

# MEKANIKA REKAYASA

Penulis:

Afrida Yanti Tarigan

Fayza Efrila Asiqin

Muhammad Fajar Surya

Say Krisna Persat

Ananda Syahputra

Sionmora Ritonga

Given immanuel

Agung Kurniawan

Resemina Tambunan

Edifiktor Bawamenewi

Rocky Handoko Simamora

Ir. H. Irwan, M.T

Tika Ermita Wulandari, M.T

Dr. Aulia Akbar, S.T, MDP

Fredy Kurniawan, M.T, Ph.D

Diterbitkan oleh:

**Universitas Medan Area Press**

# MEKANIKA REKAYASA

Penulis:

Afrida Yanti Tarigan, Fayza Efrila Asiqin, Muhammad Fajar Surya, Say Krisna Persat, Ananda Syahputra, Sionmora Ritonga, Given Immanuel, Agung Kurniawan, Resemina Tambunan, Edifktor Bawamenewi, Rocky Handoko Simamora, Ir. H. Irwan, M.T, Tika Ermita Wulandari, M.T, Dr. Aulia Akbar, S.T, MDP, Fredy Kurniawan, M.T, Ph.D.

Desain Cover:

Afrida Yanti Tarigan

Edit Layout:

Ir. H. Irwan, M.T  
Tika Ermita Wulandari, M.T  
Dr. Aulia Akbar, S.T, MDP  
Fredy Kurniawan, M.T, Ph.D

Editor:

Ir. H. Irwan, M.T

ISBN

**Hak cipta dilindungi oleh undang-undang  
Dilarang mengutip atau memperbanyak sebagian  
Atau seluruh isi buku ini tanpa seizing tertulis dari Penerbit**

Diterbitkan oleh:

**Universitas Medan Area Press**

**Address: Jalan Kolam Nomor 1, Kenangan Baru, Kec. Percut Sei  
Tuan, Deliserdang, Sumatera Utara  
Telephone:061-7366878, e-mail: [pghc@uma.ac.id](mailto:pghc@uma.ac.id)**

# DAFTAR ISI

<b>COVER</b> .....	i
<b>HALAMAN JUDUL</b> .....	ii
<b>HALAMAN KEASLIAN</b> .....	iii
<b>DAFTAR ISI</b> .....	iv
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	vi
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	vii
<b>KATA PENGANTAR</b> .....	ix
<b>SINOPSIS</b> .....	x
<b>BAB I PENGETAHUAN DASAR TENTANG STATIKA</b> .....	1
1.1 Pengertian Dasar Statika .....	1
1.2 Gaya-Gaya Dalam.....	1
1.3 Perletakkan/Tumpuan .....	3
1.4 Contoh Soal.....	6
<b>BAB II BALOK DIATAS DUA TUMPUAN</b> .....	9
2.1 Reaksi Tumpuan .....	9
2.2 Reaksi Tumpuan Beban Terpusat .....	9
2.3 Reaksi Tumpuan Terbagi Rata .....	13
2.4 Reaksi Tumpuan Kombinasi Beban .....	16
2.5 Bidang Momen .....	18
2.6 Bidang momen beban terbagi rata.....	19
2.7 Contoh Soal.....	21
<b>BAB III KONTRUKSI BERSENDI BANYAK</b> .....	23
3.1 Pengertian.....	23
3.2 Ketentuan penempatan sendi .....	23
3.3 Balok Gerber.....	24
3.4 Balok Gerber dengan beberapa beban terpusat .....	25
3.5 Balok Gerber dengan beban merata.....	29
3.6 Balok Gerber Tiga Tumpuan.....	35
<b>BAB IV KONSTRUKSI PORTAL</b> .....	39
4.1 Pengertian Portal Pada Sistem Struktur.....	39
4.2 Konstruksi Portal Dengan Titik Simpul yang Goyah.....	41
<b>BAB V KONSTRUKSI RANGKA BATANG</b> .....	50
5.1 Pengetahuan dasar konstruksi rangka batang .....	50
5.2 Pengertian Rangka Batang .....	51
5.3 Metode Titik Simpul Cara Grafis ( <i>Metode Cremona</i> ) .....	57
<b>BAB VI BALOK TERUSAN</b> .....	62
6.1 Balok Terjepit.....	62
6.2 Balok terjepit elastis.....	68
6.3 Sistem titik potong pada balok terusan .....	68
6.4 Sistem Cross pada balok terusan.....	71

<b>BAB VII PERUBAHAN BENTUK ELASTIS .....</b>	<b>75</b>
7.1 Pengetahuan Dasar .....	75
7.2 Teori Kerja Virtual.....	75
7.3 Syarat-syarat berikatan pada perubahan bentuk elastis.....	84
<b>BAB VIII PERHITUGAN ALAT ALAT SAMBUNG .....</b>	<b>86</b>
8.1 Pendahuluan.....	86
8.2 Jenis Jenis Baut.....	89
8.3 Spasi Maksimum Dan Jarak Tepi .....	91
8.4 Contoh Soal.....	92
<b>BAB IX GARIS PENGARUH .....</b>	<b>96</b>
9.1 Pengetahuan dasar dan penggunaan garis pengaruh.....	96
9.2 Garis pengaruh pada balok T tunggal .....	99
9.3 Contoh Soal.....	103
<b>BAB X STRUKTUR STATIS TAK TENTU DAN STATIS TAK TENTU .....</b>	<b>105</b>
10.1 Golongan Struktur .....	105
10.2 Sifat Struktur.....	105
10.3 Syarat-syarat Bentuk Struktur .....	110
<b>BAB XI ILMU INERSIA DAN KETAHANAN .....</b>	<b>116</b>
11.1 Inersia.....	116
11.2 Tegangan Normal .....	121
11.3 Momen Inersia Axial.....	125
11.4 Contoh soal .....	126
<b>Daftar Pustaka .....</b>	<b>130</b>

## DAFTAR TABEL

Tabel 1. Daftar gaya-gaya Batang Dan Contoh Rangka Batang Kuda-Kuda .....	55
Tabel 2. Daftar Gaya-Gaya Batang Contoh Rangka Batang Jembatan .....	60
Tabel 3. Tabel Nilai Kekuatan Nominal Pengencang Baut .....	91

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. Gaya lintang Geser .....	2
Gambar 2. Momen Lentur .....	3
Gambar 3. Tumpuan Sendi .....	4
Gambar 4. Tumpuan Jepit.....	5
Gambar 5. Aplikasi .....	5
Gambar 6 Terhadap sumbu x dan sumbu y .....	6
Gambar 7. Reaksi Tumpuan dari Balok sederhana dengan beban terpusat.....	8
Gambar 8. Reaksi Tumpuan beban terpusat lebih dari satu beban.....	10
Gambar 9. Reaksi Tumpuan beban terpusat salah satu miring.....	11
Gambar 10. Reaksi Tumpuan beban terbagi rata penuh .....	12
Gambar 11. Pusat berat beban terbagi rata .....	13
Gambar 12. Reaksi Tumpuan beban terbagi Rata Sebagian .....	14
Gambar 13. Reaksi Tumpuan beban Kombinasi .....	16
Gambar 14. Penentuan Momen Positif dan Momen Negatif.....	18
Gambar 15. Bidang Momen dengan 1 beban terpusat.....	18
Gambar 16. Bidang Momen dengan jumlah terpusat lebih dari 1 buah .....	19
Gambar 17. Bidang momen dengan jumlah beban terpusat dan beban miring dengan sudut tertentu .....	19
Gambar 18. Bending Momen Diagram dari Balok Menerus Sederhana dan Balok Gerber.....	23
Gambar 19. Contoh kasus Balok Gerber dengan Beban Terpusat.....	24
Gambar 20. Penempatan sendi pada contoh soal balok gerber .....	25
Gambar 21. Perhitungan gaya-gaya dalam Balok Gerber secara grafis .....	26
Gambar 22. Balok gerber dengan beban merata.....	28
Gambar 23. Penentuan posisi titik sendi secara grafis .....	29
Gambar 24. Perhitungan gaya-gaya dalam Balok Gerber dengan beban merata secara grafis .....	31
Gambar 25. Hasil perhitungan gaya-gaya dalam Balok Gerber dengan beban merata secara analitis.....	34
Gambar 26. Balok Gerber dengan beban terpusat .....	35
Gambar 27. Balok gerber .....	35
Gambar 28. Penggambaran bidang D dan M balok gerber .....	37
Gambar 29. Diagram gaya dalam struktur portal .....	30
Gambar 30. Bentuk portal .....	30
Gambar 31. balok terjepit dengan penurunan tumpuan.....	40
Gambar 32. balok terjepit dengan penurunan tumpuan rol .....	41
Gambar 33. Kontruksi batang.....	49
Gambar 34. Rangka Batang.....	49
Gambar 35. Kontruksi Bingkai- Vierenderl .....	49
Gambar 36. portal tiga Sendi, Bila perletakan diganti .....	50
Gambar 37. Rangka batang Sederhana.....	51
Gambar 38. Rangka Batang Kuda-Kuda 5 .....	53
Gambar 39. Rangka Batang Jembatan Sederhana .....	56
Gambar 40. Lukisan Kutub Perletakan Contoh Rangka Jembatan .....	57
Gambar 41. Balok Pertengahan Terjepit .....	61
Gambar 42. Tumpuan Jepitan .....	61
Gambar 43. sudut putar tumpuan .....	62

Gambar 44. Faktor $1/E.1$ .....	63
Gambar 45. Diagram momen dibebani .....	63
Gambar 46. Beban Merata.....	64
Gambar 47. Gaya Pusat .....	65
Gambar 48. Beban Merata 2.....	66
Gambar 49. Balok Tunggal .....	66
Gambar 50. Penurunan Tumpuan Pada Balok Terjepit.....	68
Gambar 51. Balok Terjepit Sebelah .....	68
Gambar 52. Balok Terjepit Elastis .....	69
Gambar 53. Grafis Balok dengan Momen Lembang/tetap.....	71
Gambar 54. Perjanjian Tanda Pada Metode Cross .....	72
Gambar 55. Momen Pada Titik Simpul.....	73
Gambar 56. Trapesium-Bidang Semarang .....	81
Gambar 57. Trapesium-Trapesium .....	82
Gambar 58. Gambar Trapesium- Bidang SegiEmpat.....	82
Gambar 59. Bidang Segiempat-Segiempat.....	83
Gambar 60. Bidang Sigitiga- Segiempat .....	83
Gambar 61. Bidang segitiga - segitiga searah .....	83
Gambar 62. Bidang segitiga - segitiga berlawanan .....	84
Gambar 63. Paku Keling dan Bagian Paku Keling .....	88
Gambar 64. Bagian-Bagian Baut Hitam.....	90
Gambar 65. Reaksi tumpuan .....	97
Gambar 66. Menentukan garis pengaruh dan titik tangkap.....	98
Gambar 67. Mengakibatkan pada tumpuan A .....	99
Gambar 68. Menentukan titik-titik tangkap .....	100
Gambar 69. Garis Pengaruh Menghubungkan tumpuan A dan B.....	101
Gambar 70. menentukan reaksi tumpuan A.....	101
Gambar 71. reaksi tumpuan B yang negatif .....	102
Gambar 72. garis pengaruh pada reaksi tumpuan B yang dikalikan dengan $x'$ .....	103
Gambar 73. Statis tak tentu .....	109
Gambar 74. Balok Statis tak tentu .....	109
Gambar 75. Kerangka Kaku Statis tertentu .....	110
Gambar 76. a-b Kerangka kaku statis tak tentu.....	111
Gambar 77. a-c Rangka Batang Statis Tertentu.....	112
Gambar 78. a-c Rangka Batang Statis Tak tentu .....	113
Gambar 79. Susunan Segitiga Membentuk Rangka Batang.....	113
Gambar 80. Kestabilan sebuah struktur.....	114
Gambar 81. titik berat.....	119
Gambar 82. Momen inersia terhadap sumbu $x$ .....	120
Gambar 83. Momen inersia terhadap sumbu $y$ .....	121
Gambar 84. Momen inersia polar bidang segi empat.....	122
Gambar 85. Momen inersia polar bidang bujur sangkar .....	123
Gambar 86. Momen inersia polar bidang segi tiga.....	124
Gambar 87. Momen tahanan .....	128

## **KATA PENGANTAR**

Penulisan buku ini diharapkan dapat bermanfaat dalam menambah pengetahuan tentang ilmu dasar teknik sipil dalam mekanika rekayasa. Di dalam buku ini berisi tentang konsep dan ilmu dasar mekanika rekayasa yang dikemas secara ringkas dengan bahasa yang ringan. Pada kesempatan ini, tentu tak lupa kami para penulis ucapkan puji syukur kehadiran Allah SWT atas segala karunia dan kemurahanNya, sehingga penyusunan buku ini dapat diselesaikan dengan baik dan lancar. Terima kasih juga kami sampaikan kepada berbagai pihak yang turut membantu dan memberikan dukungan dalam penyusunan buku ini. Kehadiran buku ini juga diharapkan dapat menjadi pelengkap buku-buku serupa yang telah beredar sebelumnya. Kami menyadari, bahwa dalam penyusunan buku ini masih banyak kekurangan dan ketidaksempurnaan, oleh karenanya kami mengharapkan adanya saran yang membangun dari berbagai pihak sebagai evaluasi dan penyempurnaan buku ini di edisi selanjutnya.

Tim penulis

## **SINOPSIS**

Teknik sipil adalah disiplin ilmu yang berfokus pada perencanaan, konstruksi, restorasi, dan pemeliharaan struktur. Teknik sipil mencakup berbagai disiplin ilmu, termasuk matematika, fisika, geologi, ilmu lingkungan, dan ilmu komputer. Insinyur teknik sipil saat ini diharapkan menguasai big data dan internet of things. Teknik sipil dan arsitektur saling berhubungan secara rumit di seluruh proses, meliputi perencanaan, desain, implementasi, pengoperasian, dan pemeliharaan. Meskipun pada kenyataannya, kedua bidang ini lebih banyak bersinggungan sepanjang fase perencanaan dan desain. Proses perencanaan dan desain sering kali melibatkan pelaksanaan perhitungan struktural dan pembuatan gambar desain. Implementasi meliputi pemanfaatan teknik pelaksanaan dan pengawasan terhadap proyek konstruksi yang sedang berlangsung. Pengoperasian dan pemeliharaan mengacu pada proses pengoperasian fasilitas dan memastikan fungsinya selama masa pakai yang diharapkan. Buku ini disusun menjadi 11 bab. Buku ini dapat diterapkan sebagai literatur untuk mengajar dan melakukan penelitian pada mata pelajaran teknik sipil di semua bidang spesialisasi, dengan fokus khusus pada konsentrasi struktural.