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   
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

**Bab 1 TINJAUAN PENGANTAR** 1

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

**Bab 2 KESETIMBANGAN SISTEM GAYA** 31

2.1 Kesetimbangan Gaya 31

2.2 Kondisi Kesetimbangan 33

2.3 Diagram Benda Bebas 34

2.4 Kesetimbangan Sistem Gaya Serentak 41

2.5 Kesetimbangan Sistem Gaya Sejajar 46

2.6 Kesetimbangan Sistem Gaya Tak Serentak 50

Latihan Soal 53

**Bab 3 ANALISIS STRUKTUR** 57

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

**Bab 4 SENTROID DAN MOMEN INERSIA** 85

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

**Bab 5 TEGANGAN DAN REGANGAN** 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

**Bab 6 SIFAT-SIFAT BAHAN TEKNIK** 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

**Bab 7 ANALISIS TEGANGAN** 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

**Bab 8 GESER DAN BENDING PADA BALOK** 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

**Bab 9 TEGANGAN PADA BALOK** 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

**Bab 10 LENDUTAN BALOK** 279

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

**TABEL A** Bentuk – W (*Wide Flange*) : Dimensi dan Sifat 310

**TABEL B**  Pipa : Dimensi dan Sifat 313

**TABEL C** Bentuk – C (Channels) : Dimensi dan Sifat 314

**TABEL D** Bentuk – L (Angle Bar) : Dimensi dan Sifat 315

**TABEL E** Sifat Beberapa Bahan Teknik Umum 316

**TABEL F**  Gaya Geser, Momen Bending dan Lendutan Balok 317

**LAMPIRAN G** Perhitungan dengan MathCad 325

GLOSARIUM 331

TENTANG PENULIS 335