan dinilai langsung sifat materialnya. Patahan yang dimaksud adalah patahan ulet

seperti digambarkan pada gambar 2.4 yang ditandai dengan seperti terjadi deformasi plastis yang cukup banyak pada patahannya.



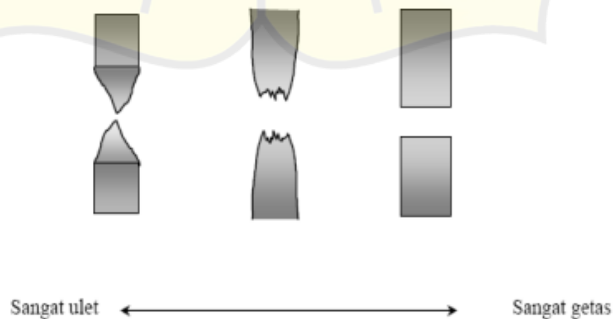
Gambar 2. 4 Bentuk patahan ulet[12]

Sedangkan patahan getas ditandai terjadinya perjalanan retak yang sangat cepat dibandingkan patahan ulet dengan penyebab energi yang lebih sedikit serta hampir tidak disertai dengan deformasi plastis atau dengan kata lain bentuk patahan getas adalah rata dan melipat seperti digambarkan pada gambar 2.5.



Gambar 2. 5 Bentuk patahan getas[12]

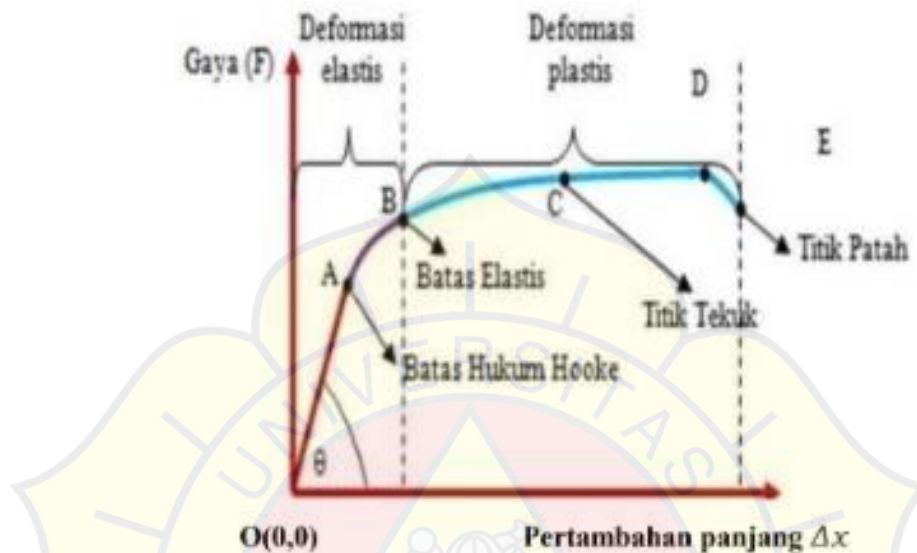
Dari contoh gambar 2. 5 bentuk patahan diatas maka dapat ditarik kesimpulan semakin rata bentuk patahan maka semakin getas material tersebut dan jika semakin terjadi deformasi plastis maka semakin ulet material tersebut, seperti diilustrasikan pada gambar 2. 6.



Gambar 2. 6 Ilustrasi bentuk perpatahan benda uji

2.4.3 Hukum Hooke

Prinsip kerja pada alat uji tarik adalah dengan menggunakan hukum hooke. Hukum Hooke menyatakan bahwa pada daerah elastis suatu benda, besarnya pertambahan panjang sebanding dengan gaya yang bekerja pada benda itu [16].



Gambar 2. 7 Grafik gaya dan pertambahan panjang

Pada gambar 2. 7 menunjukkan grafik gaya dan pertambahan panjang yang secara grafis menunjukkan hubungan antara gaya (F) yang bekerja pada benda elastis dengan pertambahan panjang panjang (Δx). Sampai pada titik batas hukum hooke, grafik berbentuk garis lurus (linier) yang artinya besar gaya F sebanding dengan pertambahan panjangnya Δx . Setelah titik ini, grafik tidak lagi berupa garis lurus lagi sampai pada titik batas elastisitasnya, ketika gaya dihilangkan, benda akan tetap kembali ke keadaan semula.

Rentang dari titik $O (0,0)$ sampai batas elastis disebut daerah elastis. Jika benda ditarik lagi melebihi batas elastisitas maka benda tersebut memasuki daerah plastis yang artinya ketika gaya dihilangkan benda tidak akan kembali ke keadaan semula dan benda akan mengalami rusak secara permanen (terdeformasi). Panjang

maksimum benda elastis dicapai pada titik patah. Gaya maksimum yang dapat diterapkan pada suatu benda elastis tanpa merusaknya disebut dengan kekuatan bahan atau material [5].

2.4.4 Tegangan (*Stress*)

Tegangan (*stress*) menurut Budynas dan Keith Nisbett[7] adalah besarnya distribusi gaya yang terjadi pada titik-titik suatu permukaan yang bersifat unik dan memiliki komponen searah maupun tangensial. Tegangan (*stress*) terbagi menjadi dua jenis, yaitu *normal stress* (gaya yang tegak lurus dan sejajar dengan bidang) biasa ditulis dengan simbol sigma (σ) dan *shear stress* (gaya yang menyimpang dengan bidang) biasa ditulis dengan simbol tau (τ). Dengan kata lain tegangan adalah gaya yang berkerja pada benda yang dibagi luas penampang. Persamaan tegangan secara matematis dapat ditulis seperti pada persamaan 2.1.

$$\sigma \text{ atau } \tau_{avg} = \frac{F}{A} \quad (2.1)$$

Keterangan:

σ = *Normal stress* (MPa)

τ_{avg} = *Average Shear Stress* (MPa)

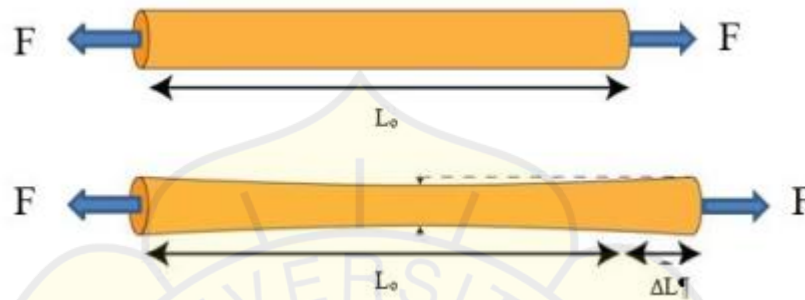
F = Gaya yang berkerja (N)

A = Luas penampang (mm²)

2.4.5 Regangan (*Strain*)

Regangan adalah ukuran deformasi suatu benda di bawah tegangan tarik dan didefinisikan sebagai perubahan fraksional panjang benda ketika benda mengalami tegangan tarik [8]. Dengan kata lain regangan pada uji tarik adalah penambahan panjang suatu benda atau spesimen uji terhadap panjang mula-mula yang

disebabkan oleh adanya gaya luar (gaya tarik) yang mempengaruhi benda atau spesimen uji sebelum spesimen tersebut putus atau patah. Untuk contoh sederhananya dapat dilihat pada gambar 2.8. Secara matematis dapat dikatakan regangan adalah pertambahan panjang terhadap panjang mula-mula dan regangan tidak memiliki satuan seperti ditunjukkan pada persamaan 2.2.



Gambar 2. 8 Contoh regangan[16]

$$\varepsilon = \frac{\Delta L}{L_0}$$

(2. 2)

Keterangan:

ε = Regangan

ΔL = Pertambahan panjang (mm)

L_0 = Panjang mula-mula (mm)

2.4.6 Modulus Elastisitas (*Modulus young*)

Modulus elastisitas (*Modulus young*) menunjukkan ketahanan material terhadap deformasi elastis [2]. Modulus elastisitas dapat didefinisikan juga sebagai perbandingan regangan terhadap tegangan, semakin besar nilai modulus elastisitas suatu benda maka semakin sulit benda tersebut untuk mengalami perubahan. Secara matematis dapat ditulis seperti pada persamaan 2.3.

$$E = \frac{\sigma}{\varepsilon} \quad (2.3)$$

Keterangan:

E = Modulus elastisitas (MPa)

σ = Tegangan (MPa)

ε = Regangan

2.4.7 Tegangan Tarik Maksimum (*Ultimate Tensile Strength*)

Tegangan tarik maksimum adalah tegangan maksimum yang bekerja pada bahan atau tegangan maksimum yang dapat ditanggung oleh material sebelum terjadinya perpatahan (*fracture*) [6]. Untuk mendapatkan tegangan tarik maksimum, perlu melakukan uji tarik pada spesimen dari material yang diinginkan. Setelah spesimen mengalami patah, dapat mengambil nilai gaya tarik maksimum yang dicapai dan menggunakan rumus (2.1) untuk menghitung kekuatan tarik maksimum. Untuk mengubah hasil dari tekanan (KgF) menjadi newton (N) maka dapat digunakan rumus 2.4

$$\text{Nilai Newton} = \text{Hasil KgF} \times 9,8 \quad (2.4)$$

2.5 Kekuatan Bahan

Kekuatan bahan merujuk pada kemampuan material untuk menahan beban tanpa mengalami kegagalan. Ini termasuk batas luluh (*yield strength*) dan tegangan maksimum (*ultimate tensile strength*). Material yang memiliki sifat ulet, seperti baja, dapat mengalami deformasi plastis sebelum patah, yang memberikan indikasi bahwa material tersebut masih dapat berfungsi meskipun telah mengalami kerusakan[4].

2.6 Kepresisian dan keakuratan

Keapresisian adalah istilah yang digunakan dalam konteks pengukuran untuk menggambarkan seberapa konsisten dan dapat diandalkan hasil pengukuran ketika dilakukan berulang kali dalam kondisi yang sama. Dalam pengertian yang lebih teknis, kepresisian, atau presisi, merujuk pada tingkat kedekatan hasil pengukuran satu sama lain, bukan seberapa dekat hasil tersebut dengan nilai sebenarnya atau nilai ideal (yang disebut akurasi).

Keakuratan adalah ukuran yang menunjukkan seberapa dekat hasil pengukuran dengan nilai yang sebenarnya. Dalam konteks pengukuran, keakuratan (atau akurasi) merujuk pada tingkat ketepatan alat ukur dalam memberikan hasil yang mendekati nilai sebenarnya dari objek yang diukur. Suatu alat dapat dihitung keakuratannya dengan menggunakan rumus 2. 5 sebagai berikut:

$$\text{Keakuratan} = \frac{\text{Hasil aktual}}{\text{Nilai parameter}} \times 100\% \quad (2. 5)$$

2.7 Hipotesis Penelitian

Pengujian hipotesis dilakukan dalam penelitian ini bertujuan untuk mengetahui apakah kinerja mesin uji tarik dengan kapasitas 450 Kg yang telah peneliti rancang telah sesuai dengan apa yang peneliti harapkan yaitu mampu berfungsi dan memutuskan spesimen uji serta menghasilkan *output* (data) secara grafik pada laptop atau aplikasi yang sesuai dengan *data sheet* dari matweb.