

# ELEMEN MESIN

**Prof. Dr. Ambiyar, M.Pd**  
**Dr. Waskito, MT**  
**Hendri Nurdin, ST, MT**

Elemen Mesin adalah bagian-bagian suatu konstruksi yang mempunyai bentuk serta fungsi tersendiri, seperti baut-mur, pen, pasak, poros, kopling, sabuk-pulli, rantai-sprocket, roda gigi dan sebagainya. Dalam penggunaan elemen mesin bisa berfungsi sebagai elemen pengikat, elemen pemindah atau transmisi, elemen penyangga, elemen pelumas, elemen pelindung, dan sebagainya.

Buku ini terdiri dari delapan bab. Pada Bab 1 diuraikan tentang cakupan materi dari buku Elemen Mesin ini. Kemudian pada Bab 2, terdapat uraian mengenai Sambungan Kelingan serta prosedur desainnya, sedangkan pada Bab 3 dibahas tentang sambungan las beserta jenis-jenisnya. Memasuki Bab 4 dibahas seputar penyolderan atau patri.

Adapun Bab 5 diuraikan kajian tentang sambungan ulir, sedangkan pada Bab 6 diuraikan tentang alat transmisi daya. Selain itu pada bab 7 dijelaskan tentang perancangan pegas beserta jenis-jenisnya. Pada Bab 8 diuraikan tentang pelumasan dan bantalan pada mesin.

Buku ini dilengkapi dengan glossary (kosa kata) yang dapat mempermudah memahami istilah-istilah elemen mesin yang ditemui. Di samping itu juga dilengkapi indeks buku tentang suatu kata atau istilah penting yang disusun berdasarkan abjad dan informasi halaman berupa tempat kata atau istilah tersebut ditemukan.



PENERBITAN & PERCETAKAN UNP PRESS  
Jln. Prof. Dr. Hamka Air Tawar Padang  
Sumatera Barat



UNP PRESS

ELEMEN MESIN

Prof. Dr. Ambiyar, M.Pd - Dr. Waskito, MT  
Hendri Nurdin, ST, MT

# ELEMEN MESIN

**Prof. Dr. Ambiyar, M.Pd**  
**Dr. Waskito, MT**  
**Hendri Nurdin, ST, MT**



Penerbitan & Percetakan  
**UNP PRESS**  
0275 55222

# **ELEMEN MESIN**

**Prof. Dr. Ambiyar, M.Pd**

**Dr. Waskito, MT**

**Hendri Nurdin, ST, MT**

UNDANG-UNDANG REPUBLIK INDONESIA  
NO 19 TAHUN 2002  
TENTANG HAK CIPTA  
PASAL 72  
KETENTUAN PIDANA SANGSI PELANGGARAN

1. Barang siapa dengan sengaja dan tanpa hak mengumumkan atau memperbanyak suatu Ciptaan atau memberi izin untuk itu, dipidana dengan pidana penjara paling singkat 1 (satu) bulan dan denda paling sedikit Rp 1.000.000, 00 (satu juta rupiah), atau pidana penjara paling lama 7 (tujuh) tahun dan denda paling banyak Rp 5.000.000.000, 00 (lima milyar rupiah).
2. Barang siapa dengan sengaja menyerahkan, menyiarkan, memamerkan, mengedarkan, atau menjual kepada umum suatu Ciptaan atau barang hasil pelanggaran Hak Cipta atau Hak Terkait sebagaimana dimaksud dalam ayat (1), dipidana dengan pidana penjara paling lama 5 (lima) tahun dan denda paling banyak Rp 500.000.000, 00 (lima ratus juta rupiah).

# **ELEMEN MESIN**

**Prof. Dr. Ambiyar, M.Pd**

**Dr. Waskito, MT**

**Hendri Nurdin, ST, MT**



**2022**

# **ELEMEN MESIN**

editor, Tim editor UNP Press  
Penerbit UNP Press, Padang, 2022  
1 (satu) jilid; 17.6 x 25 cm (B5)  
Jumlah Halaman i + Halaman Buku

ISBN :

---

Hak Cipta dilindungi oleh undang-undang pada penulis  
Hak penerbitan pada UNP Press

---

Penyusun: Prof. Dr. Ambiyar, M.Pd - Dr. Waskito, MT  
Hendri Nurdin, ST, MT  
Editor Substansi: Tim UNP Press

Editor Bahasa: Prof. Dr. Harris Effendi Thahar, M.Pd  
Desain Sampul & Layout: Dr. Asrul Huda, M.Kom & Syed Abdul Qadir,  
S.Pd

## **KATA PENGANTAR**

Elemen Mesin adalah bagian-bagian suatu konstruksi yang mempunyai bentuk serta fungsi tersendiri, seperti baut-mur, pen, pasak, poros, kopling, sabuk-pulli, rantai-sprocket, roda gigi dan sebagainya. Dalam penggunaan elemen mesin bisa berfungsi sebagai elemen pengikat, elemen pemindah atau transmisi, elemen penyangga, elemen pelumas, elemen pelindung, dan sebagainya.

Buku ini terdiri dari delapan bab. Pada Bab 1 diuraikan tentang cakupan materi dari buku Elemen Mesin ini. Kemudian pada Bab 2, terdapat uraian mengenai Sambungan Kelingan serta prosedur desainnya. Sedangkan pada Bab 3 dibahas tentang sambungan las beserta jenis-jenisnya. Memasuki Bab 4 dibahas seputar penyolderan atau patri.

Adapun Bab 5 diuraikan kajian tentang sambungan ulir, sedangkan pada Bab 6 diuraikan tentang alat transmisi daya. Selain itu pada bab 7 dijelaskan tentang perancangan pegas beserta jenis-jenisnya. Pada Bab 8 diuraikan tentang pelumasan dan bantalan pada mesin.

Lewat buku ini diharapkan pembaca dapat memahami konsep dari elemen-elemen mesin secara luas. Demi pengembangan buku ini di masa mendatang, kami sangat menantikan kritik dan saran.

Terima kasih dan selamat membaca.

Padang, 22 Juni 2022

## DAFTAR ISI

<b>KATA PENGANTAR .....</b>	<b>V</b>
<b>DAFTAR ISI .....</b>	<b>VI</b>
<b>DAFTAR GAMBAR .....</b>	<b>IX</b>
<b>DAFTAR TABEL .....</b>	<b>XVI</b>
<b>BAB 1. PENDAHULUAN .....</b>	<b>1</b>
A. Pengertian Elemen Mesin .....	1
B. Pembagian Elemen Mesin .....	1
C. Prinsip Dasar Perencanaan Elemen Mesin .....	2
D. Pertimbangan dalam Perencanaan Elemen Mesin .....	3
E. Dasar Perhitungan dalam Perencanaan Elemen Mesin ...	4
F. Soal-Soal Latihan .....	5
<b>BAB 2. SAMBUNGAN KELINGAN .....</b>	<b>6</b>
A. Pengertian Sambungan Kelingan .....	6
B. Sambungan dan Efisiensi .....	7
C. Prosedur Desain Sambungan Keling .....	34
D. Pembebanan Torsi dan Eksentrik Sambungan Keling. ...	45
E. Soal-soal Latihan .....	52
<b>BAB 3. SAMBUNGAN LAS .....</b>	<b>55</b>
A. Pengertian Sambungan Las .....	55
B. Jenis Sambungan Las .....	59
C. Kekuatan Sambungan Las Fillet Melintang .....	60
D. Kekuatan Sambungan Las Fillet Sejajar .....	62
E. Kasus Khusus Sambungan Las Fillet .....	64
F. Kekuatan Butt Joint .....	68
G. Beban Eksentris Sambungan Las .....	73

H. Soal-Soal Latihan .....	87
<b>BAB 4. SOLDER/PATRI .....</b>	<b>90</b>
A. Peralatan Patri .....	90
B. Pemakaian Solder .....	99
C. Bahan Solder .....	103
D. Macam-Macam Sambungan Solder .....	106
E. Proses Penyolderan .....	110
F. Keuntungan dan Kerugian Penyolderan .....	110
<b>BAB 5. SAMBUNGAN ULIR .....</b>	<b>114</b>
A. Pengertian Sambungan Ulir .....	114
B. Istilah Penting pada Ulir .....	114
C. Jenis Ulir .....	115
D. Jenis Sambungan Ulir .....	118
E. Dimensi Standar Ulir .....	119
F. Sambungan Baut Akibat Beban Sentris .....	121
G. Soal-Soal Latihan .....	131
<b>BAB 6. ALAT TRANSMISI DAYA .....</b>	<b>133</b>
A. Pengertian Alat Transmisi Daya .....	133
B. Tujuan.....	133
C. Alat transmisi.....	134
D. Transmisi Daya dengan Sabuk .....	143
E. Rantai.....	159
F. Roda Gigi .....	160
G. Ringkasan.....	191
H. Soal-soal Latihan.....	192
<b>BAB 7. PERANCANGAN PEGAS .....</b>	<b>194</b>
A. Pengertian Pegas .....	194



B. Klasifikasi Pegas .....	194
C. Material Pegas .....	197
D. Pegas Helix .....	201
E. Pegas Tekan .....	210
F. Pegas Tarik .....	214
G. Pegas Daun .....	225
H. Pegas Belleville .....	227
I. Soal-soal Latihan .....	233
<b>BAB 8. BANTALAN DAN PELUMASAN .....</b>	<b>239</b>
A. Pengertian dan Sejarahnya .....	239
B. Klasifikasi dan Kriteria Pemilihan Bantalan .....	241
C. Sistem Pelumasan .....	244
D. Bantalan Luncur .....	251
E. Soal-soal Latihan .....	275
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>	<b>278</b>
<b>GLOSARIUM .....</b>	<b>280</b>
<b>INDEKS .....</b>	<b>281</b>
<b>PARA PENULIS .....</b>	<b>282</b>

## DAFTAR GAMBAR

<b>Gambar</b>	<b>Halaman</b>
2.1. Jenis Pembentukan Kepala Keling .....	8
2.2. Jenis Kepala Paku Keling .....	9
2.3. Mendempul (Caulking) Sambungan Kelingan .....	10
2.4. Sambungan Lap Joint Single dan Double .....	11
2.5. Sambungan Lap Joint Triple .....	11
2.6. Butt Joint .....	13
2.7. Dimensi dan Notasi Sambung Keling .....	14
2.8. Single Riveted Lap Joint .....	15
2.9. Robek Pelat pada Bagian Terlemah oleh Lubang .....	16
2.10. Geser pada Paku Keling .....	17
2.11. Perubahan Bentuk Paku Keling .....	18
2.12. Geser pada Margin (Margin) .....	19
2.13. Sambungan Keling Lap Joint Ganda .....	24
2.14. Sambungan Keling Pada Struktur .....	27
2.15. Sambungan Keling untuk Ketel dan Tangki .....	34
2.16. Sambungan Keling untuk Ketel .....	41
2.17. Sambungan Keling untuk Shell Boiler .....	45
2.18. Beban Torsi dan Eksentrik Sambungan Keling .....	46
2.19. Sambungan Keling pada Sebuah Kolom Vertikal .....	50
2.20. Besar Gaya pada Ketiga Paku Keling .....	51
2.21. Menentukan Diameter Paku Keling .....	54
3.1. Sambungan Las Jenis Lap Joint .....	59
3.2. Sambungan Las Butt Joint .....	60
3.3. Tipe Lain Sambungan Las .....	60

3.4. Lap Joint .....	60
3.5. Skema dan Dimensi Bagian Sambungan Las .....	61
3.6. Sambungan Las Fillet Sejajar dan Kombinasi .....	62
3.7. Las Fillet Menerima Torsi .....	64
3.8. Las Fillet Menerima Momen Bengkok .....	65
3.9. Las Fillet Memanjang .....	66
3.10. Poros Pejal .....	67
3.11. Menentukan Torsi pada Las Fillet .....	68
3.12. Butt joint .....	69
3.13. Menentukan Panjang Las .....	72
3.14. Beban Eksentris .....	75
3.15. Sambungan Las Dibebeani secara Eksentris .....	77
3.16. Sebuah Sambungan Las .....	81
3.17. Sebuah Poros Pejal Dilas ke Pelat Tipis .....	83
3.18. Sebuah Balok Dilas dengan Las Fillet .....	84
3.19. Sebuah Pelat Baja Persegi Dilas .....	86
3.20. Sebuah Pelat Dilas secara Fillet .....	88
3.21. Sebuah Braket di Las .....	89
4.1. Baut Solder .....	91
4.2. Macam Bentuk Kepala Baut-Solder Tangan .....	92
4.3. Baut-Solder Tetap .....	93
4.4. Baut Solder Pistol .....	93
4.5. Baut-Solder Mini .....	94
4.6. Baut-Solder Pena .....	94
4.7. Baut-Solder Listrik untuk Pekerjaan Biasa .....	95
4.8. Baut-Solder Listrik untuk Pekerjaan Berat .....	95
4.9. Baut-Solder untuk Pekerjaan Industri .....	95

4.10. Dapur Terbuka dengan Bahan Bakar Arang Kayu/ Arang Batu .....	96
4.11. Dapur Terbuka dengan Bahan Gas .....	97
4.12. Penimahan Kepala Baut-Solder .....	99
4.13. Tempat Air .....	100
4.14. Pipa Saluran (Ducting) .....	100
4.15. Prinsip Sambungan Patri .....	103
4.16. Macam-macam Bentuk Timah Solder .....	104
4.17. Macam-macam Bahan Tambah dan Kemasannya .....	104
4.18. Macam-macam Sambungan Patri .....	108
4.19. Macam-macam Penguatan Sambungan Solder .....	109
4.20. Gaya Kapiler .....	109
5.1. Istilah pada Ulir .....	114
5.2. B.S.W. Thread .....	116
5.3. B.A. Thread .....	116
5.4. American National Standard Thread .....	117
5.5. Square Thread .....	117
5.6. Acme Thread .....	117
5.7. Knuckle Thread .....	118
5.8. Buttress Thread .....	118
5.9. Jenis Sambungan Baut dan Ulir .....	119
5.10. Cap Screws .....	119
5.11. Beban Eksentris yang Sejajar dengan Sumbu Baut .....	122
5.12. Bebas Eksentris Tegak Lurus Sumbu Baut .....	125
5.13. ....	126
5.14. Bebas Eksentris dengan Sambungan Melingkar .....	128
5.15. Sebuah Pelat .....	131

5.16. Sebuah Bracket .....	131
6.1. Jenis Belt dan Pulley .....	134
6.2. Sabuk Terbuka .....	136
6.3. Sabuk Silang .....	136
6.4. Rantai dan Rantai Penggerak .....	139
6.5. Gerak Roda Gigi .....	141
6.6. Transmissi Mur .....	142
6.7. Menggunakan Idler pada Sabuk .....	143
6.8. Hukum Sabuk (Law of Belting) .....	144
6.9. Sabuk Penggerak Terbuka .....	145
6.10. Sabuk Penggerak Silang .....	147
6.11. Puli Tirus .....	148
6.12. Rasio Gaya Tegang Pada Sabuk Datar .....	151
6.13. Rasio Gaya Tegang pada Sabuk V .....	153
6.14. Gaya Tegang Disebabkan Gaya Sentrifugal .....	156
6.15. Kinematika Rantai .....	159
6.16. Roda Gigi Lurus .....	160
6.17. Rack and Pinion .....	161
6.18. Helical Gears .....	161
6.19. Roda Gigi Herringbone .....	162
6.20. Roda Gigi Bevel Lurus .....	163
6.21. Spiral Bevel Gears .....	164
6.22. Kontak Hyperboloid .....	164
6.23. Roda Gigi Cacing .....	165
6.24. Roda Gigi Cacing .....	166
6.25. Roda Gigi Hypoid .....	166
6.26. Terminologi Roda Gigi .....	168

6.27. Terminologi Roda Gigi .....	172
6.28. Roda Gigi Kereta Sederhana .....	173
6.29. Roda Gigi Kereta .....	174
6.30. Roda Gigi Kombinasi .....	175
6.31. Box Roda Gigi Konvensional .....	177
6.32. Roda Gigi Lurus .....	181
7.1. Wire Form Spring: (a) Helical Compression Spring, (b) Helical Extension Spring, (c) Drawbar Spring, (d) Torsion Spring ...	196
7.2. Spring Washer Dan Flat Spring : (a) Lima Tipe Spring Washer, (b) Volute Spring, (c) Beam Spring, (d) Power Spring .....	197
7.3. Kurva Stress-Strain untuk Satu Siklus .....	198
7.4. Kekuatan Ultimate Kawat Material Pegas Vs Diameter Kawat .....	200
7.5. Geometri dan Gaya-Gaya pada Pegas Helix .....	202
7.6. Distribusi Tegangan pada Penampang Pegas .....	204
7.7. Empat Tipe Ujung Pegas .....	206
7.8. Various Panjang Pegas Helix Tekan: (a) Panjang Bebas, (b) Panjang Terpasang, (c) Panjang Minimum Operasi, (d) Panjang Pejal .....	207
7.9. Kondisi Critical Buckling Pegas untuk Ujung Paralel dan Non- Parallel .....	208
7.10. Kurva S-N Kawat Pegas .....	212
7.11. Pegas Helix Tarik. (a) Geometry; (b) Bentuk Hook Konvensional; (c) Pandangan Samping; (d) Improved Design; (e) Pandangan Samping .....	215
7.12. Daerah Tegangan Geser Awal yang Direkomendasikan	

pada Pegas Tarik .....	217
7.13 Lokasi Tegangan Kritis pada Hook .....	218
7.14. Spesifikasi Pegas Helix Torsional .....	221
7.15. Pegas Daun, (a) Papan Segitiga, Pegas Kantilever (b) Pegas Daun Bertumpuk Ekuivalennya .....	226
7.16. (a) Pegas Belleville yang Ada di Pasaran (b) Dimensi Pegas Belleville (Posisi Bebas/Tidak Terdefleksi) .....	228
7.17. Karakteristik Gaya-Defleksi yang Dinormalisasi Pegas Belleville .....	229
7.18. Pemasangan Pegas Belleville pada Kondisi Memungkinkan Melewati Posisi Flat .....	229
7.19. Posisi Tegangan Maksimum Terjadi pada Pegas Belleville.	231
7.20. Susunan Pegas Belleville.....	233
7.21. Papan Loncat .....	234
7.22. Katup Overflow .....	234
7.23. Sebuah Batang Torsional.....	235
7.24. Pintu Oven .....	236
7.25. Pegas Helix Tekan.....	236
7.26. Pegas helix tarik.....	237
7.27. Sebuah Perangkap Tikus .....	238
8.1. Kereta Celtic dan Bantalan Kayu yang Digunakan .....	240
8.2. Bucket Wheel Excavator dan Jenis Bantalan yang Digunakan .	240
8.3. Arah Beban pada Bantalan .....	241
8.4. Konstruksi Bantalan Luncur dan Bantalan Pelindung .....	242
8.5. Lapisan Pelumas Diantara Permukaan yang Berkontak .....	245
8.6. Variasi Viskositas Oli Pelumas terhadap Temperature .....	249
8.7. Jenis Pelumasan Berdasarkan Tingkat Pemisahan Permukaan	

Oleh Pelumas.....	250
8.8. Contoh Konstruksi Journal Bearing Dan Thrust Bearing.....	252
8.9. Posisi Journal Bearing pada saat Diam, Mulai Diperasikan (Start) dan pada saat Mencapai Full-Film Lubrication.....	257
8.10. Karakteristik Gesekan pada Hydrodynamic Bearing dari Saat Start Sampai Mencapai Kondisi Full Film .....	257
8.11. Tegangan Geser pada Journal Bearing Tanpa Beban .....	258
8.12. Lapisan Pelumas Antara Pelat Nonparalel yang dapat Menahan Beban Tranversal.....	260
8.13. Komponen Kecepatan pada Eccentric Journal Bearingi .....	261
8.14. Distribusi Tekanan Pada Bantalan Luncur Pendek .....	264
8.15. Perbandingan Pendekatan Short-Bearing Ovrick untuk Beberapa Variasi L/D dengan Pendekatan Long-Bearing Sommerfeld.....	266
8.16. Kurva Hubungan Rasio Eksentrisitas dengan Bilangan Ocvirk.....	269
8.17. Rasio Tekanan dan Rasio Torsi Vs Bilangan Ocvirk untuk Bantalan Pendek.....	270
8.18. Sudut $\Theta_{max}$ dan $\Phi$ sebagai Fungsi Bilangan Ocvirk .....	271
8.19. Geometri untuk Contoh Perancangan Bantalan.....	272
8.20. Perancangan Poros dan Bantalan Soal 1.....	275
8.21. Perancangan Poros dan Bantalan Soal 4.....	276



## DAFTAR TABEL

<b>Tabel</b>	<b>Halaman</b>
2.1. Efisiensi Sambungan Ketel Komersil .....	21
2.2. Saran Penyusunan Paku Keling .....	35
2.3. Standar Lobang dan Diameter Paku Keling .....	35
2.4. Nilai Konstanta untuk Pitch .....	36
3.1. Ukuran Las Minimum yang Direkomendasikan .....	70
3.2. Faktor Konsentrasi Tegangan .....	71
3.3. Momen Inersia Polar dan Section Modulus dari Las .....	80
5.1. Dimensi standar ISO untuk Ulir .....	120
7.1. Sifat-Sifat Mekanik Material Pegas .....	199
7.2. Koefisien dan Eksponen Kekuatan Ultimate Material Pegas	201
7.3. Formula Pegas Tekan Helix untuk Empat Kondisi Ujung Lilitan .....	208
7.4. Kekuatan Yield Torsional $S_{sy}$ untuk Pegas Tekan, dan Beban Statik .....	211
7.5. Kekuatan Fatigue Torsional, $S_{sf}$ untuk Pegas Tekan (Stress Ratio, $R = 0$ ) .....	211
7.6. Kekuatan Yield Torsional dan Bending Material Pegas Tarik	219
7.7. Kekuatan Fatigue Material ASTM A228 dan SS 302 .....	220
7.8. Kekuatan Yield Bending Maksimum $S_y$ yang Direkomendasikan untuk Pegas Helix Torsional pada Pembebanan Statik .....	224
7.9. Kekuatan Fatigue Bending Maksimum $S_{sf}$ yang Direkomendasikan untuk Pegas Helix Torsional pada Pembebanan Dinamik (Rasio Tegangan, $R=0$ ) .....	224
7.10 Tingkat Tegangan Tekan Maksimum yang Direkomendasikan	

untuk Pegas Belleville pada Pembebanan Statik (Asumsi Suc=Sut) .....	232
8.1. Jenis-Jenis Pelumas Cair .....	246
8.2. Jenis-Jenis Pelumas Padat .....	248
8.3. Material Bantalan yang Direkomendasikan untuk Sliding Melawan Baja atau Besi Cor .....	255

# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**

### **A. Pengertian Elemen Mesin**

Elemen Mesin adalah bagian-bagian suatu konstruksi yang mempunyai bentuk serta fungsi tersendiri, seperti baut-mur, pen, pasak, poros, kopling, sabuk-pulli, rantai-sprocket, roda gigi dan sebagainya. Dalam penggunaan elemen mesin bisa berfungsi sebagai elemen pengikat, elemen pemindah atau transmisi, elemen penyangga, elemen pelumas, elemen pelindung, dan sebagainya.

### **B. Pembagian Elemen Mesin**

Elemen Mesin dapat dikelompokkan sebagai berikut:

1. Elemen-elemen Sambungan
  - a. Sambungan Paku Keling
  - b. Sambungan Las
  - c. Sambungan Solder
  - d. Sambungan Ulir
  - e. Sambungan Lem
  
2. Elemen-elemen Transmisi
  - a. Poros dan pasak
  - b. Kopling
  - c. Sabuk dan rantai penggerak
  - d. Roda gigi
  - e. Rem