

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

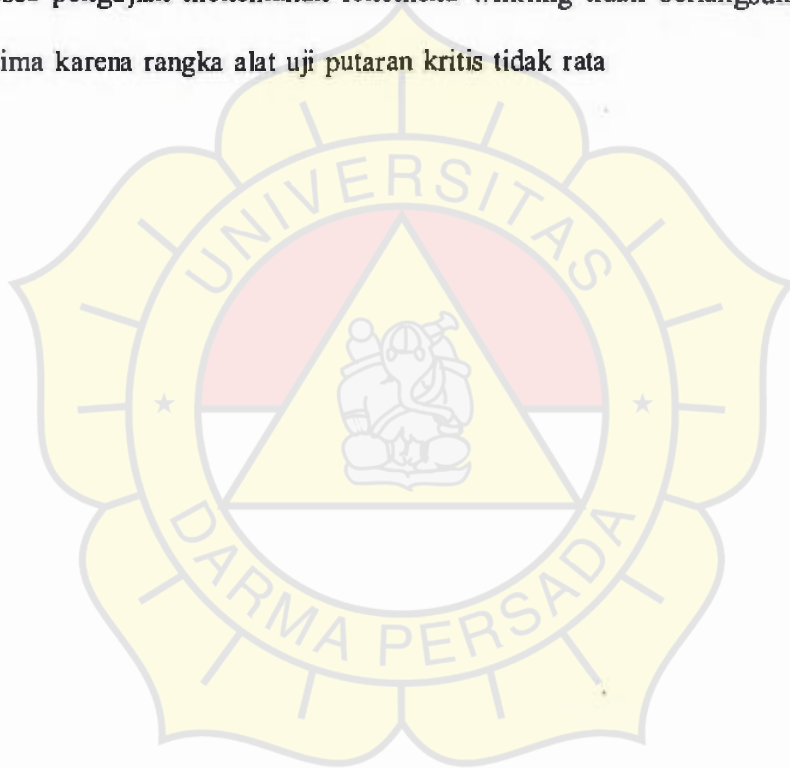
Berdasarkan pengujian yang telah dilakukan, maka diambil kesimpulan sebagai berikut:

1. Hasil pengujian putaran kritis dengan variasi jarak bantalan berbeda. Untuk $L=90\text{mm}$ ($N_c=393,9$ rpm), $L=80\text{mm}$ ($N_c=449$ rpm), $L=70\text{mm}$ ($N_c=510$ rpm), $L=60\text{mm}$ ($N_c=675,2$ rpm), $L=50\text{mm}$ ($N_c=1009$ rpm), $L=40\text{mm}$ ($N_c=1078$ rpm).
2. Hasil pengujian variasi jarak terhadap bantalan a dan b sesuai jaraknya, $L(a=40\text{mm}, b=50)$ $N_c=393,9$ rpm, $L(a=35\text{mm}, b=55\text{mm})$ $N_c=427,9$ rpm, $L(a=30\text{mm}, b=60\text{mm})$ $N_c=443,5$ rpm, $L(a=25\text{mm}, b=65\text{mm})$ $N_c=447,3$ rpm, $L(a=20\text{mm}, b=70\text{mm})$ $N_c=501,4$ rpm, $L(a=15\text{mm}, b=75\text{mm})$ $N_c=675,2$ rpm.
3. Putaran kritis akibat efek fenomena whirling yang dipengaruhi oleh perbedaan jarak bantalan dengan defleksi poros karena berat beban. Semakin dekat jarak bantalan defleksi poros semakin kecil maka putaran kritis semakin besar.
4. Semakin dekat jarak beban ke bantalan dan defleksi poros semakin kecil maka putaran kritis semakin besar.

5.2 Saran

Berdasarkan pengamatan pada saat melakukan pengujian, maka penulis dapat memberikan saran sebagai berikut :

1. Sebaiknya pengujian dilakukan dua orang supaya pengamatan lebih optimal.
2. Jarak bantalan harus sangat diperhatikan karena jarak bantalan sangat berpengaruh besar kepada fenomena whirling.
3. Proses pengujian menentukan fenomena whirling tidak berlangsung optima karena rangka alat uji putaran kritis tidak rata



DAFTAR PUSTAKA

1. Holowenko, A.R. 1962, *Dynamics of Machinery*, John Willey and Sons Inc, New York.
2. Kamarwan,S.S. 1995, *Mekanika Bahan*, Universitas Indonesia, Jakarta.
3. Lambri,Z. *Daftar-Daftar Untuk Konstruksi Baja*, Buku Teknik H.Stam, Jakarta.
4. Lexy J. Maleong , 1995, *Metode Penelitian Kualitatif*, Remadja Rosdakarya, Bandung.
5. Martin,G.H. 1994, *Kinematika dan Dinamika Teknik*, edisi kedua, Erlangga, Jakarta.
6. RobertK. Yin. 1997, *Studi Kasus (Desain dan Metode)*, h.18, Rajara findo Persada, Jakarta.
7. Thomson, W.T. 1952, *Vibration Teory And Application*, Prentice Hall Inc, N.S.

LAMPIRAN



Lampiran A 1
PERHITUNGAN TEORITIK

1. Putaran kritis dengan jarak bantalan yang berbeda

- Diketahui: $E = 13,98 \times 10^{14} \text{ N/m}^2$
 $I = 6,35 \times 10^{-11} \text{ m}^4$
 $M = 1 \text{ kg}$
 $L = 0,9 \text{ m}$

$$\text{Jadi, } N_c = 1,1003 \sqrt{\frac{EI}{ML^3}} = 1,1003 \sqrt{\frac{13,98 \times 10^{14} \cdot 6,35 \times 10^{-11}}{1 \cdot (0,9)^3}} = 383,8 \text{ rpm}$$

- Diketahui: $E = 13,98 \times 10^{14} \text{ N/m}^2$
 $I = 6,35 \times 10^{-11} \text{ m}^4$
 $M = 1 \text{ kg}$
 $L = 0,8 \text{ m}$

$$\text{Jadi, } N_c = 1,1003 \sqrt{\frac{EI}{ML^3}} = 1,1003 \sqrt{\frac{13,98 \times 10^{14} \cdot 6,35 \times 10^{-11}}{1 \cdot (0,8)^3}} = 458,1 \text{ rpm}$$

- Diketahui: $E = 13,98 \times 10^{14} \text{ N/m}^2$
 $I = 6,35 \times 10^{-11} \text{ m}^4$
 $M = 1 \text{ kg}$
 $L = 0,7 \text{ m}$

$$\text{Jadi, } N_c = 1,1003 \sqrt{\frac{EI}{ML^3}} = 1,1003 \sqrt{\frac{13,98 \times 10^{14} \cdot 6,35 \times 10^{-11}}{1 \cdot (0,7)^3}} = 559,7 \text{ rpm}$$

- Diketahui: $E = 13,98 \times 10^{14} \text{ N/m}^2$
 $I = 6,35 \times 10^{-11} \text{ m}^4$
 $M = 1 \text{ kg}$
 $L = 0,6 \text{ m}$

$$\text{Jadi, } N_c = 1,1003 \sqrt{\frac{EI}{ML^3}} = 1,1003 \sqrt{\frac{13,98 \times 10^{14} \cdot 6,35 \times 10^{-11}}{1 \cdot (0,6)^3}} = 705,3 \text{ rpm}$$

- Diketahui: $E = 13,98 \times 10^{14} \text{ N/m}^2$
 $I = 6,35 \times 10^{-11} \text{ m}^4$
 $M = 1 \text{ kg}$
 $L = 0,5 \text{ m}$

$$\text{Jadi, } N_c = 1,1003 \sqrt{\frac{EI}{ML^3}} = 1,1003 \sqrt{\frac{13,98 \times 10^{14} \cdot 6,35 \times 10^{-11}}{1 \cdot (0,5)^3}} = 927,2 \text{ rpm}$$

- Diketahui: $E = 13,98 \times 10^{14} \text{ N/m}^2$
 $I = 6,35 \times 10^{-11} \text{ m}^4$
 $M = 1 \text{ kg}$
 $L = 0,4 \text{ m}$

$$\text{Jadi, } N_c = 1,1003 \sqrt{\frac{EI}{ML^3}} = 1,1003 \sqrt{\frac{13,98 \times 10^{14} \cdot 6,35 \times 10^{-11}}{1 \cdot (0,4)^3}} = 1.295 \text{ rpm}$$

2. Putaran kritis dengan jarak beban terhadap bantalan a dan bantalan b

- Diketahui: $E = 13,98 \times 10^{14} \text{ N/m}^2$
 $I = 6,35 \times 10^{-11} \text{ m}^4$
 $M = 1 \text{ kg}$
 $a = 0,4 \text{ m}$
 $b = 0,5 \text{ m}$

$$\text{Jadi, } N_c = 0,276 \sqrt{\frac{EIL}{M \cdot a^2 \cdot b^2}} = 0,276 \sqrt{\frac{13,98 \times 10^{14} \cdot 6,35 \times 10^{-11} \cdot 0,9}{1 \cdot 0,4^2 \cdot 0,5^2}} = 390 \text{ rpm}$$

- Diketahui: $E = 13,98 \times 10^{14} \text{ N/m}^2$
 $I = 6,35 \times 10^{-11} \text{ m}^4$
 $M = 1 \text{ kg}$
 $a = 0,35 \text{ m}$
 $b = 0,55 \text{ m}$

$$\text{Jadi, } N_c = 0,276 \sqrt{\frac{EIL}{M \cdot a^2 \cdot b^2}} = 0,276 \sqrt{\frac{13,98 \times 10^{14} \cdot 6,35 \times 10^{-11} \cdot 0,9}{1 \cdot 0,35^2 \cdot 0,55^2}} = 405 \text{ rpm}$$

- Diketahui: $E = 13,98 \times 10^{14} \text{ N/m}^2$

$$I = 6,35 \times 10^{-11} \text{ m}^4$$

$$M = 1 \text{ kg}$$

$$a = 0,3 \text{ m}$$

$$b = 0,6 \text{ m}$$

$$\text{Jadi, } N_c = 0,276 \sqrt{\frac{EIL}{M \cdot a^2 \cdot b^2}} = 0,726 \sqrt{\frac{13,98 \times 10^{14} \cdot 6,35 \times 10^{-11} \cdot 0,9}{1,0 \cdot 3^2 \cdot 0,6^2}} = 433 \text{ rpm}$$

- Diketahui: $E = 13,98 \times 10^{14} \text{ N/m}^2$

$$I = 6,35 \times 10^{-11} \text{ m}^4$$

$$M = 1 \text{ kg}$$

$$a = 0,25 \text{ m}$$

$$b = 0,65 \text{ m}$$

$$\text{Jadi, } N_c = 0,276 \sqrt{\frac{EIL}{M \cdot a^2 \cdot b^2}} = 0,726 \sqrt{\frac{13,98 \times 10^{14} \cdot 6,35 \times 10^{-11} \cdot 0,9}{1,0 \cdot 25^2 \cdot 0,65^2}} = 483 \text{ rpm}$$

- Diketahui: $E = 13,98 \times 10^{14} \text{ N/m}^2$

$$I = 6,35 \times 10^{-11} \text{ m}^4$$

$$M = 1 \text{ kg}$$

$$a = 0,2 \text{ m}$$

$$b = 0,70 \text{ m}$$

$$\text{Jadi, } N_c = 0,276 \sqrt{\frac{EIL}{M \cdot a^2 \cdot b^2}} = 0,726 \sqrt{\frac{13,98 \times 10^{14} \cdot 6,35 \times 10^{-11} \cdot 0,9}{1,0 \cdot 2^2 \cdot 0,70^2}} = 557 \text{ rpm}$$

- Diketahui: $E = 13,98 \times 10^{14} \text{ N/m}^2$

$$I = 6,35 \times 10^{-11} \text{ m}^4$$

$$M = 1 \text{ kg}$$

$$a = 0,15 \text{ m}$$

$$b = 0,75 \text{ m}$$

$$\text{Jadi, } N_c = 0,276 \sqrt{\frac{EIL}{M \cdot a^2 \cdot b^2}} = 0,726 \sqrt{\frac{13,98 \times 10^{14} \cdot 6,35 \times 10^{-11} \cdot 0,9}{1,0 \cdot 15^2 \cdot 0,75^2}} = 695 \text{ rpm}$$

Lampiran A 2

1.2 Data Pengujian Dengan jarak Bantalan Yang Berbeda

1.2.1 Data pengujian

Pengujian pertama diambil berdasarkan jarak beban terhadap bantalan, dimana beban tersebut massanya 1kg dan berada diposisi tengah.

$$\omega c = 2\pi \cdot f_c$$

$$\omega c = N_c$$

Jadi bila,

$$f_c = 14,2 \text{ Hz, maka } N_c = \frac{(1350) \times (14,2)}{50} = 383,4 \text{ rpm}$$

$$f_c = 16,1 \text{ Hz, maka } N_c = \frac{(1350) \times (16,1)}{50} = 434,7 \text{ rpm}$$

$$f_c = 18,0 \text{ Hz, maka } N_c = \frac{(1350) \times (18,0)}{50} = 486 \text{ rpm}$$

$$f_c = 24,2 \text{ Hz, maka } N_c = \frac{(1350) \times (24,2)}{50} = 653,4 \text{ rpm}$$

$$f_c = 36,1 \text{ Hz, maka } N_c = \frac{(1350) \times (36,1)}{50} = 974,7 \text{ rpm}$$

$$f_c = 39,1 \text{ Hz, maka } N_c = \frac{(1350) \times (39,1)}{50} = 1.055 \text{ rpm}$$

1.2.2 Data Pengujian

Pengujian kedua diambil berdasarkan jarak beban terhadap bantalan, dimana beban tersebut massanya 1kg dan berada diposisi tengah

Jadi,

$$f_c = 14,5 \text{ Hz, maka } N_c = \frac{(1350) \times (14,3)}{50} = 386,1 \text{ rpm}$$

$$f_c = 16,3 \text{ Hz, maka } N_c = \frac{(1350) \times (16,3)}{50} = 440,1 \text{ rpm}$$

$$f_c = 18,7 \text{ Hz, maka } N_c = \frac{(1350) \times (18,7)}{50} = 504,9 \text{ rpm}$$

$$f_c = 24,5 \text{ Hz, maka } N_c = \frac{(1350) \times (24,5)}{50} = 661,5 \text{ rpm}$$

$$f_c = 36,3 \text{ Hz, maka } N_c = \frac{(1350) \times (36,3)}{50} = 980,1 \text{ rpm}$$

$$f_c = 39,4 \text{ Hz, maka } N_c = \frac{(1350) \times (39,4)}{50} = 1.063 \text{ rpm}$$

1.2.3 Data Pengujian

Pengujian ketiga diambil berdasarkan jarak beban terhadap bantalan, dimana beban tersebut massanya 1 kg dan berada diposisi tengah

Jadi,

$$f_c = 14,4 \text{ Hz, maka } N_c = \frac{(1350) \times (14,4)}{50} = 388,8 \text{ rpm}$$

$$f_c = 16,4 \text{ Hz, maka } N_c = \frac{(1350) \times (16,4)}{50} = 442,8 \text{ rpm}$$

$$f_c = 18,4 \text{ Hz, maka } N_c = \frac{(1350) \times (18,4)}{50} = 496,8 \text{ rpm}$$

$$f_c = 24,7 \text{ Hz, maka } N_c = \frac{(1350) \times (24,7)}{50} = 666,9 \text{ rpm}$$

$$f_c = 36,5 \text{ Hz, maka } N_c = \frac{(1350) \times (36,5)}{50} = 985,5 \text{ rpm}$$

$$f_c = 39,5 \text{ Hz, maka } N_c = \frac{(1350) \times (39,5)}{50} = 1.066 \text{ rpm}$$

1.2.4 Data Pengujian

Pengujian keempat diambil berdasarkan jarak beban terhadap bantalan, dimana beban tersebut massanya 1kg dan berada diposisi tengah

Jadi,

$$f_c = 14,4 \text{ Hz, maka } N_c = \frac{(1350) \times (14,4)}{50} = 388,8 \text{ rpm}$$

$$f_c = 16,5 \text{ Hz, maka } N_c = \frac{(1350) \times (16,5)}{50} = 445,5 \text{ rpm}$$

$$f_c = 18,5 \text{ Hz, maka } N_c = \frac{(1350) \times (18,5)}{50} = 499,5 \text{ rpm}$$

$$f_c = 24,8 \text{ Hz, maka } N_c = \frac{(1350) \times (24,8)}{50} = 669,6 \text{ rpm}$$

$$f_c = 36,8 \text{ Hz, maka } N_c = \frac{(1350) \times (36,8)}{50} = 993,6 \text{ rpm}$$

$$f_c = 39,6 \text{ Hz, maka } N_c = \frac{(1350) \times (39,6)}{50} = 1.069 \text{ rpm}$$

1.2.5 Data Pengujian

Pengujian kelima diambil berdasarkan jarak beban terhadap bantalan, dimana beban tersebut massanya 1kg dan berada diposisi tengah

Jadi,

$$f_c = 14,4 \text{ Hz, maka } N_c = \frac{(1350) \times (14,4)}{50} = 388,8 \text{ rpm}$$

$$f_c = 16,7 \text{ Hz, maka } N_c = \frac{(1350) \times (16,7)}{50} = 450,9 \text{ rpm}$$

$$f_c = 18,6 \text{ Hz, maka } N_c = \frac{(1350) \times (18,6)}{50} = 502,2 \text{ rpm}$$

$$f_c = 24,9 \text{ Hz, maka } N_c = \frac{(1350) \times (24,9)}{50} = 672,3 \text{ rpm}$$

$$f_c = 36,8 \text{ Hz, maka } N_c = \frac{(1350) \times (36,9)}{50} = 996,3 \text{ rpm}$$

$$f_c = 39,8 \text{ Hz, maka } N_c = \frac{(1350) \times (39,8)}{50} = 1.074 \text{ rpm}$$

1.2.6 Data Pengujian

Pengujian keenam diambil berdasarkan jarak beban terhadap bantalan, dimana beban tersebut massanya 1kg dan berada diposisi tengah

Jadi,

$$f_c = 14,5 \text{ Hz, maka } N_c = \frac{(1350) \times (14,5)}{50} = 391,5 \text{ rpm}$$

$$f_c = 16,2 \text{ Hz, maka } N_c = \frac{(1350) \times (16,2)}{50} = 437,4 \text{ rpm}$$

$$f_c = 18,9 \text{ Hz, maka } N_c = \frac{(1350) \times (18,9)}{50} = 510,3 \text{ rpm}$$

$$f_c = 25,1 \text{ Hz, maka } N_c = \frac{(1350) \times (25,1)}{50} = 677,7 \text{ rpm}$$

$$f_c = 37,2 \text{ Hz, maka } N_c = \frac{(1350) \times (37,2)}{50} = 1.004 \text{ rpm}$$

$$f_c = 39,9 \text{ Hz, maka } N_c = \frac{(1350) \times (39,9)}{50} = 1.077 \text{ rpm}$$

1.2.7 Data Pengujian

Pengujian ketujuh diambil berdasarkan jarak beban terhadap bantalan, dimana beban tersebut massanya 1kg dan berada diposisi tengah

Jadi,

$$f_c = 14,6 \text{ Hz, maka } N_c = \frac{(1350) \times (14,6)}{50} = 394,2 \text{ rpm}$$

$$f_c = 16,8 \text{ Hz, maka } N_c = \frac{(1350) \times (16,8)}{50} = 453,6 \text{ rpm}$$

$$f_c = 18,9 \text{ Hz, maka } N_c = \frac{(1350) \times (18,9)}{50} = 488,7 \text{ rpm}$$

$$f_c = 25,3 \text{ Hz, maka } N_c = \frac{(1350) \times (25,3)}{50} = 677,7 \text{ rpm}$$

$$f_c = 37,4 \text{ Hz, maka } N_c = \frac{(1350) \times (37,4)}{50} = 1.009 \text{ rpm}$$

$$f_c = 40,2 \text{ Hz, maka } N_c = \frac{(1350) \times (39,9)}{50} = 1.085 \text{ rpm}$$

1.2.8 Data Pengujian

Pengujian kedelapan diambil berdasarkan jarak beban terhadap bantalan, dimana beban tersebut massanya 1kg dan berada diposisi tengah

Jadi,

$$f_c = 14,7 \text{ Hz, maka } N_c = \frac{(1350) \times (14,7)}{50} = 396,9 \text{ rpm}$$

$$f_c = 16,9 \text{ Hz, maka } N_c = \frac{(1350) \times (16,9)}{50} = 456,3 \text{ rpm}$$

$$f_c = 18,7 \text{ Hz, maka } N_c = \frac{(1350) \times (18,7)}{50} = 504,9 \text{ rpm}$$

$$f_c = 25,4 \text{ Hz, maka } N_c = \frac{(1350) \times (25,4)}{50} = 685,8 \text{ rpm}$$

$$f_c = 37,6 \text{ Hz, maka } N_c = \frac{(1350) \times (37,6)}{50} = 1.015 \text{ rpm}$$

$$f_c = 40,3 \text{ Hz, maka } N_c = \frac{(1350) \times (40,3)}{50} = 1.088 \text{ rpm}$$

1.2.9 Data Pengujian

Pengujian kesembilan diambil berdasarkan jarak beban terhadap bantalan, dimana beban tersebut massanya 1kg dan berada diposisi tengah

Jadi,

$$f_c = 14,8 \text{ Hz, maka } N_c = \frac{(1350) \times (14,8)}{50} = 399,6 \text{ rpm}$$

$$f_c = 17,1 \text{ Hz, maka } N_c = \frac{(1350) \times (17,1)}{50} = 461,7 \text{ rpm}$$

$$f_c = 18,6 \text{ Hz, maka } N_c = \frac{(1350) \times (18,6)}{50} = 502,2 \text{ rpm}$$

$$f_c = 25,5 \text{ Hz, maka } N_c = \frac{(1350) \times (25,5)}{50} = 688,5 \text{ rpm}$$

$$f_c = 37,7 \text{ Hz, maka } N_c = \frac{(1350) \times (37,7)}{50} = 1.017 \text{ rpm}$$

$$f_c = 40,7 \text{ Hz, maka } N_c = \frac{(1350) \times (40,7)}{50} = 1.098 \text{ rpm}$$

1.2.10 Data Pengujian

Pengujian kesepuluh diambil berdasarkan jarak beban terhadap bantalan, dimana beban tersebut massanya 1kg dan berada diposisi tengah

Jadi,

$$f_c = 15,1 \text{ Hz, maka } N_c = \frac{(1350) \times (15,1)}{50} = 407,7 \text{ rpm}$$

$$f_c = 17,3 \text{ Hz, maka } N_c = \frac{(1350) \times (17,3)}{50} = 467,1 \text{ rpm}$$

$$f_c = 19,1 \text{ Hz, maka } N_c = \frac{(1350) \times (19,1)}{50} = 515,7 \text{ rpm}$$

$$f_c = 25,7 \text{ Hz, maka } N_c = \frac{(1350) \times (25,7)}{50} = 693,9 \text{ rpm}$$

$$f_c = 37,8 \text{ Hz, maka } N_c = \frac{(1350) \times (37,8)}{50} = 1.020 \text{ rpm}$$

$$f_c = 40,5 \text{ Hz, maka } N_c = \frac{(1350) \times (40,5)}{50} = 1.093 \text{ rpm}$$

1.3 Data Pengujian Dengan Menggeser beban

1.3.1 Data Pengujian

Pengujian pertama diambil berdasarkan jarak beban terhadap bantalan a dan bantalan b, dimana posisi beban tidak tetap, dan memiliki massanya 1kg

Jadi bila,

$$f_c = 14,2 \text{ Hz, maka } N_c = \frac{(1350) \times (14,2)}{50} = 383,4 \text{ rpm}$$

$$f_c = 15,1 \text{ Hz, maka } N_c = \frac{(1350) \times (15,1)}{50} = 407,7 \text{ rpm}$$

$$f_c = 16,9 \text{ Hz, maka } N_c = \frac{(1350) \times (16,9)}{50} = 456,3 \text{ rpm}$$

$$f_c = 15,7 \text{ Hz, maka } N_c = \frac{(1350) \times (15,7)}{50} = 423,9 \text{ rpm}$$

$$f_c = 18,1 \text{ Hz, maka } N_c = \frac{(1350) \times (18,1)}{50} = 488,7 \text{ rpm}$$

$$f_c = 24,2 \text{ Hz, maka } N_c = \frac{(1350) \times (24,5)}{50} = 653,4 \text{ rpm}$$

1.3.2 Data Pengujian

Pengujian kedua diambil berdasarkan jarak beban terhadap bantalan a dan bantalan b, dimana posisi beban tidak tetap, dan memiliki massanya 1kg.

Jadi bila,

$$f_c = 14,3 \text{ Hz, maka } N_c = \frac{(1350) \times (14,3)}{50} = 386,1 \text{ rpm}$$

$$f_c = 15,2 \text{ Hz, maka } N_c = \frac{(1350) \times (15,2)}{50} = 410,4 \text{ rpm}$$

$$f_c = 17,2 \text{ Hz, maka } N_c = \frac{(1350) \times (17,2)}{50} = 464,4 \text{ rpm}$$

$$f_c = 16,1 \text{ Hz, maka } N_c = \frac{(1350) \times (16,1)}{50} = 434,7 \text{ rpm}$$

$$f_c = 18,2 \text{ Hz, maka } N_c = \frac{(1350) \times (18,2)}{50} = 491,4 \text{ rpm}$$

$$f_c = 24,5 \text{ Hz, maka } N_c = \frac{(1350) \times (24,5)}{50} = 661,5 \text{ rpm}$$

1.3.3 Data Pengujian

Pengujian ketiga diambil berdasarkan jarak beban terhadap bantalan a dan bantalan b, dimana posisi beban tidak tetap, dan memiliki massanya 1kg.

Jadi bila,

$$f_c = 14,4 \text{ Hz, maka } N_c = \frac{(1350) \times (14,4)}{50} = 388,8 \text{ rpm}$$

$$f_c = 15,3 \text{ Hz, maka } N_c = \frac{(1350) \times (15,3)}{50} = 413,1 \text{ rpm}$$

$$f_c = 17,3 \text{ Hz, maka } N_c = \frac{(1350) \times (17,3)}{50} = 467,1 \text{ rpm}$$

$$f_c = 16,3 \text{ Hz, maka } N_c = \frac{(1350) \times (16,3)}{50} = 440,1 \text{ rpm}$$

$$f_c = 18,3 \text{ Hz, maka } N_c = \frac{(1350) \times (18,3)}{50} = 494,1 \text{ rpm}$$

$$f_c = 24,7 \text{ Hz, maka } N_c = \frac{(1350) \times (24,7)}{50} = 666,9 \text{ rpm}$$

1.3.4 Data Pengujian

Pengujian keempat diambil berdasarkan jarak beban terhadap bantalan a dan bantalan b, dimana posisi beban tidak tetap, dan memiliki massanya 1kg.

Jadi bila,

$$f_c = 14,4 \text{ Hz, maka } N_c = \frac{(1350) \times (14,4)}{50} = 388,8 \text{ rpm}$$

$$f_c = 15,7 \text{ Hz, maka } N_c = \frac{(1350) \times (15,7)}{50} = 423,9 \text{ rpm}$$

$$f_c = 17,4 \text{ Hz, maka } N_c = \frac{(1350) \times (17,4)}{50} = 469,8 \text{ rpm}$$

$$f_c = 16,4 \text{ Hz, maka } N_c = \frac{(1350) \times (16,4)}{50} = 442,8 \text{ rpm}$$

$$f_c = 18,4 \text{ Hz, maka } N_c = \frac{(1350) \times (18,4)}{50} = 496,8 \text{ rpm}$$

$$f_c = 24,8 \text{ Hz, maka } N_c = \frac{(1350) \times (24,8)}{50} = 669,6 \text{ rpm}$$

1.3.5 Data Pengujian

Pengujian kelima diambil berdasarkan jarak beban terhadap bantalan a dan bantalan b, dimana posisi beban tidak tetap, dan memiliki massanya 1kg.

Jadi bila,

$$f_c = 14,5 \text{ Hz, maka } N_c = \frac{(1350) \times (14,5)}{50} = 391,5 \text{ rpm}$$

$$f_c = 15,7 \text{ Hz, maka } N_c = \frac{(1350) \times (15,7)}{50} = 423,9 \text{ rpm}$$

$$f_c = 17,5 \text{ Hz, maka } N_c = \frac{(1350) \times (17,5)}{50} = 472,5 \text{ rpm}$$

$$f_c = 16,5 \text{ Hz, maka } N_c = \frac{(1350) \times (16,5)}{50} = 445,5 \text{ rpm}$$

$$f_c = 18,5 \text{ Hz, maka } N_c = \frac{(1350) \times (18,5)}{50} = 499,5 \text{ rpm}$$

$$f_c = 24,9 \text{ Hz, maka } N_c = \frac{(1350) \times (24,9)}{50} = 672,3 \text{ rpm}$$

1.3.6 Data Pengujian

Pengujian keenam diambil berdasarkan jarak beban terhadap bantalan a dan bantalan b, dimana posisi beban tidak tetap, dan memiliki massanya 1kg.

Jadi bila,

$$f_c = 14,6 \text{ Hz, maka } N_c = \frac{(1350) \times (14,6)}{50} = 394,2 \text{ rpm}$$

$$f_c = 15,8 \text{ Hz, maka } N_c = \frac{(1350) \times (15,8)}{50} = 426,6 \text{ rpm}$$

$$f_c = 17,6 \text{ Hz, maka } N_c = \frac{(1350) \times (17,6)}{50} = 475,2 \text{ rpm}$$

$$f_c = 16,7 \text{ Hz, maka } N_c = \frac{(1350) \times (16,7)}{50} = 450,9 \text{ rpm}$$

$$f_c = 18,6 \text{ Hz, maka } N_c = \frac{(1350) \times (18,6)}{50} = 502,2 \text{ rpm}$$

$$f_c = 25,1 \text{ Hz, maka } N_c = \frac{(1350) \times (25,1)}{50} = 677,7 \text{ rpm}$$

1.3.7 Data Pengujian

Pengujian ketujuh diambil berdasarkan jarak beban terhadap bantalan a dan bantalan b, dimana posisi beban tidak tetap, dan memiliki massanya 1kg.

Jadi bila,

$$f_c = 14,7 \text{ Hz, maka } N_c = \frac{(1350) \times (14,7)}{50} = 396,9 \text{ rpm}$$

$$f_c = 15,9 \text{ Hz, maka } N_c = \frac{(1350) \times (15,9)}{50} = 429,3 \text{ rpm}$$

$$f_c = 17,7 \text{ Hz, maka } N_c = \frac{(1350) \times (17,7)}{50} = 477,9 \text{ rpm}$$

$$f_c = 16,8 \text{ Hz, maka } N_c = \frac{(1350) \times (16,8)}{50} = 453,6 \text{ rpm}$$

$$f_c = 18,7 \text{ Hz, maka } N_c = \frac{(1350) \times (18,7)}{50} = 504,9 \text{ rpm}$$

$$f_c = 25,3 \text{ Hz, maka } N_c = \frac{(1350) \times (25,3)}{50} = 683,1 \text{ rpm}$$

1.3.8 Data Pengujian

Pengujian kedelapan diambil berdasarkan jarak beban terhadap bantalan a dan bantalan b, dimana posisi beban tidak tetap, dan memiliki massanya 1kg.

Jadi bila,

$$f_c = 14,8 \text{ Hz, maka } N_c = \frac{(1350) \times (14,8)}{50} = 399,6 \text{ rpm}$$

$$f_c = 16,2 \text{ Hz, maka } N_c = \frac{(1350) \times (16,2)}{50} = 437,4 \text{ rpm}$$

$$f_c = 17,8 \text{ Hz, maka } N_c = \frac{(1350) \times (17,8)}{50} = 480,6 \text{ rpm}$$

$$f_c = 16,9 \text{ Hz, maka } N_c = \frac{(1350) \times (16,9)}{50} = 456,3 \text{ rpm}$$

$$f_c = 18,8 \text{ Hz, maka } N_c = \frac{(1350) \times (18,8)}{50} = 507,6 \text{ rpm}$$

$$f_c = 25,4 \text{ Hz, maka } N_c = \frac{(1350) \times (25,4)}{50} = 685,8 \text{ rpm}$$

1.3.9 Data Pengujian

Pengujian kesembilan diambil berdasarkan jarak beban terhadap bantalan a dan bantalan b, dimana posisi beban tidak tetap, dan memiliki massanya 1kg.

Jadi bila,

$$f_c = 14,9 \text{ Hz, maka } N_c = \frac{(1350) \times (14,9)}{50} = 402,3 \text{ rpm}$$

$$f_c = 16,7 \text{ Hz, maka } N_c = \frac{(1350) \times (16,7)}{50} = 450,9 \text{ rpm}$$

$$f_c = 17,9 \text{ Hz, maka } N_c = \frac{(1350) \times (17,9)}{50} = 483,4 \text{ rpm}$$

$$f_c = 17,1 \text{ Hz, maka } N_c = \frac{(1350) \times (17,1)}{50} = 461,7 \text{ rpm}$$

$$f_c = 18,9 \text{ Hz, maka } N_c = \frac{(1350) \times (18,9)}{50} = 510,3 \text{ rpm}$$

$$f_c = 25,5 \text{ Hz, maka } N_c = \frac{(1350) \times (25,5)}{50} = 688,5 \text{ rpm}$$

1.3.10 Data Pengujian

Pengujian kesepuluh diambil berdasarkan jarak beban terhadap bantalan a dan bantalan b, dimana posisi beban tidak tetap, dan memiliki massanya 1kg.

Jadi bila,

$$f_c = 15,1 \text{ Hz, maka } N_c = \frac{(1350) \times (15,1)}{50} = 407,7 \text{ rpm}$$

$$f_c = 16,9 \text{ Hz, maka } N_c = \frac{(1350) \times (16,9)}{50} = 456,3 \text{ rpm}$$

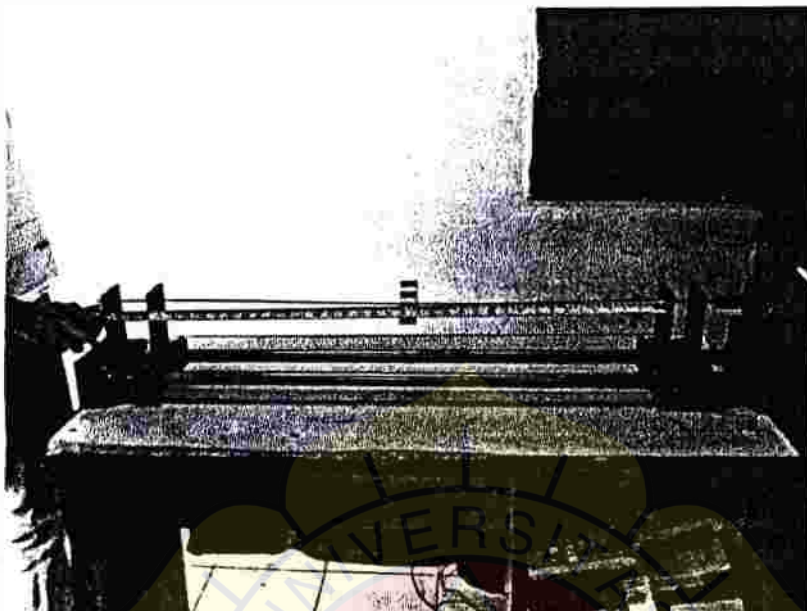
$$f_c = 18,1 \text{ Hz, maka } N_c = \frac{(1350) \times (18,1)}{50} = 488,7 \text{ rpm}$$

$$f_c = 17,3 \text{ Hz, maka } N_c = \frac{(1350) \times (17,3)}{50} = 467,1 \text{ rpm}$$

$$f_c = 19,2 \text{ Hz, maka } N_c = \frac{(1350) \times (19,2)}{50} = 518,4 \text{ rpm}$$

$$f_c = 25,7 \text{ Hz, maka } N_c = \frac{(1350) \times (25,7)}{50} = 693,9 \text{ rpm}$$

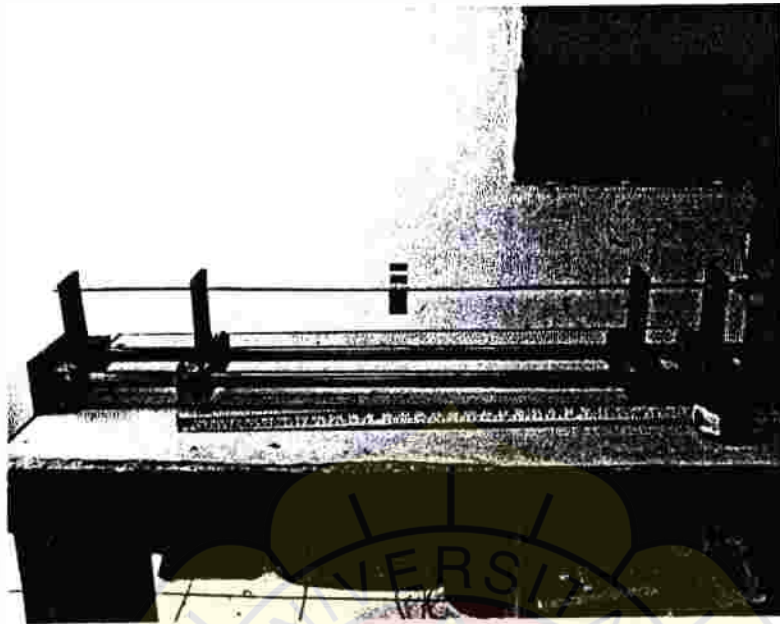
Lampiran D



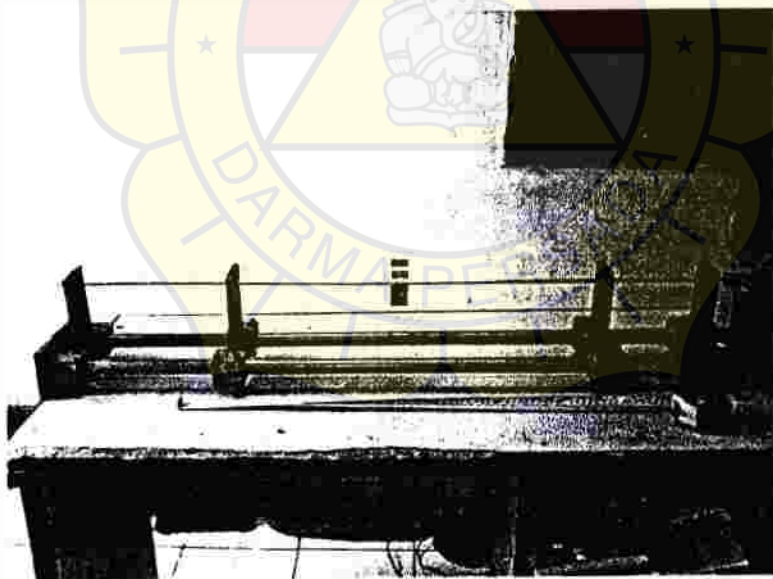
Gambar D.1 Pengujian dengan jarak bantalan 90 cm



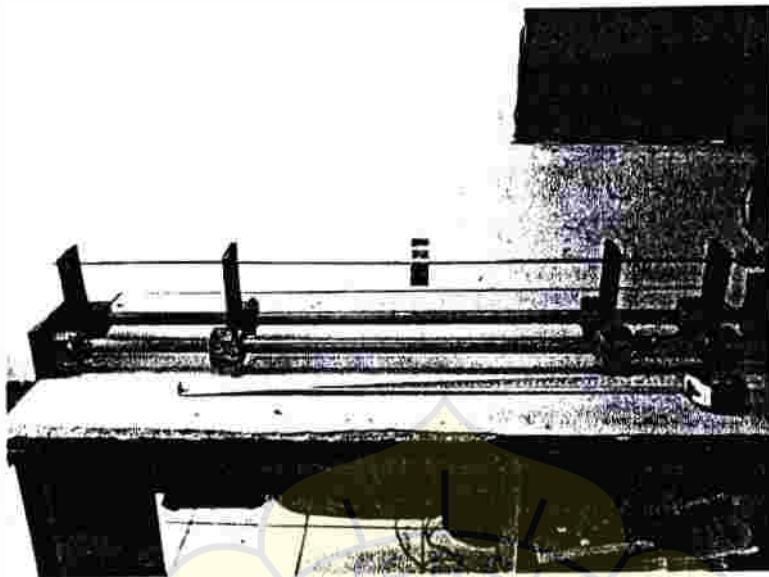
Gambar D.2 Pengujian dengan jarak bantalan 80 cm



Gambar D.3 Pengujian dengan jarak bantalan 70 cm



Gambar D.4 Pengujian dengan jarak bantalan 60 cm

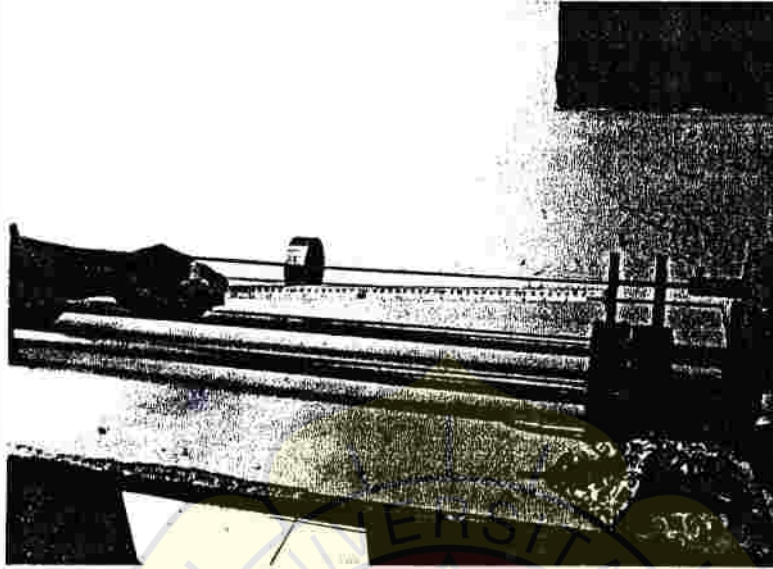


Gambar D.5. Pengujian dengan jarak bantalan 50 cm



Gambar D.6 Pengujian dengan jarak bantalan 40 cm

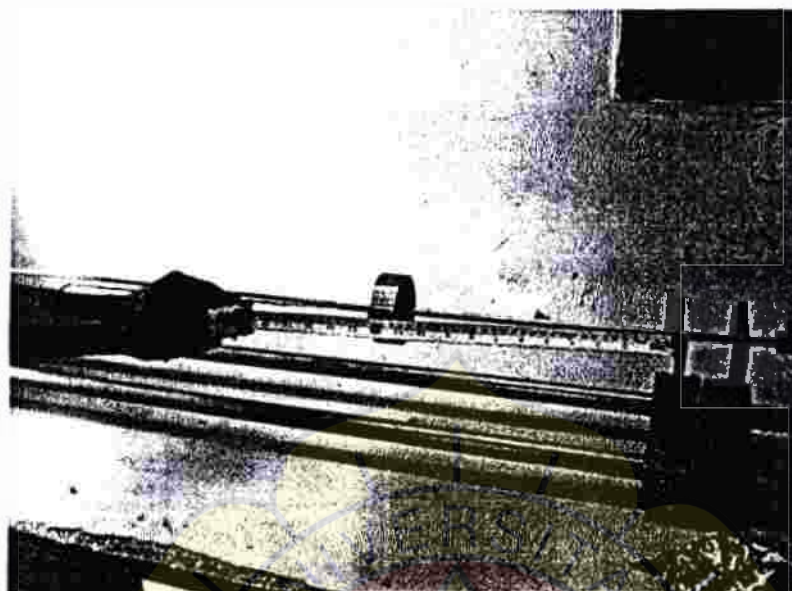
Lampiran E



Gambar E.1 Pengujian dengan Jarak beban 40 cm



Gambar E.2 Pengujian dengan jarak beban 35 cm



Gambar E.3 Pengujian dengan jarak beban 30 cm



Gambar E.4 Pengujian dengan jarak beban 25 cm



Gambar E.5 Pengujian dengan jarak beban 20 cm



Gambar E.6 Pengujian dengan jarak beban 15 cm

PUTARAN KRITIS

1. TUJUAN PRAKTIKUM

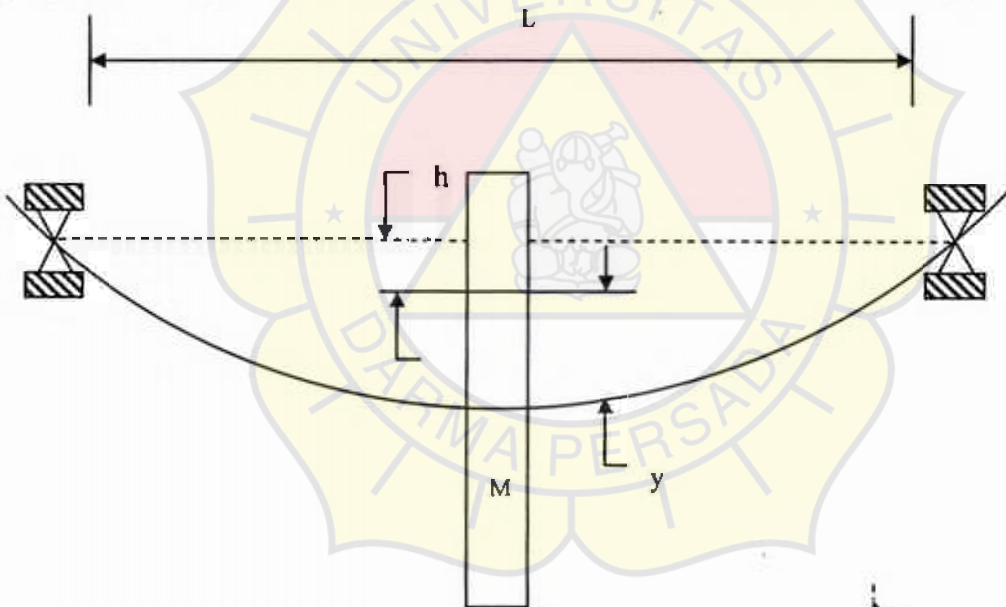
1. Mengamati fenomena whirling pada poros berputar yang kwcil – panjang.
2. Mengetahui nilai putaran kritis pada sebuah poros yang berputar.

2. TEORI DASAR PERCOBAAN

Ketika suatu poros diberi putara, maka akan selalu terjadi fenomena whirling. Whirling adalah keadaan dimana poros berputar akan mengalami defleksi yang besar akibat dari gaya sentrifugal yang dihasilkan oleh eksentrisitas massa poros. Fenomena whirling ini terlihat sebagai poros berputar pada sumbunya, dan pada saat yang sama poros yang berdefleksi juga beputar mengelilingi sumbu poros.

Hal ini akan selalu terjadi, bahkan pada sistem sudah seimbang. Pada sistem yang seimbang, hal ini dapat disebabkan oleh defleksi statis atau gaya magnetik yang tidak merata pada mesin-mesin elektrik.

Defleksi awal ini membuat poros berputar dalam keadaan bengkok. Gaya sentrifugal yang terjadi akan terus membuat defleksi terjadi sampai keadaan seimbang yang berkaitan dengan kekakuan poros tercapai. Poros yang melewati putaran kritisnya lalu akan mencapai keadaan seimbang.



Apabila suatu poros diberi massa berbentuk piringan :

Massa beban : M

Defleksi awal : h

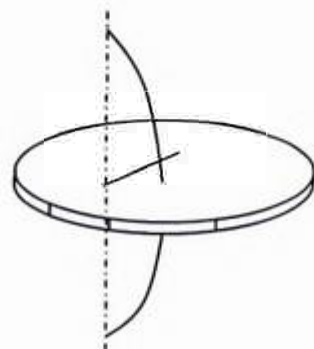
Defleksi sentrifugal : y

Total defleksi : $(h+y)$

- Maka gaya sentrifugal radialnya : $M\omega^2 (h+y)$

Gaya ini sama dengan gaya elastis pada poros

- $M\omega^2 (h+y) = sy$, dimana s = kekakuan proos



Sehingga didapat perbandingan :

$$\frac{y}{h} = \frac{1}{\frac{s}{M\omega^2} - 1}$$

Jika $f = \sqrt{\frac{s}{M}} = \sqrt{\frac{g}{\delta}}$ adalah frekuensi alami dari getaran poros, maka :

$$\omega_c = \frac{1}{2} \sqrt{\frac{s}{M}}$$

Dimana δ = defleksi statis dari poros yang mengalami pembenanan Mg pada titik tengahnya.

Lalu didapat :

$$\frac{y}{h} = \frac{1}{\left[\frac{\omega_c}{\omega}\right]^2 - 1}$$

Jika terjadi nilai $\omega = \omega_c$, maka $\frac{y}{h} = \infty$ ini adalah kondisi untuk terjadinya whirling yang besar, dimana ω_c adalah kecepatan kritis angular dari sistem.

Maka :

$$N_c \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{g}{\delta}} = \frac{0,498}{\sqrt{\delta}} \text{ (rpm)}$$

Kondisi yang dapat diterapkan untuk percobaan :

1) Jika piringan tersebut berada di tengah poros :

$$\delta = \frac{MgL^3}{48EI} \text{ meter}$$

Dimana : E = modulus Young untuk logam poros

$$i = \frac{\pi d^4}{64} = \text{Momen Inersia diameter poros}$$

Sehingga kita dapatkan persamaan untuk putaran kritisnya:

$$N_c = 1,1003 \sqrt{\frac{EI}{ML^3}}$$

2) Jika pembenanan pada poros tersebut tidak tepat di tengah poros :

$$N = \frac{1}{2\pi} c \sqrt{\frac{3EIL}{Ma^2b^2}} \text{ (rpm)} \quad \text{atau} \quad N_c = 0,276 \sqrt{\frac{EIL}{Ma^2b^2}} \text{ (rpm)}$$

Catatan :

Jika rasio $\left[\frac{\omega}{\omega_c} \right]$ sangat besar (yakni apabila kecepatan ada di atas kecepatan kritis, maka $\frac{y}{h}(-1)$ dan $y = -h$. Hal ini berarti poros cenderung untuk berdefleksi sehingga sumbu dari rotasi melewati titik pusat gravitasi dan poros berputar dengan keadaan seimbang.

3) Rumus konversi hasil percobaan :

$$\omega = 2\pi \cdot f$$

$$\frac{\omega}{\omega_c} = \frac{2\pi \cdot f}{2\pi \cdot f_c}$$

Maka : $\omega_c = 2\pi \cdot f_c$

Dimana : $\omega_c =$ Putaran maksimal motor (1350 Rpm)
 $f_c =$ Frekuensi kritis (Hz)
 $f =$ Frekuensi maksimal inverter (50 Hz)
 $N_c =$ Putaran kritis (Rpm)

3. LANGKAH PERCOBAAN

Percobaan 1 :

1. Tentukan panjang poros.
2. Pasang beban di posisi dengan poros.
3. Naikkanlah kecepatan dari poros dan amatilah input frekuensi yang didapat ketika gejala whirling terjadi.
4. Catat input frekuensi kritis (f_c) dan panjang poros (L).
5. Ulangi percobaan untuk panjang poros (L) yang berbeda.
6. Dalam tiap percobaan naikanlah kecepatan sampai kecepatan kritis untuk mengamati keadaan stedi yang akan terjadi.

Percobaan 2 :

1. Lakukanlah seperti percobaan di atas, tetapi dengan mengatur posisi beban yang berbeda-beda, dengan jarak dari tiap bearing a dan b.
2. Lakukan juga untuk posisi $a = b$.
3. Catat nilai putaran kritis N_c dan L .

4. ALAT BANTU UKUR PERCOBAAN

1. Meteran atau penggarisan 100 cm
2. Timbangan kasar

5. Tugas

1. Buatlah tabel hasil percobaan 1 , 2 dan hasil perhitungan teoritik |
2. Buatlah grafik hasil percobaan 1 dan 2
3. Buatlah grafik hasil perhitungan teortik dan bandingkanlah dengan grafik hasil percobaan



**LEMBAR DATA
PRAKTIKUM PUTARAN KRITIS**

Diameter poros : 6 mm
Modulus young poros : $13,98 \times 10^{14} \text{ N/m}^2$
Massa beban poros : 1 kg

Percobaan 1 : Poros

No	Panjang poros	Putaran Kritis (Nc)
1	90	
2	80	
3	70	
4	60	
5	50	
6	40	

Percobaan 2 : Beban yang digeser

No	Jarak a	Jarak b	Putaran Kritis (Nc)
1	40	50	
2	35	55	
3	30	60	
4	25	65	
5	20	70	
6	15	75	