

**IDENTIFIKASI STRUKTUR ALAT PEMANENAN AIR ATMOSFERIK
DENGAN METODE *HILBERT HUANG TRANSFORM***



UNIVERSITAS
MERCU BUANA
FARHAN SETIAWAN
NIM: 41320010050

PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MERCUBUANA
JAKARTA 2024

LAPORAN TUGAS AKHIR
IDENTIFIKASI STRUKTUR ALAT PEMANEN AIR ATMOSFERIK
DENGAN METODE *HILBERT HUANG TRANSFORM*



UNIVERSITAS
MERCU BUANA

Disusun oleh:

Nama : Farhan Setiawan

NIM : 413200100050

Program Studi : Teknik Mesin

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

HALAMAN PENGESAHAN

Laporan skripsi ini diajukan oleh :

Nama : Farhan Setiawan

Nim : 41320010050

Program Studi : Teknik Mesin

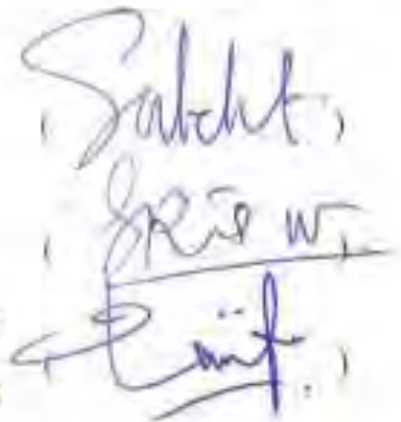
Judul Laporan Skripsi : IDENTIFIKASI STRUKTUR ALAT PEMANEN AIR
ATMOSFERIK DENGAN METODE *HILBERT*
HUANG TRANSFORM

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

Pembimbing : Subekti, ST., MT
NIDN : 0323117307

Penguji : Haris Wahyudi, ST. M.Sc
NIDN : 0329037803

Penguji : Wiwit Suprihatiningsih, S.Si, M.Si
NIDN : 03070780004



UNIVERSITAS
MERCU BUANA

Jakarta, Januari 2025

Mengetahui,

Dekan Fakultas Teknik...



Dr. Zulfa Fitri Ikatinasari, S.TP, MT
NIDN : 0307037202

Ketua Program Studi



Dr. Eng. Imam Hidayat, ST., MT
NIDN : 0005087502

HALAMAN PERNYATAAN

Yang bertanda tangan di bawah ini;

Nama : Fachan Setiawan

Nim : 41320010050

Jurusan : Teknik Mesin

Fakultas : Teknik

Judul Laporan Skripsi : IDENTIFIKASI STRUKTUR ALAT
PEMANEN AIR ATMOSFERIK DENGAN METODE *HILBERT HUANG
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.

Dengan demikian pernyataan ini saya buat dalam keadaan sadar dan tanpa paksaan.

Jakarta, 21 Desember 2024



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 Struktur Alat Pengubah Air menjadi Udara dengan Metode *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 Mercu Buana.
2. Dr. Zulfa Fitri Iktrinasari, S.TP, MT selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Mercu Buana
3. Dr.Eng. Imam Hidayat, MT selaku Kepala Program Studi Fakultas Teknik Mesin Universitas Mercu Buana dan Koordinator Tugas Akhir Universitas Mercu Buana
4. Gilang Awam Yudhistira, ST, MT selaku Sekertaris Program Studi Fakultas Teknik Mesin Universitas Mercu Buana.
5. Bapak Sagir selaku Koordinator Laboratorium Teknik Mesin Universitas Mercu Buana, Bapak Diki dan Bapak Firman selaku pengurus laboratorium Manufactur Teknik Mesin Universitas Mercu Buana.
6. Kedua Orang tua penulis Bapak Ateng Setiawan dan Ibu Warlina yang telah memberikan do'a dan dukungan pada segala aspek sehingga penulis dapat menyelesaikan laporan Tugas Akhir ini.
7. Subekti, ST., MT selaku Dosen pembimbing Tugas Akhir Teknik Mesin Universitas Mercu Buana.
8. Rekan-rekan satu Jurusan Teknik Mesin angkatan 2020, yang selalu memberikan arahan, pengalaman, dan saran dalam penyusunan laporan Tugas

Akhir, terutama Salvatore Tore, Naufaly, Tri Wahyudin, dan Bang Said atas dukungan dan kerja sama yang luar biasa. Ucapan terima kasih juga saya sampaikan kepada Zachra Regina perempuan yang selalu memberi semangat dan dukungan tanpa henti selama proses penyusunan Tugas Akhir ini.



ABSTRAK

Alat pengubah udara menjadi air adalah perangkat yang penting dalam berbagai aplikasi industri, seperti sistem penyemprotan, kompresor udara, dan peralatan pneumatik lainnya. Kinerja alat ini sangat bergantung pada keandalan dan efisiensi operasionalnya. Dalam studi ini, dilakukan analisis getaran pada alat pengubah udara menjadi air menggunakan metode pengukuran *Hilbert Huang Transform*. Tujuan utama penelitian ini adalah untuk mengevaluasi karakteristik dinamik alat tersebut dan mengidentifikasi potensi masalah atau kerusakan yang mungkin terjadi. Metode pengukuran *Bump Test* digunakan untuk mendapatkan respons dinamis alat terhadap impuls mekanis yang diberikan. Data getaran yang terkumpul kemudian dianalisis menggunakan teknik pemrosesan sinyal dan analisis spektrum untuk mengekstrak informasi penting tentang karakteristik getaran alat. Selanjutnya, hasil analisis digunakan untuk menentukan tingkat kesehatan dan kinerja alat, serta untuk mendeteksi adanya potensi kerusakan atau kegagalan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa metode pengukuran *Hilbert Huang Transform* efektif dalam mendapatkan informasi tentang karakteristik getaran alat pengubah udara menjadi air. Berbagai parameter getaran, seperti frekuensi resonansi, amplitudo, dan pola getaran, dievaluasi secara komprehensif. Penelitian menunjukkan bahwa metode HHT memberikan detail lebih baik dibandingkan FFT dalam hal distribusi energi getaran dan waktu. Frekuensi global dan lokal berhasil diidentifikasi, dengan rentang 29,88 Hz hingga 82,97 Hz. Mode resonansi tertentu terdeteksi pada titik-titik kritis, yang menunjukkan adanya potensi masalah mekanis seperti ketidakseimbangan atau longgarnya struktur. Grafik Hilbert Spectrum menunjukkan dominasi frekuensi pada beberapa waktu tertentu serta indikasi pola getaran non-linear di titik tertentu. Temuan menunjukkan bahwa alat ini mengalami beberapa tingkat getaran yang normal dalam operasinya, namun juga mengungkapkan adanya anomali pada beberapa kondisi operasional tertentu. Penelitian ini memberikan wawasan yang berharga tentang kinerja dan keandalan alat pengubah udara menjadi air, serta menyediakan dasar untuk perbaikan dan pemeliharaan yang lebih baik di masa depan. Dengan memahami karakteristik getaran alat ini, pemilik peralatan dapat mengambil langkah-langkah preventif yang tepat untuk memastikan operasi yang stabil dan efisien dalam jangka panjang.

Kata kunci: *Hilbert Huang Transform*, Getaran, *Bump Test*

IDENTIFICATION OF THE STRUCTURE OF ATMOSPHERIC WATER HARVESTING EQUIPMENT USING THE HILBERT HUANG TRANSFORM METHOD

ABSTRACT

Air-to-water converters are essential devices in various industrial applications, such as spraying systems, air compressors, and other pneumatic equipment. The performance of these devices is highly dependent on their reliability and operational efficiency. In this study, a vibration analysis of the air to water converter using the Hilbert Huang Transform measurement method was conducted. The main objective of this study is to evaluate the dynamic characteristics of the device and identify potential problems or damage that may occur. The Bump Test measurement method was used to obtain the dynamic response of the tool to a given mechanical impulse. The collected vibration data was then analyzed using signal processing and spectrum analysis techniques to extract important information about the tool's vibration characteristics. Furthermore, the results of the analysis are used to determine the health and performance level of the tool, as well as to detect any potential damage or failure. The results show that the Hilbert Huang Transform measurement method is effective in obtaining information about the vibration characteristics of the air-to-water converter. Various vibration parameters, such as resonant frequency, amplitude, and vibration pattern, were comprehensively evaluated. The research shows that the HHT method provides better details than the FFT in terms of vibration energy distribution and time. Global and local frequencies were identified, with a range of 29.88 Hz to 82.97 Hz. Certain resonant modes were detected at critical points, indicating potential mechanical problems such as structural imbalance or looseness. The Hilbert Spectrum graph shows frequency dominance at certain times as well as indications of non-linear vibration patterns at certain points. The findings show that the device experiences some normal vibration levels in operation, but also reveals anomalies at certain operational conditions. This research provides valuable insight into the performance and reliability of the air-to-water converter, and provides a basis for better repair and maintenance in the future. By understanding the vibration characteristics of these devices, equipment owners can take appropriate preventive measures to ensure long-term stable and efficient operation.

Keywords: Hilbert Huang Transform, Vibration Bump Test

DAFTAR ISI

HALAMAN PENGESAHAN	iii
HALAMAN PERNYATAAN	iv
PENGHARGAAN	v
ABSTRAK	vii
ABSTRACT	viii
DAFTAR ISI	ix
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR TABEL	xiii
DAFTAR SIMBOL	xiv
DAFTAR SINGKATAN	xv
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 LATAR BELAKANG	1
1.2 RUMUSAN MASALAH	2
1.3 TUJUAN	3
1.4 MANFAAT	3
1.5 RUANG LINGKUP DAN BATASAN MASALAH	3
1.6 SISTEMATIKA PENULISAN	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1 PENELITIAN TERDAHULU	5
2.2 FUNGSI AIR	12
2.3 GETARAN	13
2.1.1 Pengukuran Getaran Metode Bump Test	17
2.1.2 Identifikasi dengan menggunakan Fungsi Respon Frekuensi (FRF)	19
2.4 HILBERT HUANG TRANSFORM	22
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	25
3.1 DIAGRAM ALIR	25
3.2 ALAT DAN BAHAN	33
BAB IV	42

HASIL DAN PEMBAHASAN	42
4.1. ANALISIS FAST FOURIER TRANSFORM	42
4.1.1 Frekuensi Global Dan Lokal	42
4.1.2 Titik A ₁ sumbu X	44
4.1.3 Titik A ₁ Sumbu Y	45
4.1.4 Titik A ₁ Sumbu Z	46
4.1.5 Titik A ₂ Sumbu X	47
4.1.6 Titik A ₂ Sumbu Y	48
4.1.8 Titik A ₃ sumbu Y	50
4.2 ANALISIS MENGGUNAKAN HILBERT HUANG TRANSFORM	52
4.2.1 Titik A ₁ sumbu X	52
4.2.2 Titik A ₁ Sumbu Y	53
4.2.3 Titik A ₁ sumbu Z	54
4.2.4. Titik A ₂ Sumbu X	55
4.2.5 Titik A ₂ sumbu Y	56
4.2.6 Titik A ₂ sumbu Z	57
4.2.7 Titik A ₃ sumbu X	58
4.2.8 Titik A ₃ sumbu Y	59
4.2.9 Titik A ₃ sumbu Z	60
BAB V	61
PENUTUP	61
5.1 KESIMPULAN	61
5.2 SARAN	62
DAFTAR PUSTKA	63
LAMPIRAN	67

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Ono Sokki CF-3600.	17
Gambar 2. 2 <i>Tes bump</i> menunjukkan mode struktural pada 52,0 Hz dan pada 113,5 Hz.	18
Gambar 2. 3 Model sistem getaran SDOF.	20
Gambar 2. 4 Pengaruh Noise pada koherensi (a) dengan Noise dan (b) tanpa Noise	22
Gambar 3. 1 Diagram Alir.	25
Gambar 3. 2 <i>Ono Sokki CF-3600</i> .	27
Gambar 3. 3 Proses Pengambilan Data Getaran Menggunakan <i>FFT Analyzer</i> .	28
Gambar 3. 4 Diagram Alir Pengolahan Data.	29
Gambar 3. 5 Data File Txt.	30
Gambar 3. 6 Proses Memasukan Data txt kedalam Software <i>Matlab</i> .	30
Gambar 3. 7 Grafik <i>Time Domain</i> .	31
Gambar 3. 8 Grafik <i>FFT Domain Frequency</i> .	31
Gambar 3. 9 Data Sinyal EMD, IMF. Dan Residu.	32
Gambar 3. 10 Grafik <i>Hilbert Spectrum</i> .	32
Gambar 3. 11 Desain Alat Pengubah Udara Menjadi Air.	34
Gambar 3. 12 Kabel <i>Vibration Meter</i> .	39
Gambar 3. 13 Sensor <i>Accelerometer</i> .	40
Gambar 3. 14 palu karet.	40
Gambar 3. 15 <i>Tool box</i> .	41
Gambar 4.1 Hasil pengukuran pada titik A1 dengan sumbu X dalam domain frekuensi.	44
Gambar 4.2 Hasil pengukuran pada titik A1 dengan sumbu y dalam domain frekuensi.	45
Gambar 4.3 Hasil pengukuran pada titik A1 dengan sumbu y dalam domain frekuensi.	46
Gambar 4.4 Hasil pengukuran pada titik A ₂ dengan sumbu x dalam <i>domain frekuensi</i> .	47
Gambar 4.5 Hasil pengukuran pada titik A ₂ dengan sumbu y dalam domain frekuensi.	48
Gambar 4.6 Hasil pengukuran pada titik A ₃ dengan sumbu x dalam domain frekuensi.	49

Gambar 4.7 Hasil pengukuran pada titik A_3 dengan sumbu y dalam domain frekuensi.	50
Gambar 4.8 Hasil pengukuran pada titik A_3 dengan sumbu z dalam domain frekuensi.	51
Gambar 4.9 Hasil pengukuran pada titik A_1 dengan sumbu x menggunakan grafik <i>Hilbert Spectrum</i> .	52
Gambar 4.10 Hasil pengukuran pada titik A_1 dengan sumbu y menggunakan grafik <i>Hilbert Spectrum</i> .	53
Gambar 4.11 Hasil pengukuran pada titik A_1 dengan sumbu z menggunakan grafik <i>Hilbert Spectrum</i> .	54
Gambar 4.12 Hasil pengukuran pada titik A_2 dengan sumbu x menggunakan grafik <i>Hilbert Spectrum</i> .	55
Gambar 4.13 Hasil pengukuran pada titik A_2 dengan sumbu y menggunakan grafik <i>Hilbert Spectrum</i> .	56
Gambar 4.14 Hasil pengukuran pada titik A_2 dengan sumbu z menggunakan grafik <i>Hilbert Spectrum</i> .	57
Gambar 4.15 Hasil pengukuran pada titik A_3 dengan sumbu x menggunakan grafik <i>Hilbert Spectrum</i> .	58
Gambar 4.16 Hasil pengukuran pada titik A_3 dengan sumbu y menggunakan grafik <i>Hilbert Spectrum</i> .	59
Gambar 4.17 Hasil pengukuran pada titik A_3 dengan sumbu z menggunakan grafik <i>Hilbert Spectrum</i> .	60

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 peneliti terdahulu	5
Tabel 3. 1 Spesifikasi Alat Pengubah Udara Menjadi Air.	35
Tabel 4.1 Frekuensi <i>global</i> dan <i>lokal</i> dari hasil pengujian menggunakan FFT.	43



DAFTAR SIMBOL

Simbol	Keterangan
σ_{max}	Tegangan Maksimum
m	Massa dari system yang sedang berosilasi
c	Koefisien redaman
k	Konstanta Pegas
x	Posisi atau perpindahan
$\dot{x}$	Kecepatan
$\ddot{x}$	Percepatan
F_0	Gaya Eksternal yang diterapkan pada sistem
X	Amplitudo
ω	Frekuensi Sudut
F	Amplitudo dari gaya eksternal
i	Bilangan imajiner
$e^{i\omega t}$	Fungsi eksponensial

UNIVERSITAS
MERCU BUANA

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>
HAS	<i>Hilbert Spectral Analysis</i>
FRF	<i>Fungsi Respons Frekuensi</i>
FEM	<i>Finite Element Method</i>
WFT	<i>Transformasi Wigner-Ville</i>
STFT	<i>Short-Time Fourier Transform</i>
VSA	<i>Vibration Signal Analysis</i>
TDA	<i>Time Domain Analysis</i>
FDA	<i>Frequency Domain Analysis</i>

UNIVERSITAS
MERCU BUANA