

**IDENTIFIKASI KERUSAKAN KOIL SISTEM PENGAPIAN PADA
KENDARAAN MPV 1000 CC DENGAN MENGGUNAKAN
METODE *HILBERT TRANSFORM***



DAYU ANDRYAS SAPUTRA
NIM : 41318110030

PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MERCU BUANA
JAKARTA 2023

LAPORAN TUGAS AKHIR

IDENTIFIKASI KERUSAKAN KOIL SISTEM PENGAPIAN PADA
KENDARAAN MPV 1000 CC DENGAN MENGGUNAKAN
METODE *HILBERT TRANSFORM*



Disusun Oleh:

Nama : Dayu Andryas Saputra
NIM : 41318110030
Program Studi : Teknik Mesin

DIAJUKAN UNTUK MEMENUHI SYARAT KELULUSAN MATA KULIAH
TUGAS AKHIR PADA PROGRAM SARJANA STRATA SATU (S1)
JUNI 2023

HALAMAN PENGESAHAN

IDENTIFIKASI KERUSAKAN KOIL SISTEM PENGAPIAN PADA KENDARAAN MPV 1000 CC DENGAN MENGGUNAKAN METODE *HILBERT TRANSFORM*

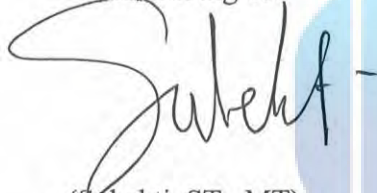
Disusun oleh:

Nama : Dayu Andryas Saputra
NIM : 41318110030
Program Studi : Teknik Mesin

Telah diperiksa dan disetujui pada tanggal 15 Juni 2023

Telah dipertahankan di depan penguji,

Pembimbing TA



(Subekti, ST., MT)

NIK/NIP. 118730612


Penguji Sidang II



(Haris Wahyudi, ST., M.Sc)

NIK/NIP. 116780510

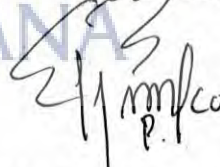
Penguji Sidang I



(Dr. Abdul Hamid, B.Eng., M.Eng)

NIK/NIP. 616460094

Penguji Sidang III

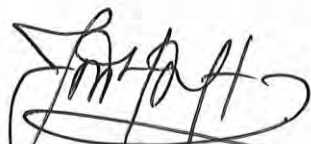


(Rikko Putra Youlia, ST., M.Eng)

NIK/NIP. 120930671

Mengetahui,

Kaprodi Teknik Mesin



(Dr. Eng. Imam Hidayat, ST., MT)

NIK/NIP. 112750348

Koordinator TA



(Gilang Awan Yudhistira, ST., MT)

NIK/NIP. 221900211

HALAMAN PERNYATAAN

Yang bertanda tangan di bawah ini,

Nama : Dayu Andryas Saputra
NIM : 41318110030
Jurusan : Teknik Mesin
Fakultas : Teknik
Judul Tugas Akhir : Identifikasi Kerusakan Koil Sistem Pengapian Pada Kendaraan MPV 1000 CC Dengan Menggunakan Metode *Hilbert Transform*.

Dengan ini menyatakan bahwa saya melakukan Tugas Akhir dengan sesungguhnya dan hasil penulisan Laporan Tugas Akhir yang telah saya buat ini merupakan hasil karya sendiri dan benar keasliannya. Apabila ternyata di kemudian hari penulisan Laporan Tugas Akhir ini merupakan hasil plagiat atau penjiplakan terhadap karya orang lain, maka saya bersedia mempertanggungjawabkan sekaligus bersedia menerima sanksi berdasarkan aturan di Universitas Mercu Buana.

Demikian pernyataan ini saya buat dalam keadaan sadar dan tanpa paksaan.

Jakarta, 4 Juni 2023



Dayu Andryas Saputra

PENGHARGAAN

Segala puji bagi Tuhan Yang Maha Esa yang telah memberikan rahmat dan anugerah sehingga penulis dapat menyelesaikan laporan tugas akhir yang berjudul Identifikasi Kerusakan Koil Sistem Pengapian Pada Kendaraan MPV 1000 CC Dengan Menggunakan Metode *Hilbert Transform*. Penyusunan laporan Tugas Akhir merupakan salah satu syarat untuk menempuh jenjang Sarjana Srata Satu (S1) di jurusan teknik mesin Universitas Mercu Buana.

Ucapan terima kasih ini dipersembahkan untuk orang-orang yang telah berjasa dalam penyusunan laporan Tugas Akhir ini, yaitu:

1. Bapak Prof. Dr. Andi Adriansyah, M.Eng Selaku Rektor Universitas Mercu Buana.
2. Ibu Dr. Zulfa Fitri Ikatrinasari, ST., MT, Selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Mercu Buana.
3. Bapak Dr. Eng. Imam Hidayat, ST., MT, Selaku Kepala Program Studi Teknik Mesin Universitas Mercu Buana.
4. Bapak Gilang Awan Yudhistira, ST., MT, Selaku Koordinator Tugas Akhir, Fakultas Teknik Universitas Mercu Buana.
5. Kedua orang tua, Bapak Sarwi dan Ibu Purwati yang selalu mendoakan serta memberikan doa kepada penulis yang tak pernah ada hentinya agar mendapatkan hasil yang maksimal dan memuaskan dalam mengerjakan Tugas Akhir ini.
6. Bapak Subekti, ST., MT, selaku dosen pembimbing Tugas Akhir yang telah memberikan arahan dan beserta saran dalam melakukan penelitian dan penulisan Tugas Akhir.
7. Keluarga Besar Teknik Mesin Universitas Mercu Buana Angkatan 2018 yang selama ini memberikan bantuan serta dukungan.
8. Teman-teman Astrido Toyota Kebon Jeruk yang sudah memberikan doa dan dukungan kepada penulis.

Masih banyak lagi pihak-pihak yang telah membantu dalam penyusunan Tugas Akhir ini yang tidak tersebut. Oleh karena itu, penulis dengan sangat terbuka menerima segala kritik dan saran yang bersifat membangun. Melalui lembar penghargaan ini saya menyampaikan permohonan maaf atas segala kekurangan

dalam penyusunan laporan tugas akhir ini. Semoga laporan tugas akhir ini dapat memberikan manfaat bagi seluruh pihak yang membaca.

Jakarta, 4 Juni 2023



Dayu Andryas Saputra



DAFTAR ISI

HALAMAN PENGESAHAN	i
HALAMAN PERNYATAAN	ii
PENGHARGAAN	iii
ABSTRAK	v
ABSTRACT	vi
DAFTAR ISI	vii
DAFTAR GAMBAR	ix
DAFTAR TABEL	xi
DAFTAR SINGKATAN	xii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1. LATAR BELAKANG	1
1.2. RUMUSAN MASALAH	3
1.3. TUJUAN PENELITIAN	3
1.4. MANFAAT PENELITIAN	3
1.5. RUANG LINGKUP DAN BATASAN MASALAH	4
1.6. SISTEMATIKA PENULISAN	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	6
2.1. PENELITIAN TERDAHULU	6
2.2. SISTEM PENGAPIAN (<i>IGNITION SYSTEM</i>)	10
2.3. TIPE SISITEM PENGAPIAN	11
2.3.1. Tipe <i>Independent Ignition</i>	11
2.3.2. Tipe <i>Simultaneous Ignition</i>	12
2.4. KOMPONEN SISTEM PENGAPIAN	13
2.5. KOIL PENGAPIAN DENGAN IGNITER	15
2.6. MOTOR BENSIN	16
2.7. KLARIFIKASI MOTOR BENSIN	17
2.7.1. Motor Bensin 2 Langkah	17
2.7.2. Motor Bensin 4 Langkah	18
2.8. GETARAN (<i>VIBRATION</i>)	19

2.8.1.	Tipe Data Getaran	20
2.8.2.	Amplitudo	22
2.8.3.	Fase (<i>Phase</i>)	22
2.9.	<i>HILBERT TRANSFORM</i>	23
BAB III METODOLOGI PENELITIAN		26
3.1.	DIAGRAM ALIR	26
3.2.	ALAT DAN BAHAN	28
3.3.	PENGUJIAN GETARAN	32
3.4.	PENGAMBILAN DATA	34
3.5.	PENGOLAHAN DATA	35
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN		39
4.1.	HASIL PENGUKURAN <i>FAST FOURIER TRANSFORM (FFT)</i>	39
4.1.1.	Hasil Pengukuran <i>Fast Fourier Transform</i> Kecepatan Putar 1500rpm	39
4.1.2.	Hasil Pengukuran <i>Fast Fourier Transform</i> Kecepatan Putar 2500rpm	41
4.2.	ANALISIS <i>HILBERT TRANSFORM</i>	43
4.2.1.	Hasil Perhitungan <i>Hilbert Transform</i> Kecepatan Putar 800rpm	43
4.2.2.	Hasil Perhitungan <i>Hilbert Transform</i> Kecepatan Putar 2500rpm	46
BAB V PENUTUP		49
5.1.	KESIMPULAN	49
5.2.	SARAN	50
DAFTAR PUSTAKA		51
LAMPIRAN		54

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1. Tipe <i>Independent Ignition</i>	12
Gambar 2.2. Tipe <i>Simultaneous Ignition</i>	12
Gambar 2.3. Komponen Sistem Pengapian <i>Direct Ignition System</i>	14
Gambar 2.4. Koil Pengapian dengan Igniter	15
Gambar 2.5. Letak Komponen Sistem Pengapian DIS	16
Gambar 2.6. Siklus 4 Langkah	19
Gambar 2.7. Elemen Vibrasi	19
Gambar 2.8. Ilustrasi Perbedaan Domain Waktu dan Domain Frekuensi	21
Gambar 2.9. Contoh Bentuk Domain Waktu	21
Gambar 2.10. Contoh Bentuk Domain Frekuensi	21
Gambar 2.11. Fundamental Gelombang	22
Gambar 2.12. Hubungan Fase dengan Dua Gelombang yang Sama	22
Gambar 3.1. Diagram Alir	26
Gambar 3.2. Koil Pengapian dengan Igniter	29
Gambar 3.3. FFT <i>Analyzer</i>	29
Gambar 3.4. Sensor <i>Accelerometer</i>	30
Gambar 3.5. Keramik Isolator	30
Gambar 3.6. <i>Tools Box</i>	31
Gambar 3.7. Kendaraan MPV 1000 CC	31
Gambar 3.8. Titik Sensor Sumbu Z	32
Gambar 3.9. Titik Sensor Sumbu X	33
Gambar 3.10. Titik Sensor Sumbu Y	33
Gambar 3.11. Proses Pengambilan Data	34
Gambar 3.12. Diagram Alir Pengolahan Data	35
Gambar 3.13. Data File Txt	36
Gambar 3.14. Proses Memasukkan Data Txt Kedalam <i>Software Matlab</i>	36
Gambar 3.15. Hasil Data Grafik FFT <i>Analyzer</i>	37
Gambar 3.16. Contoh Data Grafik <i>Envelope</i>	37
Gambar 3.17. Contoh Data Grafik <i>Instantaneous Frequency</i>	38
Gambar 3.18. Contoh Data Grafik <i>Restoring Force</i>	38

Gambar 4.1. Hasil FFT Kondisi Koil Normal dan Tidak Normal Kecepatan Putar 1500rpm	40
Gambar 4.2. Hasil FFT Kondisi Koil Normal dan Tidak Normal Kecepatan Putar 2500rpm	41
Gambar 4.3. <i>Envelope</i> Sinyal Getaran pada Koil Pengapian Kondisi Normal (a) dan Tidak Normal (b) Kecepatan Putar 800rpm	43
Gambar 4.4. <i>Instantaneous</i> Frekuensi kondisi Normal dan Tidak Normal Kecepatan Putar 800rpm	44
Gambar 4.5. <i>Restoring Force</i> Kondisi Tidak Normal (a) dan Normal (b) Kecepatan Putar 800rpm	45
Gambar 4.6. <i>Envelope</i> Sinyal Getaran pada Koil Pengapian Kondisi Normal (a) dan Tidak Normal (b) Kecepatan Putar 2500rpm	46
Gambar 4.7. <i>Instantaneous</i> Frekuensi Kondisi Normal dan Tidak Normal Kecepatan Putar 2500rpm	47
Gambar 4.8. <i>Restoring Force</i> Kondisi Tidak Normal (a) dan Normal (b) Kecepatan Putar 800rpm	48



DAFTAR TABEL

Tabel 2.1. Penelitian Terdahulu	6
Tabel 3.1. Spesifikasi Sensor <i>Accelerometer</i>	30
Tabel 3.2. Spesifikasi Kendaraan MPV 1000 CC	32
Tabel 4.1. Data Frekuensi Kondisi Normal dan Tidak Normal Kecepatan Putar 1500rpm	40
Tabel 4.2. Data Frekuensi Kondisi Normal dan Tidak Normal Kecepatan Putar 2500rpm	42



DAFTAR SINGKATAN

Singkatan	Keterangan
EFI	<i>Electronic Fuel Injection</i>
ECU	<i>Electronic Control Unit</i>
ECM	<i>Engine Control Module</i>
FFT	<i>Fast Fourier Transform</i>
RPM	<i>Revolution Per Minute</i>
CC	<i>cubical centimeter</i>
BBM	Bahan Bakar Mesin
TMB	Titik Mati Bawah
TMA	Titik Mati Atas
TDC	<i>Top Dead Centre</i>
DIS	<i>Direct Ignition Sistem</i>