

Modul

Praktikum Fenomena Mesin



Uhamka
FAKULTAS TEKNIK

**PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH PROF.DR.HAMKA
2020**

Kata Pengantar

Buku pedoman Praktikum Fenomena Mesin ini disusun dengan tujuan untuk memberikan panduan dalam pelaksanaan praktikum oleh mahasiswa dan dosen yang ingin mengamati fenomena dari suatu komponen mesin pada saat menerima beban.

Penyusunan buku pedoman ini mengacu pada teori dasar dari masing-masing modul praktikum, yang disesuaikan dengan peralatan praktikum yang tersedia.

Dalam setiap percobaan, dilengkapi dengan maksud dan tujuan praktikum, teori singkat, langkah kerja percobaan, daftar pertanyaan dan lembar pengamatan. Diharapkan buku pedoman praktikum ini memberikan gambaran dan panduan Praktikum yang mudah dipahami dan dilaksanakan oleh mahasiswa.

Perbaikan terus menerus terhadap isi buku pedoman praktikum ini senantiasa dilakukan, agar lebih baik dan memenuhi kebutuhan pembelajaran mahasiswa. Masukan untuk perbaikan dari semua pembaca sangat diharapkan.

Semoga buku pedoman ini bermanfaat bagi proses pembelajaran.

Jakarta, 01 Sep 2020
Tim pengembangan Laboratorium,

Yos Nofendri

DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR	1
DAFTAR ISI	2
PERATURAN–PERATURAN DAN KEWAJIBAN	3
Syarat-syarat dan Tata Tertib Penggunaan Laboratorium	
Hak-hak Pengguna Laboratorium	
Kewajiban Pengguna Laboratorium	
Larangan-larangan terhadap Pengguna Laboratorium	
Sangsi-sangsi terhadap Tata Tertib	
PERCOBAAN REAKSI TUMPUAN	5
1. Pendahuluan	
2. Tujuan Percobaan	
3. Set-Up Alat Uji	
4. Prosedur Percobaan Reaksi Tumpuan	
5. Tugas Sesudah Praktikum	
PERCOBAAN BATANG LENTUR	9
1. Pendahuluan	
2. Data Alat Uji Batang Lentur	
3. Analisis Teoritis Reaksi Tumpuan Jepit dan Roll	
4. Alat dan Perlengkapan	
5. Langkah Kerja	
6. Lembar Pengumpulan Data	
7. Modul Laporan	
8. Pertanyaan	
PERCOBAAN PUNTIR	15
1. Pendahuluan	
2. Data Alat Uji Puntir	
3. Teori Dasar Poros Puntir	
4. Alat dan Perlengkapan	
5. Langkah Kerja	
6. Lembar Pengumpulan Data	
7. Modul Laporan	
8. Pertanyaan	
BUKU REFRENSI	20
LEMBAR FORMAT LAPORAN	21

PERATURAN–PERATURAN DAN KEWAJIBAN

Syarat-syarat dan Tata Tertib Penggunaan Laboratorium

1. Mengajukan surat permohonan ijin penggunaan laboratorium kepada Ketua jurusan dan disetujui oleh Penanggung jawab laboratorium.
2. Sanggup mengisi dan menandatangani Surat Pernyataan yang dikeluarkan oleh Laboratorium.
3. Sanggup mentaati peraturan Universitas serta tata tertib yang dikeluarkan laboratorium.
4. Jam kerja pengguna laboratorium atau pratikum disamakan dengan karyawan.
Senin s/d Jumat : 08.00 – 17.00
Istirahat : 12.00 – 13.00

Hak-hak Pengguna Laboratorium

1. Mendapat bimbingan dan pengarahan.
2. Memperoleh pelayanan peminjaman alat-alat yang digunakan
3. Memperoleh fasilitas sesuai dengan rekomendasi dari ketua program studi.

Kewajiban Pengguna Laboratorium

1. Pengguna laboratorium harus taat pada seluruh peraturan Universitas serta tata tertib yang dikeluarkan laboratorium
2. Berada di laboratorium sesuai dengan jadwal yang sudah diatur.
3. Berlaku sopan, jujur dan bertanggung jawab terhadap tugas-tugas yang diberikan oleh pembimbing.
4. Mengenakan pakaian yang telah ditentukan oleh jurusan mesin dengan rapi
5. Mengisi Log book yang telah tersedia.
6. Memberikan kabar bila berhalangan hadir atau hendak meninggalkan tempat (laboratorium).
7. Menggunakan sepatu yang aman selama di dalam laboratorium
8. Mentaati penggunaan alat-alat, dan bahan-bahan yang dipakai.
9. Melaporkan dengan segera kepada petugas / pembimbing yang berwenang apabila terjadi kerusakan atau kesalahan pengoperasian mesin.
10. Diharuskan menjaga ketenangan dan ketenteraman serta keharmonisan di lingkungan laboratorium.
11. Harus mentaati ketentuan P2K3/Keselamatan dan Kesehatan Kerja.
12. Membersihkan tempat peralatan serta mengatur kembali dengan rapi apabila hendak meninggalkan ruang laboratorium.
13. Apabila telah selesai masa penggunaan laboratorium supaya membuat laporan ditujukan kepada Ketua jurusan mesin dan tembusan kepada Penanggung jawab laboratorium.

Larangan-larangan terhadap Pengguna Laboratorium

1. Merokok dan membuat api di dalam lingkungan laboratorium, kecuali ditempat yang telah ditentukan.
2. Membawa senjata tajam, dan peralatan yang berbahaya.
3. Menerima tamu pribadi atau mengajak teman ke dalam laboratorium, kecuali seizin yang berwenang.
4. Menggunakan bahan/alat serta memasuki ruang lain tanpa izin yang berwenang.
5. Memaksa karyawan untuk melaksanakan sesuatu hal yang bukan merupakan wewenangnya.

6. Menangani secara langsung mesin-mesin, kecuali dibawah pengawasan/bimbingan petugas laboratorium.
7. Memperpanjang jam penggunaan laboratorium seperti yang telah ditentukan kecuali ada persetujuan Ketua jurusan mesin.
8. Berbuat Asusila di dalam lingkungan laboratorium.
9. Mencuri, memiliki barang-barang atau dokumen-dokumen laboratorium.
10. Berkelahi/bertengkar baik antara teman maupun dengan karyawan.
11. Menggunakan fasilitas lain.
12. Khusus wanita/siswi tidak diperkenankan:
 - Berpakaian longgar, terurai, karena akan mengundang resiko tinggi tentang keselamatan
 - Memakai rok atau baju mini.
 - Memakai sepatu bertumit tinggi.
 - Memakai perhiasan yang menyolok dan berharga.
 - Memakai tata rias muka yang berlebihan.

Sangsi-sangsi terhadap Tata Tertib:

1. Peringatan secara lisan.
2. Peringatan secara tertulis/Pengurangan nilai Pratikum bagi praktikan.
3. Dikeluarkan dari laboratorium.

Telah dibaca dan dipahami, sanggup untuk mentaati Peraturan-peraturan dan Kewajiban selama di dalam lingkungan laboratorium

Jakarta,

(.....)

MODUL 1

PERCOBAAN TUMPUAN REAKSI

1. Pendahuluan

a. Persamaan Keseimbangan Statis

Salah satu topik bahasan dalam matakuliah Statika Struktur (Mekanika Teknik Statis Tertentu), adalah reaksi tumpuan pada konstruksi balok sederhana atau beam dengan dua tumpuan, yaitu sendi dan roll.

Secara teoretik, konsep dasar perhitungan reaksi tumpuan adalah konsep keseimbangan benda tegar statis tertentu. Dalam hal ini, beberapa hal penting yang perlu diperhatikan adalah sebagai berikut:

- Suatu partikel dalam keadaan keseimbangan jika resultan semua gaya yang bekerja pada partikel tersebut nol.
- Jika pada suatu partikel diberi 2 gaya yang sama besar, mempunyai garis gaya yang sama dan arah berlawanan, maka resultan gaya tersebut adalah NOL. Hal tersebut menunjukkan partikel dalam keseimbangan.
- Sebuah benda tegar dikatakan dalam keseimbangan jika gaya-gaya yang bereaksi pada benda tersebut membentuk gaya/sistem gaya ekuivalen dengan nol.
- Sistem tidak mempunyai resultan gaya dan resultan kopel.
- Syarat perlu dan cukup untuk keseimbangan suatu benda tegar secara analitis adalah:
 - (i) jumlah gaya arah $x = 0$ atau $F_x = 0$
 - (ii) jumlah gaya arah $y = 0$ atau $F_y = 0$
 - (iii) jumlah momen = 0 atau $M = 0$
- Dari persamaan tersebut dapat dikatakan bahwa benda tidak bergerak dalam arah translasi atau arah rotasi (diam).
- Jika ditinjau dari Hukum III Newton, maka keseimbangan terjadi jika gaya aksi mendapat reaksi yang besarnya sama dengan gaya aksi tetapi arahnya saling berlawanan.

b. Tumpuan (Peletakan)

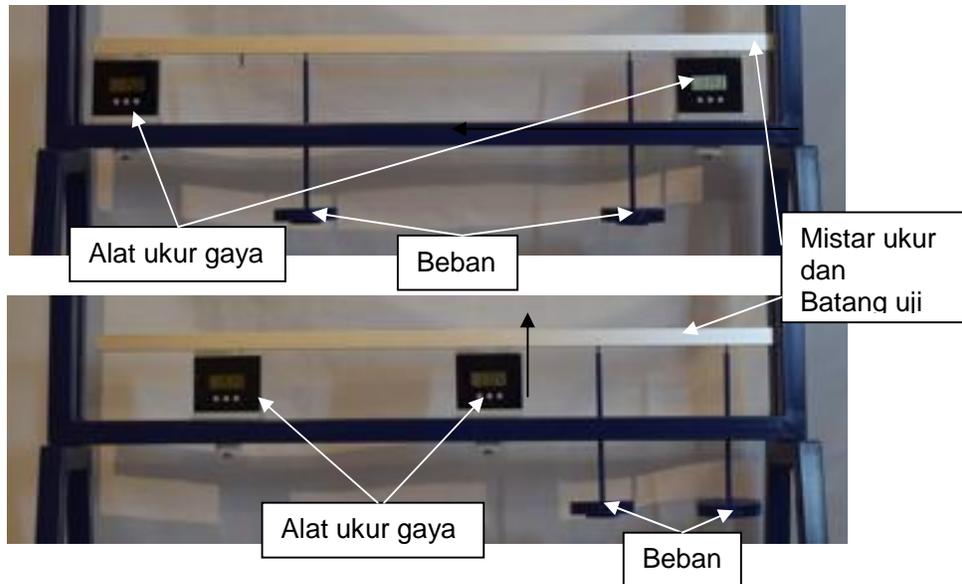
Ada 3 (tiga) jenis tumpuan yang biasa digunakan dalam suatu konstruksi balok sederhana yaitu :

- tumpuan sendi (engsel)
- tumpuan roll
- tumpuan jepit

Tumpuan sendi mampu memberikan reaksi vertikal dan horizontal, tumpuan roll mampu memberikan reaksi vertikal dan tumpuan jepit mampu memberikan reaksi vertikal, horizontal dan momen.

2. Tujuan Percobaan

Mengukur reaksi tumpuan di titik tertentu akibat pembebanan serta membandingkan dengan hasil perhitungan model batang (*beam*) kontinu dengan dua tumpuan.



Gambar 1. Set-Up Alat Percobaan dan Pembebanan

3. Set-Up Alat Uji

Alat uji percobaan terdiri dari sebuah batang yang dapat ditumpu oleh engsel. Kedua tumpuan dihubungkan dengan alat ukur gaya digital untuk pembacaan besar reaksi tumpuan. Sistem seperti ini digunakan untuk percobaan reaksi tumpuan. Data batang uji adalah sebagai berikut:

Material batang uji : Al 6061 profil C	Beban	: 1000 gram	2 buah
Forcemeter	: 2 unit	Gantungan beban	: 2 buah
Forcemeter overhang	: 2 unit	Panjang batang	: = 1000 mm

4. Prosedur Percobaan Reaksi Tumpuan

- Pasang batang uji pada tumpuan engsel yang sekali gus alat pembacaan gaya seperti gambar 1. Jarak antar tumpuan ditentukan oleh asisten.
- Pasang pengait beban pada batang uji pada jarak yang telah ditetapkan.
- Nyalakan alat ukur gaya digital. Posisi seperti ini dianggap sebagai posisi referensi dan alat ukur gaya (forcemeter) akan menunjukkan angka nol, lihat Gambar 2.



Gambar 2. Alat Ukur Gaya

- Jumlah beban dapat satu atau dua lokasi. Berat beban ditentukan asisten.

- e. Pasangkan beban pada batang uji pada lokasi yang telah ditandai. Contoh set-up pengujian seperti Gambar 1.
- f. Catat angka-angka yang ditunjukkan pada alat ukur gaya. Angka-angka ini menunjukkan reaksi tumpuan.
- g. Ulangi percobaan dengan beban dan jarak yang berbeda.

5. Tugas Sesudah Praktikum

- 1). Hitung reaksi tumpuan akibat beban yang diterima oleh tumpuan dengan menggunakan metode analitis teoretik.
- 2). Bandingkan reaksi tumpuan hasil perhitungan teoretik dan hasil pengujian.
- 3). Jelaskan fenomena yang terjadi dari uji reaksi tumpuan ini.

LEMBAR PENGUMPULAN DATA PRAKTIKUM FENOMENA MESIN

Hari :
Tanggal :
Modul Praktikum : Uji Reaksi Tumpuan

Nama Praktikan :

No.	NIM	Nama
1		
2		
3		

Data Pengujian

Posisi	Beban (N)		Lokasi dari tumpuan A (mm)	Panjang batang total (mm)	Reaksi Tumpuan (N)	
					R _{VA}	R _{VB}
1	F ₁		(overhang)			
2	F ₁					
3	F ₁		(center)			
4	F ₁ F ₂					
5	Q F ₁ F ₂		(titik berat)			

TTD

TTD

.....
praktikan

.....
Dosen/Asisten

MODUL 2

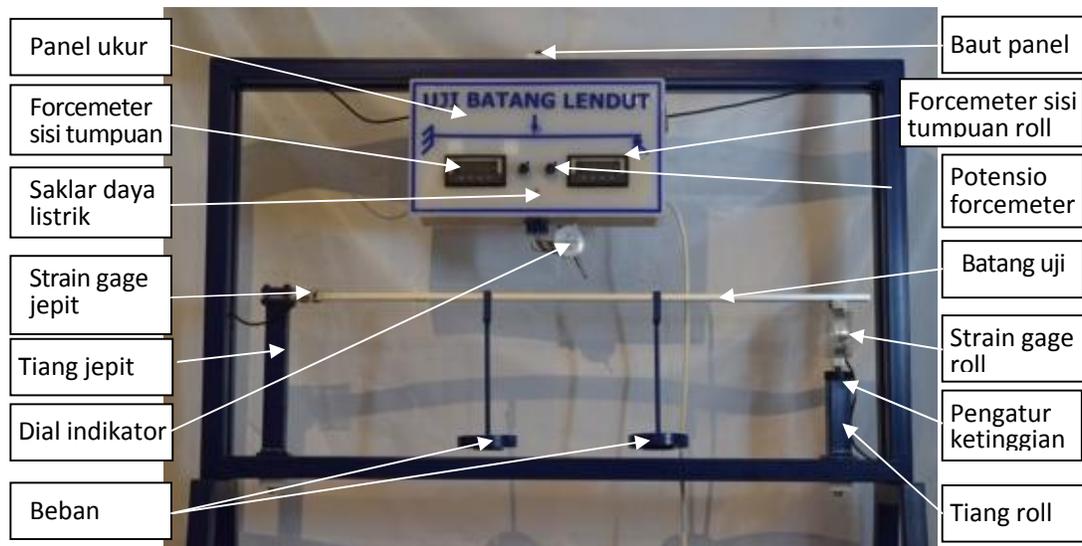
UJI BATANG LENTUR

1. Pendahuluan

Pengujian batang lentur adalah untuk mengetahui defleksi lendutan sebesar x (m) yang terjadi pada sebuah batang tumpuan jika diberi beban berat sebesar W (N). Pemberian beban dilakukan di beberapa titik dengan variasi pembebanan.

Pada pengujian batang lentur dengan mengasumsikan defleksi yang ditimbulkan akibat gaya berat sendiri diabaikan, dengan demikian fenomena lendutan hanya akan ditinjau akibat pemberian beban eksternal terhadap batang.

Analisis pengujian akan membandingkan suatu hasil perhitungan teoritis dengan pengukuran yang dilakukan dengan perangkat alat ukur, termasuk analisis tegangan pada tumpuan *roll* dengan profil berbentuk cincin.



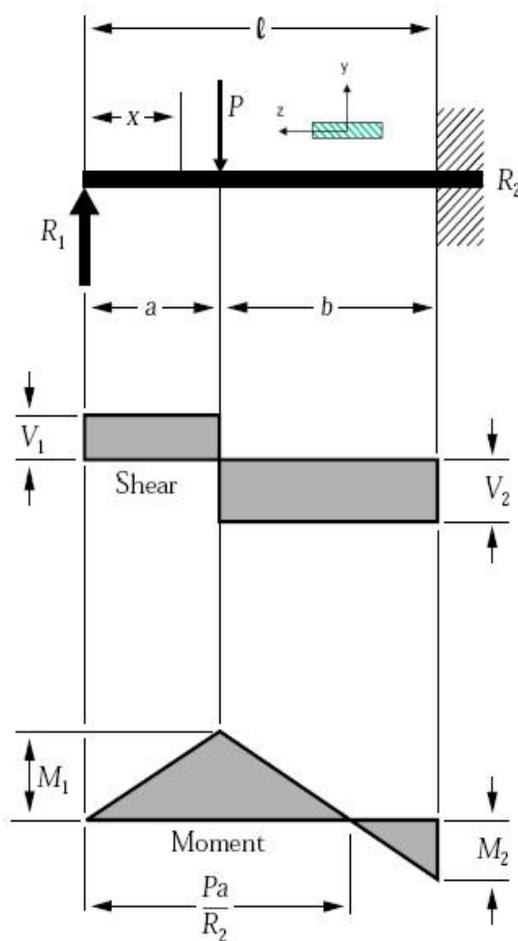
Gambar 1. Skema Alat Uji Batang Lentur

2. Data Alat Uji Batang Lentur :

Panjang batang (l)	= 1000 mm	Modulus elastisitas (E_r)	= 193×10^9 Pa
Lebar batang (w)	= 42 mm	Modulus elastisitas (E_b)	= 180×10^9 Pa
Tebal batang (h)	= 7.5 mm	Tegangan esitasi (U_e)	= Volt
Lebar cincin (w_c)	= 20 mm	Tegangan luaran (U_a)	= ... mVolt
Tebal cincin (t_c)	= 3,1 mm	Factor amplifier (S_c)	= 2000
Radius rata-rata cincin (r)	= 35 mm	Konstanta (k)	= 2,1

3. Analisis Teoritis Reaksi Tumpuan Jepit dan Roll:

Untuk pembebanan sebesar P pada batang akan menghasilkan reaksi tumpuan dan defleksi batang yang dapat dihitung dengan persamaan sebagai berikut:



Gambar 2. Diagram Gaya Geser dan Momen Batang Lentur

keterangan:

x : jarak antara gaya reaksi dari area yang ditinjau

d. Depleksi terjadi pada titik pembebanan,

$$\Delta_a = \frac{P \times a^2 \times b^3}{12 \times E \times I \times l^3} (3l + a) \quad 7$$

e. Dipeleksi sejauh x dari tumpuan roll,

bila $x < a$

$$\Delta_x = \frac{P \times b^2 \times x}{12 \times E \times I \times l^3} (3al^2 - 2lx^2 - ax^2) \quad 8$$

bila $x > a$

$$\Delta_x = \frac{P \times a}{12 \times E \times I \times l^3} (l - x)^2 \times (3l^2x - a^2x - 2a^2l) \quad 9$$

keterangan:

E : Modulus elastisitas (Pascal)

E : 180×10^9 Pascal, untuk stainless steel

I : Momen Inersia (m^4)

a. Besar reaksi gaya R (N)

pada tumpuan rol

$$R_1 = V_1 = \frac{P \times b^2}{2 \times l^3} (a + 2l) \quad 1$$

pada tumpuan jepit

$$R_2 = V_2 = \frac{P \times a}{2 \times l^3} (3l^2 - a^2) \quad 2$$

keterangan:

l : Panjang bagian lentur (m)

$$l = a + b$$

P : Total beban (N)

V : Gaya geser (N)

b. Momen lengkung terjadi, M (Nm)

pada titik pembebanan

$$M_1 = R_1 \times a \quad 3$$

tumpuan jepit

$$M_2 = \frac{P \times b}{2 \times l^2} (a + l) \quad 4$$

c. Momen lengkung terjadi pada titik x yang ditinjau, M (Nm)

bila $x < a$

$$M_x = R_1 \times x \quad 5$$

bila $x > a$

$$M_x = R_1 \times x - P(x - a) \quad 6$$

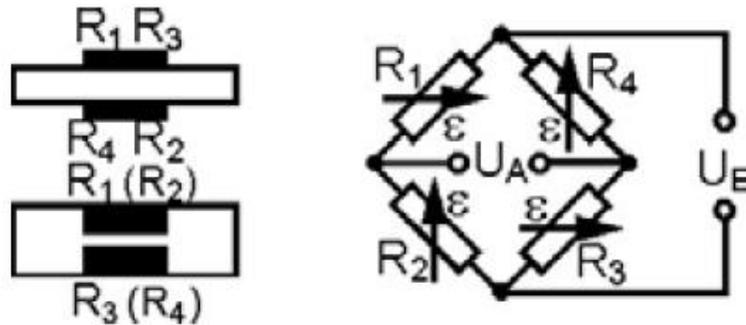
$$I = \frac{w.h^3}{12}$$

w : lebar balok (m)

h : tebal balok (m)

f. Momen pada strain gage, M_{sg} (Nm)

Pada rangkaian full bridge seperti pada gambar 3 di bawah ini, semua strain gage yang terdiri dari empat buah aktif.



Gambar 3, Rangkaian Strain Gage pada Tumpuan Jepit

Diasumsikan saat tanpa beban $R_1 = R_2 = R_3 = R_4 = R$, Regangan terjadi pada strain gage secara proporsional merubah hambatan, dengan persamaan strain sebagai berikut:

$$\epsilon = \frac{\Delta L}{L_0} \quad 10$$

Hubungan dengan perubahan strain ϵ dan perubahan relative dari hambatan strain gage sebagaimana persamaan berikut:

$$\frac{\Delta R}{R_0} = k \cdot \epsilon \quad 11$$

k : strain gage faktor

$$\frac{U_A}{U_E} = \frac{1}{4} \left\{ \frac{\Delta R_1}{R_1} - \frac{\Delta R_2}{R_2} + \frac{\Delta R_3}{R_3} - \frac{\Delta R_4}{R_4} \right\} \quad 12$$

$$\frac{U_A}{U_E} = \frac{k}{4} \{ \epsilon_1 - \epsilon_2 + \epsilon_3 - \epsilon_4 \} \quad 13$$

keterangan:

U_A : Tegangan beam output amplifier (mVolt)

U_E : Tegangan beam esitasi (Volt)

$$\frac{U_A}{U_E} = \frac{k}{4} \cdot B \cdot \epsilon \quad 14$$

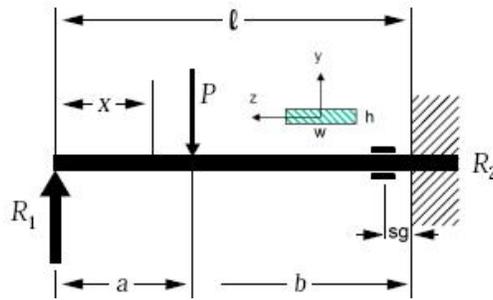
B : bridge factor = 4 untuk full bridge

maka,

$$\frac{U_A}{U_E} = k \cdot \epsilon \quad 15$$

S_c : Faktor penguat amplifier beam, maka persamaan menjadi

$$\epsilon = \frac{1}{k} \cdot \frac{U_A}{U_E \cdot S_c} \quad 16$$



Gambar 4, Posisi Strain gage pada Tumpuan Jepit

Normal stress pada titik strain gage

$$\sigma_{sg} = \epsilon \cdot E_b = \frac{M_{sg} \cdot y}{I_z}$$

17

keterangan: $y = \frac{h}{2}$

Momen lengkung pada strain gage

$$\frac{1}{k} \cdot \frac{U_A}{U_{E.Sc}} \cdot E_b = \frac{M_{sg} \cdot y}{I_z}$$

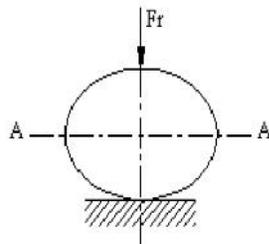
18

maka:

$$M_{sg} = \frac{U_A \cdot E_b \cdot I_z}{k \cdot U_{E.Sc} \cdot y}$$

19

g. Besar reaksi pada tumpuan roll eksperimen



Gambar 5,

Bila hanya terjadi gaya F_r pada cincin, maka akan terjadi deformasi seperti pada gambar disebelah ini sesuai dengan teori cincin tipis elastic. Regangan di dalam dan luar permukaan dari cincin pada point A adalah

$$\epsilon_A = \pm \frac{2,18 \cdot F_r \cdot r}{E \cdot w_r \cdot t_r^2}$$

20

Pembebanan pada Cintin Tipis

keterangan:

F_r : Beban yang bekerja vertical pada cincin (N)

r : radius rata cincin (m)

w_r : lebar ring (m)

t_r : tebal ring (m)

dari persamaan 15

$$\frac{1}{k} \cdot \frac{U_{Ar}}{U_{Er}} = \pm \frac{2,18 \cdot F_r \cdot r}{E_r \cdot w_r \cdot t_r^2}$$

21

bila $F_r = R_1$, dan S_{Cr} : Faktor penguat amplifier, maka persamaan menjadi

$$R_1 = \frac{U_{Ar} \cdot E_r \cdot w_r \cdot t_r^2}{k \cdot U_{Er} \cdot S_{Cr} \cdot 2,18 \cdot F_r \cdot r}$$

22

keterangan:

U_{Ar} : Tegangan output amflifier (mVolt)

U_{Er} : Tegangan esitasi (Volt)

h. Beban P berdasarkan reaksi gaya tumpuan roll eksperimen

Dari persamaan 6 dengan mensubsitusikan variable pada gambar 4, maka di dapat persamaan berikut ini:

$$M_{sg} = -R_1 \cdot (l - sg) + P(b - sg) \quad 23$$

Persamaan 23 disubsitusi dengan persamaan 22, maka:

$$M_{sg} = -\frac{U_{Ar.E.w_r.t_r^2}}{k.U_{Er.Sc_r.1.09.F_r.r}} \cdot (l - sg) + P(b - sg) \quad 24$$

sehingga beban P dapat dihitung berdasarkan eksperimen

$$P = -\frac{U_{Ar.E.w_r.t_r^2}}{k.U_{Er.Sc_r.1.09.F_r.r}} \cdot \frac{(l - sg)}{(b - sg)} + \frac{M_{sg}}{(b - sg)} \quad 25$$

Substitusi dari persamaan 19, maka:

$$P = -\frac{U_{Ar.E.w_r.t_r^2}}{k.U_{Er.Sc_r.1.09.F_r.r}} \cdot \frac{(l - sg)}{(b - sg)} + \frac{k.U_E.Sc.y}{U_{A.E.I_z} \cdot (b - sg)} \quad 26$$

4. Alat dan Perlengkapan :

- 1) Uji Batang Lentur beserta kelengkapan.
- 2) Dial indicator, mistar
- 3) Modul, lembaran kerja dan alat tulis.

5. Langkah Kerja

- 1) Siapkan dan periksa alat Uji Batang Lentur.
- 2) Kumpulkan data yang diperlukan seperti; panjang, lebar, dan tebal serta jenis bahan.
- 3) Atur posisi dial indicator pada posisi yang ditentukan dan atur penunjukan 0 dan letakan pengait beban pada posisi yang telah ditentukan
- 4) Geser saklar daya listrik ke ON, atur potensio forcemeter sampai tampilan menunjukkan 0 dalam keadaan tanpa beban
- 5) Berikan beban 2 kg pada posisi di tengah antara tumpuan jepit dan rol
- 6) Lepaskan beban, maka penunjukan display akan kembali ke 0
- 7) Bila angka penunjukan tidak sama dengan 0, periksa tumpuan dan atur potensio forcemeter .
- 8) Persiapkan alat tulis untuk pengumpulan data pengujian P, ϵ, U_{Ar}, U_A
- 9) Berikan beban secara berurutan dari kecil ke besar dan dari besar ke kecil
- 10) Ulangi beberapa kali sesuai dengan kebutuhan, memberikan variasi beban minimal 3x perubahan dan dengan 3 lokasi pengujian
- 11) Untuk satu beban pada satu titik beban lakukan pengujian minimal 5x pengulangan
- 12) Selesai pengujian, geser saklar daya ke OFF, putus hubungan dengan jala-jala listrik
- 13) Rapikan kembali benda uji.

6. Pertanyaan :

- 1) Bandingkan perbedaan yang terjadi antara pengujian dan teoritis
- 2) Jelaskan fenomena yang terjadi dari pengujian bbatang lentur

7. Lembar Pengumpulan Data

LEMBAR PENGUMPULAN DATA PRAKTIKUM FENOMENA MESIN

Hari :
 Tanggal :
 Modul Praktikum : Uji Batang Lentur

Nama Praktikan :

No.	NIM	Nama
1		
2		
3		

Data Uji Batang Lentur						
Panjang batang (L)	=.....mm	Lebar cincin (w_r)	= 20 mm			
Lebar batang (w)	= 42 mm	Tebal cincin (t_r)	= 3,1 mm			
Tebal batang (h)	= 7,5 mm	Radius rata-rata cincin (r)	= 35 mm			
Modulus elastisitas (E_b)	= 180×10^9 Pa	Modulus elastisitas (E_r)	= 193×10^9 Pa			
Tegangan esitasi (U_e)	=.....V	Factor amplifier (S_c)	= 2000			
Data Uji Batang Lentur percobaan -1						
No	a (m)	b (m)	P (N)	U_{Ar} (mVolt)	U_A (mVolt)	e_x (mm/100)
1						
2						
3						
4						
5						
6						

TTD

TTD

.....
 praktikan

.....
 Dosen/Asisten

MODUL 3

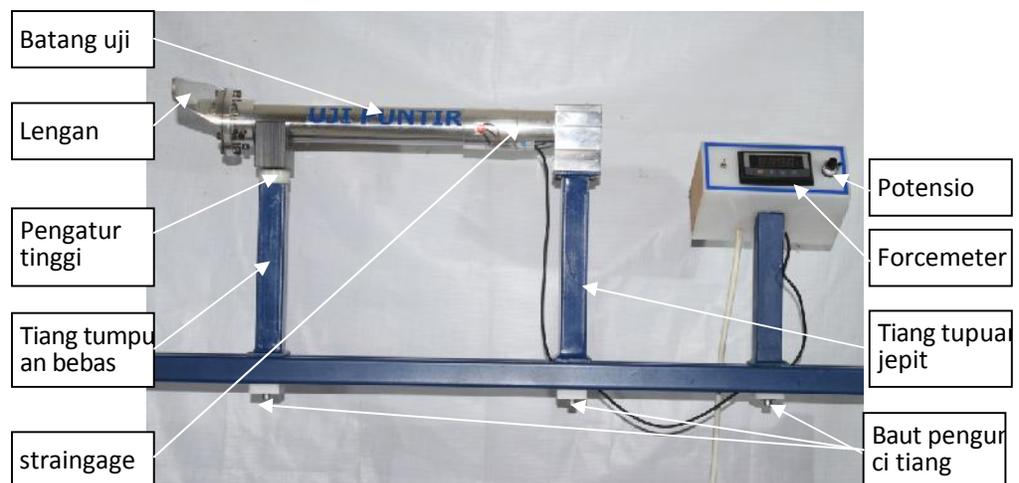
UJI PUNTIR

1. Pendahuluan

Pengujian batang puntir adalah untuk mengetahui defleksi sudut sebesar $(^\circ)$ yang terjadi pada sebuah batang bulat dengan tumpuan jepit pada salah satu ujung batang, dan akibat pembebanan puntir sebesar T (Nm). Pemberian beban dilakukan pada bagian ujung bebas batang dengan beberapa variasi pembebanan.

Pada pengujian batang puntir dengan mengasumsikan defleksi yang ditimbulkan akibat gaya berat sendiri diabaikan, dengan demikian fenomena batang puntir hanya akan ditinjau akibat pemberian beban eksternal terhadap batang.

Analisis pengujian akan membandingkan suatu hasil perhitungan teoritis dengan pengukuran yang dilakukan dengan seperangkat alat ukur, termasuk analisa tegangan teoritis yang muncul pada batang akibat beban eksternal.

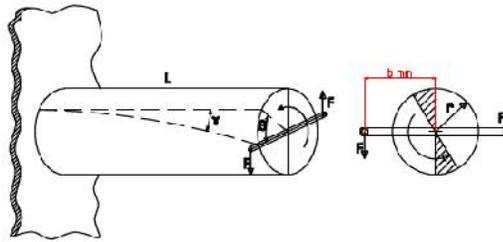


Gambar 1, Alat Uji Puntir

2. Data Alat Uji Puntir

Panjang batang puntir (L)	=	m	Factor Pengali Amplifier (S_c)	=	150000
Radius luar (r_o)	=	m	Tegangan esitasi (U_e)	=	Volt
Radius luar (r_i)	=		Tegangan pembacaan (U_a)	=mVolt
Modulus elastisitas (E)	=	190 GPa	Gauge factor (G_f)	=	2,11
Poison rasio (ν)	=	0,292			

3. Teori Dasar Poros Puntir



Gambar 2, Skema Uji Batang Puntir

a. Persamaan dengan perhitungan teoritis

- 1) Inersia Polar : $j = \frac{\pi \cdot d^4}{32}$ (untuk poros pejal) 1
- 2) Inersia Polar : $j = \frac{\pi}{32} (d_o^4 - d_i^4)$ (untuk poros berlobang) 2
- 3) Modulus of rigidity : $G = \dots? \text{ N/m}^2$
- 4) Persamaan tegangan geser :
 - a) $\tau = \frac{T \cdot d/2}{j}$ (N/m^2), (tegangan geser untuk poros pejal) 1
 - b) $\tau = \frac{16T d_o}{(d_o^4 - d_i^4)}$ (N/m^2) (tegangan geser untuk poros berlobang) 2
- 5) Defleksi sudut : $\theta = \frac{T \cdot l}{j \cdot G}$ ($^\circ$) 3

keterangan:

- L = panjang batang (mm)
- T = torsi (Nm)
- b = Lengan pembebanan (mm)
- F = beban yang dikenakan pada batang. (N)
- τ = tegangan geser (N/m^2)
- θ = defleksi sudut ($^\circ$)
- d = diameter batang (mm)

4. Torsi Terjadi pada Alat Ukur

Pengukuran dilakukan dengan menggunakan strain gauge sebagai sensor tegangan yang dipasang pada batang poros berlobang. Poros mengalami beban putar yang diakibatkan oleh Torsi. Strain gage akan mendeteksi defleksi sudut dimana strain gauge dipasang. Defleksi sudut berupa regangan dan kompresi akan diterima strain gauge, sehingga pada strain gauge akan terjadi perubahan nilai hambatan. Perubahan hambatan pada strain gauge yang berupa rangkaian jembatan *wheatstone* tersebut akan mengakibatkan tegangan luaran menjadi tidak sama dengan nol. Perubahan tegangan luaran dari rangkaian ini akan berubah secara linier terhadap beban torsi dari poros.

Pengaruh regangan dan nilai hambatan dari strain gauge:

$$\frac{\Delta R}{R} = G_f \cdot \varepsilon \quad 4$$

keterangan:

- ε : regangan
- R : beda hambatan terjadi akibat puntiran poros (ohm)
- R : nilai hambatan rata-rata dalam rangkaian (ohm)

G_f : Gauge factor

Tegangan luaran dari rangkaian:

$$U_a = \left(\frac{\Delta R}{R}\right) \cdot U_e \quad 5$$

keterangan:

U_a : tegangan luaran dari rangkaian strain gaguge (mVolt)

U_e : tegangan eksitasi pada rangkaian strain gauge (Volt)

Maka persamaan 4 dan 5 menjadi:

$$U_a = (G_f \cdot \varepsilon) \cdot U_e \quad 6$$

Hubungan antara shear strain dan shear stress adalah:

$$\varepsilon = \frac{\tau}{G} \quad \text{dimana } G = \frac{E}{(1+\nu)} \quad 7$$

keterangan:

ε : regangan geser

γ : tegangan geser

τ : regangan geser

E : modulus Young

ν : Poisson ratio

maka regangan dapat diepresikan sebagai fungsi torsi sebagai berikut:

$$\varepsilon = \frac{2 \cdot r_o \cdot T \cdot (1+\nu)}{\pi \cdot E \cdot (r_o^4 - r_i^4)} \quad 8$$

keterangan:

T : Torsi

r_o : radius luar poros

r_i : radius dalam poros

dari persamaan 5 dapat disubsitusikan sebagai berikut

$$U_a = G_f \frac{2 \cdot r_o \cdot T \cdot (1+\nu)}{\pi \cdot E \cdot (r_o^4 - r_i^4)} U_e \quad 9$$

atau:

$$T = \frac{\pi \cdot E \cdot (r_o^4 - r_i^4) U_a}{2 \cdot G_f \cdot r_o \cdot (1+\nu) U_e} \quad 10$$

5. Alat dan Perlengkapan :

- 1) Uji Puntir beserta kelengkapan.
- 2) Jangka sorong.
- 3) Mistar
- 4) Modul, lembaran kerja dan alat tulis.

6. Langkah Kerja

- 1) Siapkan dan periksa alat uji puntir dan perlengkapan.
- 2) Kumpulkan data yang diperlukan seperti; panjang, diameter luar, dan tebal serta jenis bahan.
- 3) Atur posisi dial indicator pada posisi yang ditentukan dan atur penunjukan 0 dan letakan pengait beban pada posisi yang telah ditentukan
- 4) Geser saklar daya listrik ke ON, atur potensio forcemeter sampai tampilan menunjukkan 0 dalam keadaan tanpa beban
- 5) Berikan beban 2 kg pada posisi lubang pengait terujung
- 6) Lepaskan beban, maka penunjukan display akan kembali ke 0

- 7) Bila angka penunjukan tidak sama dengan 0, periksa batang dan lengan puntir dan atur potensio forcemeter .
- 8) Percobaan dapat dimulai jika ketepatan alat ukur sudah benar.
- 9) Siapkan lembar kerja untuk mencatat data terjadi selama percobaan; P , U_A , U_A
- 10) Berikan beban secara berurutan dari kecil ke besar dan dari besar ke kecil
- 11) Catat tegangan terjadi akibat pembebanan pada batang.
- 14) Ulangi beberapa kali sesuai dengan kebutuhan, memberikan variasi beban minimal 3x perubahan dan dengan 3 lokasi pengujian
- 15) Untuk satu beban pada satu titik beban lakukan pengujian minimal 5x pengulangan
- 16) Selesai pengujian, geser saklar daya ke OFF, putus hubungan dengan jala-jala listrik
- 17) Rapikan kembali benda uji.
- 18) Selesai

7. Pertanyaan :

- 1) Bandingkan perbedaan yang terjadi antara pengujian dan teoritis
- 2) Jelaskan fenomena yang terjadi dari pengujian batang puntir.

8. Lembar Pengumpulan Data

LEMBAR PENGUMPULAN DATA PRAKTIKUM FENOMENA MESIN

Hari :

Tanggal :

Modul Praktikum : Uji Puntir

Nama Praktikan :

No.	NIM	Nama
1		
2		
3		

Data Uji Batang Puntir			
Panjang batang puntir (L) =.....mm		Tegangan esitasi (U_e) =.....V	
Radius luar (r_o) =.....mm		Tegangan pembacaan (U_a) =.....mV	
Radius luar (r_i) =.....mm		Modulus elastisitas (E) = 190GPa	
No	b (m)	F (N)	U_a (mVolt)
1			
2			
3			
4			
5			
6			

TTD

TTD

.....
praktikan

.....
Dosen/Asisten

BUKU REFRENSI

1. Beer, Ferdinand P. E. Russell Johnston, Jr. *Mechanics of Materials*. Second Edition. McGraw-Hill Book Co. Singapore. 1985.
2. Beer, Ferdinand P., E. Russell Johnston. *Vector Mechanics for Engineers : STATICS*. 2nd edition. McGraw Hill. New York. 1994.
3. Khurmi, R.S. J.K. Gupta. *A Textbook of Machine Design*. S.I. Units. Eurasia Publishing House (Pvt) Ltd. New Delhi. 2004.
4. Khurmi, R.S. *Strenght Of Materials*. S. Chand & Company Ltd. New Delhi. 2001.
5. Popov, E.P. *Mekanika Teknik*. Terjemahan Zainul Astamar. Penerbit Erlangga. Jakarta. 1984.
6. Shigly, Joseph Edward. *Mechanical Engineering Design*. Fifth Edition. McGraw-Hill Book Co. Singapore. 1989.
7. Singer, Ferdinand L. *Kekuatan Bahan*. Terjemahan Darwin Sebayang. Penerbit Erlangga. Jakarta. 1995.
8. Spiegel, Leonard, George F. Limbrunner, *Applied Statics And Strength Of Materials*. 2nd edition. Merrill Publishing Company. New York. 1994.
9. Timoshenko, S.,D.H. Young. *Mekanika Teknik*. Terjemahan, edisi ke-4, Penerbit Erlangga. Jakarta. 1996.
10. Beer, Ferdinand P. E. Russell Johnston, Jr. *Mechanics of Materials*. Second Edition. McGraw-Hill Book Co. Singapore. 1985.
11. Beer, Ferdinand P., E. Russell Johnston. *Vector Mechanics for Engineers : STATICS*. 2nd edition. McGraw Hill. New York. 1994.
12. Khurmi, R.S. J.K. Gupta. *A Textbook of Machine Design*. S.I. Units. Eurasia Publishing House (Pvt) Ltd. New Delhi. 2004.
13. Khurmi, R.S. *Strenght Of Materials*. S. Chand & Company Ltd. New Delhi. 2001.
14. Popov, E.P. *Mekanika Teknik*. Terjemahan Zainul Astamar. Penerbit Erlangga. Jakarta. 1984.
15. Shigly, Joseph Edward. *Mechanical Engineering Design*. Fifth Edition. McGraw-Hill Book Co. Singapore. 1989.
16. Singer, Ferdinand L. *Kekuatan Bahan*. Terjemahan Darwin Sebayang. Penerbit Erlangga. Jakarta. 1995.
17. Spiegel, Leonard, George F. Limbrunner, *Applied Statics And Strength Of Materials*. 2nd edition. Merrill Publishing Company. New York. 1994.
18. Timoshenko, S.,D.H. Young. *Mekanika Teknik*. Terjemahan, edisi ke-4, Penerbit Erlangga. Jakarta. 1996.

LEMBAR FORMAT LAPORAN

- 1) Judul pengujian
- 2) Lembaran pengesahan
- 3) Daftar isi
- 4) pendahuluan
- 5) Teori dasar
- 6) Metodologi pengujian
- 7) Hasil praktikum
- 8) Pembahasan (ditampilkan dalam tabel dan grafis)
- 9) Kesimpulan
- 10) Daftar pustaka
- 11) Lampiran foto alat uji dan alat ukur yang digunakan