

BAB IV

PEMBAHASAN

4.1 Perencanaan pada mesin uji lelah contiliver Rotating Bending

a. Perencanaan pada motor listrik

Perencanaan jenis motor listrik yang digunakan pada rancangan alat uji Lelah dengan spesifikasi sebagai berikut :



Merek : AERO
Volt : 220 V
Putaran : 2.800 rpm
Daya : 1 HP = 0,75 kW
Frekuensi : 50 Hz

Dari data diatas dapat menghitung torsi pada motor listrik:
Daya motor (P) 1 HP = 1 x 0,75 = 0,75 kW, $n_1 = 2800$ rpm, $f_c = 2,0$. Dengan menggunakan (persamaan 2.6) maka daya perencana dapat ditentukan sebagai berikut:

$$P_d = f_c \cdot P = 2,0 \times 0,75 = 1,5 \text{ Kw}$$

Sehingga torsi dapat dihitung (persamaan 2.7) dari daya perencana yaitu sebagai berikut:

$$\begin{aligned} T &= 9,74 \cdot 10^5 \frac{P_d}{n_1} \\ &= 9,74 \cdot 10^5 \frac{1,5}{2850} \\ &= 512,63 \text{ Kg.mm} \end{aligned}$$

b. Puli dan belt

Tipe sabuk puli yang dipilih adalah tipe A dengan sudut singgung sabuk sebesar $2\alpha = 40^\circ \rightarrow \alpha = 20^\circ$

$$d_1 = 2 \text{ inch} = 50,8 \text{ mm}$$

$$d_2 = 3 \text{ inch} = 76,2 \text{ mm}$$

$$x = 50 \text{ cm} = 500 \text{ mm}$$

$$N_1 = 2800$$

$$N_2 = 1920$$

Kecepatan sabuk 1

$$\begin{aligned} V_{\text{sabuk 1}} &= \pi d_1 N_1 \\ &= 3,14 \times 50,8 \times 2800 = 446633 \text{ mm/menit} \end{aligned}$$

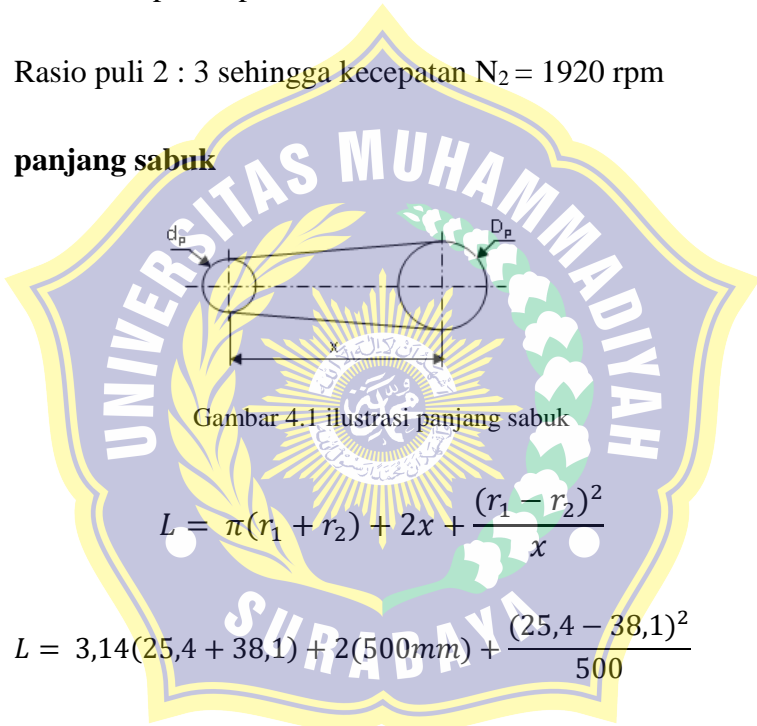
Kecepatan sabuk 2

$$\begin{aligned}V_{sabuk\ 2} &= \pi d_2 N_2 \\ &= 3,14 \times 76,2 \times 1920 = 459394 \text{ mm/menit}\end{aligned}$$

Rasio kecepatan puli

Rasio puli 2 : 3 sehingga kecepatan $N_2 = 1920$ rpm

panjang sabuk



Gambar 4.1 ilustrasi panjang sabuk

$$L = \pi(r_1 + r_2) + 2x + \frac{(r_1 - r_2)^2}{x}$$

$$L = 3,14(25,4 + 38,1) + 2(500\text{mm}) + \frac{(25,4 - 38,1)^2}{500}$$

$$L = 3,14(63,5) + (1000\text{mm}) + \frac{171,61}{500}$$

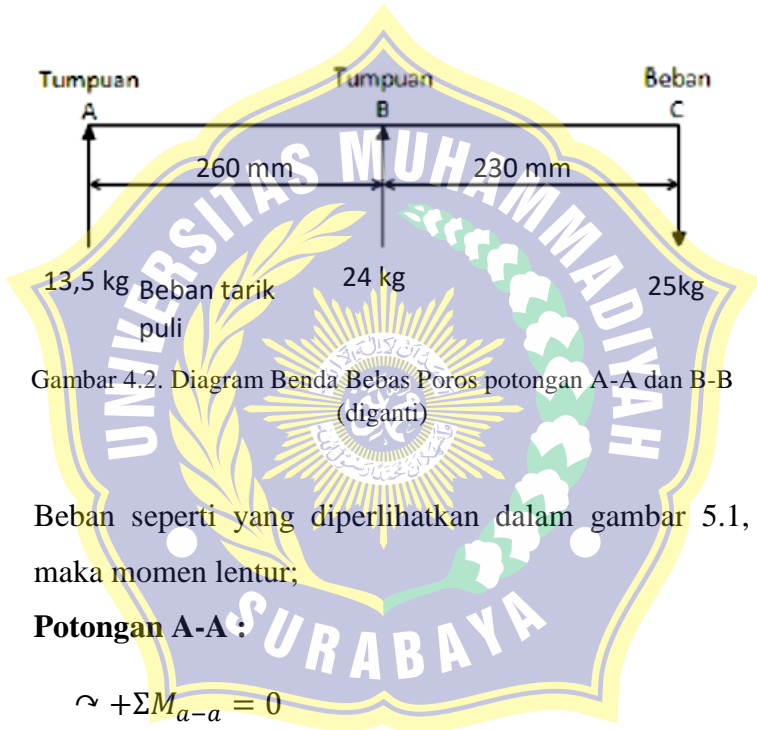
$$L = 199,39 + (1000\text{mm}) + 0,343$$

$$L = 1199,73 \text{ mm}$$

$$L = \frac{1199,73 \text{ mm}}{25,4 \text{ inch}} = 47,2 \text{ sehingga dibulatkan menjadi } 47$$

Jadi panjang beltnya 47 inch tipe A

C. perencanaan poros



Gambar 4.2. Diagram Benda Bebas Poros potongan A-A dan B-B (diganti)

Beban seperti yang diperlihatkan dalam gambar 5.1, maka momen lentur;

Potongan A-A :

$$\sum +\Sigma M_{a-a} = 0$$

$$-M + 13,5(x) = 0$$

$$M_{a-a} = 13,5 \text{ Kg } (X)$$

$$M_A = 13,5 (0)$$

$$M_A = 0 \text{ Kg} . \text{mm}$$

$$M_{190} = 13,5 \text{ Kg} (260)$$

$$M_{190} = 3510 \text{ Kg} . \text{mm}$$

Potongan B-B

$$\curvearrowright +\Sigma M_{b-b} = 0$$

$$-M - 24(260) + 13,5(X)$$

$$-M - 24 + 6240 + 13,5(X)$$

$$-M - 25 X + 6240 + 0$$

$$-M = -25 X + 6240$$

$$M_{260} = -25 (260) + 6240$$

$$= 5590 \text{ Kg} . \text{mm}$$

panjang total terhadap pembebanan

$$M_{260+230} = M_{490} = 25 (490) - 6240$$

$$= 12250 - 6240$$

$$= 6010 \text{ Kg} . \text{mm}$$

Untuk menentukan diameter poros yang akan digunakan dalam rancangan alat uji lelah dapat dihitung dengan menggunakan (persamaan 2.14).

Bahan poros ST 60, $\sigma = 62 \text{ Kg/mm}^2$

$$Sf_1 = 6,0 \quad Sf_2 = 2,0$$

$$\begin{aligned} \tau_a &= \frac{\sigma}{Sf_1 \times Sf_2} \\ &= \frac{62}{6,0 \times 2,0} \\ &= 5,1 \text{ Kg/mm}^2 \end{aligned}$$

Dengan menggunakan (persamaan 2.15), sehingga dapat menghitung diameter poros minimum yang akan digunakan untuk alat uji lelah adalah:

dengan memasukkan $K_m = 1,5, K_t = 1,0$

$$\begin{aligned} &\left[\frac{5,1}{\tau_a} \sqrt{(K_m \cdot M)^2 + (K_t \cdot T)^2} \right]^{\frac{1}{2}} \\ &= \left[\frac{5,1}{5,1} \sqrt{(1,5 \times 2565)^2 + (1,0 \times 512,63)^2} \right]^{\frac{1}{2}} \end{aligned}$$

$$= \left[\frac{5,1}{5,1} \sqrt{15066045,77} \right]^{\frac{1}{2}}$$

$$= [3881,5]^{\frac{1}{2}}$$

$d_t = 15,3 \text{ mm}$ dibulatkan menjadi 16mm

Jadi diameter poros minimum yang dapat digunakan pada perencanaan alat uji lelah tipe cantilever rotary bending ini adalah 16 mm.

d. Perencanaan Bantalan

Nomor bantalan yang digunakan untuk alat uji lelah ini adalah 6204 karena kapasitas nominal spesifik berpengaruh pada umur bantalan. Dengan spesifikasi:

Jenis bantalan : Bantalan Gelinding

Nomor bantalan : 6204

(d_1) Diameter luar bantalan : 50 mm

(d_2) Diameter dalam bantalan : 30 mm

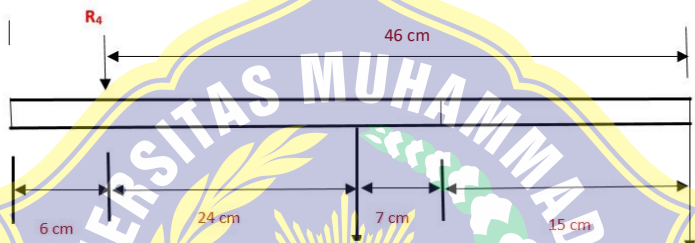
(b) Lebar bantalan : 14 mm

(r) Jari bantalan : 1,5 mm

(C) Kapasitas nominal dinamis spesifik : 1000 kg

(C_o) Kapasitas nominal statis : 635 kg

Dari data diatas, maka dapat direncanakan untuk menghitung faktor kecepatan, faktor umur, dan umur bantalan yang sesuai dalam rancangan alat pengujian lelah ini. Bantalan yang digunakan adalah jenis deep groove ball bearing.



Gambar 2.3 diagram beban bebas poros

❖ Estimasi Reaksi Tumpuan

Dengan beban maksimum 25 kg

$$(1) \quad +\uparrow \sum F_y = 0$$

$$-R_A + R_B - 25 \text{ kg} = 0$$

$$+\sum M_A = 0$$

$$-R_B (24) + 25 (46) = 0$$

$$R_B = \frac{25 (46)}{24}$$

$$R_B = \frac{1150}{24}$$

$$R_B = 47,9 \text{ Kg}$$

$$(2) \quad R_A = R_B - 25 \text{ Kg}$$

$$R_A = 47,9 - 25 \text{ Kg}$$

$$R_A = 22,9 \text{ Kg}$$

❖ **Analisa tumpuan A**

Menentukan beban ekuivalen dinamis (P_r):

$$P_{rA} = X \cdot V \cdot F_{RA} + Y \cdot F_b$$

Karena, gaya aksial $F_a = 0$, maka nilai $V = 1$ untuk cincin dalam yang berputar, dan harga faktor $X = 1$, maka:

$$P_{rB} = X \cdot V \cdot F_{RB}$$

$$= 1 \times 1 \times 47,9$$

$$= 47,9 \text{ Kg}$$

Dalam menentukan faktor kecepatan (f_n)
dipergunakan (persamaan 2.21).

$$\begin{aligned} f_n &= \left[\frac{33,3}{n} \right]^{1/3} \\ &= \left[\frac{33,3}{1920} \right]^{1/3} \\ &= 0,25 \text{ kg} \end{aligned}$$

Berdasarkan (persamaan 2.22) dapat menentukan
faktor umur (f_h).

$$\begin{aligned} f_h &= f_n \cdot \frac{C}{P} \\ &= 0,25 \times \frac{1000}{13,5} \\ &= 18,5 \text{ kg} \end{aligned}$$

Menentukan umur bantalan (L_h), berdasarkan
(persamaan 2.24) maka didapat:

$$\begin{aligned} L_h &= 500 \cdot (f_h)^3 \\ &= 500 \times (18,5)^3 \end{aligned}$$

$$= \frac{3165813 \text{ jam}}{8740 \text{ jam/tahun}}$$

$$= 366 \text{ tahun salah}$$

❖ Analisa Tumpuan B

Menentukan beban ekuivalen dinamis (Pr) :

Karena, gaya aksial $F_a = 0$, maka nilai $V = 1$ untuk cincin dalam yang berputar, dan harga faktor $X = 1$, maka:

$$P_{rB} = X \cdot V \cdot F_{RB} \text{ (rumus ditentukan di bab 2)}$$

$$= 1 \times 1 \times 24$$

$$= 24 \text{ Kg}$$

Dalam menentukan faktor kecepatan (f_n) dipergunakan (persamaan 2.21).

$$f_n = \left[\frac{33,3}{n} \right]^{1/3}$$

$$= \left[\frac{33,3}{1920} \right]^{1/3}$$

$$= 0,25 \text{ Kg}$$

Berdasarkan (persamaan 2.22) dapat menentukan faktor umur (fh).

$$\begin{aligned}f_h &= f_n \cdot \frac{C}{P} \\&= 0,25 \times \frac{1000}{24} \\&= 10,4 \text{ Kg}\end{aligned}$$

Menentukan umur bantalan (Lh) berdasarkan (persamaan 2.24) maka didapat:

$$\begin{aligned}L_h &= 500 \cdot (f_n)^3 \\&= 500 \times (10,4)^3 \\&= \frac{562432 \text{ jam}}{8640 \text{ jam/tahun}} \\&= 65,09 \text{ tahun}\end{aligned}$$

4.2 Hasil Perhitungan Pengujian

❖ Contoh Hasil perhitungan pengujian fatik untuk aluminum 6061

Diketahui : beban (W) = 6 kg

Jarak antara beban dan titik pengujian (L)

=13,5cm

Diameter benda uji = 0,8 cm dan $\pi =$

3,14

Maka ; Persamaan (2.5)

$$\sigma = \frac{32 WL}{\pi d^3}$$

$$\sigma = \frac{32 (6kg)(13,5cm)}{3,14(0,8cm)^3}$$

$$\sigma = \frac{2592}{3,14(0,512)}$$

$$\sigma = \frac{2592}{1,60768}$$

$$\sigma = \frac{2592}{1,60768}$$

$$\sigma = 1612,261 \text{ kg/cm}^2$$

Konversi satuan kg/cm^2 ke Mpa dimana $1 \text{ kg/cm}^2 = 0,098 \text{ Mpa}$, maka :

$$\sigma = \frac{1612,261 \text{ kg}}{\text{cm}^2} \times 0,098 = 158,0016 \text{ Mpa}$$

Karena dalam pengujian menghitung waktu menggunakan stopwac maka di konversi ke menit untuk mendapatkan siklusnya :

Waktu patah = 1 jam 30 menit untuk spesiemen beban 6 kg AL 6061, di konversi ke menit = 90 menit maka data motor listrik = 1920 rpm

Maka siklus = $90 \times 1920 \text{ rpm}$
 = 172800 putaran

Tabel 4.1 Hasil pengujian Uji fatik dengan beban 6, 7, 8, kg dengan rpm poros 1920 untuk material Aluminium 6061

4.1 Tabel hasil pengujian Aluminium 6061

No	Nama material	No sp	beban	Lama patah (menit)	siklus	tegangan	keterangan
2	Al 6061	1	6	90,00	172800,00	158,00	Tidak patah
3	Al 6061	2	7	29,18	56032,00	184,00	Patah
4	Al 6061	3	8	17,98	34528,00	210,67	Patah
5	Al 6061	4	9	8,43	16192,00	237,00	Patah
6	Al 6061	5	10	6,37	12224,00	263,34	Patah
7	Al 6061	6	12	3,67	7040,00	316,00	Patah
8	Al 6061	7	14	1,45	2784,00	368,67	Patah
9	Al 6061	8	16	0,37	704,00	421,34	Patah
10	Al 6061	9	17	0,15	288,00	447,67	Patah

Tabel 4.2 hasil pengujian dari Baja ST 41

No	Nama material	No sp	beban	Lama patah (menit)	siklus	tegangan	keterangan
2	Baja ST 41	12	16	35,87	68870,40	421,34	patah
3	Baja ST 41	13	17	19,57	37574,40	447,67	Patah
4	Baja ST 41	14	18	6,77	12998,40	474,00	Patah
5	Baja ST 41	15	19	4,30	8256,00	500,34	Patah
6	Baja ST 41	16	21	3,15	6048,00	553,01	Patah
7	Baja ST 41	17	23	1,72	3302,40	605,67	Patah
8	Baja ST 41	18	25	1,15	2208,00	658,34	Patah

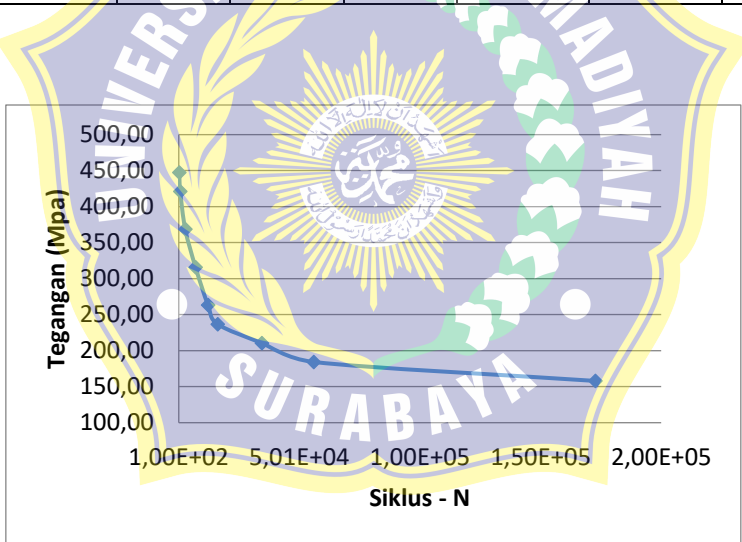
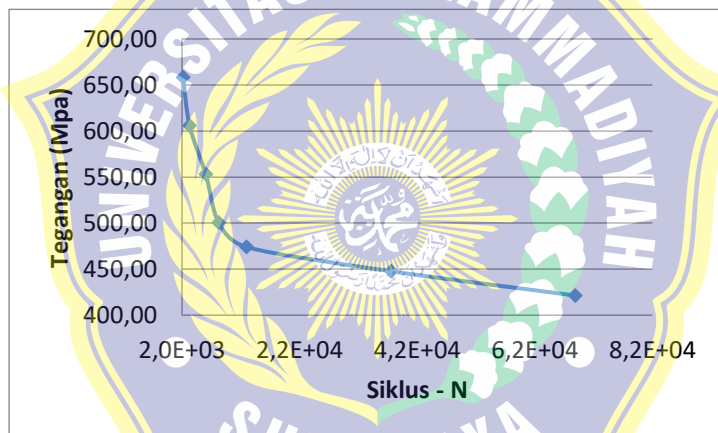


Diagram 4.1 Diagram S-N pengujian batang aluminium 6061

Diagram 4.1 menunjukkan kurva S-N dari aluminium 6061 terlihat pada kurva dilingkungan dengan udara yang ada di laboratorium teknik mesin um surabaya dengan batas leleh 158,00Mpa, hal ini menunjukkan bahwa kekuatan leleh aluminium 6061 untuk kasus cantiliver rotating bending dalam lingkungan udara baik diaplikasikan pada tegangan dibawah 158,00Mpa



4.2 Diagram S-N hasil pengujian dari Baja ST 41

Diagram 4.2 menunjukkan kurva S-N dari Baja ST 41 terlihat pada kurva dilingkungan dengan udara yang ada di laboratorium teknik mesin um surabaya dengan batas leleh 421,34 Mpa, hal ini menunjukkan bahwa kekuatan

lelah Baja St 41 untuk kasus contiliver rotating bending dalam lingkungan udara baik diaplikasikan pada tegangan dibawah 421,34Mpa

