



**KARAKTERISASI GETARAN PADA RODA GIGI LURUS
DENGAN VARIASI SUDUT TEKAN MENGGUNAKAN
ANALISIS DOMAIN FREKUENSI DAN ANALISIS
DOMAIN WAKTU**

SKRIPSI

SATRIO BAGAS DAMAR HANDITO

2110311075

**UNIVERSITAS PEMBANGUNAN NASIONAL VETERAN JAKARTA
FAKULTAS TEKNIK
PROGRAM STUDI S1 TEKNIK MESIN
2026**



**KARAKTERISASI GETARAN PADA RODA GIGI LURUS
DENGAN VARIASI SUDUT TEKAN MENGGUNAKAN
ANALISIS DOMAIN FREKUENSI DAN ANALISIS
DOMAIN WAKTU**

SKRIPSI

**Diajukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar
sarjana teknik**

**SATRIO BAGAS DAMAR HANDITO
2110311075**

**UNIVERSITAS PEMBANGUNAN NASIONAL VETERAN JAKARTA
FAKULTAS TEKNIK
PROGRAM STUDI S1 TEKNIK MESIN
2026**

LEMBAR PENGESAHAN PENGUJI

Skripsi ini diajukan oleh :

Nama : Satrio Bagas Damar Handito

NIM : 2110311075

Program Studi : S1 Teknik Mesin

Judul Skripsi : KARAKTERISASI GETARAN PADA RODA GIGI LURUS
DENGAN VARIASI SUDUT TEKANAN MENGGUNAKAN
ANALISIS DOMAIN FREKUENSI DAN DOMAIN WAKTU

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



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

Penguji Utama



Ir. Armansyah, S.T., M.Sc., M.Sc., Ph.D.

Penguji III (Pembimbing)




Sigit Pradana, S.T., M.T.

Penguji Lembaga


Dr. Eng. Ir. Teguh Firmansyah,
S.T., M.T., IPM

Dekan Fakultas Teknik



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

Kepala Program Studi Teknik
Mesin

Ditetapkan di : Jakarta

Tanggal Ujian : 6 Januari 2026

LEMBAR PENGESAHAN PEMBIMBING

Skripsi diajukan oleh:

Nama : Satrio Bagas Damar Handito

NIM : 2110311075

Program Studi : S1 Teknik Mesin

Judul Skripsi : KARAKTERISASI GETARAN PADA RODA GIGI LURUS
DENGAN VARIASI SUDUT TEKANAN MENGGUNAKAN
ANALISIS DOMAIN FREKUENSI DAN DOMAIN WAKTU

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,



Ir. Armansyah, S.T., M.Sc., M.Sc.,
Ph.D

Pembimbing I



Muhammad Arifudin Lukmana S.T.,
M.T.

Pembimbing II

Mengetahui,



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

Kepala Program Studi S-1 Teknik Mesin

LEMBAR PERNYATAAN ORISINALITAS

Skrispsi ini adalah hasil karya sendiri, dan semua sumber yang dikutip maupun yang dirujuk telah saya nyatakan dengan benar.

Nama : Satrio Bagas Damar Handito

NIM : 2110311075

Program Studi : S1 Teknik Mesin

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

Jakarta, 20 Januari 2026

Yang menyatakan,



Satrio Bagas Damar Handito

LEMBAR PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI SKRIPSI UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS

Sebagai civitas akademik Universitas Pembangunan Nasional Veteran Jakarta.

Saya yang akan bertanda tangan dibawah ini

Nama : Satrio Bagas Damar Handito

NIM : 2110311075

Program Studi : S1 Teknik Mesin

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

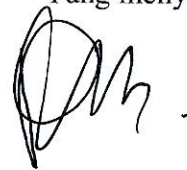
“KARAKTERISASI GETARAN PADA RODA GIGI LURUS DENGAN VARIASI SUDUT TEKAN MENGGUNAKAN ANALISIS DOMAIN FREKUENSI DAN ANALISIS DOMAIN WAKTU”

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/PKL saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik hak cipta.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Jakarta, 20 Januari 2026

Yang menyatakan,



Satrio Bagas Damar Handito

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur atas ke hadirat Allah *subhanahu wa ta'ala*, atas berkat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi dengan judul “Karakteristik Getaran Pada Roda Gigi Lurus Dengan Variasi Sudut tekan Menggunakan Analisis Domain Frekuensi Dan Analisis Domain Waktu”. Sholawat serta salam semoga tercurahkan kepada Rasulullah Muhammad *shalallahu ‘alaihi wa salam* yang telah memberikan safaat kepada seluruh umatnya.

Skripsi ini dibuat oleh penulis dengan tujuan untuk mendapatkan Sarjana Teknik di Program Studi S1 Teknik Mesin Universitas Pembangunan Nasional Veteran Jakarta. Dalam penyusunan skripsi ini tidak lepas dari bantuan dan kontribusi dari beberapa pihak. Pada kesempatan ini penulis mengucapkan banyak terima kasih terutama kepada:

1. Keluarga tercinta Khususnya Ayah dan Ibu atas doa, dukungan dan kasih sayangnya.
2. Bapak Ir. Armansyah, S.T., M.SC., M.SC., Ph.D selaku dosen pembimbing I yang sudah memberikan bimbingan dalam penulisan skripsi ini
3. Bapak Muhammad Arifudin Lukmana S.T, M.T. selaku dosen pembimbing II yang sudah memberikan bimbingan dalam penulisan skripsi ini.
4. Bapak Ir.Fahrudin, ST., MT. selaku Kepala Prodi Teknik Mesin Universitas Pembangunan Nasional Veteran Jakarta.
5. Seluruh dosen Program Studi Teknik Mesin UPN Veteran Jakarta yang telah memberi ilmunya sebagai pedoman penulis untuk membuat skripsi ini.
6. Teman teman OPTIMIS 2021 yang selalu memberikan semangat bantuan, dan kebersamaan dalam menyelesaikan tugas-tugas akademik.
7. Pihak-pihak lainnya yang tidak dapat penulis sebutkan satu per satu.

Penulis menyadari bahwa masih banyak kekurangan dalam penyusunan skripsi ini, Akhir kata, penulis berharap penelitian ini dapat bermanfaat bagi berbagai pihak di kemudian hari.

Jakarta, Januari 2026

Penulis

KARAKTERISASI GETARAN PADA RODA GIGI LURUS DENGAN VARIASI SUDUT TEKAN MENGGUNAKAN ANALISIS DOMAIN FREKUENSI DAN ANALISIS DOMAIN WAKTU

Satrio Bagas Damar Handito

ABSTRAK

Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui pengaruh variasi sudut tekan (*pressure angle*) 20° dan 27° terhadap karakteristik getaran pasangan roda gigi lurus, karena getaran pada proses pemesian gigi dapat memicu kebisingan dan menurunkan keandalan transmisi. Pengujian dilakukan pada roda gigi modul 3 dengan 18 gigi pada kondisi tanpa pembebanan, menggunakan sensor getaran akselerometer (MPU6050) dan sensor kecepatan putar (FC-03) sebagai referensi putaran. Data getaran direkam pada variasi kecepatan 200, 300, dan 400 rpm, lalu dianalisis pada domain waktu menggunakan nilai RMS serta pada domain frekuensi menggunakan FFT untuk mengidentifikasi *Gear Mesh Frequency* (GMF) dan kemunculan *sideband*. Selain eksperimen, dibuat model dinamis sederhana 1-DOF pada MATLAB/Simulink untuk membandingkan tren repon getaran. Hasil menunjukan amplitudo getaran meningkat seiring kenaikan kecepatan putar, dan roda gigi dengan sudut tekan 27° konsisten menghasilkan getaran lebih rendah dibanding 20° pada seluruh variasi kecepatan putar. Memberikan kesimpulan sudut tekan 27° memberikan performa getaran yang lebih baik pada sistem uji yang digunakan.

Kata kunci: roda gigi lurus, sudut tekan, getaran, domain frekuensi, domain waktu, *gear Mesh Frequency*.

**CHARACTERIZATION OF VIBRATION IN SPUR GEAR WITH
VARIATION OF PRESSURE ANGLE USING FREQUENCY DOMAIN
ANALYSIS AND TIME DOMAIN ANALYSIS**

Satrio Bagas Damar Handito

ABSTRACT

This research investigates the effect of pressure angle variation (20° and 27°) on the vibration characteristics of a spur gear pair, since gear vibration may increase noise and reduce transmission reliability. Experiments were conducted on a module-3, 18-tooth spur gear set under no-load conditions, using an MPU6050 accelerometer to measure vibration and an FC-03 keyphasor sensor to provide rotational reference. Vibration data were collected at 200, 300, and 400 rpm, then evaluated in the time domain using RMS values and in the frequency domain using FFT to identify the Gear Mesh Frequency (GMF) and sideband patterns. In addition, a simplified 1-DOF dynamic model was developed in MATLAB/Simulink to compare response trends with the experimental results. The findings show that vibration amplitude increases with rotational speed, and the 27° pressure angle consistently produces lower vibration levels than the 20° pressure angle across all tested speeds. Therefore, within the tested setup, the 27° pressure angle provides better vibration performance.

Keywords: *spur gear, pressure angle, vibration, time domain, frequency domain, gear mesh frequency.*

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	i
LEMBAR PENGESAHAN PENGUJI	ii
LEMBAR PENGESAHAN PEMBIMBING	iii
LEMBAR PERNYATAAN ORISINALITAS	iv
LEMBAR PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI SKRIPSI UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS	v
KATA PENGANTAR	vi
ABSTRAK	vii
ABSTRACT	viii
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR TABEL	xv
BAB 1 PENDAHULUAN	1
1. 1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan masalah	2
1.3 Tujuan Penelitian	2
1.4 Batasan Masalah	2
1.5 Sistematika Penulisan	3
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA.....	4
2.1 Penelitian Terdahulu	4
2.2 Roda Gigi	5
2.3 Terminologi Pada Roda Gigi Lurus	6
2.3.1 Kurva <i>Involute</i>	9
2.3.2 Sudut tekan (<i>Pressure Angle</i>)	10
2.4 Analisa Gaya pada Roda Gigi Lurus (<i>Spur Gear</i>).....	14
2.5 Getaran Mekanis	16
2.5.1 Getaran Bebas	16
2.5.2 Getaran Paksa	17
2.5.3 Getaran Torsional.....	18
2.6 Parameter Getaran.....	20
2.6.2 Frekuensi <i>Gear Mesh</i>	20
2.6.1 Frekuensi Alami.....	21

2.6.3 Amplitudo	21
2.8 Model Dinamis Pasangan roda gigi	22
2.9 Analisis Vibrasi	23
2.9.1 Frequency Domain Analysis.....	25
2.9.1.1 Fast Fourier Transform.....	25
2.9.2 <i>Time Domain Analysis</i>	27
2.9.2.1 <i>Root Mean Square Acceleration</i>	27
2.10 Modulasi Amplitudo	28
2.10.1 <i>Sideband</i>	29
BAB 3 METODOLOGI PENELITIAN.....	31
3.1 Diagram Alir.....	31
3.2 Perumusan Masalah	32
3.3 Studi Literatur.....	32
3.4 Penentuan Data Awal.....	32
3.5 Pemodelan Roda gigi	33
3.6 Simulasi Model 1 Derajat Kebebasan.....	35
3.7 Eksperimen Pengujian Getaran	43
3.7.1 Tujuan Eksperimen	43
3.7.2 Variabel Eksperimen	43
3.7.3 Alat Uji Getaran	44
3.7.4 Prosedur Eksperimen.....	46
3.7.5 Metode Analisis	46
BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN	47
4.1 Perakitan Alat Uji Getaran Roda Gigi	47
4.1.1 Proses Manufaktur	47
4.1.2 Akuisisi Data getaran	50
4.1.3 Pengujian Alat Uji Getaran.....	52
4.2 Hasil Eksperimen.....	56
4.2.3 Hasil Analisis Domain waktu (Eksperimen)	56
4.2.4 Hasil Analisis Domain Frekuensi (Eksperimen)	58
4.3 Hasil Simulasi Model Dinamik 1-DOF	63
4.3.1 Analisis Domain Waktu (Simulasi)	63
4.3.2 Analisis Domain Frekuensi (Simulasi).....	66

4.4 Perbandingan Hasil Eksperimen dan Simulasi	69
4.4.1 Perbandingan Domain Waktu (RMS)	69
4.4.2 Perbandingan Domain Frekuensi	70
BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN	73
5.1 Kesimpulan.....	73
5.2 Saran	74
DAFTAR PUSTAKA	
RIWAYAT HIDUP	
LAMPIRAN	

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Bentuk-bentuk Roda Gigi.....	6
Gambar 2. 2 Terminologi Roda Gigi Lurus.....	7
Gambar 2. 3 Konstruksi Kurva Involute (Higuchi et al., 2007).....	9
Gambar 2. 4 Pressure Angle	10
Gambar 2. 5 Komparasi Pressure Angle (Dudley, 2012)	11
Gambar 2. 6 Contact Ratio (Dudley, 2012)	12
Gambar 2. 7 Undercut (Dudley, 2012)	13
Gambar 2. 8 Backlash.....	14
Gambar 2. 9 Gaya-Gaya Pada Roda Gigi Lurus (Wibowo and Pramono, 2018) ..	15
Gambar 2. 10 spring-mass-damper system (Rao, 2010)	16
Gambar 2. 11 Frekuensi Gear Mesh (Dudley, 2012)	20
Gambar 2. 12 Amplitudo	22
Gambar 2. 13 Model Dinamis Pasangan roda gigi (Korka and Mituletu, 2014) ..	22
Gambar 2. 14 Analisis Vibrasi (Mohd Ghazali and Rahiman, 2021)	24
Gambar 2. 15 Data akuisisi (Mohd Ghazali and Rahiman, 2021)	25
Gambar 2. 16 Hasil Waveform Dan Spektrum Dari Fast Fourier Transform. ...	27
Gambar 2. 17 Amplitudo modulasi	29
Gambar 2. 18 sideband	30
Gambar 3. 1 Diagram Alir Penelitian	31
Gambar 3. 2 Perbandingan Profil Pada Roda Gigi Lurus.....	35
Gambar 3. 3 Model 1-DOF	38
Gambar 3. 4 Gear Tooth Model (Hatem and Hassan, 2020)	39
Gambar 3. 5 Rangkaian Alat Uji Getaran.....	45
Gambar 3. 6 Letak Sensor Accelerometer	45
Gambar 4. 1 Manufaktur komponen alat uji getaran roda gigi	47
Gambar 4. 2 Proses assembly alat uji	48
Gambar 4. 3 Tampilan umum alat uji getaran	48
Gambar 4. 4 Housing roda gigi	49
Gambar 4. 5 Penempatan sensor getaran dan sensor kecepatan	49
Gambar 4. 6 Roda Gigi Lurus Dengan Variasi Sudut tekan.....	49
Gambar 4. 7 Sistem akuisisi data getaran	50

Gambar 4. 8 Diagram koneksi	52
Gambar 4. 9 Skema kalibrasi alat.....	53
Gambar 4. 10 Akuisisi data.....	54
Gambar 4. 11 Spektrum hasil pengujian dalam keadaan diam	54
Gambar 4. 12 Spektrum pengujian dengan keadaan tanpa roda gigi	55
Gambar 4. 13 Spektrum pada frekuensi rendah pada pengujian dengan keadaan tanpa roda gigi	56
Gambar 4. 14 Sinyal Percepatan Sumbu Z Untuk Roda Gigi Dengan Sudut tekan 20° Pada Kecepatan putar 205,6, 310,8, dan 412,5 RPM.	57
Gambar 4. 15 Sinyal Percepatan Sumbu Z Untuk Roda Gigi Dengan Sudut tekan 27° Pada Kecepatan putar 209,6, 310,5, dan 413,45 RPM.	57
Gambar 4. 16 Grafik Pengaruh Sudut tekan Terhadap RMS Pada Pasangan Roda Gigi Hasil Eksperimen deskripsi	58
Gambar 4. 17 FFT sinyal Getaran Roda Gigi Lurus Sudut tekan 20° pada 200, 300, dan 400 RPM.	60
Gambar 4. 18 Zoom sidebands sekitar GMF Pada Roda Gigi Lurus Sudut tekan 20°.....	61
Gambar 4. 19 FFT Sinyal Getaran Roda Gigi Lurus Sudut tekan 27° pada ± 200 , ± 300 , dan ± 400 RPM.....	62
Gambar 4. 20 Zoom Sidebands Sekitar GMF Pada Roda Gigi Lurus Sudut tekan 27°.....	63
Gambar 4. 21 Respon percepatan hasil simulasi pada roda gigi sudut tekan 20° dengan variasi kecepatan 205,6 RPM, 310,8 RPM, dan 412,5 RPM.	64
Gambar 4. 22 Respon percepatan hasil simulasi pada roda gigi sudut tekan 27° dengan variasi kecepatan 209,6 RPM, 310,5 RPM, dan 411,8 RPM.	65
Gambar 4. 23 Grafik Pengaruh Sudut tekan Terhadap RMS Acceleration Pada Pasangan Roda Gigi Hasil Simulasi	66
Gambar 4. 24 Spektrum FFT Hasil Simulasi Roda Gigi Sudut tekan 20° Pada Kecepatan 205,6 RPM, 310,8 RPM, dan 412,5 RPM.....	67
Gambar 4. 25 Spektrum FFT hasil simulasi roda gigi sudut tekan 27° pada kecepatan 209,6 RPM, 310,5 RPM, dan 413,45 RPM	68

Gambar 4. 26 Grafik Perbandingan Hasil Pada Domain Waktu Pada Simulasi Dan Eksperimen Roda Gigi Lurus Dengan Sudut tekan 20°	69
Gambar 4. 27 Grafik Perbandingan Hasil Pada Domain Waktu Pada Simulasi Dan Eksperimen Roda Gigi Lurus Dengan Sudut tekan 27°	70
Gambar 4. 28 Perbandingan hasil eksperimen dengan simulasi dalam analisis domain frekuensi	71
Gambar 4. 29 Perbandingan hasil eksperimen dengan simulasi dalam analisis domain frekuensi	72

DAFTAR TABEL

Tabel 3. 1 Data Geometri Roda Gigi.....	32
Tabel 3. 2 Sifat Mekanik S45C.....	32
Tabel 3. 3 Geometri Hasil Pemodelan Roda Gigi.....	34
Tabel 3. 4 Spesifikasi Kebutuhan Komponen Alat Uji	44
Tabel 4. 1 Diagram koneksi sensor getaran	52
Tabel 4. 2 Diagram koneksi sensor kecepatan.....	52
Tabel 4. 3 Tabel Hasil Analisis Domain Waktu	58
Tabel 4. 4 Nilai kekakuan (c_0), Massa (m_{red}), Dan Rasio Redaman (ζ)	64
Tabel 4. 5 Nilai <i>Gear Mesh Frequency</i> Dan Kecepatan Putar Roda Gigi Lurus Sudut tekan 20°	67
Tabel 4. 6 Nila <i>Gear Mesh Frequency</i> Dan Kecepatan Putar Roda Gigi Lurus Sudut tekan 27°	67
Tabel 4. 7 Perbandingan Hasil Eksperimen Dengan Simulasi Dalam Analisis Domain Frekuensi.....	71