



**KARAKTERISASI EKSPERIMENTAL MOTOR BLDC TIPE  
*OUTRUNNER* TERHADAP VARIASI PEMBEBANAN  
BERBASIS ANALISIS VIBROAKUSTIK DAN TERMAL  
DI *ANECHOIC CHAMBER***

**PROYEK AKHIR**

**MUHAMAD ADE MUZZAQI  
40040222650072**

**PROGRAM STUDI SARJANA TERAPAN  
REKAYASA PERANCANGAN MEKANIK  
SEKOLAH VOKASI UNIVERSITAS DIPONEGORO**

**SEMARANG  
JUNI 2026**



**KARAKTERISASI EKSPERIMENTAL MOTOR BLDC TIPE  
*OUTRUNNER* TERHADAP VARIASI PEMBEBANAN  
BERBASIS ANALISIS VIBROAKUSTIK DAN TERMAL  
DI *ANECHOIC CHAMBER***

**PROYEK AKHIR**

**Diajukan sebagai salah satu syarat  
untuk memperoleh gelar Sarjana Terapan Teknik**

**MUHAMAD ADE MUZZAQI  
40040222650072**

**PROGRAM STUDI SARJANA TERAPAN  
REKAYASA PERANCANGAN MEKANIK  
SEKOLAH VOKASI UNIVERSITAS DIPONEGORO**


**SEMARANG  
JUNI 2026**

## HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS

Proyek Akhir ini adalah hasil karya saya sendiri,  
dan semua sumber baik yang dikutip maupun yang  
dirujuk telah saya nyatakan dengan benar

NAMA : Muhamad Ade Muzzaqi

NIM : 40040222650072

Tanda Tangan : 

**SURAT TUGAS PROYEK AKHIR**

No. : 499/PA/RPM/II/2026

Dengan ini diberikan Tugas Proyek Akhir untuk mahasiswa berikut:

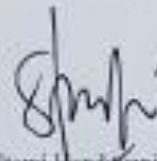
Nama	:	Muhamad Ade Muztaqi
NIM	:	40040222650072
Judul Proyek Akhir	:	Karakterisasi Eksperimental Motor BLDC Tipe Outrunner Terhadap Variasi Pembebanan Berbasis Analisis <i>Fibrounstatik</i> dan Termal di <i>Anochoic Chamber</i>
Dosen Pembimbing 1	:	Alaya Fadila Hadi Mukhammad, S.T., M.Eng.
NIP	:	198509272012121002
Dosen Pembimbing 2	:	Endra Dwi Purnomo, S.T., M.T.
NIP	:	199107262019021001

Isi Tugas:

1. Mencari nilai percepatan getaran dan kenaikan suhu maksimal motor BLDC pada kondisi pembebanan bertingkat menggunakan *magnetic brake*.
2. Mencari grafik spektrum frekuensi (FFT) getaran dan kebisingan motor listrik yang dihasilkan pada pembebanan dinamis dengan variasi kecepatan putar.
3. Mencari nilai kenaikan suhu hasil pengukuran pada titik kritis yang ada pada *housing* motor BLDC *Outrunner*.

Demikian agar diselesaikan selama-lamanya 6 bulan terhitung sejak diberikan tugas ini dan diwajibkan konsultasi sedikitnya 12 kali demi kelancaran penyelesaian tugas.

Semarang, 30 Desember 2025  
Ketua Prodi Sarjana Terapan  
Rekayasa Perancangan Mekanik



Sri Utami Handayani, S.T., M.T.  
NIP. 197609122003122001

Tembusan:

1. Ketua Prodi
2. Bagian pengajaran
3. Mahasiswa ybs

## HALAMAN PENGESAHAN

Proyek Akhir ini diajukan oleh :

NAMA : Muhamad Ade Muzzaqi

NIM : 40040222650072

Program Studi : Sarjana Terapan Rekayasa Perancangan Mekanik


Judul Proyek Akhir : Karakterisasi Eksperimental Motor BLDC Tipe *Outrunner*  
Terhadap Variasi Pembebanan Berbasis Analisis Vibroakustik dan Termal di  
*Anechoic Chamber*


Telah berhasil dipertahankan di hadapan Tim Penguji dan diterima sebagai bagian persyaratan yang diperlukan untuk memperoleh gelar Sarjana Terapan Teknik (S.Tr.T.) pada Program Studi Sarjana Terapan Rekayasa Perancangan Mekanik Sekolah Vokasi Universitas Diponegoro.

### TIM PENGUJI

Pembimbing : Alaya Fadllu Hadi M., S.T., M. Eng (  )

Penguji 1 : Alaya Fadllu Hadi M., S.T., M. Eng (  )

Penguji 2 : Bambang Setyoko, S.T., M.Eng (  )

Penguji 3 : Endra Dwi Purnomo, S.T., M.T. (  )

Semarang, 17 Juni 2026

Ketua Program Studi Sarjana Terapan  
Rekayasa Perancangan Mekanik



Sri Utami Handayani, S.T., M.T.  
NIP. 197609152003122001

## HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI PROYEK AKHIR UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS

Sebagai civitas akademika Universitas Diponegoro, saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Muhamad Ade Muzzaqi  
NIM : 40040222650072  
Jurusan/Program Studi : Sarjana Terapan Rekayasa Perancangan Mekanik  
Departemen : Teknologi Industri  
Fakultas : Sekolah Vokasi  
Jenis Karya : Proyek Akhir

Demi pengembangan ilmu pengetahuan menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Diponegoro **Hak Bebas Royalti Noneksklusif** (*Non-exclusive Royalty Free Right*) atas karya ilmiah saya yang berjudul :

**“Karakterisasi Eksperimental Motor BLDC Tipe *Outrunner* Terhadap Variasi Pembebanan Berbasis Analisis Vibroakustik dan Termal di *Anechoic Chamber*”**

Beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti/Noneksklusif ini Universitas Diponegoro berhak menyimpan, mengalihmedia/formatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (*database*), merawat dan mempublikasikan tugas akhir saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Semarang, Juni 2026

Yang menyatakan



Muhamad Ade Muzzaqi

## MOTTO

*“Kami muda punya harapan, kami muda punya tujuan untuk membangun sebuah tatanan keadilan dan keseimbangan”*

*“Masa Muda Adalah Perjalanan, laluilah jalan itu meskipun tanganmu berada di kantong yang bolong”*

-Che Guevara

*“Bila kaum muda yang telah belajar di sekolah dan menganggap dirinya terlalu tinggi dan pintar untuk melebur dengan masyarakat yang bekerja dengan cangkul dan hanya memiliki cita-cita yang sederhana, maka lebih baik pendidikan itu tidak diberikan sama sekali”*

-Datuk Tan Malaka; MADILOG

## KATA PENGANTAR

Dengan mengucapkan puji syukur ke hadirat Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat, karunia, dan hidayah-Nya, penulis dapat menyelesaikan Laporan Proyek Akhir dengan judul "Karakterisasi Eksperimental Motor BLDC Tipe *Outrunner* Terhadap Variasi Pembebanan Berbasis Analisis Vibroakustik dan Termal di *Anechoic Chamber*" sebagai salah satu syarat untuk menyelesaikan studi pada Program Studi Sarjana Terapan Rekayasa Perancangan Mekanik, Sekolah Vokasi, Universitas Diponegoro.

Penyusunan Laporan proyek akhir ini tentunya tidak terlepas dari bantuan, bimbingan, dan dukungan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, pada kesempatan ini, penulis menyampaikan rasa hormat dan ucapan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Bapak Prof. Dr. Ir. Budiyo, M.Si, selaku Dekan Sekolah Vokasi Universitas Diponegoro yang telah memberikan fasilitas dan dukungan selama penulis menempuh pendidikan.
2. Ibu Dr. Sri Utami Handayani, S.T., M.T, selaku Ketua Program Studi Sarjana Terapan Rekayasa Perancangan Mekanik, yang telah memberikan arahan serta kesempatan kepada penulis dalam melaksanakan tugas akhir.
3. Bapak Alaya Fadllu Hadi Mukhammad, S.T., M.Eng, selaku Dosen Pembimbing I, yang telah memberikan bimbingan, arahan, dan masukan yang sangat berarti selama proses penyusunan laporan ini.
4. Bapak Endra Dwi Purnomo, S.T., M.T, selaku Dosen Pembimbing II sekaligus pembimbing selama kegiatan magang, yang telah memberikan ilmu, masukan, serta pengalaman yang sangat berharga.

5. Kedua orang tua penulis, yang selalu memberikan doa, motivasi, dan dukungan moral maupun material tanpa henti selama proses perkuliahan hingga penyusunan proyek akhir ini.
6. Untuk kaka dan adek saya yang selalu memberikan dukungan semangat serta harapan baik moral dan materil terhadap penulis.
7. Seluruh dosen dan teknisi di Program Studi Rekayasa Perancangan Mekanik yang telah memberikan ilmu pengetahuan dan pengalaman selama masa studi di bangku kuliah.
8. Untuk Devita Fitra Wardani terima kasih telah menjadi *support system* terbaik yang selalu memberikan energi positif di tengah lelahnya masa studi ini.
9. Rekan-rekan mahasiswa angkatan 2022 Program Studi Sarjana Terapan Rekayasa Perancangan Mekanik, yang telah menjadi teman berdiskusi, berbagi pengalaman, dan berjuang bersama sejak awal perkuliahan hingga akhir.

Penulis menyadari bahwa dalam penyusunan Laporan Proyek Akhir ini masih terdapat kekurangan dan keterbatasan, baik dari segi isi maupun penyajiannya. Oleh karena itu, penulis dengan senang hati menerima segala bentuk kritik dan saran yang bersifat membangun.

Semarang, Juni 2026



Muhamad Ade Muzzaqi  
40040222650072

## ABSTRAK

# KARAKTERISASI EKSPERIMENTAL MOTOR BLDC TIPE *OUTRUNNER* TERHADAP VARIASI PEMBEBANAN BERBASIS ANALISIS VIBROAKUSTIK DAN TERMAL DI *ANECHOIC CHAMBER*

Karakteristik motor *Brushless Direct Current* (BLDC) tipe *outrunner* 4.000 Watt dianalisis secara simultan dalam domain kinerja vibroakustik, termal, dan mekanik. Eksperimen dilakukan di *anechoic chamber* untuk meminimalkan interferensi kebisingan latar belakang dan memastikan validitas data akustik. Hipotesis utama menyatakan bahwa peningkatan pembebanan menyebabkan eksitasi elektromagnetik yang lebih besar, yang pada gilirannya meningkatkan respons vibroakustik dan disipasi termal akibat peningkatan rugi-rugi daya. Pengujian dilakukan dengan variasi beban menggunakan rem magnetik dan sistem transmisi reduktor planet pada rentang kecepatan 500 hingga 5.000 RPM. Analisis spektral menggunakan metode *Fast Fourier Transform* (FFT) menunjukkan bahwa peningkatan beban mekanis berkorelasi dengan nilai *root mean square* (RMS) vibroakustik, dengan pengecualian anomali lonjakan amplitudo pada kondisi tanpa beban akibat fenomena resonansi struktural pada 4.000 RPM, dengan nilai amplitudo  $-4,97$  dBfs. Hasil penelitian menunjukkan bahwa efisiensi tertinggi sebesar 82,16% tercapai pada torsi 3,40 Nm (3.400 RPM), namun kondisi tersebut disertai akumulasi panas tertinggi ( $57,2$  °C) dan profil termal yang belum mencapai kondisi tunak (*steady-state*), serta kenaikan konsumsi arus sebesar 55% dibandingkan kondisi beban sebelumnya. Berdasarkan evaluasi komposit terhadap efisiensi, stabilitas vibroakustik, dan validitas sinyal melalui fungsi koherensi, kondisi 2,40 Nm (3.100 RPM) teridentifikasi sebagai titik kerja dengan karakter performa optimal secara aktual, ditandai dengan nilai koherensi tertinggi (0,92) serta keseimbangan antara efisiensi (79,16%) dan beban termal-akustik yang lebih terkontrol. Dengan demikian, kondisi 3,40 Nm lebih tepat diposisikan sebagai batas atas operasional (*upper operational limit*) ketimbang titik kerja rekomendasi. Temuan ini menunjukkan korelasi yang kuat antara disipasi energi sebagai emisi akustik dan peningkatan laju degradasi termal pada motor. Data yang dihasilkan berfungsi sebagai referensi bagi pengembangan sistem propulsi drone pengangkut berat yang membutuhkan keseimbangan antara efisiensi energi dan keandalan struktural.

**Kata Kunci:** Motor BLDC *Outrunner*, *Vibroacoustic Analysis*, Distribusi Termal, *Anechoic Chamber*, Karakterisasi Eksperimental.

## **ABSTRACT**

### **EXPERIMENTAL CHARACTERIZATION OF BLDC MOTORS**

#### **OUTRUNNER TYPE TO LOAD VARIATION BASED ON**

#### **VIBROACOUSTIC AND THERMAL ANALYSIS**

#### **IN THE ANECHOIC CHAMBER**

*This study conducts a comprehensive experimental investigation of the multiphysics characteristics of a 4,000 Watt outrunner-type Brushless Direct Current (BLDC) motor through simultaneous analysis in the vibroacoustic, thermal, and mechanical performance domains. Experiments are performed in an anechoic chamber to minimize background noise interference and ensure the validity of acoustic data. The primary hypothesis posits that increased mechanical load leads to greater electromagnetic excitation, which in turn increases both vibroacoustic response and thermal dissipation due to elevated energy losses. Testing is conducted with load variation using a magnetic brake and a planetary reducer transmission system across a speed range of 500 to 5,000 RPM. Spectral analysis using the Fast Fourier Transform (FFT) method demonstrates that increased mechanical load is generally correlated with higher vibroacoustic root mean square (RMS) values, with an exception due to a local structural resonance phenomenon identified under no-load conditions at 4,000 RPM, reaching a peak amplitude of  $-4.97$  dBfs. The results indicate that the highest efficiency of 82.16% is achieved at 3.40 Nm (3,400 RPM); however, this condition is accompanied by the highest heat accumulation ( $57.2$  °C), a thermal profile that has not yet reached steady-state, and a 55% increase in current draw relative to the preceding load condition. Based on a composite evaluation of efficiency, vibroacoustic stability, and signal validity through the coherence function, the 2.40 Nm (3,100 RPM) condition is identified as the actual optimal performance point, characterized by the highest coherence value (0.92) and a more balanced trade-off between efficiency (79.16%) and controlled thermal-acoustic loading. The 3.40 Nm condition is therefore more appropriately regarded as the upper operational limit rather than the recommended working point. These findings demonstrate a strong correlation between energy dissipation as acoustic emissions and an increased rate of thermal degradation in the motor. The resulting data serve as a reference for the development of heavy-lift drone propulsion systems that require a balance between energy efficiency and structural reliability.*

**Keywords:** *BLDC Outrunner, Vibroacoustic Analysis, Thermal Distribution, Anechoic Chamber, Experimental Characteristics*

## DAFTAR ISI

HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS.....	ii
HALAMAN PENGESAHAN.....	iv
HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI PROYEK AKHIR UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS .....	v
MOTTO .....	vi
KATA PENGANTAR .....	vii
ABSTRAK .....	ix
<i>ABSTRACT</i> .....	x
DAFTAR ISI.....	xi
DAFTAR GAMBAR .....	xv
DAFTAR TABEL.....	xvii
DAFTAR NOTASI DAN SIMBOL .....	xviii
BAB I PENDAHULUAN .....	1
1. 1 LATAR BELAKANG .....	1
1. 2 Rumusan Masalah .....	3
1. 3 Batasan Masalah.....	4
1. 4 Tujuan .....	5
1. 5 Luaran .....	5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	6
2. 1 Karakteristik Motor BLDC <i>Outrunner</i> .....	6

2.1.1 Prinsip Kerja dan Konstruksi <i>Inrunner</i> .....	6
2.1.2 Prinsip Kerja dan Konstruksi <i>Outrunner</i> .....	7
2.1.3 Sistem Komutasi Elektronik .....	8
2.2 Sumber Getaran dan Kebisingan.....	9
2.2.1 Sumber <i>Electromagnetic Noise</i> .....	9
2.2.2 Sumber Eksitasi Mekanis.....	10
2.3 Karakteristik dan Manajemen Termal.....	11
2.3.1 Rugi Daya .....	11
2.3.2 Pengaruh suhu terhadap Performa .....	12
2.3.3 Interaksi Termal dengan Mekanis.....	13
2.4 Metodologi Pengukuran Standar.....	13
2.4.1 Karakteristik <i>Anechoic Chamber</i> .....	13
2.4.2 Standar ISO 3746 .....	14
2.4.3 Prinsip Analisis Spektrum Frekuensi (FFT) .....	14
2.5 Penelitian Terdahulu .....	14
2.6 Kerangka Pemikiran.....	16
<b>BAB III METODOLOGI.....</b>	<b>17</b>
3.1 Diagram Alir Penelitian .....	17
3.2 Alat dan Bahan.....	18
3.2.1 Spesifikasi Bahan Uji.....	18
3.2.2 Unit Rangka Uji .....	19

3.2.3 Instrumen Monitoring Listrik.....	20
3. 3 Instrumen Mekanik .....	22
3.3.1 Sistem Pembebanan dan Transmisi.....	23
3.3.2 Instrumen Pengukuran Karakterisasi .....	25
3.3.3 Fasilitas Lingkungan Uji.....	29
3. 4 Proses Persiapan Pengujian.....	30
3. 5 Proses Pengambilan Data.....	31
3. 6 Pengumpulan Data .....	32
3.6.1 Kajian Literatur .....	33
3.6.2 Wawancara.....	33
3.6.3 Mengakses Dokumen <i>Standar and code</i> .....	33
3. 7 Analisis Data .....	34
3.7.1 Analisis Efisiensi.....	34
3.7.2 Analisis Vibroakustik.....	35
3.7.3 Karakteristik Termal Transien .....	37
3.7.4 Analisis Koherensi Sinyal.....	38
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN .....	41
4. 1 Analisis Komparatif dan Validasi Data.....	41
4. 2 Karakteristik Energi Rugi Daya dengan Efisiensi Terhadap RPM.....	42
4. 3 Analisis Karakteristik Respons Termal Operasional .....	44
4.3.1 Analisis Komparatif Efisiensi dan Temperatur Maksimal terhadap	

Beban.....	45
4.3.2 Analisis Respons Termal Transien Awal dan Karakteristik Kenaikan Suhu .....	48
4. 4 Analisis Spektrum Vibroakustik pada Kondisi Transien Tanpa Beban.....	49
4. 5 Korelasi Amplitudo RMS Vibroakustik dan Konsumsi Arus terhadap Variasi Kecepatan Putar pada Kondisi Berbeban dan Tanpa Beban .....	53
4. 6 Analisis Fungsi Koherensi dan Validasi Resonansi Multifisika.....	54
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....	59
5. 1 Kesimpulan .....	59
5. 2 Saran.....	60
DAFTAR PUSTAKA .....	62

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Konstruksi Inrunner.....	7
Gambar 2. 2 Konstruksi Outrunner.....	8
Gambar 2. 3 Kerangka Berpikir.....	16
Gambar 3. 1 Flow chart Penelitian.....	17
Gambar 3. 2 (A) Tampilan fisik motor, (B) Gambar teknis dimensi konfigurasi.	19
Gambar 3. 3 Skematik 2 Dimensi unit Rangka Uji.....	20
Gambar 3. 4 Sensor Arus .....	21
Gambar 3. 5 Sensor Tegangan .....	22
Gambar 3. 6 Sensor Torsi dan Kecepatan.....	23
Gambar 3. 7 Reducer.....	24
Gambar 3. 8 Magnetic brake.....	25
Gambar 3. 9 Mikrofon Alctron M 6.....	26
Gambar 3. 10 Tampilan Antarmuka Analisis Frequency Domain pada Perangkat Lunak Audacity.....	28
Gambar 3. 11 Thermal Imaging.....	29
Gambar 3. 12 Anechoic Chamber.....	30
Gambar 4. 1 Perbandingan Kecepatan Rotasi (72V vs. 100V) terhadap Torsi.....	41
Gambar 4. 2 Perbandingan Efisiensi Operasional terhadap Rugi Daya pada variasi kecepatan.....	43
Gambar 4. 3 Karakteristik Performa Termal dan Efisiensi Motor BLDC Akibat Pengaruh Pembebanan Mekanis .....	45
Gambar 4. 4 Perbandingan Karakteristik Termal Motor BLDC pada Kondisi Tanpa Beban dan Kondisi Berbeban terhadap Variasi Kecepatan Putar (RPM).....	48

Gambar 4. 5 Perbandingan Kenaikan Temperatur Terhadap Waktu pada Berbagai Variasi Kecepatan Putar (RPM) dan Beban Torsi .....	49
Gambar 4. 6 Respons Vibroakustik pada Variasi Kecepatan Tanpa Beban. ....	50
Gambar 4. 7 Vibroakustik: Tanpa Beban (3000 RPM) vs. Berbeban (2,0 Nm, 2840 RPM).....	51
Gambar 4. 8 Dampak variasi beban mekanis dan RPM terhadap spektrum emisi akustik motor.....	52
Gambar 4. 9 Korelasi Amplitudo RMS Vibroakustik dan Konsumsi Arus terhadap Variasi Kecepatan Putar (RPM) pada Kondisi Berbeban dan Tanpa Beban .....	54
Gambar 4. 10 koherensi sinyal vibroakustik 500 RPM vs 5000 RPM kondisi tanpa beban. ....	55
Gambar 4. 11 Koherensi sinyal pada kondisi tanpa beban (3000 RPM) vs beban awal (2840 RPM, 2,0 Nm).....	56
Gambar 4. 12 Koherensi sinyal pada RPM 2840 (2,0 Nm) vs 3100 (2,40 Nm). 57	
Gambar 4. 13 Koherensi sinyal pada RPM 3100 (2,40 Nm) vs 3400 (3,40 Nm). 57	
Gambar 4. 14 Koherensi sinyal pada RPM 2840 (2,0 Nm) vs 3400 (3,40 Nm).. 58	

## DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Penelitian terdahulu.....	15
Tabel 3. 1 Spesifikasi BLDC T - motor .....	18
Tabel 3. 2 Spesifikasi Rangka Uji.....	19
Tabel 3. 3 Spesifikasi Sensor Arus .....	20
Tabel 3. 4 Spesifikasi Sensor Tegangan .....	21
Tabel 3. 5 Spesifikasi Sensor Torsi dan Kecepatan .....	22
Tabel 3. 6 Spesifikasi Reducer.....	23
Tabel 3. 7 Spesifikasi Magnetic Brake .....	24
Tabel 3. 8 Spesifikasi Mikrofon Alctron M 6.....	26
Tabel 3. 9 Spesifikasi Sistem Akuisisi dan Analisis Data .....	27
Tabel 3. 10 Spesifikasi Thermal Imaging .....	28
Tabel 3. 11 Spesifikasi Anechoic Chamber .....	29
Tabel 4. 1 Eksperimen kinerja motor BLDC outrunner.....	41
Tabel 4. 2 Distribusi Panas Casing Terhadap Beban( $t=60$ s) .....	44

## DAFTAR NOTASI DAN SIMBOL

Simbol	Keterangan	Pertama kali muncul Halaman
$f_{cogging}$	Frekuensi <i>Cogging Torque</i>	9
$n$	Kecepatan Putar rotor	9
$N_p$	Jumlah Kutub Magnet	9
$N_s$	Jumlah Slot <i>Stator</i>	9
$LCM$	Kelipatan Persekutuan Terkecil	9
$P_{cu}$	Rugi Daya Tembaga	10
$I^2$	Arus Listrik Efektif	10
$R$	Resistensi Lilitan <i>Stator</i>	10
$P_{fe}$	Total Rugi inti Besi ( <i>Iron Loss</i> )	11
$K_h$	Koefisien Rugi histeresis material	11
$f$	Frekuensi medan magnet	11
$B_{max}$	Densitas Fluks magnetic maksimum	11
$a$	Konstanta Steinmetz	11
$K_e$	Koefisien rugi arus <i>eddy</i> material	11
$P$	Jumlah total kutub magnet	11
$X_{RMS}$	Nilai rata-rata efektif getaran	34
$N$	Jumlah sampel data	34
$x(n)$	Nilai <i>amplitudo</i> getaran pada sampel	34
$x(k)$	Spektrum Frekuensi (FFT)	34
$L_p$	Tingkat tekanan Suara	35
$p_{sound}$	Tekanan Suara terukur	35
$P_{ref}$	Tekanan suara acuan	35
$\Delta T$	Kenaikan suhu	36
$P_{loss}$	Total rugi – rugi daya ( Sumber panas)	36
$R_{th}$	Hambatan termal	36