

Yonas Prima Agra Rumbyarso, S.T., M.M., M.H., M.T.

*BUKU AJAR*

# MEKANIKA BAHAN



Editor: Gita Puspa Artiani, S.T., M.T.

*BUKU AJAR*

# MEKANIKA BAHAN

Yonas Prima Arga Rumbyarso, S.T., M.M., M.H., M.T.



# **BUKU AJAR MEKANIKA BAHAN**

Penulis:

**Yonas Prima Arga Rumbyarso, S.T., M.M., M.H., M.T.**

Desain Cover:

**Septian Maulana**

Sumber Ilustrasi:

**www.freepik.com**

Tata Letak:

**Handarini Rohana**

Proofreader:

**Neneng Sri Wahyuni, S.H.**

Editor:

**Gita Puspa Artiani, S.T., M.T.**

ISBN:

**978-623-500-703-8**

Cetakan Pertama:

**Januari, 2025**

---

Hak Cipta Dilindungi Oleh Undang-Undang

**by Penerbit Widina Media Utama**

---

Dilarang keras menerjemahkan, memfotokopi, atau memperbanyak sebagian atau seluruh isi buku ini tanpa izin tertulis dari Penerbit.

**PENERBIT:**

**WIDINA MEDIA UTAMA**

Komplek Puri Melia Asri Blok C3 No. 17 Desa Bojong Emas  
Kec. Solokan Jeruk Kabupaten Bandung, Provinsi Jawa Barat

**Anggota IKAPI No. 360/JBA/2020**

Website: [www.penerbitwidina.com](http://www.penerbitwidina.com)

Instagram: [@penerbitwidina](https://www.instagram.com/penerbitwidina)

Telepon (022) 87355370

## KATA PENGANTAR

Rasa syukur yang teramat dalam dan tiada kata lain yang patut kami ucapkan selain mengucap rasa syukur. Karena berkat rahmat dan karunia Tuhan Yang Maha Esa, buku yang berjudul “BUKU AJAR MEKANIKA BAHAN” telah selesai di susun dan berhasil diterbitkan, semoga buku ini dapat memberikan sumbangsih keilmuan dan penambah wawasan bagi siapa saja yang memiliki minat terhadap pembahasan tentang Buku Ajar Mekanika Bahan.

Akan tetapi pada akhirnya kami mengakui bahwa tulisan ini terdapat beberapa kekurangan dan jauh dari kata sempurna, sebagaimana pepatah menyebutkan “*tiada gading yang tidak retak*” dan sejatinya kesempurnaan hanyalah milik tuhan semata. Maka dari itu, kami dengan senang hati secara terbuka untuk menerima berbagai kritik dan saran dari para pembaca sekalian, hal tersebut tentu sangat diperlukan sebagai bagian dari upaya kami untuk terus melakukan perbaikan dan penyempurnaan karya selanjutnya di masa yang akan datang.

Terakhir, ucapan terima kasih kami sampaikan kepada seluruh pihak yang telah mendukung dan turut andil dalam seluruh rangkaian proses penyusunan dan penerbitan buku ini, sehingga buku ini bisa hadir di hadapan sidang pembaca. Semoga buku ini bermanfaat bagi semua pihak dan dapat memberikan kontribusi bagi pembangunan ilmu pengetahuan di Indonesia.

September, 2024

Penulis

# DAFTAR ISI

|                                                                        |            |
|------------------------------------------------------------------------|------------|
| <b>KATA PENGANTAR .....</b>                                            | <b>iii</b> |
| <b>DAFTAR ISI .....</b>                                                | <b>iv</b>  |
| <b>BAB 1 PENDAHULUAN .....</b>                                         | <b>1</b>   |
| A. Pengertian Mekanika Bahan.....                                      | 1          |
| B. Asumsi-Asumsi Yang Digunakan.....                                   | 2          |
| C. Klasifikasi Elemen Struktur Bangunan Sipil Menurut Arah Beban ..... | 3          |
| D. Jenis-Jenis Tumpuan.....                                            | 5          |
| E. Materi Yang Dipelajari.....                                         | 7          |
| F. Sifat-Sifat Bahan Dalam Mekanika Bahan Teknik Sipil .....           | 9          |
| G. Penggunaan Bahan Dalam Konstruksi Bangunan.....                     | 9          |
| H. Keuntungan Mempelajari Mekanika Bahan Teknik Sipil .....            | 10         |
| <b>BAB 2 HUBUNGAN TEGANGAN DAN REGANGAN .....</b>                      | <b>11</b>  |
| A. Tegangan .....                                                      | 11         |
| B. Regangan .....                                                      | 11         |
| C. Hubungan Tegangan dan Regangan .....                                | 11         |
| D. Jenis-Jenis Tegangan.....                                           | 14         |
| E. Regangan .....                                                      | 20         |
| F. Hubungan Tegangan dan Regangan (Hukum Hooke).....                   | 21         |
| G. Hubungan Tegangan dan Regangan Untuk Uji Tarik Pada Baja .....      | 23         |
| H. Grafik Hubungan Tegangan dan Regangan .....                         | 27         |
| <b>BAB 3 ANALISIS PENAMPANG .....</b>                                  | <b>31</b>  |
| A. Dasar-Dasar Perhitungan Analisis Penampang .....                    | 31         |
| B. Analisis Penampang.....                                             | 31         |
| C. Perencanaan Penampang.....                                          | 32         |
| D. Analisis Penampang Balok Persegi Bertulangan Tunggal .....          | 33         |
| <b>BAB 4 TORSI .....</b>                                               | <b>35</b>  |
| A. Pengertian Momen Gaya.....                                          | 35         |
| B. Tipe Beban Torsi .....                                              | 40         |
| C. Faktor-Faktor Terjadinya Torsi Pada Bangunan .....                  | 41         |

|                                                       |           |
|-------------------------------------------------------|-----------|
| D. Tegangan Geser Akibat Torsi .....                  | 42        |
| E. Faktor-Faktor Terjadinya Torsi Pada Bangunan ..... | 44        |
| F. Perhitungan Torsi .....                            | 45        |
| <b>BAB 5 ANALISIS TEGANGAN DAN REGANGAN .....</b>     | <b>49</b> |
| A. Pendahuluan.....                                   | 49        |
| B. Analisis Tegangan Bidang (Plain Stress).....       | 50        |
| C. Analisis Plane Stress .....                        | 60        |
| <b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>                           | <b>64</b> |

# BAB 1

## PENDAHULUAN

---

### A. PENGERTIAN MEKANIKA BAHAN

Mekanika bahan merupakan bidang studi dalam teknik sipil yang fokus pada karakteristik dan perilaku material yang digunakan dalam pembangunan struktur. Bidang ini sangat krusial bagi insinyur sipil untuk dikuasai karena setiap material memiliki ciri khas yang unik. Dengan menguasai ilmu ini, insinyur bisa lebih tepat dalam memilih material yang sesuai untuk digunakan dalam pembangunan struktur, memastikan semua kriteria seperti kekuatan, kekakuan, dan daya tahan terhadap beban terpenuhi. Artikel ini akan mengulas lebih dalam tentang mekanika bahan dalam konteks teknik sipil, termasuk topik-topik yang dipelajari, karakteristik material, dan penerapannya dalam konstruksi bangunan.

Mekanika bahan dalam teknik sipil adalah bidang ilmu yang mengeksplorasi sifat-sifat dan tingkah laku dari material yang digunakan dalam pembangunan bangunan, termasuk beton, baja, kayu, dan lain sebagainya. Bidang ini mencakup pengukuran, analisis, dan perencanaan dalam penggunaan berbagai bahan dalam proyek konstruksi bangunan.

Mekanika bahan merupakan ilmu yang mempelajari karakteristik elemen struktur berkaitan dengan kekuatan (*strength*), kekakuan (*stiffness*) & stabilitas (*stability*) akibat adanya beban yang bekerja pada sistem struktur. Suatu sistem struktur pasti dirancang untuk memenuhi fungsi tertentu dan menanggung pengaruh luar yang mungkin terjadi. Sebuah gedung perkantoran berfungsi untuk melindungi komunitas manusia yang melakukan aktifitas di dalamnya, menanggung dan melindungi segala peralatan yang tersimpan di dalamnya, memikul berat sendiri serta mampu menahan angin maupun gempa yang mungkin terjadi pada bangunan tersebut.

Beban maupun pengaruh luar yang bekerja pada suatu sistem struktur akan menimbulkan tanggap (*response*) dari sistem struktur itu sendiri. Struktur yang pada awalnya menempati kedudukan awal (*initial configuration*)

## BAB 2

# HUBUNGAN TEGANGAN DAN REGANGAN

---

### A. TEGANGAN

Tegangan adalah besaran pengukuran intensitas gaya ( $P$ ) atau reaksi dalam yang timbul per satuan luas ( $A$ ), tegangan normal dianggap positif jika menimbulkan suatu tarikan (*tensile*) dan dianggap negatif jika menimbulkan penekanan (*compression*). Tegangan adalah perbandingan antara gaya tarik yang bekerja terhadap luas penampang benda. Tegangan dinotasikan dengan  $\sigma$  (sigma), satuannya  $N/m^2$ .

### B. REGANGAN

Regangan adalah perubahan ukuran dari panjang awal sebagai hasil dari gaya yang menarik atau menekan pada material. Batasan sifat elastis perbandingan tegangan regangan akan linier dan akan berakhir pada titik mulur. Hubungan tegangan regangan tidak lagi linier pada saat material mencapai batas fase sifat plastis. Rumus untuk memperoleh satuan deformasi atau regangan yaitu dengan membagi perpanjangan ( $l-l_0$ ) dengan panjang material mula-mula ( $l_0$ ).

### C. HUBUNGAN TEGANGAN DAN REGANGAN

Hubungan tegangan-regangan beton perlu diketahui untuk menurunkan persamaan-persamaan analisis dan desain juga prosedur-prosedur pada struktur beton. Semakin tinggi mutu beton maka akan semakin tinggi pula kurva tegangan-regangan yang dihasilkan. Pengekangan pada beton dapat meningkatkan kuat lentur, hal ini dikarenakan adanya tulangan (sengkang) yang terpasang di sepanjang bentang. Kekuatan batas dari batang-batang beton bertulang dalam lentur tergantung keadaan tegangan-regangan dari beton dan bajanya. Berdasarkan kurva tegangan-regangan beton didapat 3 (tiga) kesimpulan :

## BAB 3

### ANALISIS PENAMPANG

---

#### A. DASAR-DASAR PERHITUNGAN ANALISIS PENAMPANG

Adapun dasar-dasar perhitungan analisis penampang adalah sebagai berikut :

1. Penampang yang semula rata akan tetap rata setelah terjadi deformasi atau perubahan bentuk sampai beton mengalami kehancuran (Bernouli).
2. Ikatan antara beton dan tulangan akan tetap dipertahankan sampai saat kehancuran. Dalam hal ini berarti regangan yang terjadi di dalam beton sama dengan regangan yang terjadi di dalam baja tulangan  

$$\varepsilon_c = \varepsilon_s \dots\dots (3.1)$$
3. Diagram tegangan-regangan sesuai pada grafik dan regangan maksimum yang terjadi di dalam beton,  $\varepsilon_{ec(max)} = 0,0003$
4. Di dalam perencanaan, kemampuan tegangan tarik beton dianggap nol (0)

#### B. ANALISIS PENAMPANG

Analisis penampang dimaksud untuk memeriksa kemampuan atau keandalan penampang yang ada. Untuk melakukan analisis penampang terlentur dilakukan terlebih dahulu. Diketahui :

1. Dimensi penampang (b . d . h);
2. Jumlah dan ukuran tulangan baja tarik, serta luas ( $A_Y$ );
3. Mutu beton ( $f'_c$ ) dan mutu baja tulangan ( $f_y$ ) yang digunakan.

Dicari :

1. Momen nominal  $M_n$  dan kapasitas momen  $M_R$ ;
2. Keandalan penampang terhadap beban yang bekerja;
3. Menghitung besar beban yang dapat dipikul penampang.

## BAB 4

# TORSI

---

### A. PENGERTIAN MOMEN GAYA

Torsi, yang juga dikenal sebagai momen gaya, menggambarkan seberapa efektif suatu gaya yang diberikan atau yang bekerja pada sebuah objek dalam menghasilkan atau menyebabkan rotasi objek tersebut mengelilingi suatu poros tertentu. Torsi dilambangkan dengan simbol  $\tau$  dan merupakan besaran vektor, yang berarti memiliki arah serta besar. Arah torsi ini dapat ditentukan berdasarkan aturan tangan kanan, di mana jika ibu jari mengarah ke arah poros rotasi, maka arah jari-jari yang melingkar akan menunjukkan arah torsi. Karena sifatnya sebagai besaran vektor, torsi dapat memiliki nilai positif atau negatif, tergantung pada arah rotasi yang diinduksi pada objek. Sebagai contoh, torsi positif dapat menyebabkan rotasi searah jarum jam, sementara torsi negatif menyebabkan rotasi berlawanan dengan arah jarum jam. Secara umum, torsi merupakan suatu besaran penting yang menunjukkan magnitudo gaya yang diterapkan pada suatu objek serta jarak dari titik tumpu atau poros rotasi ke titik di mana gaya tersebut diterapkan. Oleh karena itu, torsi memiliki peranan krusial dalam studi dinamika rotasi dan mekanika benda tegar, mempengaruhi bagaimana dan seberapa cepat suatu benda berputar di sekitar porosnya.

Momentum gaya ditentukan oleh massa suatu benda dan perubahan kecepatannya. Rumus umum untuk momentum gaya adalah  $F \times t$ , dimana  $F$  adalah gaya yang diterapkan dan  $t$  adalah waktu yang diperlukan untuk mengubah kecepatan benda. Momentum gaya juga merupakan vektor yang memiliki besar dan arah. Konsep torsi dapat dilihat ketika membuka pintu. Membuka pintu dengan mendorong bagian yang paling jauh dari engsel lebih mudah daripada mendorong bagian yang paling dekat dengan engsel.

## **BAB 5**

# **ANALISIS TEGANGAN DAN REGANGAN**

---

### **A. PENDAHULUAN**

Pada bab-bab sebelumnya telah dijelaskan mengenai tegangan dan regangan, baik normal maupun geser, yang terjadi pada suatu batang. Tegangan-tegangan tersebut dapat muncul akibat berbagai gaya, seperti gaya aksial, gaya lintang, momen lentur, atau torsi. Dalam bab ini, akan dibahas pengembangan persamaan transformasi tegangan dan regangan dengan mengubah orientasi sumbu-sumbu. Tujuannya adalah untuk menentukan nilai tegangan atau regangan ekstrem (maksimum dan minimum). Nilai ekstrem ini sangat penting karena berpengaruh signifikan terhadap perilaku material. Tegangan atau regangan ekstrem dapat digunakan untuk mengevaluasi apakah suatu struktur masih mampu menahan beban eksternal atau jika beban tersebut telah melampaui batas kekuatan materialnya.

Dalam proses perancangan, ukuran batang harus ditentukan sedemikian rupa sehingga tegangan normal dan geser yang muncul tidak melebihi batas yang diizinkan. Pada Gambar 5.1, ditampilkan sebuah elemen dari batang atau bagian struktur tertentu, bersama dengan tegangan-tegangan yang bekerja pada permukaannya, baik tegangan normal maupun geser. Sementara itu, tegangan-tegangan yang bekerja pada permukaan yang tidak terlihat tidak ditampilkan dalam gambar tersebut.

## DAFTAR PUSTAKA

- Darmiyanti, L., & Wiharja, U. (2024). Effect of Salt Solution in Electrochemical Stabilization with Variation of Potential Difference on Clay's Shear Strength. *Reka Buana: Jurnal Ilmiah Teknik Sipil dan Teknik Kimia*, 9(1), 28-40.
- Fitriyana, L., & Satrio, E. M. (2023). ANALISA KONFIGURASI TIANG GRUP TERHADAP DAYA DUKUNG DAN PENURUNAN PONDASI TIANG PANCANG PADA TANAH LUNAK. *Jurnal Teknik SILITEK*, 3(02), 91-98.
- Sonhaji, M., & Indriasari, I. (2024, August). Kajian Teknis Dan Biaya Pekerjaan Facade Curtain Wall Unitized System Pada Proyek Bangunan Gedung. In *FORUM MEKANIKA* (Vol. 13, No. 1, pp. 1-12).
- Ikhwan, B. K., Darmiyanti, L., & Pribadi, G. (2025). PERBANDINGAN DAYA DUKUNG DAN PENURUNAN BORED PILE BERDASARKAN DATA SPT DAN LOADING TEST. *Jurnal Teknik Sipil*, 5(2), 61-71.
- Aurellegi, A., Artiani, G. P., & Putri, P. S. (2024). Pengaruh Kompensasi, Disiplin Kerja Dan Kompetensi Terhadap Kinerja Pekerja Pelaksana Proyek Konstruksi. *Konstruksia*, 15(2), 1-8.
- Surtaryo, S., Artiani, G. P., Rodji, A. P., & Wahyono, H. (2024). Pemetaan Potensi Desa Tugu Utara sebagai Desa Wisata. *Jurnal Pengabdian Masyarakat (ABDIRA)*, 4(4), 114-123.

BUKU AJAR

# MEKANIKA BAHAN

Buku ini dirancang sebagai panduan komprehensif untuk memahami dasar-dasar mekanika bahan, khususnya dalam bidang teknik sipil. Pembahasan dimulai dengan pengenalan konsep mekanika bahan, termasuk asumsi dasar, klasifikasi elemen struktur, jenis tumpuan, serta sifat bahan yang relevan dalam teknik sipil. Penjelasan mendalam mengenai hubungan tegangan dan regangan diberikan, meliputi prinsip dasar, jenis tegangan, hingga analisis grafik hubungan tegangan dan regangan untuk bahan seperti baja.

Analisis penampang menjadi topik penting dengan fokus pada perhitungan dasar dan perencanaan struktur balok, yang mencakup berbagai bentuk penampang. Materi tentang torsi menjelaskan konsep momen gaya, tipe beban, serta tegangan geser akibat torsi yang sering terjadi pada struktur bangunan. Selain itu, analisis tegangan dan regangan dipaparkan dengan pendekatan praktis melalui studi tentang tegangan bidang (plain stress) dan teknik analisis terkait.

Dengan pendekatan sistematis dan aplikatif, buku ini memberikan pemahaman menyeluruh bagi mahasiswa dan praktisi dalam menganalisis dan merancang elemen struktural bangunan secara efisien dan aman.



SCANME

 www.penerbitwidina.com  
 @penerbitwidina  
 penerbit widina  
 penerbitwidina@gmail.com  
 widina store  
 widina bookstore  
 Layanan Pembaca & Penerbitan Buku  
 0815-7000-699

Teknik - Rp. 62.000

ISBN 978-623-500-703-8



9

786235

007038