



**ANALISIS PUTARAN KRITIS POROS ALUMINIUM *ALLOY*
6061 DAN *STAINLESS STEEL* S44000 DALAM RENTANG
FREKUENSI 0 HINGGA 43 HERTZ**

SKRIPSI

DANIAL DZAKY

2210311031

**UNIVERSITAS PEMBANGUNAN NASIONAL VETERAN JAKARTA
FAKULTAS TEKNIK
PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN
2026**



**ANALISIS PUTARAN KRITIS POROS *ALUMINIUM ALLOY*
6061 DAN *STAINLESS STEEL* S44000 DALAM RENTANG
FREKUENSI 0 HINGGA 43 HERTZ**

SKRIPSI

**Diajukan sebagai Salah Satu Syarat untuk Memperoleh Gelar Sarjana
Teknik**

DANIAL DZAKY

2210311031

UNIVERSITAS PEMBANGUNAN NASIONAL VETERAN JAKARTA

FAKULTAS TEKNIK

PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN

2026

LEMBAR PENGESAHAN PENGUJI

Skripsi ini diajukan oleh :

Nama : Danial Dzaky
NIM : 2210311031
Program Studi : Teknik Mesin
Judul Skripsi : Analisis Putaran Kritis Poros Aluminium Alloy 6061 dan
Stainless Steel S44000 Dalam Rentang Frekuensi 0 Hingga
43 Hertz

Telah berhasil dipertahankan dihadapan para penguji dan diterima sebagai bagian persyaratan yang diperlukan untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Pembangunan Nasional Veteran Jakarta.



Dr. Ir. Muchamad Oktaviandri, S.T., M.T., IPM., ASEAN Eng.

Penguji Utama



Nicky Yongkimandalan, S.T., M.M.

Penguji Lembaga



Sigit Pradana, S.T., M.T

Penguji III (Pembimbing)



Dr. Eng. Ir. Teguh Murnansyah, S.T.,

M.T., IPM

Dekan Fakultas Teknik



Ir. Fahrudin, S.T., M.T.

Kepala Program Studi S-1 Teknik Mesin

Ditetapkan di : Jakarta

Tanggal Ujian : 10 Juni 2026

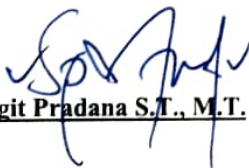
LEMBAR PENGESAHAN PEMBIMBING

Skripsi diajukan oleh :

Nama : Danial Dzaky
NIM : 2210311031
Program Studi : Teknik Mesin
Judul Skripsi : Analisis Putaran Kritis Poros Alumunium Alloy 6061 dan
Stainless Steel S44000 Dalam Rentang Frekuensi 0 Hingga
43 Hertz

Telah dikoreksi atau diperbaiki oleh penulis sesuai arahan dari dosen pembimbing dan diterima sebagai bagian persyaratan yang diperlukan untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Pembangunan Nasional Veteran Jakarta.

Menyetujui,



Sigit Pradana S.T., M.T.
Pembimbing I



Dr. Eng. Riki Hendra Purba, S.T., M.Eng
Pembimbing II

Mengetahui,



Ir. Fahrudin, S.T., M.T.
Kepala Program Studi S-1 Teknik Mesin

HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS

Nama : Danial Dzaky
NIM : 2210311031
Program Studi : Teknik Mesin
Judul Skripsi : Analisis Putaran Kritis Poros Alumunium Alloy 6061 dan
Stainless Steel S44000 Dalam Rentang Frekuensi 0 Hingga
43 Hertz

Bilamana dikemudian hari ditemukan ketidaksesuaian dengan pernyataan saya ini,
maka saya bersedia dituntut dan diproses dengan ketentuan yang berlaku.

Jakarta, 2 Juli 2026

Yang menyatakan,



LEMBAR PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI SKRIPSI UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS

Sebagai civitas akademik Universitas Pembangunan Nasional Veteran Jakarta. Saya yang akan bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Danial Dzaky
NIM : 2210311031
Fakultas : Teknik
Program Studi : Teknik Mesin

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Pembangunan Nasional Veteran Jakarta Hak Bebas Royalti Noneksklusif (*Non Exclusive Royalty Free Right*) atas karya ilmiah saya yang berjudul :

“ANALISIS PUTARAN KRITIS POROS ALUMINIUM ALLOY 6061 DAN STAINLESS STEEL S44000 DALAM RENTANG FREKUENSI 0 HINGGA 43 HERTZ”

Beserta perangkat yang ada (jika diperlukan) dengan Hak Bebas Royalti ini, Universitas Pembangunan Nasional Veteran Jakarta berhak menyimpan, mengalihmedia/formatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (*database*), merawat, dan mempublikasikan Skripsi saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik hak cipta.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Jakarta, 2 Juli 2026

Yang menyatakan,



Danial Dzaky

ANALISIS PUTARAN KRITIS POROS ALUMINIUM *ALLOY* 6061 DAN *STAINLESS STEEL* S44000 DALAM RENTANG FREKUENSI 0 HINGGA 43 HERTZ

Danial Dzaky

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis fenomena putaran kritis poros dengan variasi jarak disk massa 1 kg pada poros sepanjang 60 cm dengan 2 material yang berbeda yaitu *stainless steel* dan *aluminium alloy 6061*. Metode yang digunakan yaitu eksperimen dan juga simulasi. Simulasi digunakan untuk mendapatkan nilai yang tidak didapatkan pada lapangan dengan *Computer Controlled Critical Speed Investigation Unit* yaitu *stress* akibat putaran kritis pada frekuensi alami sistemnya. Fokus penelitian ini yaitu mencari error antara eksperimen dan simulasi, pengaruh material dan jarak disk terhadap putaran kritis, dan *stress* yang dialami oleh sistem pada setiap variasi. Hasil penelitian menunjukkan semakin mendekati *support* disknya putaran kritisnya lebih tinggi karena sistemnya memiliki kekakuan lebih tinggi. Material yang memiliki modulus elastisitas yang lebih rendah memiliki putaran kritis yang lebih rendah sehingga resonansi muncul di putaran yang lebih rendah. Untuk error semua variasi di bawah 10% dengan paling besar yaitu aluminium alloy dengan variasi jarak 30 cm yaitu 9.68%. untuk *stress* paling besar dialami pada variasi *stainless steel* dengan jarak 20 cm yaitu pada tengah-tengah antara *support* yaitu 156,68 MPa.

Kata Kunci : Putaran Krisis, frekuensi alami, poros, disk

ANALYSIS OF CRITICAL SPEED OF ALUMINIUM ALLOY 6061 DAN STAINLESS STEEL S44000 SHAFT IN THE SPAN BETWEEN 0 TO 43 HERTZ

Danial Dzaky

ABSTRACT

This research goals is to analyse the phenomenon of critical speed shaft with distance of disc with 1 kg on a 60 cm long shaft and 2 material variation such as stainless steel and aluminium alloy 6061. Experiment and simulation was done in this study. Simulation used to obtain the value that can't be achieved in the Computer Controlled Critical Speed Investigation Unit which is stress that occurs because of critical speed at the natural frequency. The main focus of this study is to find the error between the experiment and simulation, the affects of material and disc distances to critical speed, and the stress when the systems occurs resonances. The results show that the more the disc gets near the support the bigger the natural frequency and the critical speed this because the closer the mass or the disc to the support it increases the stiffness of the system. The material that has lower modulus elasticity produce lower critical speed because of that the resonance occurs at lower rotation velocity. For the error all the errors are lower than 10%, with the highest error is the aluminium alloy with the distances of 30 cm from the left with the error amount is 9.68%. for the highest stress achieved by the stainless steel 20 cm which is 156,68 MPa.

Keywords : Critical Speed, Natural Frequency, shaft, disc

KATA PENGANTAR

Puji syukur kita panjatkan kehadiran Allah SWT, atas limpahan rahmat dan karunia-Nya, sehingga penyusun dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini yang berjudul “Analisis Putaran Kritis Poros Aluminium *Alloy* 6061 Dan *Stainless Steel* S44000 Dalam Rentang Frekuensi 0 Hingga 43 Hertz”. Penulisan Tugas Akhir ini dilakukan untuk memenuhi salah satu syarat untuk mencapai gelar Sarjana Teknik pada Fakultas Teknik Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Jakarta.

Selama penulisan Tugas Akhir ini, penulis menyadari bahwa, tanpa bantuan dan bimbingan dari berbagai pihak, penyusunan tugas akhir ini sangatlah sulit bagi penyusun untuk menyelesaikan tugas akhir ini. Oleh karena itu, penyusun ingin mengucapkan terima kasih kepada:

1. Orang tua penulis yang senantiasa mendampingi serta selalu memberikan dukungan doa, moral dan materi kepada penulis.
2. Bapak Sigit Pradana, S.T., M.T. selaku dosen pembimbing pertama yang telah membimbing penulis, mengoreksi materi, memberikan saran dan pencerahan selama proses penyusunan tugas akhir ini.
3. Bapak Dr. Eng. Riki Hendra Purba, S.T., M. Eng. selaku dosen pembimbing kedua yang telah membimbing penyusun mengenai penulisan tugas akhir ini.
4. Alpina Damayanti sebagai sosok yang selalu menyemangati, mendukung, menghibur, menenangkan, dan membahagiakan penyusun selama penulisan tugas akhirnya.
5. Saudara Firmansyah selaku teman seperjuangan dalam misi mencerdaskan KEMA Teknik Mesin UPN Veteran Jakarta.
6. Keluarga Besar OPTIMIS 2022, yang telah yang telah menemani, memberikan dukungan serta doa guna kelancaran penyelesaian tugas akhir ini.
7. Teman-teman grup *AYOK SKRIPSIAN* yang sudah kebersamai penulis, memberikan bantuan, saran, kritik dan nasihat kepada penulis.
8. Teman-teman penulis yang senantiasa memberikan doa dan dukungan penuh kepada penulis.

Penulis menyadari bahwa penelitian masih jauh dari kata sempurna. Oleh karena itu, penulis sangat mengharapkan kritik dan saran yang membangun dari

berbagai pihak guna penyempurnaan penelitian ini. Akhir kata, semoga penelitian ini dapat memberikan manfaat dan menjadi referensi yang berguna bagi semua pihak.

Jakarta, Juni 2026

Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN HUDUL	vi
LEMBAR PENGESAHAN PENGUJI.....	vii
LEMBAR PENGESAHAN PEMBIMBING.....	viii
LEMBAR PERNYATAAN ORISINALITAS	ix
LEMBAR PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI SKRIPSI UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS	v
ABSTRAK.....	vi
<i>ABSTRACT</i>.....	vii
KATA PENGANTAR.....	xii
DAFTAR ISI	x
DAFTAR GAMBAR.....	xii
DAFTAR TABEL	xiv
DAFTAR LAMPIRAN	xv
BAB 1 PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar belakang masalah	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Tujuan Penelitian	2
1.4 Batasan Masalah	3
1.5 Sistematika Penulisan.....	3
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA	4
2.1 Getaran	4
2.1.1 Frekuensi dan Periode Getaran	5
2.1.2 Kecepatan Sudut	6
2.2 Poros Berputar	6
2.3 <i>Whirling Shaft</i>	7
2.4 Derajat Kebebasan (<i>Degree of Freedom</i>)	10
2.5 Metode Elemen Hingga	11
2.5.1 <i>Governing Equation</i>	12
2.5.2 <i>Meshing</i>	13
2.5.3 Konvergensi	14

2.6 Metode Eksperimen.....	14
BAB 3 METODE PENELITIAN	16
3.1 Diagram Alir	16
3.1.1 Identifikasi Masalah	16
3.1.2 Studi Literatur	17
3.1.3 Variasi Penelitian	17
3.1.4 Metode Eksperimen.....	18
3.1.5 Metode Simulasi.....	19
3.2 Alat Eksperimen.....	20
3.3 Simulasi	22
3.3.1 Pemodelan 3D	22
3.3.2 <i>Boundary Condition</i>	23
3.3.3 <i>Mesh</i>	25
3.3.4 <i>Post-Processing</i>	26
BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN	28
4.1 Hasil Pengujian Eksperimental dan Simulasi Putaran Kritis.....	28
4.1.1 <i>Stainless Steel</i>	28
4.1.2 Analisis <i>Stress</i> pada Putaran Kritis	30
4.1.3 <i>Aluminium Alloy 6061</i>	33
4.1.4 Analisis <i>Stress</i> pada Putaran Kritis	35
4.1.5 Bentuk Mode.....	37
BAB 5 KESIMPULAN	40
5.1 Kesimpulan	40
5.2 Saran.....	41
DAFTAR PUSTAKA	
DAFTAR RIWAYAT HIDUP	
LAMPIRAN	

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1	Pembebanan poros pada mobil	5
Gambar 2. 2	Poros rotasi melengkung	7
Gambar 2. 3	Grafik defleksi terhadap kecepatan putaran	8
Gambar 2. 4	Massa bergerak ke arah dalam.....	9
Gambar 2. 5	Slider crank, sistem spring-mass dan sistem torsional.....	11
Gambar 2. 6	Sistem 2 derajat kebebasan.....	11
Gambar 2. 7	Metric Skewness Spectrum	14
Gambar 3. 1	Diagram Alir Penelitian.....	16
Gambar 3. 2	Lokasi massa disk	18
Gambar 3. 3	Diagram Alir Eksperimen.....	19
Gambar 3. 4	Diagram Alir Simulasi.....	20
Gambar 3. 5	Unit <i>Computer Controlled Critical Speed Investigation Unit</i>	21
Gambar 3. 6	Tampilan layar perangkat lunak.....	22
Gambar 3. 7	Gambar 3D Poros.....	23
Gambar 3. 8	Massa Disk.....	23
Gambar 3. 9	Setup pada ANSYS	23
Gambar 3. 10	Displacement pada penempatan support	24
Gambar 3. 11	Rotational Velocity untuk Model.....	24
Gambar 3. 12	Mesh pada geometri	25
Gambar 4.1	Grafik Perbandingan Frekuensi Natural.....	29
Gambar 4.2	Stress pada Jarak 5cm.....	30
Gambar 4.3	Stress pada Jarak 10 cm.....	30
Gambar 4.4	Stress pada jarak 20 cm	31
Gambar 4.5	Stress pada jarak 30 cm	31
Gambar 4.6	Stress pada jarak 35 cm	32
Gambar 4.7	Grafik Perbandingan Frekuensi Natural.....	33
Gambar 4.8	Stress pada Jarak 5cm.....	35
Gambar 4.9	Stress pada Jarak 10 cm.....	35
Gambar 4.10	Stress pada Jarak 20 cm.....	35
Gambar 4.11	Stress pada Jarak 30 cm.....	36
Gambar 4.12	Stress pada Jarak 35cm.....	36

Gambar 4.13 Bentuk mode variasi jarak 5cm.....	37
Gambar 4.14 Bentuk mode variasi jarak 10 cm.....	37
Gambar 4.15 Bentuk mode variasi jarak 20 cm.....	37
Gambar 4.16 Bentuk mode variasi jarak 30 cm.....	38
Gambar 4.17 Bentuk mode variasi jarak 35 cm.....	38

DAFTAR TABEL

Tabel 3. 1 Properti Mekanikal <i>Stainless Steel</i> S44000	17
Tabel 3. 2 Tabel Mekanikal Properti <i>Aluminium Alloy</i> 606i.....	17
Tabel 3. 3 Variasi lokasi disk	18
Tabel 3. 4 <i>Mesh</i> Konvergensi	25
Tabel 4.1 Hasil Eksperimen Putaran Kritis material <i>Stainless Steel</i>	28
Tabel 4.2 Perbandingan Frekuensi Natural	29
Tabel 4.3 Hasil Eksperimen Putaran Kritis material aluminium alloy	33
Tabel 4.4 Perbandingan Frekuensi Natural	34

DAFTAR LAMPIRAN

- Lampiran 1.** Data eksperimen *stainless steel* variasi 5 cm
- Lampiran 2.** Data Hasil Simulasi *stainless steel* variasi 5 cm
- Lampiran 3.** Data eksperimen *stainless steel* variasi 10 cm
- Lampiran 4.** Data Hasil Simulasi *stainless steel* variasi 10 cm
- Lampiran 5.** Data eksperimen *stainless steel* variasi 20 cm
- Lampiran 6.** Data Hasil Simulasi *stainless steel* variasi 20 cm
- Lampiran 7.** Data eksperimen *stainless steel* variasi 30 cm
- Lampiran 8.** Data Hasil Simulasi *stainless steel* variasi 30 cm
- Lampiran 9.** Data eksperimen *stainless steel* variasi 35 cm
- Lampiran 10.** Data Hasil Simulasi *stainless steel* variasi 35 cm
- Lampiran 11.** Data eksperimen aluminium *alloy* 6061 variasi 5 cm
- Lampiran 12.** Data hasil simulasi *stainless steel* variasi 5 cm
- Lampiran 13.** Data eksperimen aluminium *alloy* 6061 variasi 10 cm
- Lampiran 14.** Data hasil simulasi *stainless steel* variasi 10 cm
- Lampiran 15.** Data eksperimen aluminium *alloy* 6061 variasi 20 cm
- Lampiran 16.** Data hasil simulasi *stainless steel* variasi 20 cm
- Lampiran 17.** Data eksperimen aluminium *alloy* 6061 variasi 30 cm
- Lampiran 18.** Data hasil simulasi *stainless steel* variasi 30 cm
- Lampiran 19.** Data eksperimen aluminium *alloy* 6061 variasi 35 cm
- Lampiran 20.** Data hasil simulasi *stainless steel* variasi 35 cm