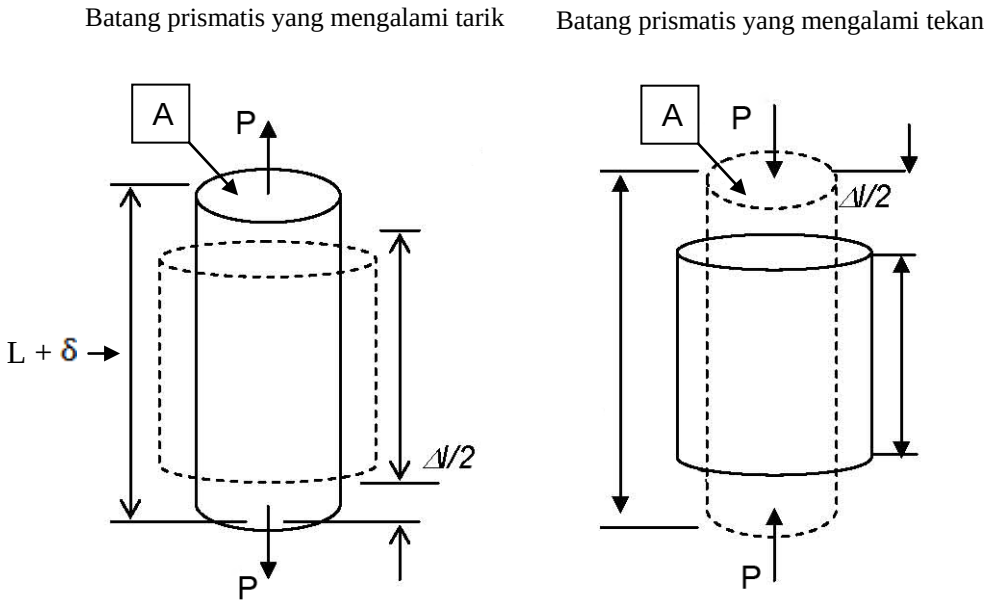
Bab II

STUDI PUSTAKA

2.1 Tegangan dan Regangan

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



Gambar 2.1 Batang Prismatis

2.1.1 Tegangan Normal

Intensitas gaya (gaya per satuan luas) disebut *tegangan* dan diberi notasi huruf Yunani σ (sigma). Gaya P yang bekerja dipenampang adalah *resultan* dari tegangan yang terdistribusi kontinu. Dengan mengasumsikan bahwa tegangan terbagi rata, maka dapat dilihat bahwa resultannya harus sama dengan intensitas σ dikalikan dengan luas penampang A dari batang tersebut. Dengan demikian diperoleh rumus berikut untuk menyatakan besar tegangan.

$$\boldsymbol{\sigma = \frac{P}{A}}$$

σ = Tegangan (N/m^2) / MPa

P = Gaya/beban yang diberikan (lb atau N)

A = Luas penampang (in^2 atau m^2)

Persamaan ini memberikan intensitas tegangan merata pada batang prismatis yang dibebani secara aksial dengan penampang sembarang. Apabila batang ini ditarik dengan gaya *P*, maka tegangannya adalah *tegangan tarik (tensile stress)*; apabila gayanya mempunyai arah sebaliknya, sehingga menyebabkan batang tersebut mengalami tekan, maka terjadi *tegangan tekan (compressive stress)*. Karena tegangan ini mempunyai arah yang tegak lurus permukaan potongan, maka tegangan ini disebut *tegangan normal (normal stress)*.

Karena tegangan normal σ diperoleh dari membagi gaya aksial dengan luas penampang, maka satuannya adalah gaya per satuan luas (N/m^2) yang disebut juga pascal (Pa).

2.1.2 Regangan Normal

Suatu batang lurus akan mengalami perubahan panjang apabila dibebani secara aksial, yaitu menjadi panjang jika mengalami tarik dan menjadi pendek jika mengalami tekan. Perpanjangan per satuan panjang disebut *regangan*, yang diberi notasi huruf Yunani ε (epsilon) dan dihitung dengan persamaan :

$$\varepsilon = \frac{\delta}{L}$$

ε = Regangan

δ = Perpanjangan (Setelah terjadi perubahan panjang)

L = Panjang batang

Jika batang tersebut mengalami tarik, maka regangannya disebut *regangan tarik*, yang menunjukkan perpanjangan bahan. Jika batang tersebut mengalami tekan, maka regangannya adalah *regangan tekan* menunjukkan batang tersebut memendek. Regangan tarik biasanya bertanda positif, dan regangan tekan bertanda negatif.

Regangan ε disebut regangan normal karena regangan ini berkaitan dengan tegangan normal. Karena merupakan ratio antara dua panjang, maka regangan normal ini merupakan besaran tak berdimensi, artinya regangan tidak mempunyai satuan. Dengan demikian regangan dinyatakan hanya dengan suatu bilangan, tidak bergantung pada sistem satuan apapun.

2.2 Sifat Mekanis Baja

Menurut SNI 03–1729–2002 tentang TATA CARA PERENCANAAN STRUKTUR BAJA UNTUK BANGUNAN GEDUNG Sifat mekanis baja

struktural yang digunakan dalam perencanaan harus memenuhi persyaratan minimum yang diberikan pada Tabel 2.2.1. Tegangan putus (fu) dan tegangan leleh (fy) untuk perencanaan tidak boleh diambil melebihi nilai yang diberikan Tabel 2.2.1.

Jenis Baja	Tegangan Putus Minimum, Fu (MPa)	Tegangan Leleh Minimum, Fy (MPa)	Peregangan Minimum
BJ 34	340	210	22
BJ 37	370	240	20
BJ 41	410	250	18
BJ 50	500	290	16
BJ 55	550	410	13

Table 2.2.1 Sifat Mekanis Baja Struktural

Sifat mekanis lainnya baja struktural untuk perencanaan ditetapkan sebagai berikut :

Modulus elastisitas : E = 200.000 MPa

Modulus geser : G = 80.000 MPa

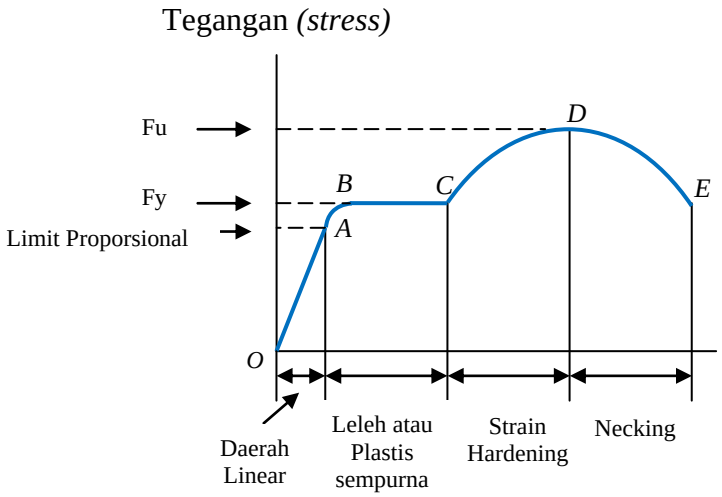
Rasio poisson : $\upsilon = 0,3$

Koefisien pemuaian : $\alpha = 12 \times 10E\text{-}6\ ^{o}C$

2.3 Kurva Tegangan-Regangan

Uji tarik rekayasa sering dipergunakan untuk melengkapi informasi rancangan dasar kekuatan suatu bahan dan sebagai data pendukung bagi spesifikasi bahan. Benda uji tarik diberi beban gaya tarik sesumbu yang bertambah besar secara kontinu, kurva yang diperoleh dari uji tarik pada umumnya digambarkan sebagai kurva tegangan-regangan.

Kurva tegangan-regangan menunjukkan karakteristik dari bahan yang diuji dan memberikan informasi penting mengenai besaran mekanis dan jenis perilaku (Jacob Bernoulli 1654 – 1705 dan J.V. Poncelet 1788 – 1867). Kurva tegangan-regangan untuk baja struktral tipikal yang mengalami tarik ditunjukkan pada Gambar 2.2.



Gambar 2.2 Kurva tegangan-regangan untuk baja struktural tipikal yang mengalami tarik (tidak berskala).

Kurva tersebut dimulai dengan garis lurus dari pusat sumbu *O* ke titik *A*, yang berarti bahwa hubungan antara tegangan dan regangan pada daerah awal ini bukan saja *linear* melainkan juga *proporsional* (dua variabel dikatakan *proporsional* jika rasio antar keduanya konstan, dengan demikian suatu hubungan *proporsional* dapat dinyatakan dengan sebuah garis lurus yang melalui pusatnya). Melewati titik *A*, proporsionalitas antara tegangan dan regangan tidak terjadi lagi; maka tegangan di titik *A* disebut *limit proporsional*. Kemiringan garis lurus dari titik *O* ke titik *A* disebut *modulus elastisitas*. Karena kemiringan mempunyai

satuan tegangan dibagi regangan, maka modulus elastisitas mempunyai satuan yang sama dengan tegangan yang dinyatakan dengan persaman :

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

E = Modulus Elastisitas (N/m^2) / MPa

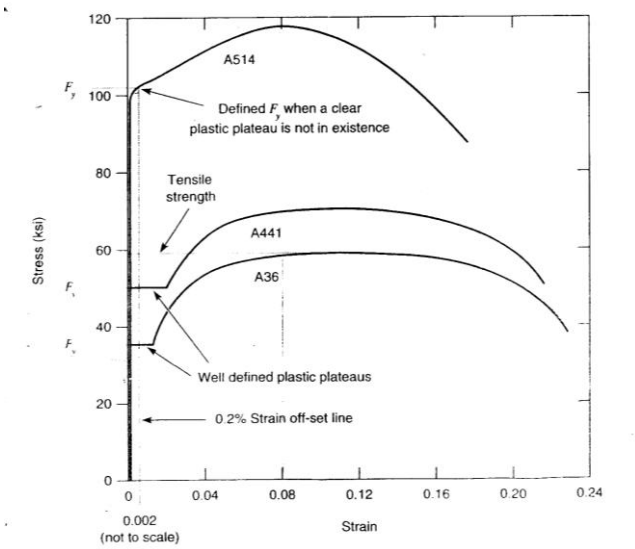
σ = Tegangan (N/m^2) / MPa

ε = Regangan

Dengan meningkatnya tagangan hingga melewati limit *proporsional*, maka regangan mulai meningkat secara lebih cepat lagi untuk setiap pertambahan tegangan. Dengan demikian, kurva tegangan-regangan mempunyai kemiringan yang berangsur-angsur semakin kecil, sampai pada titik *B* kurva tersebut menjadi horizontal (lihat Gambar 2.2). Mulai dari titik ini, terjadi perpanjangan yang cukup besar pada benda uji tanpa adanya pertambahan gaya tarik (dari *B* ke *C*). Fenomena ini disebut leleh dari bahan, dan titik *B* disebut *titik leleh* (Fy). Pada daerah antara *B* dan *C*, bahan ini menjadi *plastis sempurna*, yang berarti bahan ini berdeformasi tanpa adanya pertambahan beban. Setelah mengalami regangan besar yang terjadi selama pelelehan di daerah *BC*, baja mulai mengalami pengerasan regang *(strain hardening)*. Selama itu, bahan mengalami perubahan dalam struktur kristalin, yang menghasilkan peningkatan resistensi bahan tersebut terhadap deformasi lebih lanjut. Perpanjangan benda uji di daerah ini membutuhkan peningkatan beban tarik, sehingga kurva tegangan-regangan mempunyai kemiringan positif dai *C* ke *D*. Beban tersebut pada akhirnya mencapai harga maksimumnya, dan tegangan pada saat itu (di titik *D*) disebut *tegangan ultimate* (Fu). Penarikan batang lebih lanjut pada kenyataannya akan

disertai dengan pengurangan beban, dan akhirnya terjadi putus/patah di suatu titik seperti titik *E* pada Gambar 2.2.

Kurva tegangan-regangan ASTM baja *hot rolled* dengan mutu baja A36, A441, dan A514.



Gambar 2.3 Kurva Tegangan-Regangan ASTM

Rasio tegangan lateral ε´ terhadap regangan aksial ε dikenal dengan *rasio Poisson* dan diberi notasi huruf Yunani υ (nu), dan dinyatakan dengan persamaan:

$$\upsilon = - \frac{\varepsilon' lateral}{\varepsilon \ aksial}$$

υ = Rasio poisson

ε´ *lateral* = Regangan lateral

ε *aksial* = Regangan aksial