

# Kuliah 05: TEKNOLOGI PEMBENTUKAN

## Program Studi: Teknik Mesin



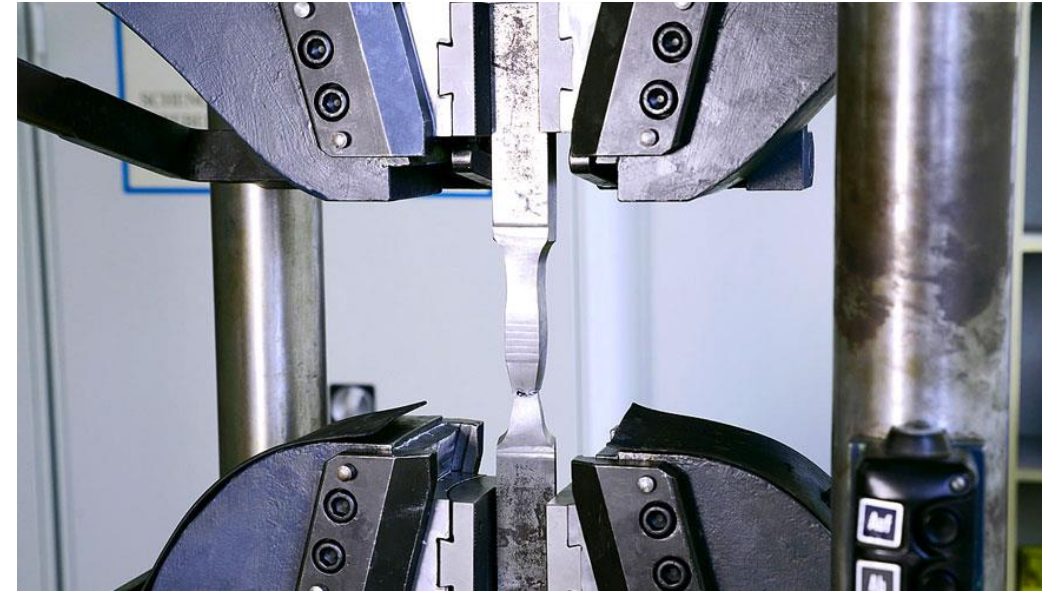
### **“Program Pembelajaran Kolaboratif”**

Dosen Pengampu :

- 1). Prof. Dr. Ir. Dwita Suastiyanti M.Si, IPM, ASEAN Eng. (Institut Teknologi Indonesia)
- 2). Victor Danny Waas, ST., MT. (Universitas Pattimura)

# Sifat-Sifat Mekanik dari Uji Tarik

- Sifat-sifat Mekanik yang bisa diperoleh dari pengujian tarik apabila ditinjau berdasarkan daerah elastis dan plastis.
- **Elastisitas** adalah kemampuan untuk berubah bentuk (deformasi) tanpa adanya perubahan bentuk yang permanen ketika beban dilepaskan.
- **Plastisitas** adalah kemampuan material untuk berdeformasi secara permanen tanpa terjadi patah.

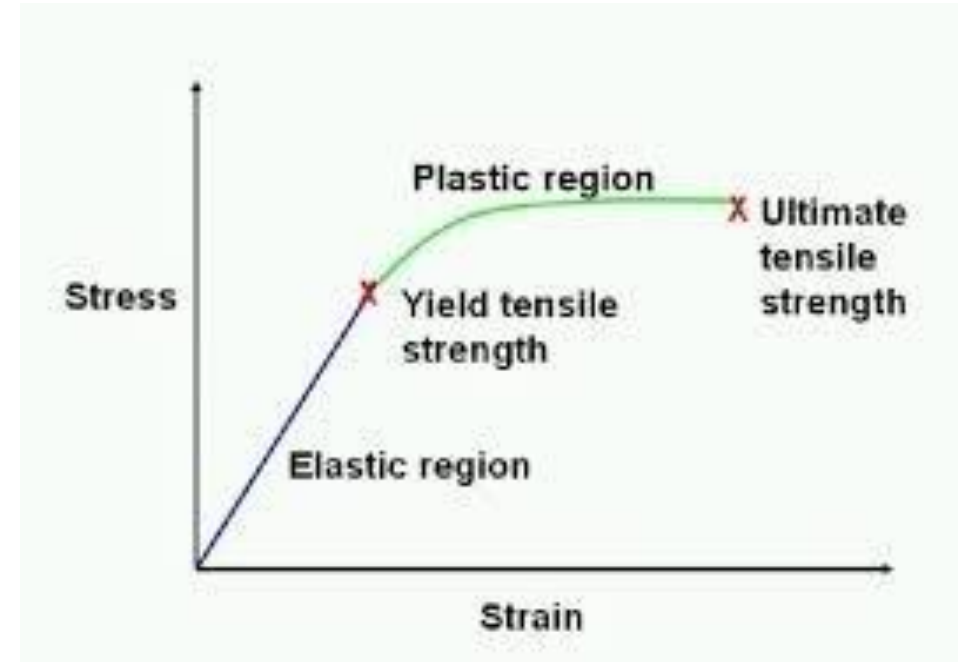


- **Sifat Mekanik Material pada Daerah Elastis**

1. Kekuatan Luluh (*Yield Strength*)
2. Kekakuan (*Stiffness*)
3. Kelentingan (*Resilience*)

- **Sifat Mekanik Material pada Daerah Plastis**

1. Kekuatan Tarik Maksimum (*Ultimate Tensile Strength*)
2. Keuletan (*Ductility*)
3. Ketangguhan (*Toughness*)

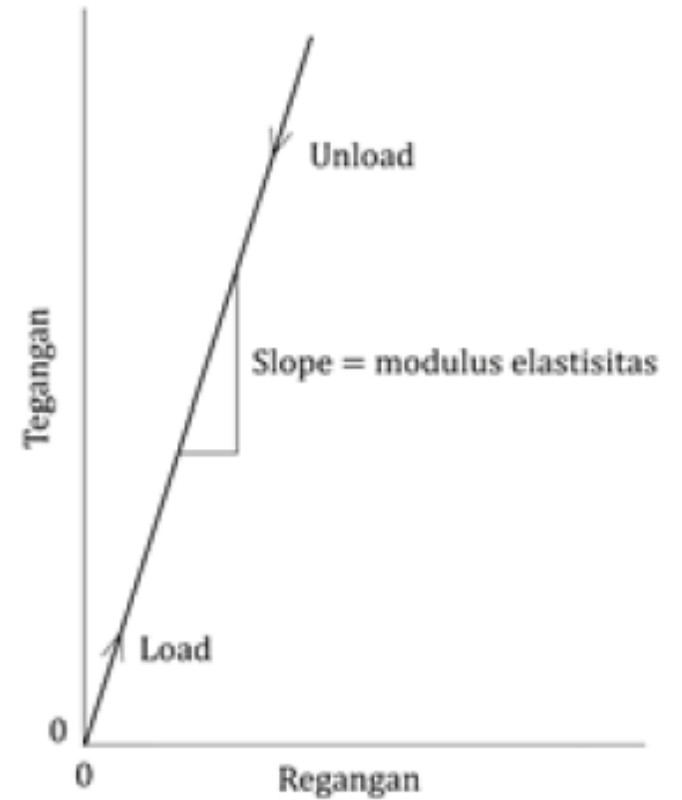


# Sifat Mekanik Material pada Daerah Elastis

Sifat	Deskripsi	Penentuan/rumus	Representatif
Kekuatan Luluh ( <i>Yield Strength</i> )	Kemampuan material menerima beban tanpa terjadi deformasi plastis	<ul style="list-style-type: none"> <li>Metode offset <i>yield strength</i> (nilai kekuatan dicari dengan menarik garis sejajar dengan garis elastis dari titik regangan 0.2%)</li> <li> <math display="block">\sigma_y = \frac{P_y}{A_0} \quad (4.3)</math> </li> </ul>	

Kekakuan (Stiffness) Ketahanan material terhadap deformasi elastis

$$E = \frac{\sigma_{el}}{\epsilon_{el}} \quad (4.4)$$



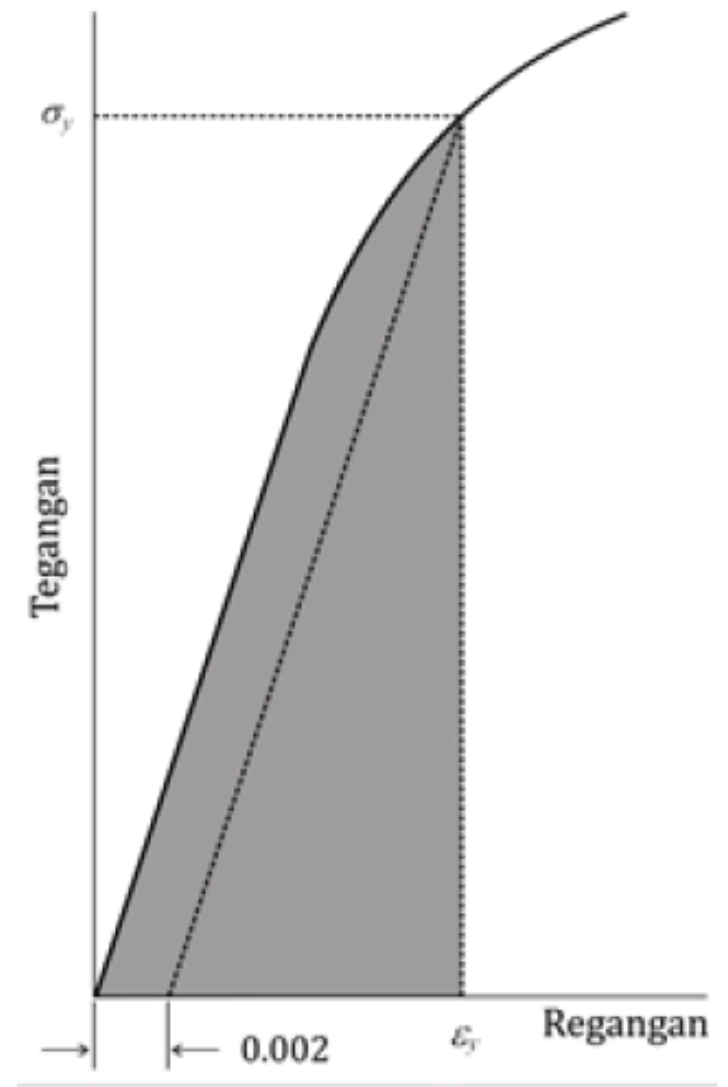
Resilien  
(*Ressil-  
ience*)

Energi yang  
diperlukan  
untuk men-  
capai batas  
elastis per-  
satuan  
volume

Luasan di  
bawah garis  
elastis

$$U_R = \frac{1}{2} \sigma_y \varepsilon_y \quad (4.5)$$

$$U_R = \frac{\sigma_y^2}{2E} \quad (4.6)$$

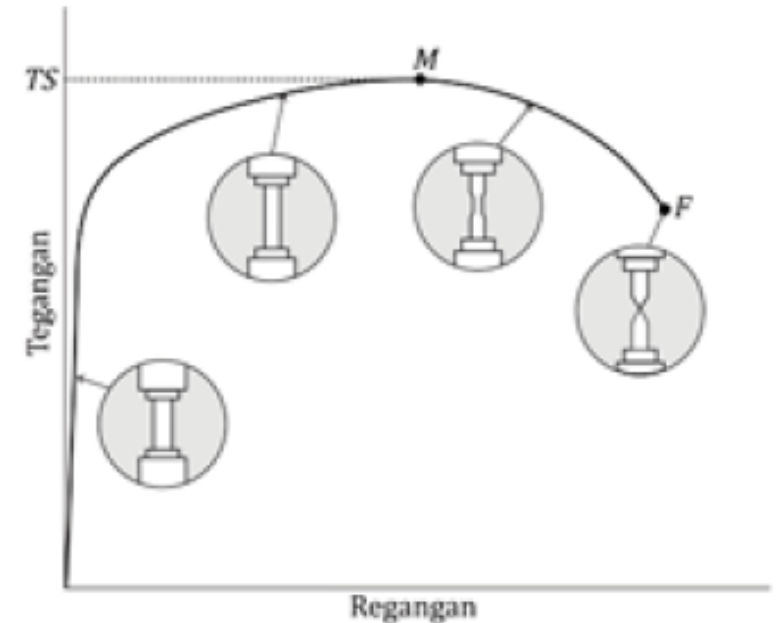


## Sifat Mekanik Material pada Daerah Plastis

Kekua-  
tan Tarik  
Maksimum  
(*Ultimate  
Tensile  
Strength* )

Kemam-  
puan mate-  
rial untuk  
menerima  
beban/  
tegangan  
tanpa men-  
jadi rusak/  
putus

$$UTS = \sigma_U = \frac{P_{\max}}{A_0} \quad (4.7)$$



Keuletan  
(*Ductility*)

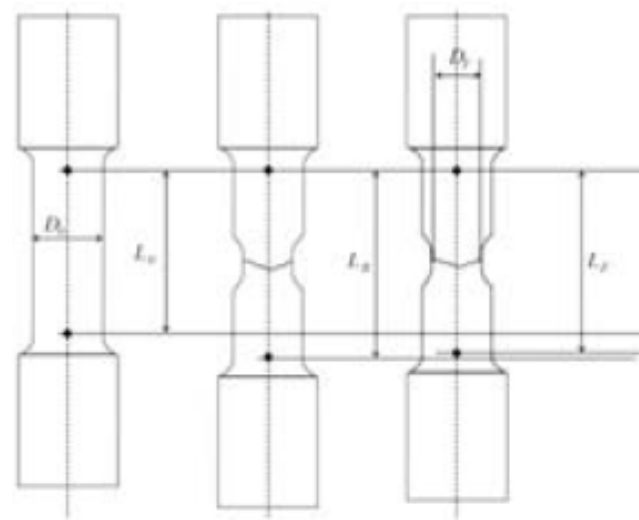
Kemampuan untuk berdeformasi secara plastis tanpa patah, dapat diukur dengan besarnya regangan plastis yang terjadi setelah batang uji putus

- *Elongation*

$$\%EL = \frac{L_f - L_0}{L_0} \times 100\% \quad (4.8)$$

- Reduksi area

$$\%RA = \frac{A_0 - A_f}{A_0} \times 100\% \quad (4.9)$$





Ketangguhan  
(*Toughness*)

Kemampuan menyerap energi tanpa mengakibatkan patah

Energi yang diperlukan untuk mematahkan satu satuan volume suatu bahan

Material ulet

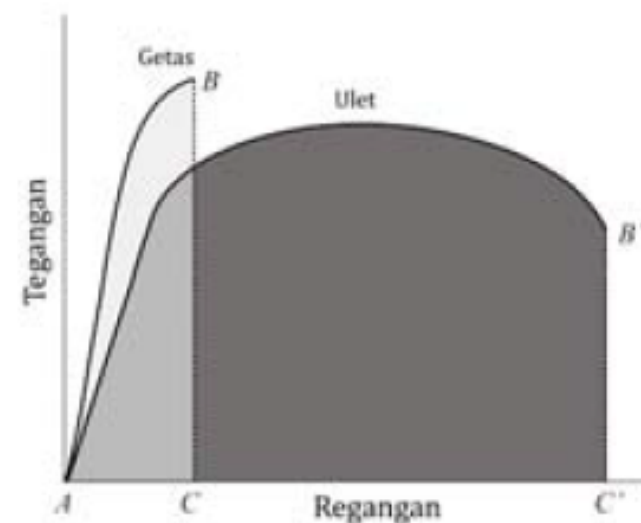
$$U_T = \sigma_{UTS} \cdot \epsilon_f \quad (4.10)$$

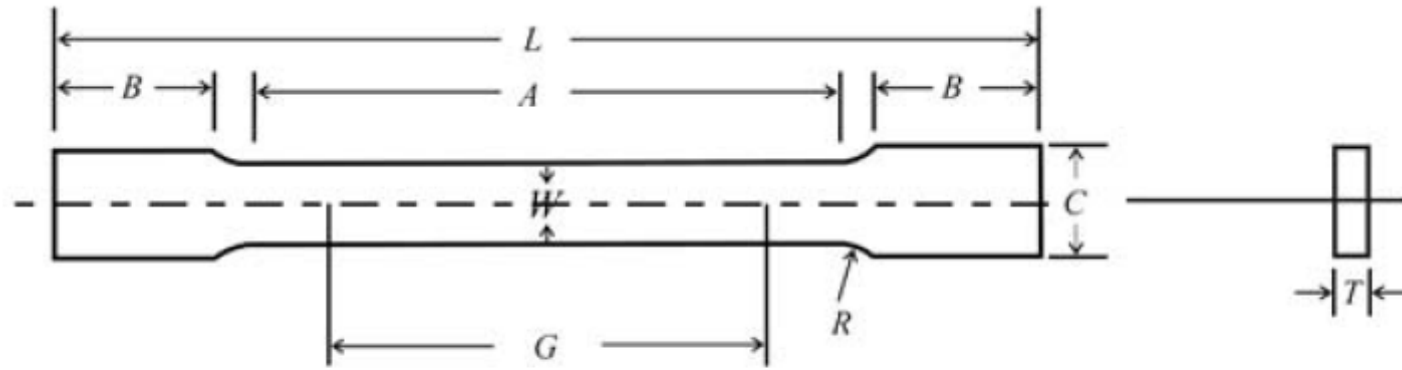
atau

$$U_T = \frac{\sigma_{UTS} + \sigma_y}{2} \cdot \epsilon_f \quad (4.11)$$

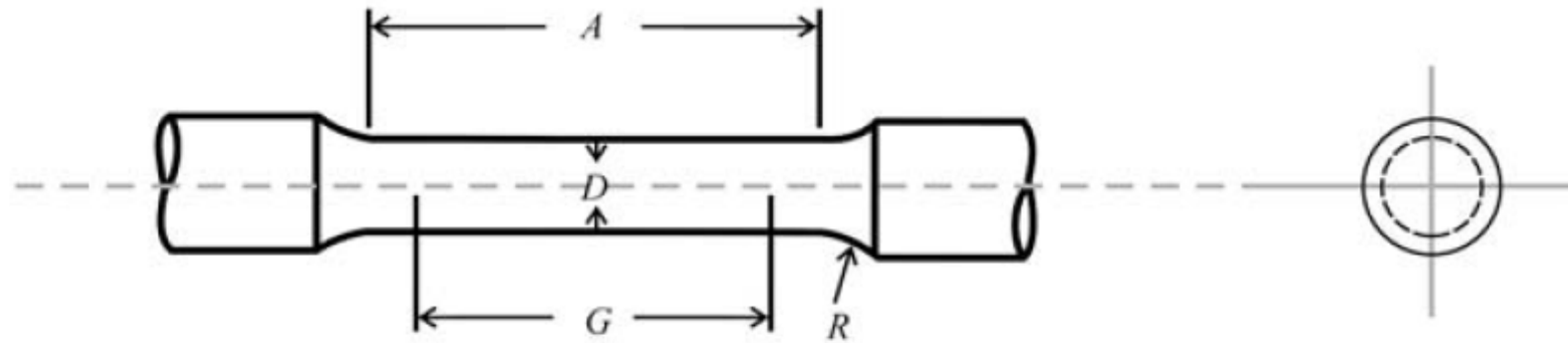
Material getas

$$U_T = \frac{2}{3} \sigma_{UTS} \cdot \epsilon_f \quad (4.12)$$





Gambar 4.8 Spesimen Uji Tarik berbentuk Plat (Penampang Persegi)



Gambar 4.9 Spesimen Uji Tarik berbentuk Silinder (Penampang Lingkaran)

**Standard Pengujian Tarik Logam umumnya adalah ASTM E8 dan JIS Z 2201**

Tabel 4.7 Dimensi standar pada spesimen uji Tarik sesuai ASTM E8

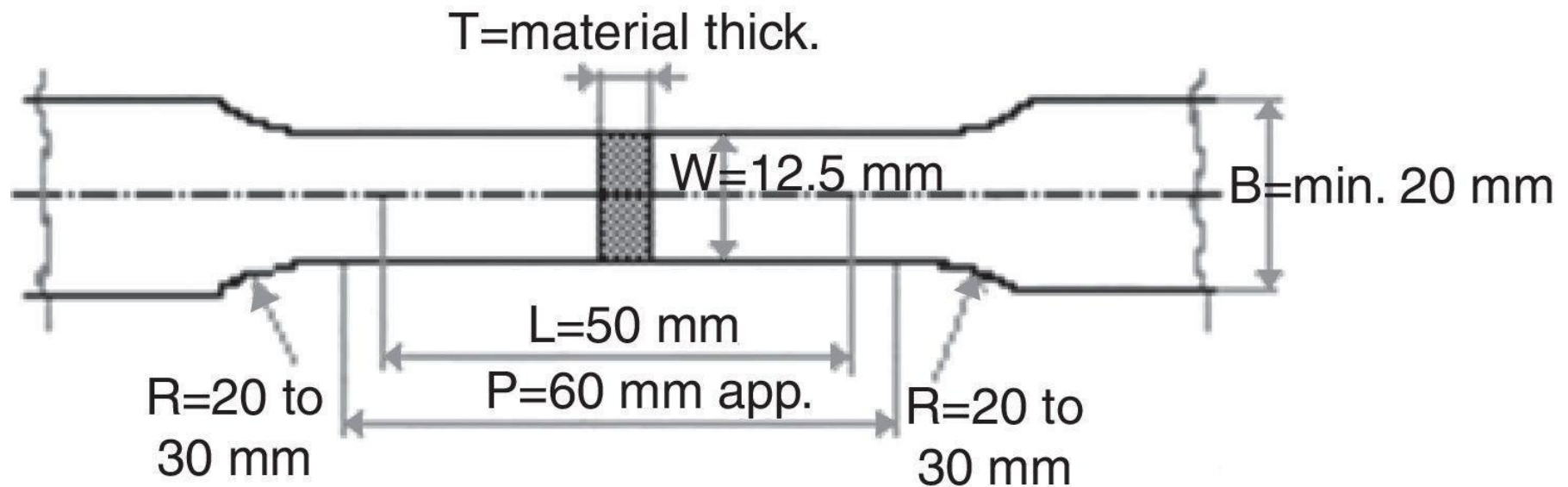
Parameter	Spesimen Plat (A)		Spesimen Silinder (B)
	Tipe Plat (Lebar 40 mm)	Tipe Lembaran (Lebar 12,5 mm)	
G (Gage length (mm))	200	50	50
W (Lebar (mm))	40	12,5	-
D (Diameter (mm))	-	-	12,5
T (Ketebalan (mm))	Ketebalan material		-
R (Jari-jari Fillet, min (mm))	25	12,5	10
L (Panjang Spesimen)	450	200	-
A (Panjang bagian yang tereduksi, min (mm))	225	57	56
B (Panjang bagian grip (mm))	75	50	-
C (Lebar bagian Grip (mm))	50	20	-

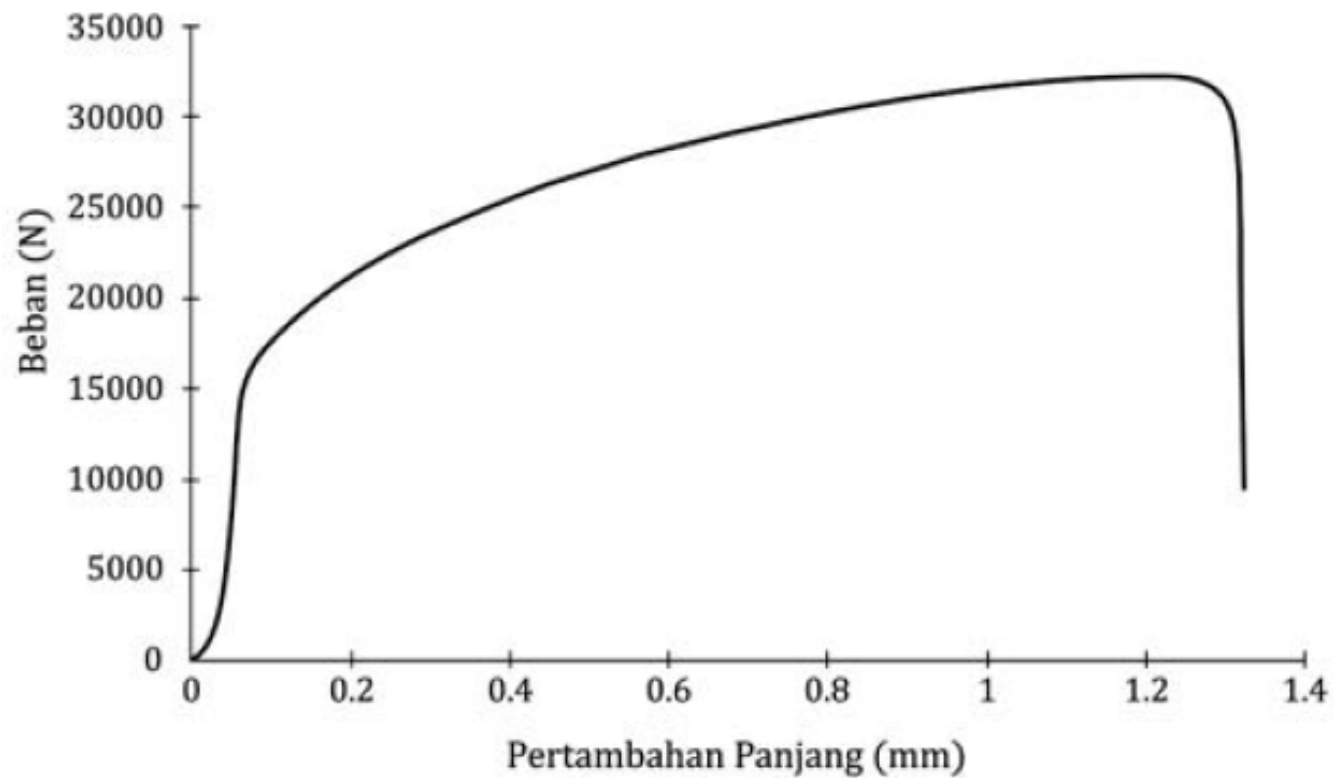
Tabel 4.8 Dimensi standar pada spesimen uji tarik sesuai JIS Z2201

Parameter	Spesimen Plat (A)	Spesimen Silinder (B)
	G (Gage length (mm))	50
W (Lebar (mm))	25	-
D (Diameter (mm))	-	14
T (Ketebalan (mm))	-	-
R (Jari-jari Fillet, min (mm))	15 min	15 min
L (Panjang Spesimen)	-	-
A (Panjang bagian yang tereduksi, min (mm))	60	60
B (Panjang bagian grip (mm))	-	-
C (Lebar bagian grip (mm))	30	-

# Contoh Perhitungan hasil uji tarik

- Berikut Data pengujian Tarik berdasarkan **JIS Z 2201**





Tabel 4.9 Data hasil pengujian tarik baja

Data	Nilai
Panjang <i>Gauge</i> awal (mm)	50
Panjang <i>Gauge</i> setelah patah (mm)	79.8
Ketebalan awal (mm)	1.91
Ketebalan setelah patah (mm)	1.04
Luas penampang awal (mm <sup>2</sup> )	46.78
Luas penampang setelah patah (mm <sup>2</sup> )	26.04
<i>Yield Point</i> (N)	14661.3
<i>Max Load</i> (N)	31761.5

- Setelah mendapat data-data diatas, langkah selanjutnya adalah mengkonversi **diagram beban-pertambahan panjang** menjadi **diagram tegangan-regangan teknik (*engineering stress-strain*)**.

$$\sigma = \frac{P}{A_0}$$

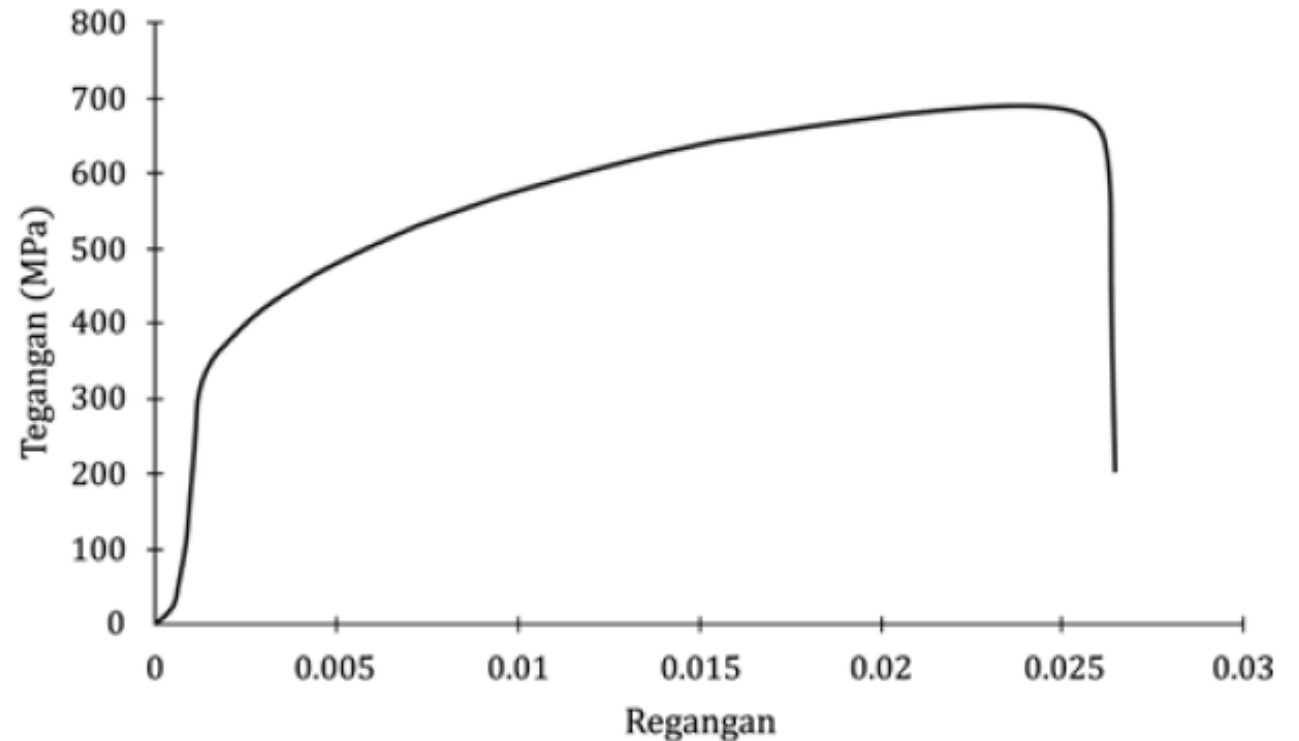
$$\sigma = \frac{341N}{46.18mm^2}$$

$$\sigma = 67.144 MPa$$

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

$$\varepsilon = \frac{L - L_0}{L_0} = \frac{0.034mm}{50mm}$$

$$\varepsilon = 6.8 \times 10^{-4}$$



# Perhitungan Sifat-sifat Mekanik

- Perhitungan Sifat Mekanik Pada Daerah Elastis

$$\sigma_y = \frac{P_y}{A_0}$$

$$\sigma_y = \frac{14661.3 \text{ N}}{46.78 \text{ mm}^2}$$

$$\sigma_y = 313.4 \text{ MPa}$$

**1. Kekuatan Luluh (*Yield Strength*)**

$$E = \frac{\sigma_{el}}{\epsilon_{el}}$$

$$E = \frac{226.5 \text{ MPa}}{0.001}$$

$$E = 226500 \text{ MPa} = 226 \text{ GPa}$$

**2. Kekakuan (*Stiffness*)**

$$U_R = \frac{1}{2} \sigma_y \epsilon_y$$

$$U_R = \frac{1}{2} (313.4 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2})(0.00125)$$

$$U_R = 195.87 \frac{\text{kJ}}{\text{m}^3}$$

**3. Kelentingan (*Resilience*)**

- Perhitungan Sifat Mekanik Pada Daerah Plastis

$$UTS = \sigma_U = \frac{P_{\max}}{A_0}$$

$$UTS = \sigma_U = \frac{31761.5 \text{ N}}{46.78 \text{ mm}^2}$$

$$UTS = \sigma_U = 678.9 \text{ MPa}$$

**1. Kekuatan Tarik Maksimum  
(Ultimate Tensile Strength)**

$$\%RA = \frac{A_0 - A_f}{A_0} \times 100\%$$

$$\%RA = \frac{46.78 \text{ mm}^2 - 26.04 \text{ mm}^2}{46.78 \text{ mm}^2} \times 100\%$$

$$\%RA = 44.3\%$$

**2. Keuletan (Ductility)**

$$U_T = \sigma_{UTS} \cdot \epsilon_f$$

$$(678.9 \frac{\text{N}}{\text{mm}})(0.026)$$

$$U_T = 17.65 \frac{\text{N} \cdot \text{mm}}{\text{mm}^3}$$

**3. Ketangguhan (Toughness)**



## Catatan Penting

Ada beberapa catatan atau hal penting mengenai kesalahan yang mungkin muncul dalam analisa pengujian tarik sebagai berikut,

1. Kesalahan dalam pengukuran oleh operator, khususnya pengukuran pada panjang dan luas penampang awal, panjang dan luas penampang akhir, dimensi spesimen, dan lain-lain.
2. Kesalahan pengukuran oleh mesin, seperti pada gaya yang bekerja, ekstensometer, mikrometer, dan perangkat pengukuran lainnya.
3. Kesalahan karena faktor material, meliputi dimensi, orientasi, perlakuan, pengerjaan dan lain-lain.
4. Kesalahan data yang dihasilkan mesin tidak akurat karena mesin belum dikalibrasi dalam jangka waktu yang ditentukan.

