

# Statika

dan

# Kekuatan Bahan

oleh:

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

## **Statika dan Kekuatan Bahan**

© 2023 by the author

The copyright of protected material belongs to the Author, while design and publishing rights belong to CV Epigraf Komunikata Prima. Reproduction of this book, in part or in whole, in any form, without permission from the Publisher is prohibited.

First Edition, Desember, 2023

ISBN: ...

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

Editor: ...

Content Designer: Zen

Cover Designer: ...

xii + 339 Pages

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 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, Oktober 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 .....	109
Latihan Soal .....	112

<b>Bab 5</b>	<b>TEGANGAN DAN REGANGAN</b>	117
5.1	Pengantar Kekuatan Bahan	117
5.2	Tegangan Tarik dan Tekan	118
5.3	Tegangan Geser	124
5.4	Perancangan Teknik	129
5.5	Regangan dan Deformasi	131
5.6	Regangan Geser	132
5.7	Hubungan Tegangan dan Regangan	134
	Latihan Soal	140
<b>Bab 6</b>	<b>SIFAT-SIFAT BAHAN TEKNIK</b>	145
6.1	Uji Tarik	145
6.2	Diagram Tegangan dan Regangan	147
6.3	Sifat-Sifat Mekanis Bahan	149
6.3.1	Bahan logam teknik	151
6.3.2	Bahan teknik non logam	156
6.3.3	Sifat elastis dan tidak elastis	157
6.4	Beban Torsi	158
6.4.1	Bahan yang dikenakan torsi	159
6.4.2	Tegangan geser torsi	163
6.5	Sudut Puntir	169
6.6	Transmisi Daya dengan Poros	172
	Latihan Soal	175
<b>Bab 7</b>	<b>ANALISIS TEGANGAN</b>	179
7.1	Perbandingan Poisson	179
7.2	Pengaruh Panas	185
7.3	Struktural Disusun Dua atau Lebih Bahan	189
7.4	Konsentrasi Tegangan	196
7.5	Tegangan pada Bidang Miring	201
7.6	Tegangan Geser Bidang Saling Tegaklurus	204
7.7	Tarikan dan Tekanan akibat Geser	205
	Latihan Soal	208
<b>Bab 8</b>	<b>GESER DAN BENDING PADA BALOK</b>	213
8.1	Jenis dan Tumpuan Balok	213
8.2	Jenis Pembebanan pada Balok	217
8.3	Reaksi pada Balok	219
8.4	Gaya Geser dan Momen Bending	222
8.5	Diagram Gaya Geser dan Momen Bending	224
8.6	Hubungan antara Beban, Gaya Geser dan Momen Bending	230
	Latihan Soal	242
<b>Bab 9</b>	<b>TEGANGAN PADA BALOK</b>	247
9.1	Tegangan Tarik dan Tekan karena Bending	247
9.2	Rumus Tegangan Bending	250
9.3	Perhitungan Tegangan Bending	261
9.4	Rumus Tegangan Geser	265
9.5	Analisis Balok	272
9.6	Desain Balok	274



Latihan Soal .....	278
<b>Bab 10 LENDUTAN BALOK .....</b>	<b>283</b>
10.1 Alasan Perhitungan Lendutan Balok .....	283
10.2 Lengkungan dan Momen Bending .....	284
10.3 Metode Perhitungan Lendutan.....	289
10.4 Metode Rumus .....	290
10.5 Metode Luas Momen.....	299
10.6 Diagram Momen per Bagian .....	302
10.7 Prinsip Superposisi.....	306
Latihan Soal .....	308
DAFTAR PUSTAKA.....	311
LAMPIRAN .....	313
<b>TABEL A</b> Bentuk - W ( <i>Wide Flange</i> ) : Dimensi dan Sifat .....	<b>314</b>
<b>TABEL B</b> Pipa : Dimensi dan Sifat .....	<b>317</b>
<b>TABEL C</b> Bentuk - C (Channels) : Dimensi dan Sifat .....	<b>318</b>
<b>TABEL D</b> Bentuk - L (Angle Bar) : Dimensi dan Sifat .....	<b>319</b>
<b>TABEL E</b> Sifat Beberapa Bahan Teknik Umum .....	<b>320</b>
<b>TABEL F</b> Gaya Geser, Momen Bending dan Lendutan Balok.....	<b>321</b>
<b>LAMPIRAN G</b> Perhitungan dengan MathCad .....	<b>329</b>
GLOSARIUM .....	335
TENTANG PENULIS .....	339