Publikasi Online Mahasiswa Teknik Mesin
Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya
Volume 1 No. 2 (2018)

ANALISA VARIASI MATERIAL POROS DAN VARIASI JARAK TUMPUAN TERHADAP PUTARAN KRITIS

Mohamad Saiqudin, Saifur Rizal, Ir. Moch Mufti,MT
Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya
Jalan Semolowaru No. 45 Surabaya 60118, Tel. 031-5931800, Indonesia
email: saifudin.udin77@gmail.com

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisa pengaruh variasi material poros dan variasi jarak tumpuan terhadap putaran kritis. Material yang digunakan adalah kuningan, steinless steel, alumunium dengan jarak tumpuan 80cm, 90cm, 100cm untuk masing masing material. Pada penelitian ini, kecepatan putaran motor dari alat uji putaran kritis akan dinaikan dan diturunkan secara konstan untuk mencari putaran kritis yang terjadi pada setiap variasi material dan variasi tumpuannya. Dan diulang tiga kali untuk setiap variasi material dan variasi tumpuan.Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa semakin panjang jarak tumpuan poros maka semakin cepat terjadinya putaran kritis. Semakin ringan Massa material poros yang digunakan, maka semakin besar putaran kritis yang terjadi. Putaran kritis tertinggi terjadi pada material alumunium dengan jarak tumpuan poros sepanjang 80cm. Putaran kritis terendah terjadi pada material kuningan dengan jarak tumpuan 100cm.

Kata kunci : bending, deflekesi, poros, putaran kritis, whirling shaft.

PENDAHULUAN

Pada suatu poros yang berputar, jenis material poros yang digunakan dapat mempengaruhi kualitas dan ketahanan poros dalam menerima beban atau gaya yang bekerja pada poros tersebut. Begitu juga dengan panjang pendeknya jarak tumpuan padaporosyangberputardapat dipengaruhibesar kecilnya *defleksi* yang terjadi terhadap putaran kritis. Untuk menganalisa masalah tersebut dibutuhkanlah sebuah alat atau mesin yang disebut alat uji putaran kritis. Topik dari tugas akhir ini adalah analisa variasi material poros dan jarak tumpuhan terhadap putaran kritis. Tujuan yang ingin dicapai penelitian ini adalah:Menganalisa pengaruh variasi material poros terhadap putaran kritis.Menganalisa pengaruh jarak tumpuan poros terhadap putaran kritis.Untuk memenuhi syarat proposal tugas akhir strata satu.Manfaat yang diharapkan penelitian ini adalah:Dapat mengetahui pengaruh apa saja terjadi pada masing-masing variasi material poros dan variasi jarak tumpuhan terhadap putaran kritis.Dapat menambah pengetahuan mahasiswa yang akan mengambil Praktikum kinematika dan dinamika teknik di UNTAG Surabaya karena hasil penelitian dan alat uji penelitian akan disumbangkan pada Lab. Kindin UNTAG Surabaya.

Kopling

Kopling adalah suatu mekanisme yang dirancang mampu menghubungkan dan melepas atau memutuskan perpindahan tenaga dari suatu benda yang berputar ke benda lainnya. Pada bidang otomotif, kopling digunakan untuk memindahkan

tenaga motor ke unit transmisi dengan menggunakan kopling, pemindahan gigi-gigi trasmisi dapat dilakukan, kopling juga memungkinkan motor juga dapat berputar walaupun transmisi tidak dalam posisi netral. Secara garis besar penggunaan kopling antara lain sebagai berikut :

a. Untuk menjamin mekanisme dan karakteristik getaran yang terjadi akibat bagian – bagian mesin berputar.
b. Untuk menjamin hubungan antara poros yang digerakkan yang dibuat secara terpisah.
c. Untuk mengurangi beban lanjut atau hentakan pada saat melakukan transmisi dari poros penggerak ke poros yang akan digerakkan.

Dalam penggunaan kopling sering kita jumpai beberapa gangguan – gangguan atau masalah, antara lain :

a. Biasanya pada kopling sering terjadi keausan antara kedua permukaan kontak dan akan mengakibatkan kehilangan tenaga.
b. Beban yang terlalu besar atau pegas tidak dapat lagi menjadi gigi – gigi yang tetap tertekan, maka kopling akan menggelincir dan bersamaan dengan terdengarnya suara menyentak.
c. Akibat dari penggunaan kopling pada permesinan, poros yang digerakkan selalu mendapat tekanan yang melewati batas ketentuan dari kemampuan sebuah kopling dan berakibat kopling akan cacat, patah atau sebagainya

Untuk mengatasi masalah yang terjadi tersebut, maka dalam perencanaan kontruksi kopling kita harus memperhatikan hal – hal sebagai berikut :

a. Aman pada putaran tinggi, getaran dan tumbukan kecil
b. Kopling harus dapat dipasang dan dilepas dengan mudah
c. Dapat mencegah pembebanan lebih
d. Kopling harus ringan, sederhana dan semurah mungkin dan mempunyai garis tengah yang sekecil mungkin.
e. Bagian yang menonjol harus dicegah dan ditutupi sedemikian rupa sehingga tak berbahaya.
f. Garis sumbu yang hendak harus sejajar dan disambung dengan tepat terutama apabila kopling tidak fleksibel atau tidak elastis.
g. Titik berat kopling sebanyak mungkin harus terletak pada garis sumbu poros, dan kopling harus mengalami keseimbangan dinamis kalau tidak kopling akan berayun (apabila titik berat terletak pada garis sumbu maka kopling telah diseimbangkan secara statik)
h. Pada ukuran – ukuran aksial dan radial harus ditentukan batas – batasnya.

Ditinjau dari bentuk dan cara kerjanya, kopling dapat dibedakan atas tiga golongan yaitu :

1. Kopling Tetap
2. Kopling Fluida
3. Kopling tak Tetap

Kopling Tetap

Kopling tetap adalah suatu elemen mesin yang berfungsi sebagai penerus dan pemutus putaran dan daya, namun tidak dapat memutuskan hubungan kerja antara poros penggerak dan poros yang digerakkan bila salah satu sedang bekerja, dan sumbu kedua poros harus terletak pada satu garis lurus atau dapat sedikit berbeda sumbunya. Kopling tetap terdiri dari :

1. Kopling Kaku
2. Kopling Fleksibel (luwes)
3. Kopling Elastis

Kopling Kaku

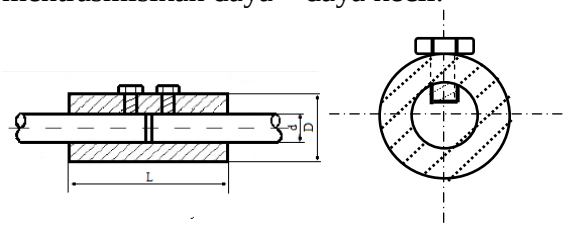
Kopling kaku digunakan apabila kedua poros harus dihubungkan dengan sumbu segaris. Kopling ini dipakai pada poros mesin dan transmisi umum di pabrik – pabrik. Kopling ini terdiri dari beberapa macam antara lain :

a. Kopling Bus

b. Kopling Flens Kaku
c. Kopling Flens Tempa
d. Kopling Jepit
e. Kopling Bumbung Tekan Minyak

Kopling Bus

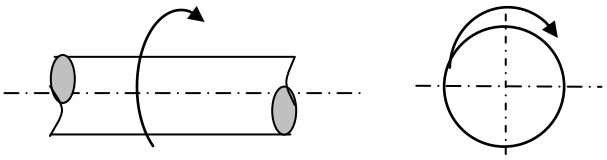
Kopling bus terdiri atas sebuah selongsong (bus) dan baut – baut yang dibenamkan pada kedua poros. Dan sering juga dipakai berupa pasak yang dibenamkan pada ujung – ujung poros.Pada saat pemasangannya harus dijaga agar sumbu kedua porosnya berada pada satu garis lurus. Kopling ini mempunyai kontruksi yang sangat sederhana dan harganya murah. Kopling ini hanya digunakan untuk mentrasmisikan daya – daya kecil.



Gambar 1 Kopling Bus

Poros Dengan Beban Puntir

Sebuah poros yang mendapat pembebanan utama berupa momen puntir, seperti pada poros motor dengan kopling. Momen puntir harus dihitung dari daya (Hp) yang ditranmisikan dengan putaran n (rpm) poros adalah:



Gambar 2Beban yang bekerja pada poros

Bantalan (*Bearing*)

Bearing adalah sebuah elemen mesin yang berfungsi untuk membatasi gerak relatif antara dua atau lebih komponen mesin agar selalu bergerak pada arah yang diinginkan. *Bearing* menjaga poros (*shaft)* agar selalu berputar terhadap sumbuh porosnya,atau juga menjaga suatu komponen yang bergerak linier agar selalu berada pada jalurnya. *Bearing* harus cukup kuat untuk memungkinkan poros atau elemen mesin lainnya bekerja dengan baik. Jika bantalan tidak berfungsi dengan baik maka, prestasi seluruh sistem akan menurun atau tidak dapat bekerja secara semestinya.

Bantalan bola dan bantalan gelinding telah berada ke kondisi kesempurnaan setelah melalui periode penelitian dan pengembangan yang panjang. Manfaat dari penelitian khusus seperti itu dapat diperoleh bila dimungkinkan menggunakan bantalan standar dengan ukuran dan jenis yang tepat. Bantalan bola digunakan dihampir semua jenis mesin dan perangkat dengan bagian yang berputar. Namun, bantalan tersebut tidak dapat digunakan secara terbatas tanpa studi yang cermat terhadap beban dan kondisi pengoperasian. Selain itu, bantalan harus disediakan dengan pemasangan, pelumasan, dan penyegelan yang memadai.

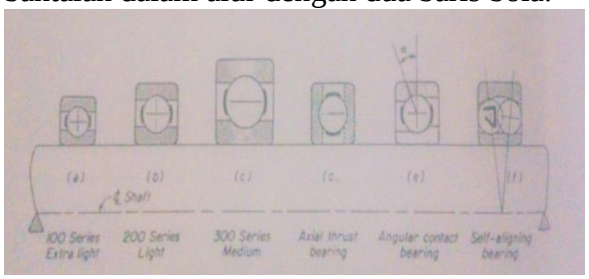
Bantal ganda, menggabungkan bantalan bola dan bantalan gelinding, dan sangat nyaman karena pemasangan dan penyegelan bantalan sudah dilakukan.

2.6.1 Konstruksi dan Jenis Ball Bearing

Bantalan bola biasanya terdiri dari empat bagian: cincin bagian dalam, cincin luar, bola, dan sangkar atau pemisah. Untuk menambah area kontak dan mengizinkan beban besar untuk dibawa, bola-bola berjalan di alur lengkung di cincin. Jari-jari alur sedikit lebih besar dari jari-jari bola dan jumlah yang sangat sedikit permainan radial harus disediakan. Bearing demikian diizinkan untuk menyesuaikan diri dengan sejumlah kecil misalignment sudut di poros dan pemasangan dirakit. Pemisah menjaga bola tetap merata dan mencegahnya saling bersentuhan di sisi-sisi di mana kecepatan relatifnya paling besar.

Bearing dibuat dalam berbagai jenis dan ukuran. Bantalan radial baris tunggal dibuat dalam empat seri, ekstra ringan, ringan, sedang, dan berat, untuk setiap lubang, seperti yang diilustrasikan pada Gambar 3 (a), (b), dan (c). Rangkaian bearing yang berat ditentukan oleh 400. Sebagian besar pabrikan menggunakan

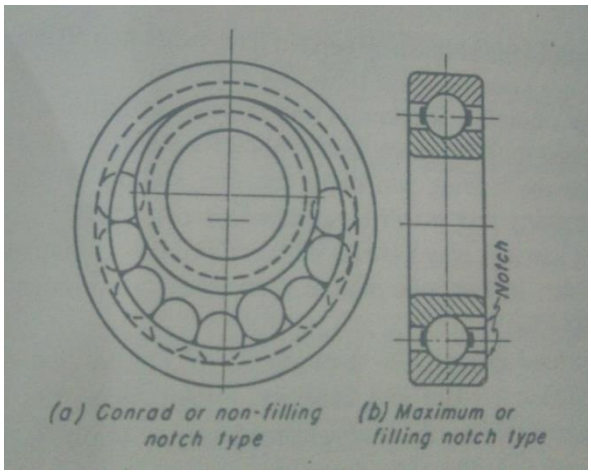
sistem penomoran yang dirancang yang merupakan angka dua terakhir dikalikan dengan 5, yang hasilnya adalah lubang dalam milimeter. Angka-angka di tempat ketiga dari kanan menunjukkan nomor seri. Jadi, bantalan 307 menandakan bantalan seri sedang dengan lubang 35 mm. Angka tambahan, yang mungkin ada dalam nomor katalog bantalan, lihat rincian pabrikan. Beberapa pembuat daftar bantalan dan bantalan dalam alur dengan dua baris bola.



Gambar 3 jenis bantalan bola.

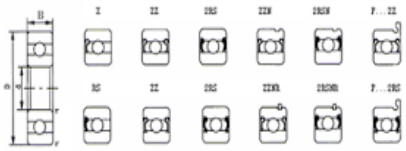
Bantalan radial mampu membawa sejumlah besar aksial aksial, Namun, ketika beban diarahkan sepenuhnya panjang sumbu, jenis bantalan dorong harus digunakan. Bantalan kontak sudut akan menangani beban radial dan aksial. Bantalan bola yang menyelaraskan diri akan menangani sejumlah besar misalignment sudut. Sebuah increse dalam kapasitas radial dapat diamankan oleh cincin useng dengan alur yang dalam, atau dengan menggunakan bantalan radial baris ganda.

Bantalan radial dibagi menjadi dua kelas umum, tergantung pada metode perakitan. Ini adalah jenis Conrad, atau tipe tak mengisi, dan maksimum, atau jenis takik tak terisi. Pada bantalan Conrad, bola-bola dipasang di antara cincin-cincin seperti yang ditunjukkan pada Gambar 4 (a). Kemudian mereka ditempatkan secara merata dan pemisah dipasang kembali di tempatnya. Pada bearing tipe maksimum, bola dimasukkan ke tanah yang mengisi ke dalam setiap cincin, seperti ditunjukkan pada Gambar 4 (b). Karena lebih banyak bola dapat ditempatkan di bantalan seperti itu, kapasitas beban mereka adalah greates daripada jenis Conrad. Namun, kehadiran takik membatasi kemampuan membawa beban dari bantalan ini ke dalam arah aksial.



Gambar 4 Metode perakitan untuk bantalan bola.

The drawing for Deep Groove Ball Bearing



The Catalogue for 6200 series bearings

Bearing No.	Main Dimension (mm)							Load Rating (KN)		Ball Complement		Max Runout Speed		Weight
	Bore d		Outer Diameter D		Width B		Radius (r) min	Dynamic	Static	No.	Size	Grease	Oil	(kg)
	mm	inch	mm	inch	mm	inch	mm				mm	r/min	r/min	
623	3	0.1181	10	0.3937	3	0.1575	0.15	-	-	7	1.58	40000	49000	0.002
624	4	0.1575	13	0.5118	4	0.1968	0.2	-	-	6	2.381	36000	45000	0.003
625	5	0.1969	16	0.6299	5	0.1968	0.3	1.86	0.68	6	3.175	36000	43000	0.005
626	6	0.2362	19	0.7480	6	0.2362	0.3	2.34	0.89	6	3.969	32000	40000	0.008
627	7	0.2756	22	0.8661	7	0.2756	0.3	3.35	1.40	7	3.969	32000	37000	0.013
628	8	0.3149	24	0.9448	8	0.3149	0.3	4.00	1.59	7	3.969	31000	36000	0.017
629	9	0.3543	26	1.0236	8	0.3149	0.3	4.55	1.96	7	4.763	30000	35000	0.020
6200	10	0.3937	30	1.1800	9	0.3543	0.6	5.10	2.38	8	4.763	25000	30000	0.032
6201	12	0.4724	32	1.2598	10	0.3937	0.6	6.82	3.05	7	5.953	22000	26000	0.037
6202	15	0.5906	35	1.3780	11	0.4331	0.6	7.65	3.72	8	5.953	19000	23000	0.045
6203	17	0.6693	40	1.5748	12	0.4724	0.6	9.56	4.78	8	6.747	18000	21000	0.066
6204	20	0.7874	47	1.8504	14	0.5512	1.0	12.80	6.65	8	7.938	16000	18000	0.106
6205	25	0.9843	52	2.0470	15	0.5906	1.0	14.00	7.88	9	7.938	13000	15000	0.128
6206	30	1.1811	62	2.4409	16	0.6299	1.0	19.50	11.20	9	9.252	11000	13000	0.199
6207	35	1.3780	72	2.8346	17	0.6692	1.1	19.75	13.67	9	11.112	9800	11000	0.287
6208	40	1.5748	80	3.1496	18	0.7087	1.1	22.71	15.94	-	-	8700	10000	0.367
6209	45	1.7717	85	3.3465	19	0.7480	1.1	24.36	17.71	-	-	6800	8200	0.416
6210	50	1.9685	90	3.5433	20	0.7874	1.1	26.98	19.84	-	-	6100	7300	0.462
6211	55	-	100	-	21	-	1.5	33.37	25.11	-	-	5500	6600	0.602
6212	60	-	110	-	22	-	1.5	36.74	-	-	-	5000	6000	0.789

Tabel 1 menunjukkan dimensi untuk type bantalan bola, dan peringkat beban dasar C.

Putaran Kritis

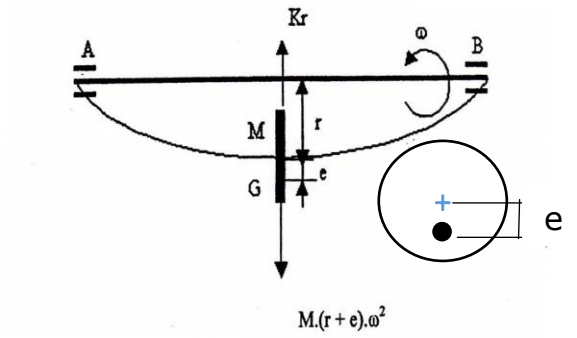
Apabila pada suatu poros yang didukung diantara dua bantalan dipasang disk maka poros tersebut akan mengalami defleksi statis. Defleksi tersebut disebabkan oleh berat disk (jika massa poros diabaikan), defleksi akan bertambah besar akibat gaya sentrifugal pada saat poros berputar.

Putaran kritis poros adalah putaran yang mengakibatkan terjadinya defleksi maksimum pada poros. Hal tersebut telah mengakibatkan poros berputar sambil bergetar dengan amplitudo besar. Gejala ini

disebut *whirling shaft*. Terjadinya *whirling shaft* pada permesinan dapat mengakibatkan:

a. Timbulnya getaran yang besar, getaran ini kemudian diinduksikan ke komponen mesin lainya dan sekelilingnya.
b. Terjadi kerusakan mekanik, hal ini disebabkan oleh:
   1) Tegangan bending yang besar pada poros.
   2) Gesekan antara poros dan rumah.
   3) Beban yang diterima bearing menjadi lebih besar.

Untuk menguraikan terjadinya gejala whirling shaft, berikut ini kita akan menganalisa suatu model poros dengan panjang L yang rotor dengan berat M kemudian poros tersebut diputar dengan kecepatan ω. Poros tersebut ditumpuh oleh bantalan A dan B.



Gambar 5 Poros yang terdefleksi

Keterangan :

M = massa rotor
G = Pusat berat rotor
ω = Kecepatan sudut poros
k = konstanta pegas poros
e = jarak dari pusat berat sampai pusat poros
r = jarak dari pusat poros sampai pusatputaran

Poros akan melentur kalau diputar. untuk kecepatan sudut tertentu akan terjadi kesetimbangan antara inersia yang timbul dengan gaya pegas dari poros.

PROSEDUR EKSPERIMEN

Lokasi

Tempat pengujian dilakukan di Lab. Mesin Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya.

Persiapan Alat dan Bahan

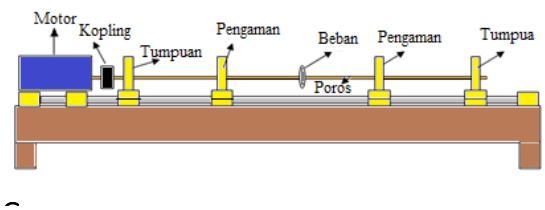
Alat yang dibutuhkan:

1	Kunci L
2	Mistar
3	Obeng
4	Tachometer

Bahan yang dibutuhkan

No	Nama	Jumlah
1	Poros Alumunium	1
2	Poros Kuningan	1
3	Poros Steinless Steel	1
4	Piringan besi	1

Alat uji Putaran Kritis



Gambar 3. Desain alat penangkap kabut

Pengambilan Data

Pada saat poros diputar oleh motor, poros akan mengalami lenturan dan menabrak pengaman poros. Kemudian dicari tabrakan terbesar atau terkeras dengan menaikan dan menurunkan kecepatan putaran motor secara konstan, kemudian dicatat terjadi pada kecepatan putaran berapa tabrakan tersebut. Dari pengujian Variasi material poros alumunium, kuningan, steinless steel dan dengan variasi jarak tumpuan sepanjang 80cm, 90cm, 100cm akan dilakukan pengulangan 3 kali dan di acak urutannya. Sehingga akan didapat 27 data pengujian.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil Tabel Random Sampling

No	Percobaan	Putaran Kritis (rpm)
1	K31	1040
2	K11	1290
3	S31	1108
4	A11	1467
5	A21	1261
6	K21	1145
7	S21	1236
8	S11	1348
9	A31	1102
10	K22	1141
11	A22	1285
12	A12	1480
13	K32	1020
14	S22	1210
15	S12	1416
16	K12	1328
17	A32	1110
18	S32	1058
19	A33	1107
20	S23	1202
21	S13	1430
22	S33	1068
23	K13	1323
24	A13	1487
25	K33	1063
26	K23	1151
27	A23	1274

Nb : Beban 0,3 kg di tengah tumpuan

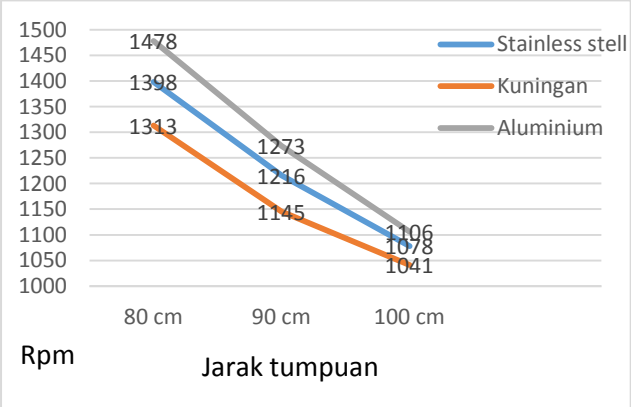
Keterangan:

1. A11 = Material Aluminium dengan jarak tumpuan 80 cm percobaan 1
2. A21 = Material Aluminium dengan jarak tumpuan 90 cm percobaan 1
3. A31 = Material Aluminium dengan jarak tumpuan 100 cm percobaan 1
4. S11 = Material Stainless stell dengan jarak tumpuan 80 cm percobaan 1
5. S21 = Material Stainless stell dengan jarak tumpuan 90 cm percobaan 1
6. S31 = Material Stainless stell dengan jarak tumpuan 100 cm percobaan 1
7. K11 = Material Kuningan dengan jarak tumpuan 80 cm percobaan 1
8. K21 = Material Kuningan dengan jarak tumpuan 90 cm percobaan 1
9. K32 = Material Kuningan dengan jarak tumpuan 100 cm percobaan 2
10. A12 = Material Aluminium dengan jarak tumpuan 80 cm percobaan 2
11. A22 = Material Aluminium dengan jarak tumpuan 90 cm percobaan 2
12. A32 = Material Aluminium dengan jarak tumpuan 100 cm percobaan 2
13. S12 = Material Stainless stell dengan jarak tumpuan 80 cm percobaan 2
14. S22 = Material Stainless stell dengan jarak tumpuan 90 cm percobaan 2
15. S32 = Material Stainless stell dengan jarak tumpuan 100 cm percobaan 2
16. K12 = Material Kuningan dengan jarak tumpuan 80 cm percobaan 2
17. K22 = Material Kuningan dengan jarak tumpuan 90 cm percobaan 2
18. K32 = Material Kuningan dengan jarak tumpuan 100 cm percobaan 2
19. A13 = Material Aluminium dengan jarak tumpuan 80 cm percobaan 3
20. A23 = Material Aluminium dengan jarak tumpuan 90 cm percobaan 3
21. A33 = Material Aluminium dengan jarak tumpuan 100 cm percobaan 3
22. S13 = Material Stainless stell dengan jarak tumpuan 80 cm percobaan 3
23. S23 = Material Stainless stell dengan jarak tumpuan 90 cm percobaan 3
24. S33 = Material Stainless stell dengan jarak tumpuan 100 cm percobaan 3
25. K13 = Material Kuningan dengan jarak tumpuan 80 cm percobaan 3
26. K23 = Material Kuningan dengan jarak tumpuan 90 cm percobaan 3
27. K33 = Material Kuningan dengan jarak tumpuan 100 cm percobaan

Tabel Rata-rata Putaran Kritis Random Sampling

Material	Jarak tumpuan	Putaran kritis rata-rata (rpm)
Aluminium	80 cm	1478
Stainless stell	80 cm	1398
Kuningan	80 cm	1313
Aluminium	90 cm	1273
Stainless stell	90 cm	1216
Kuningan	90 cm	1145
Aluminium	100 cm	1106
Stainless stell	100 cm	1078
Kuningan	100 cm	1041

Grafik Putaran Kritis



Dari hasil pengujian putaran kritis pada 3 macam variasi tumpuan sepanjang 80 cm, 90 cm, 100 cm dan 3 macam variasi material poros kuningan, steinless steel, dan alumunium didapatkan hasil sebagai berikut

1. Putaran kritis tertinggi terjadi pada material alumunium dengan jarak tumpuan poros sebesar 80 cm.
2. Putaran kritis terendah terjadi pada material kuningan dengan jarak tumpuan 100 cm.
3. Pada jarak tumpuan 100 cm nilai putaran kritis dari 3 variasi material alumunium, kuniangan, dan steinless steel adalah yang terendah dibandingkan variasi jarak tumpuan yang lain.
4. Pada jarak tumpuan 80 cm nilai putaran kritis dari 3 variasi material poros alumunium, kuniangan, dan steinless steel adalah yang tertinggi dibandingkan variasi jarak tumpuan yang lain.
5. Dari ketiga variasi material poros, material alumunium memiliki nilai putaran kritis tertinggi dibandingkan material poros kuningan, dan stinless steel.
6. Dari ketiga variasi material poros, material kuningan memiliki nilai putaran kritis terendah dibandingkan material poros alumunium, dan stinless steel

KESIMPULAN DAN SARAN

Dari hasil pengujian dan analisa putaran kritis pada 3 macam variasi tumpuan sepanjang 80 cm, 90 cm, 100 cm dan 3 macam variasi material poros yaitu kuningan, steinless steel, dan alumunium kemudian telah didapat beberapa kesimpulan yaitu:

1. Putaran kritis tertinggi terjadi pada material alumunium dengan jarak tumpuan poros sebesar 80 cm.
2. Putaran kritis terendah terjadi pada material kuningan dengan jarak tumpuan 100 cm.
3. Semakin panjang jarak tumpuan poros maka semakin Mudah terjadinya putaran kritis begitu pun sebaliknya semakin pendek jarak tumpuan poros maka semakin sulit terjadinya putaran kritis.
4. Semakin kecil massa jenis dari material poros yang digunakan, maka semakin tinggi putaran kritis yang terjadi . begitu pun sebaliknya semakin besar massa jenisnya maka semakin rendah putaran kritis yang terjadi.

REFERENSI

Astamar, Zainul. 1984. Mekanika Teknik Edisi Kedua. Jakarta Pusat. Erlangga.

Dahlan, Dahmir. 1987. Elemen Mesin. Jakarta. Citra Harta Prima

Fitri, Muhammad. Perancangan Uji Alat Putaran Kritis. Juli 2018. http://www.researchgate.net/publication/268031571_PERANCANGAN_UJI_ALAT_PUTRAN_KRITIS/amp.

Gunawan, Gilang. Putaran Kritis. docs – Google Drive. Oktober 2013.

https://docs.google.com/file/d/0B5Mufdcpq4o9Vjg0T3RWLW1kNXM/edit.

Martin, George H. 1985. Kinematika Dan Dinamika Teknik Edisi Kedua. Jakarta. Erlangga.