

**ANALISIS KEBOCORAN KABEL BUSI PADA KENDARAAN TOYOTA  
CALYA 1200CC TIPE G MENGGUNAKAN METODE *HILBERT*  
*TRANSFORM***



DANANG PRASETYO  
NIM: 41318010017

PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS MERCU BUANA  
JAKARTA 2023

LAPORAN TUGAS AKHIR

ANALISIS KEBOCORAN KABEL BUSI PADA KENDARAAN TOYOTA  
CALYA 1200CC TIPE G MENGGUNAKAN METODE *HILBERT TRANSFORM*



Disusun oleh:

Nama : Danang Prasetyo  
NIM : 41318010017  
Program Studi : Teknik Mesin

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

**HALAMAN PENGESAHAN**

**ANALISIS KEBOCORAN KABEL BUSI PADA KENDARAAN TOYOTA  
CALYA 1200CC TIPE G MENGGUNAKAN METODE *HILBERT*  
*TRANSFORM***

Disusun oleh:

Nama : Danang Prasetyo  
NIM : 41318010017  
Program Studi : Teknik Mesin

Telah diperiksa dan disetujui pada tanggal 15 Januari 2023

Telah dipertahankan di depan penguji,

Pembimbing TA

Penguji Sidang I



(Subekti, ST., MT)

NIK/NIP. 118730612

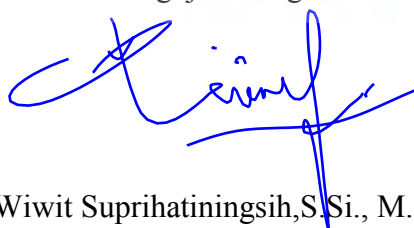
Penguji Sidang II




(Dedik Romahadi, ST., M.Sc)

NIK/NIP. 116910542

Penguji Sidang III



(Wiwit Suprihatiningsih, S.Si., M.Si.)  
NIK/NIP: 119800641

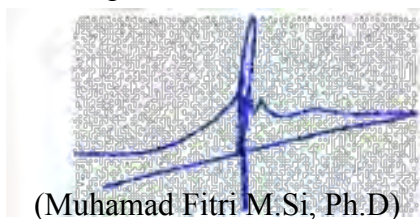


(Gian Villany Golwa, ST., M.Si)  
NIK/NIP: 1975801149

Mengetahui,

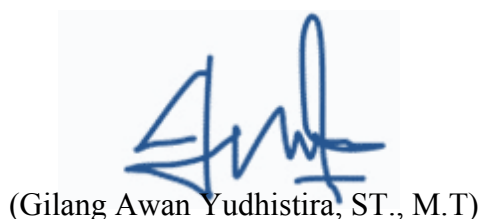
Kaprodi Teknik Mesin

Koordinator TA



(Muhamad Fitri M.Si, Ph.D)

NIK/NIP. 118690617



(Gilang Awan Yudhistira, ST., M.T)

NIK/NIP. 221900211

## HALAMAN PERNYATAAN

Yang bertanda tangan di bawah ini,

Nama : Danang Prasetyo

NIM : 41318010017

Jurusan : Teknik Mesin

Fakultas : Teknik

Judul Tugas Akhir : Analisis Kebocoran Kabel Busi Pada Kendaraan Toyota  
Calya 1200cc Tipe G 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.

MERCU BUANA

Jakarta, 5 Februari 2023



Danang Prasetyo

## PENGHARGAAN

Dengan mengucapkan puji dan syukur kepada Allah SWT yang telah memberikan rahmat dan hidayah-Nya sehingga laporan Tugas Akhir dapat diselesaikan dengan baik. Tugas akhir merupakan salah satu syarat untuk memperoleh gelar sarjana strata satu (S1) di jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik 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.Ir. Andi Adriansyah,M.Eng selaku rektor Universitas Mercu Buana.
2. Bapak Dr. Mawardi, M. TI selaku dekan Fakultas Teknik Universitas Mercu Buana.
3. Muhamad Fitri, Ph.D, selaku Kepala Program Studi Teknik Mesin Universitas Mercu Buana
4. Alief Avicenna Luthfie, ST., M.Eng, selaku Sekretaris Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Mercu Buana.
5. Bapak Gilang Awan Yudhistira, ST., MT, selaku koordinator Tugas Akhir Fakultas Teknik Universitas Mercu Buana.
6. Kedua orang tua, Bapak Sugiyoto dan Ibu Karsini yang selalu mendoakan serta memberikan support kepada peneliti yang tak pernah ada henti nya agar mendapatkan hasil yang maksimal dan memuaskan dalam mengerjakan Tugas Akhir ini.
7. Subekti, ST., MT, selaku dosen pembimbing tugas akhir yang telah memberikan arahan dan beserta saran dalam melakukan penelitian dan penulisan Tugas Akhir.
8. Team Tugas Akhir Fatimah Azzahro Devries, Muhammad Hadi Saputra, Firizki Fahdilah
9. Keluarga Besar Teknik mesin Universitas Mercu Buana Angkatan 2018 yang selama ini memberikan bantuan serta dukungan

Masih banyak lagi pihak-pihak yang telah membantu dalam penyusunan Tugas Akhir ini yang tidak tersebut dan tanpa mengurangi rasa hormat saya, saya mengucapkan banyak terima kasih atas segala yang telah diberikan masukan maupun saran. 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. Demikian pernyataan ini saya buat dalam keadaan sadar dan tanpa paksaan

Jakarta, 5 Februari 2023



Danang Prasetyo



## DAFTAR ISI

<b>HALAMAN PENGESAHAN</b>	<b>i</b>
<b>HALAMAN PERNYATAAN</b>	<b>ii</b>
<b>PENGHARGAAN</b>	<b>iii</b>
<b>ABSTRAK</b>	<b>v</b>
<b>ABSTRACT</b>	<b>vi</b>
<b>DAFTAR ISI</b>	<b>vii</b>
<b>DAFTAR GAMBAR</b>	<b>x</b>
<b>DAFTAR TABEL</b>	<b>xi</b>
<b>DAFTAR SINGKATAN</b>	<b>xii</b>
<b>BAB I PENDAHULUAN</b>	<b>1</b>
1.1. LATAR BELAKANG	1
1.2. RUMUSAN MASALAH	3
1.3. TUJUAN	3
1.4. MANFAAT	3
1.5. BATASAN DAN RUANG LINGKUP PENELITIAN	3
1.6. SISTEMATIKA PENULISAN	4
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA</b>	<b>6</b>
2.1. PENELITIAN TERDAHULU	6
2.2. BUSI	12
2.2.1 Karakteristik Kerusakan Busi	12
2.2.2 Sistem Pengapian pada Motor Bakar	13
2.2.3 Fungsi Busi	14
2.2.4 Macam-Macam Busi	14
2.2.5 Jenis-Jenis Busi	17
2.2.6 Cara Kerja Busi	17
2.2.7 Kontruksi dan Bagian – Bagian Busi	18
2.2.8 Celah Busi	20

2.3.	MOTOR BAKAR	21
2.3.1.	Siklus 4 Langkah	22
2.3.2.	Siklus 2 Langkah	23
2.3.3.	Prinsip Kerja Motor Bensin	24
2.3.4.	Klasifikasi Motor Bakar	25
2.4.	GETARAN	25
2.5.	<i>FAST FOURIER TRANSFORM</i> (FFT)	28
2.6.	<i>HILBERT TRANSFORM</i>	28
<b>BAB III METODOLOGI</b>		<b>31</b>
3.1.	DIAGRAM ALIR	31
3.2.	ALAT dan BAHAN	34
3.2.1.	Objek Penelitian	35
3.2.2.	Pengambilan Data	36
3.2.3.	Pengolahan Data	37
3.2.4.	Spesifikasi Kendaraan Toyota Calya	41
<b>BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN</b>		<b>42</b>
4.1.	HASIL PENELITIAN	42
4.2.	HASIL PENGUKURAN FAST FOURIER TRANSFORM (FFT)	43
4.2.1.	Variasi Putaran Mesin 900 rpm	43
4.2.2.	Variasi Putaran Mesin 2000 rpm	45
4.2.3.	Variasi Putaran Mesin 4000 rpm	46
4.2.4.	Variasi Putaran Mesin 6000 rpm	48
4.3.	ANALISIS <i>HILBERT TRANSFORM</i> UNTUK MENGANALISIS KEBOCORAN KABEL BUSI	51
<b>BAB V PENUTUP</b>		<b>54</b>
5.1.	KESIMPULAN	54
5.2.	SARAN	55



<b>DAFTAR PUSTAKA</b>	<b>56</b>
<b>LAMPIRAN A</b>	<b>59</b>
<b>LAMPIRAN B</b>	<b>61</b>



## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1. Busi	12
Gambar 2.2. Busi Standar	15
Gambar 2.3. Busi Platinum	16
Gambar 2.4. Busi Iridium	16
Gambar 2.5. Busi tipe panas dan Busi tipe dingin	17
Gambar 2.6. Konstruksi busi	18
Gambar 2.7. Celah Busi Jenis Single Elektroda	20
Gambar 2.8. Celah Busi Jenis Multi Elektroda	21
Gambar 2.9. Proses Kerja Mesin 4 Langkah Otto dan Diesel	22
Gambar 2.10. Proses Kerja Mesin 2 Langkah	23
Gambar 2.11. Torak dan Mekanisme <i>Cranking</i>	24
Gambar 2.12. Contoh Diagram Amplitudo	27
Gambar 2.13. Hubungan Fase dengan Dua Gelombang yang sama	27
Gambar 3.1. Diagram Alir	31
Gambar 3.2. Ono Sokki CF-3600	32
Gambar 3.3. Skema Tahapan Pengujian Getaran busi	33
Gambar 3.4. Kabel Busi	35
Gambar 3.5. Objek Penelitian	37
Gambar 3.6. (a)Pemasangan alat ke mesin (b)Pengambilan data (c)software matlab	37
Gambar 3.7. Hasil FFT dalam bentuk domain frekuensi dan amplitudo	39
Gambar 3.8. Hasil Dari <i>Envelope Hilbert Transform</i>	40
Gambar 3.9. Hasil dari pengolahan data <i>Instantaneous frequency</i>	40
Gambar 3.10. hasil dari <i>restoring force</i>	40
Gambar 4.1. Hasil FFT pada kabel busi dengan kecepatan putaran 900 rpm	43
Gambar 4.2. Hasil FFT pada kabel busi dengan kecepatan putaran 2000 rpm	45
Gambar 4.3. Hasil FFT pada kabel busi dengan kecepatan putaran 4000 rpm	47
Gambar 4.4. Hasil FFT pada kabel busi dengan kecepatan putaran 6000 rpm	49
Gambar 4.5. Hasil <i>Envelope</i> dari data 1 dan 2 pada Busi 6000rpm	51
Gambar 4.6. <i>Instantaneous frequency</i>	52
Gambar 4.7. Hasil <i>Restoring Force</i> data 1 dan 2 Berdasarkan <i>Hilbert Transform</i>	52

## DAFTAR TABEL

Tabel 2.1. Penelitian Terdahulu	6
Tabel 3.1. Alat Pengujian	35
Tabel 3.2. Data 1 dan data 2 dalam bentuk Txt	38
Tabel 3.3. Spesifikasi Kendaraan	41
Tabel 4.1. Data Frekuensi 900rpm	43
Tabel 4.2. Data Frekuensi 2000rpm	45
Tabel 4.3. Data Frekuensi 4000rpm	47
Tabel 4.4. Data Frekuensi 6000rpm	49
Tabel 4. 5. Data hasil variasi putaran mesin tertinggi data 1 dan data 2	50



## DAFTAR SINGKATAN

Singkatan	Keterangan
FFT	<i>Fast Fourier Transform</i>
HT	<i>Hilbert Transform</i>
kW	<i>Kilowatt</i>
Co2	<i>Carbon dioxide</i>
RPM	<i>Revolutions per minute</i>
CC	<i>Cubicle centimeter</i>
EFI	<i>Electronic Fuel Injection</i>
ECU	<i>Electronik Control Unit</i>
ICE	<i>internal combustion engine</i>
ECE	<i>external combustion engine</i>
TMA	Titik mati atas
TMB	Titik mati bawah
DSA	<i>Dinamic Signal Analizer</i>
HHT	<i>Hilbert–Huang Transform</i>
CPM	<i>Cycle per menit</i>
EMD	<i>Empiris Mode Decomposition</i>
IMF	<i>Intrinsic Mode Functions</i>
Hz	<i>Hertz</i>