

# Statika

dan

# Kekuatan Bahan

oleh:

Ach. Muhib Zainuri, ST., M.T.

## **Statika dan Kekuatan Bahan**

© 2023 oleh Ach. Muhib Zainuri, ST., M.T.

Hak cipta atas materi yang dilindungi adalah milik Penulis, sedangkan hak desain dan penerbitan adalah milik CV Epigraf Komunikata Prima. Dilarang memperbanyak buku ini, sebagian atau seluruhnya, dalam bentuk apa pun, tanpa izin Penerbit.

Edisi Pertama, Desember, 2023

ISBN: 978-623-5545-37-0

Penulis: Ach. Muhib Zainuri, ST., M.T.

Editor: Abd. Muqit

Penata Letak: Zen

xii + 335 Halaman

15.5 x 23 cm

Epigraf Komunikata Prima

Pondok Baru Permai, Jln. Nuri Blok A3, No. 9 Gentan, Baki,  
Sukoharjo, 57556

Telp. +62 812-9252-6552

Pos-el: [epigrafkomunikata.id@gmail.com](mailto:epigrafkomunikata.id@gmail.com)

[www.literator.id](http://www.literator.id)

# Prakata

Dengan mengucapkan puji syukur kehadlirat Allah SWT, akhirnya buku “Statika dan Kekuatan Bahan” hadir ke hadapan pembaca. Buku ini ditujukan bagi para mahasiswa teknik Jurusan Teknik Mesin, Teknik Sipil, Teknik Arsitektur, dan lain-lain. Teori yang diberikan bertujuan agar para pembacanya memperoleh pengertian tentang prinsip dasar Statika dan Kekuatan Bahan dengan setiap pokok bahasan dilengkapi contoh soal yang sedapat mungkin merupakan keadaan riil di lapangan (*contextual teaching and learning*) yang dapat dikerjakan secara analitis maupun numerik.

Statika dan Kekuatan Bahan mempelajari bahan kaitannya dengan gaya luar yang bekerja dan pengaruhnya terhadap pemilihan bahan, merupakan mata kuliah wajib bagi mahasiswa di Jurusan Teknik. Desain teknik dan struktural yang baik harus menguasai konsep dasar komprehensif ilmu Mekanika Teknik. Dimulai dekade 1960-an, pendidikan teknik pada umumnya semakin berorientasi pada matematika. Sejumlah persamaan dan pemodelan matematis telah dikembangkan orang untuk menjelaskan khususnya teori kekuatan (*strength*), baik yang diselesaikan dengan metode analitis maupun numerik.

Tujuan yang hendak dicapai dari penulisan buku teks ini adalah: (1) untuk meningkatkan kemampuan memperkirakan pengaruh gaya sambil melakukan kreativitas terhadap suatu fungsi perancangan keteknikan, (2) untuk meningkatkan kemampuan memvisualisasikan konfigurasi fisik bentuk material nyata, batasan-batasan aktual, dan keterbatasan praktis yang membangun

perilaku permesinan dan/atau struktural, dan (3) membantu mahasiswa meningkatkan kemampuan pemecahan masalah terhadap persoalan yang melibatkan pemodelan matematis dalam Mekanika Teknik. Struktur dasar dari buku ini terdiri dari sebuah artikel yang menjelaskan suatu subjek kajian, diikuti oleh beberapa contoh soal, dan diberi latihan soal pada akhir setiap bab.

Buku ini ditulis dengan satuan SI. Setiap topik, satu sama lain mempunyai keterkaitan. Dimulai dari Bab 1 (Tinjauan Pengantar), penulis memberikan penjelasan tentang tinjauan mekanika, matematika mekanika, sistem gaya kaitannya dengan kesetimbangan. Konsep ini akan dipergunakan ketika pembahasan memasuki Bab 2 (Kesetimbangan Sistem Gaya), Bab 3 (Analisis Struktur) dan Bab 5 (Tegangan dan Regangan), Bab 8 (Geser dan Bending pada Balok), dan Bab 10 (Lendutan Balok). Konsep pada Bab 4 (Sentroid dan Momen Inersia) akan selalu digunakan ketika membahas Bab 8, Bab 9 (Tegangan pada Balok), dan Bab 10. Bab 6 (Sifat-Sifat Bahan Teknik) diberikan ketika kita membicarakan tentang teori Kekuatan Bahan khususnya sifat-sifat mekanis bahan teknik, baik logam maupun non-logam, dan begitu seterusnya. Buku ini dirancang untuk dapat dipergunakan selama 1 semester dengan 16 kali pertemuan termasuk quiz.

Pada buku ini berbagai ilustrasi diberikan secara terperinci, dengan dimensi panjang umumnya dinyatakan dalam “mm” kecuali disebutkan lain. Contoh soal yang diberikan bertujuan untuk memberikan gambaran tentang bagaimana prinsip-prinsip yang diberikan dapat diterapkan. Beberapa problema Statika dan Kekuatan bahan disajikan penyelesaiannya secara analitik, baik secara manual maupun dengan bantuan program aplikasi MS Office Excell. Pada beberapa kasus dari suatu pembahasan, penyelesaian *numerical problem* dengan menggunakan program aplikasi MathCad yang dibuat oleh MathSoft, Inc., sebuah perangkat lunak yang menawarkan kemudahan untuk melakukan perhitungan secara tepat

dan cepat dengan kemampuan *plotting graphic*. Salah satu kelebihan MathCad terletak pada kemampuannya dalam mengolah data simbolik secara langsung. Apa yang tertulis di lembar kerja MathCad, juga yang akan nampak sebagai hasil akhir (*what you see that what you get*).

Harapan penulis, semoga buku ini dapat bermanfaat bagi para pembaca. Akhirnya sebagai penulis mengharapkan bantuan koreksi dan bahan masukan dari para pakar untuk penyempurnaan naskah buku teks ini dan supaya isi buku ini lebih bermanfaat bagi anak didik dalam upaya ikut mencerdaskan kehidupan bangsa.

Semoga Allah SWT meridloi usaha penulis dalam upaya ikut menyediakan buku teks yang bermutu sehingga menumbuhkan generasi cerdas dan berakhlak mulia. Akhirnya hanya kepada Allah SWT jualah kita pulangkan. Karena tanpa ijin dan kehendak-Nya maka penyusunan buku teks ini tidak akan terlaksana.

Malang, Desember 2023



# Daftar Isi

|   |           |
|---|-----------|
| HALAMAN SAMPUL .....                            | i         |
| PRAKATA .....                                   | iii       |
| DAFTAR ISI .....                                | vii       |
| NOTASI SIMBOL .....                             | xi        |
| <b>Bab 1 TINJAUAN PENGANTAR .....</b>           | <b>1</b>  |
| 1.1 Tinjauan Mekanika .....                     | 1         |
| 1.2 Matematika Mekanika .....                   | 3         |
| 1.2.1 Segitiga siku-siku .....                  | 3         |
| 1.2.2 Segitiga miring .....                     | 4         |
| 1.3 Konsep Dasar .....                          | 9         |
| 1.4 Sistem Satuan SI .....                      | 12        |
| 1.5 Gaya dan Pengaruhnya .....                  | 15        |
| 1.6 Klasifikasi Gaya .....                      | 16        |
| 1.7 Sistem Gaya .....                           | 18        |
| 1.7.1 Komponen gaya .....                       | 20        |
| 1.7.2 Resultan dua gaya .....                   | 23        |
| Latihan Soal .....                              | 27        |
| <b>Bab 2 KESETIMBANGAN SISTEM GAYA .....</b>    | <b>31</b> |
| 2.1 Keseimbangan Gaya .....                     | 31        |
| 2.2 Kondisi Keseimbangan .....                  | 33        |
| 2.3 Diagram Benda Bebas .....                   | 34        |
| 2.4 Keseimbangan Sistem Gaya Serentak .....     | 41        |
| 2.5 Keseimbangan Sistem Gaya Sejajar .....      | 46        |
| 2.6 Keseimbangan Sistem Gaya Tak Serentak ..... | 50        |
| Latihan Soal .....                              | 53        |
| <b>Bab 3 ANALISIS STRUKTUR .....</b>            | <b>57</b> |
| 3.1 Pengantar Struktur .....                    | 57        |
| 3.2 Truss Sederhana .....                       | 58        |
| 3.3 Gaya pada Komponen Truss .....              | 61        |
| 3.4 Metode Sambungan .....                      | 62        |
| 3.5 Metode Potongan .....                       | 69        |
| 3.6 Analisis Frame .....                        | 73        |
| Latihan Soal .....                              | 79        |
| <b>Bab 4 SENTROID DAN MOMEN INERSIA .....</b>   | <b>85</b> |
| 4.1 Titik Pusat Berat .....                     | 85        |
| 4.2 Sentroid dan Sumbunya .....                 | 90        |
| 4.3 Sentroid Luasan Komposit .....              | 92        |
| 4.4 Momen Inersia Luasan .....                  | 97        |
| 4.5 Rumus Perpindahan .....                     | 102       |
| 4.6 Momen Inersia Luasan Komposit .....         | 103       |
| 4.7 Radius Girasi .....                         | 107       |
| 4.8 Momen Inersia Polar .....                   | 108       |
| Latihan Soal .....                              | 111       |

|              |   |     |
|--------------|---|-----|
| <b>Bab 5</b> | <b>TEGANGAN DAN REGANGAN</b>                        | 115 |
| 5.1          | Pengantar Kekuatan Bahan                            | 115 |
| 5.2          | Tegangan Tarik dan Tekan                            | 116 |
| 5.3          | Tegangan Geser                                      | 122 |
| 5.4          | Perancangan Teknik                                  | 127 |
| 5.5          | Regangan dan Deformasi                              | 129 |
| 5.6          | Regangan Geser                                      | 130 |
| 5.7          | Hubungan Tegangan dan Regangan                      | 132 |
|              | Latihan Soal  | 138 |
| <b>Bab 6</b> | <b>SIFAT-SIFAT BAHAN TEKNIK</b>                     | 143 |
| 6.1          | Uji Tarik   | 143 |
| 6.2          | Diagram Tegangan dan Regangan                       | 145 |
| 6.3          | Sifat-Sifat Mekanis Bahan                           | 147 |
| 6.3.1        | Bahan logam teknik                                  | 149 |
| 6.3.2        | Bahan teknik non logam                              | 154 |
| 6.3.3        | Sifat elastis dan tidak elastis                     | 155 |
| 6.4          | Beban Torsi   | 156 |
| 6.4.1        | Bahan yang dikenakan torsi                          | 157 |
| 6.4.2        | Tegangan geser torsi                                | 161 |
| 6.5          | Sudut Puntir  | 167 |
| 6.6          | Transmisi Daya dengan Poros                         | 170 |
|              | Latihan Soal  | 173 |
| <b>Bab 7</b> | <b>ANALISIS TEGANGAN</b>                            | 177 |
| 7.1          | Perbandingan Poisson                                | 177 |
| 7.2          | Pengaruh Panas                                      | 183 |
| 7.3          | Struktural Disusun Dua atau Lebih Bahan             | 187 |
| 7.4          | Konsentrasi Tegangan                                | 194 |
| 7.5          | Tegangan pada Bidang Miring                         | 199 |
| 7.6          | Tegangan Geser Bidang Saling Tegaklurus             | 202 |
| 7.7          | Tarikan dan Tekanan akibat Geser                    | 203 |
|              | Latihan Soal  | 205 |
| <b>Bab 8</b> | <b>GESER DAN BENDING PADA BALOK</b>                 | 211 |
| 8.1          | Jenis dan Tumpuan Balok                             | 211 |
| 8.2          | Jenis Pembebanan pada Balok                         | 215 |
| 8.3          | Reaksi pada Balok                                   | 217 |
| 8.4          | Gaya Geser dan Momen Bending                        | 220 |
| 8.5          | Diagram Gaya Geser dan Momen Bending                | 222 |
| 8.6          | Hubungan antara Beban, Gaya Geser dan Momen Bending | 228 |
|              | Latihan Soal  | 239 |
| <b>Bab 9</b> | <b>TEGANGAN PADA BALOK</b>                          | 243 |
| 9.1          | Tegangan Tarik dan Tekan karena Bending             | 243 |
| 9.2          | Rumus Tegangan Bending                              | 246 |
| 9.3          | Perhitungan Tegangan Bending                        | 256 |
| 9.4          | Rumus Tegangan Geser                                | 261 |
| 9.5          | Analisis Balok                                      | 268 |
| 9.6          | Desain Balok  | 270 |



|  |            |
|--|------------|
| Latihan Soal .....   | 274        |
| <b>Bab 10 LENDUTAN BALOK .....</b>   | <b>279</b> |
| 10.1 Alasan Perhitungan Lendutan Balok .....                               | 279        |
| 10.2 Lengkungan dan Momen Bending .....                                    | 280        |
| 10.3 Metode Perhitungan Lendutan.....                                      | 285        |
| 10.4 Metode Rumus .....  | 286        |
| 10.5 Metode Luas Momen.....  | 295        |
| 10.6 Diagram Momen per Bagian .....  | 298        |
| 10.7 Prinsip Superposisi.....  | 302        |
| Latihan Soal .....   | 304        |
| DAFTAR PUSTAKA.....  | 307        |
| LAMPIRAN .....   | 309        |
| <b>TABEL A</b> Bentuk - W ( <i>Wide Flange</i> ) : Dimensi dan Sifat ..... | <b>310</b> |
| <b>TABEL B</b> Pipa : Dimensi dan Sifat .....                              | <b>313</b> |
| <b>TABEL C</b> Bentuk - C (Channels) : Dimensi dan Sifat .....             | <b>314</b> |
| <b>TABEL D</b> Bentuk - L (Angle Bar) : Dimensi dan Sifat .....            | <b>315</b> |
| <b>TABEL E</b> Sifat Beberapa Bahan Teknik Umum .....                      | <b>316</b> |
| <b>TABEL F</b> Gaya Geser, Momen Bending dan Lendutan Balok.....           | <b>317</b> |
| <b>LAMPIRAN G</b> Perhitungan dengan MathCad .....                         | <b>325</b> |
| GLOSARIUM .....  | 331        |
| TENTANG PENULIS .....  | 335        |

