

**ANALISIS KERUSAKAN MOUNTING ENGINE PADA KENDARAAN AYL
DENGAN MENGGUNAKAN HILBERT HUANG TRANSFORM**



UNIVERSITAS
MERCU BUANA
AHMAD ZAKI MAULANA
NIM: 41320020001

PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MERCU BUANA
JAKARTA 2024

LAPORAN TUGAS AKHIR

ANALISIS KERUSAKAN MOUNTING ENGINE PADA KENDARAAN AYL
DENGAN MENGGUNAKAN HILBEARD HUANG TRANSFORM



Disusun oleh:

Nama : Ahmad Zaki Maulana

NIM : 41320020001

Program Studi : Teknik Mesin

DIAJUKAN UNTUK MEMENUHI SYARAT KELULUSAN MATA KULIAH
TUGAS AKHIR PADA PROGRAM SARJANA STRATA SATU (S1)
JUNI 2024

HALAMAN PENGESAHAN

Laporan Skripsi ini diajukan oleh:

Nama : Ahmad Zaki Maulana

NIM : 41320020001

Program Studi : Teknik Mesin

Judul Laporan Tugas Akhir : Analisis Kerusakan *Mounting Engine* Pada Kendaraan Ayla Dengan Menggunakan *Hilbert Huang Transform*

Telah berhasil dipertahankan pada sidang di hadapan Dewan Penguji dan diterima sebagai bagian persyaratan yang diperlukan untuk memperoleh gelar Sarjana Strata 1 pada Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik, Universitas Mercu Buana.

Disahkan Oleh:

Pembimbing : Subekti, ST., MT

NIK/NIP : 118730612

(Subekti)

Ketua Penguji : Haris Wahyudi, M Sc

NIK/NIP : 0329037803

(Haris Wahyudi)

Anggota Penguji : Muhamad Fitri, M.Si, Ph.D

NIK/NIP : 118690617

(Muhamad Fitri)

UNIVERSITAS
MERCU BUANA

Jakarta, 15 Juni 2024

Mengetahui,

Dekan Fakultas Teknik



(Dr. Zulfa Fitri Ikatrinasari, M.T.)

NIDN. 0307037202

Ketua Program Studi



(Dr. Eng. Imam Hidayat, S.T. M.T)

NIDN. 0005087502

HALAMAN PERNYATAAN

Yang bertanda tangan di bawah ini

Nama : Ahmad Zaki Maulana
NIM : 41320020001
Jurusan : Teknik Mesin
Fakultas : Teknik
Judul Tugas Akhir : Analisis Kerusakan *Mounting Engine* Pada Kendaraan Ayla
Dengan Menggunakan *Hilbert Huang Transform*

Dengan ini menyatakan bahwa saya melakukan Tugas Akhir dengan sesungguhnya dan hasil penulisan yang telah saya buat ini merupakan hasil karya sendiri dan benar keasliannya. Apabila ternyata di kemudian hari penulisan 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.

UNIVERSITAS
MERCU BUANA

Jakarta 15 Juni 2024



(Ahmad Zaki Maulana)

PENGHARGAAN

Puji serta syukur penulis panjatkan kehadirat Allah SubhanahuWata'ala Tuhan yang maha Esa, Karena telah memberikan anugrah beserta karuniannya sehingga penulis dapat menyelesaikan laporan tugas akhir dengan judul Analisis Kerusakan *Mounting Engine* Pada Kendaraan Ayla Dengan Menggunakan *Hilbert Huang Transform*. Laporan Tugas Akhir ini ditujukan untuk memenuhi salah satu persyaratan menyelesaikan pendidikan Sarjana Strata Satu (S1) di Fakultas Teknik Jurusan Teknik Mesin Universitas Mercu Buana.

Pada proses pelaksanaan kegiatan dan penyusunan laporan Tugas Akhir ini penulis menyadari begitu banyak bantuan, bimbingan serta dukungan dari berbagai pihak sehingga penulisan laporan tugas akhir ini dapat terselesaikan dengan baik. Walaupun masih terdapat beberapa kekurangan dan keterbatasan dari penulis. Dalam kesempatan ini penulis ingin menyampaikan ucapan terima kasih sebesar-besarnya kepada:

1. Prof. Dr. Andi Adriansyah, M.Eng selaku Rektor Universitas MercuBuana.
2. Dr. Zulfa Fitri Iktrinasari, S.TP, MT selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas MercuBuana.
3. Dr.Eng. Imam Hidayat, MT selaku Kepala Program Studi Fakultas Teknik Mesin Universitas MercuBuana.
4. Gilang Awam Yudhistira, ST, MT selaku Sekertaris Program Studi Fakultas Teknik Mesin dan Koordinator Tugas Akhir Universitas MercuBuana.
5. Subekti, ST., MT selaku Dosen pembimbing Tugas Akhir Teknik Mesin Universitas MercuBuana.
6. Kedua Orang tua penulis yang telah memberikan do'a dan dukungan pada segala aspek sehingga penulis dapat menyelesaikan laporan Tugas Akhir ini.
7. Rekan-rekan satu Jurusan Teknik Mesin angkatan 2020 , Bapak Firman, Bapak Diki, yang selalu memberikan arahan, pengalaman dan saran dalam penyusunan laporan Tugas Akhir.

Masih banyak lagi pihak-pihak yang membantu dalam penyusunan laporan Tugas Akhir Ini, Penulis sadari masih banyak kekurangan dalam laporan ini dikarenakan keterbatasan pengetahuan yang dimiliki penulis. Oleh sebab itu, penulis dengan sangat terbuka menerima segala kritik dan saran yang membangun. Akhir kata, penulis berharap agar laporan Tugas Akhir ini dapat bermanfaat bagi pembaca.

Jakarta, 15 Juni 2024



Ahmad Zaki Maulana



ABSTRAK

Engine mounting dirancang untuk mengatasi sumber getaran yang terdapat pada mesin, *engine mounting* biasanya terbuat dari bahan elastomer seperti karet yang dapat meredam getaran berlebih. *Engine mounting* bisa mengalami kerusakan setelah digunakan dalam waktu yang cukup lama. Ketika mencapai batas umurnya atau mengalami kerusakan, karet pada *engine mounting* dapat mengeras dan terjadi keretakan. Supaya *engine mounting* dapat memberikan kinerja yang baik, maka perlu dilakukan perawatan secara berkala. Metode perawatan bisa melalui metode visual dan metode deteksi getaran berlebih. Apabila menggunakan metode getaran dengan pendekatan analisis *Hilbert Huang Transform*. Sensor getaran diletakan pada area *mounting engine* dengan posisi *horizontal, vertical, dan axial*. Dengan variasi putaran 750 rpm, 2000 rpm dan 3000 rpm. Setelah dilakukan data dalam bentuk txt akan dilakukan analisis menggunakan Matlab 2020a, data di olah menggunakan *Fast Fourier Transform* (FFT). Selanjutnya Metode *Hilbert Huang Transform* menggabungkan dua elemen utama: *Empirical Mode Decomposition* (EMD) untuk menguraikan sinyal menjadi *Intrinsic Mode Function* (IMF) dan Transformasi Hilbert untuk menganalisis sinyal waktu-frekuensi dari setiap *Intrinsic Mode Function* dari pemecah sinyal pertama sampai menjadi residual. Dari Hasil pengujian diperoleh frekuensi tertinggi *Fast Fourier Transform* (FFT) sebesar 1533 Hz dan Amplitudo sebesar 0.009862 mm/s². Dalam kondisi Normal. Dan untuk kondisi rusak pada *mounting engine*. Dapat disimpulkan bahwa frekuensi tertinggi didapatkan frekuensi sebesar 1662 Hz dengan Amplitudo sebesar 0.01371 mm/s². Di proses ke *Empirical Mode Decomposition* (EMD) diperoleh frekuensi *mounting* kondisi rusak 8 Hz dengan nilai *amplitude* 0,00005212 m/s². Sedangkan dalam kondisi normal diperoleh frekuensi paling tinggi sebesar 7 Hz dengan nilai *amplitude* 0,0001274 m/s². Pada *mounting* rusak muncul 5 kali kenaikan frekuensi melalui proses *Intrinsic Mode Function* (IMF). Selanjutnya diperoleh transformasi *Hilbert* dengan kondisi rusak dengan frekuensi 2124 Hz dengan amplitudo 0,007594 m/s², pada kondisi *mounting* rusak dan ber-resonansi cukup banyak. Hal ini menandakan bahwa *Hilbert Huang Transform* mampu untuk mendeteksi kerusakan pada komponen karena bentuk sinyal non-stasioner dan nonlinear.

Kata Kunci: *Mounting Engine, Hilbert Huang Transform, Getaran*

ANALYSIS OF ENGINE MOUNTING DAMAGE ON AYL A VEHICLES USING HILBERT HUANG TRANSFORM

ABSTRACT

Engine mounting is designed to overcome the source of vibration found in the engine, engine mounting is usually made of elastomeric materials such as rubber that can reduce excess vibration. Engine mountings can be damaged after being used for a long time. When it reaches its lifespan or is damaged, the rubber on the engine mounting can harden and crack. In order for the engine mounting to provide good performance, it needs to be maintained regularly. Maintenance methods can be through visual methods and excessive vibration detection methods. When using the vibration method with the Hilbert Huang Transform analysis approach. Vibration sensors are placed in the engine mounting area with horizontal, vertical, and axial positions. With variations in rotation of 750 rpm, 2000 rpm and 3000 rpm. After the data in txt form will be analyzed using Matlab 2020a, the data is processed using Fast Fourier Transform (FFT). Furthermore, the Hilbert Huang Transform method combines two main elements: Empirical Mode Decomposition (EMD) to decompose the signal into Intrinsic Mode Function (IMF) and Hilbert Transform to analyze the time-frequency signal of each Intrinsic Mode Function from the first signal splitter until it becomes residual. The test results obtained the highest frequency of Fast Fourier Transform (FFT) of 1533 Hz and Amplitude of 0.009862 mm/s². In Normal condition. And for damaged conditions on engine mounting. It can be concluded that the highest frequency is obtained at 1662 Hz with an amplitude of 0.01371 mm/s². In the process of Empirical Mode Decomposition (EMD), the frequency of the damaged condition mounting is 8 Hz with an amplitude value of 0.00005212 m/s². While in normal conditions the highest frequency is obtained at 7 Hz with an amplitude value of 0,0001274 m/s². In the damaged mounting appears 5 times the frequency increase through the Intrinsic Mode Function (IMF) process. Furthermore, the Hilbert transform is obtained with damaged conditions with a frequency of 2124 Hz with an amplitude of 0.007594 m/s², in damaged mounting conditions and resonates quite a lot. This indicates that the Hilbert Huang Transform is able to detect damage to components due to non-stationary and nonlinear signal shapes.

Keywords: *Engine Mounting, Hilbert Huang Transform, Vibration*

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	3
1.4 MANFAAT	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 GETARAN (<i>VIBRATION</i>)	12
2.1.1 Frekuensi	14
2.1.2 Frekuensi Alami	14
2.3 PEREDAM (<i>Damping</i>)	15
2.5 UNIT GETARAN	18
2.5.1 Sinyal Waktu (<i>Time Signal</i>)	19
2.5.2 <i>Spectrum</i>	20
2.6 <i>HILBERT HUANG TRANSFORM</i> (HHT)	21
2.6.1 Prinsip Transformasi Hilbert	22
BAB III METODOLOGI	24
3.1 DIAGRAM ALIR	24
3.2 ALAT DAN BAHAN	28
3.2.1 Alat Pengujian	28
3.2.2 Objek Pengujian	30

3.3	PROSES PENGUJIAN GETARAN MENGGUNAKAN FFT <i>ANALYZER</i> ONNO SOKKI CF-3600	31
3.4	PROSES PENGOLAHAN DATA	32
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN		36
4.1	HASIL PENELITIAN	36
4.2	HASIL PENELITIAN PADA <i>FAST FOURIER TRANSFORM</i> (FFT)	37
	4.2.1 Gabungan data <i>engine mounting</i> kecepatan 750 Rpm	37
	4.2.2 Gabungan data <i>engine mounting</i> kecepatan 2000 Rpm	39
	4.2.3 Gabungan data <i>engine mounting</i> kecepatan 3000 Rpm	41
4.3	IDENTIFIKASI METODE <i>HILBERT HUANG TRANSFORM</i> (HHT)	43
	4.3.1 Analisis <i>Hilbert Huang Transform</i> dengan kecepatan putar 750 Rpm	43
	4.3.2 Analisis <i>Hilbert Huang Transform</i> dengan kecepatan putar 2000 rpm	46
BAB V PENUTUP		48
5.1	KESIMPULAN	48
5.2	SARAN	49
DAFTAR PUSTAKA		50
LAMPIRAN		53



UNIVERSITAS
MERCU BUANA

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Sistem 6 DOF	12
Gambar 2.2 Sistem massa pegas dan analisis diagram benda bebas	13
Gambar 2.3 Visualisasi <i>damping ratio</i>	16
Gambar 2.4 <i>Mounting Engine</i>	17
Gambar 2.5 Hubungan antara perpindahan, kecepatan dan percepatan	19
Gambar 2.6 Contoh sinyal waktu yang disederhanakan (kiri) dan tipikal (kanan)	19
Gambar 2.7 Domain waktu, sinyal waktu terdekomposisi, domain frekuensi	21
Gambar 3.1 Diagram Alir	24
Gambar 3.2 Ono Sokki CF-3600	26
Gambar 3.3 Skema tahapan pengujian getaran <i>mounting engine</i>	27
Gambar 3.4 <i>Fast Fourier Transform</i>	28
Gambar 3.5 <i>Accelerometer</i>	18
Gambar 3.6 Sensor <i>Accelerometer set box</i>	29
Gambar 3.7 Isolator Keramik	29
Gambar 3.8 <i>Tool Box</i>	29
Gambar 3.9 Lem korea	30
Gambar 3.10 Objek pengujian <i>Mounting Engine</i> Kendaraan Ayla 1000cc	29
Gambar 3.11 Posisi sensor pada pengujian kendaraan Ayla 1000cc	30
Gambar 3.12 Diagram Alir Pengolahan Data	31
Gambar 3.13 Data File Txt	32
Gambar 3.14 Proses memasukan data txt kedalam <i>Software</i> Matlab	32
Gambar 3.15 Grafik <i>Time Domain</i>	33
Gambar 3.16 Grafik FFT <i>Domain Frequency</i>	33
Gambar 3.17 Data sinyal EMD, IMF, dan Residu	34
Gambar 3.18 Grafik <i>Hilbert Spectrum</i>	34
Gambar 4.1 Hasil FFT pada <i>Mounting Engine</i> dengan kecepatan 750 Rpm	37
Gambar 4.2 Hasil FFT pada <i>Mounting Engine</i> dengan kecepatan 2000 Rpm	39
Gambar 4.3 Hasil FFT pada <i>Mounting Engine</i> dengan kecepatan 3000 Rpm	41

Gambar 4.4 Hasil <i>Empirical mode decomposition mounting</i> 750 Rpm	44
Gambar 4.5 Hasil <i>Hilbert Huang Transform</i> pada 750 Rpm	45
Gambar 4.6 Hasil <i>Empirical Mode Decomposition mounting</i> 2000 Rpm	46
Gambar 4.7 Hasil <i>Hilbert Huang Transform</i> 2000 Rpm	47



DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Penelitian Terdahulu	5
Tabel 3.1 Alat Uji yang digunakan	29
Tabel 3.2 Spesifikasi kendaraan roda empat kapasitas 1000cc	31
Tabel 4.1 Data Frekuensi <i>engine mounting</i> gabungan pada 750Rpm	37
Tabel 4.2 Data Frekuensi <i>engine mounting</i> gabungan pada 2000Rpm	39
Tabel 4.3 Data Frekuensi <i>engine mounting</i> gabungan pada 3000Rpm	42



DAFTAR SINGKATAN

Singkatan	Keterangan
FFT	<i>Fast Fourier Transform</i>
HHT	<i>Hilbert Huang Transform</i>
IMF	<i>Intrinsic Mode Function</i>
EMD	<i>Empirical Mode Decomposition</i>
Hz	<i>Hertz</i>
SDOF	<i>Single Degree of Freedom</i>



UNIVERSITAS
MERCU BUANA