

**PERANCANGAN *ENGINE VIBRATION ANALYZER*
BERBASIS SENSOR MEMS UNTUK MENINGKATKAN
KEANDALAN *ENGINE MOUNTING* KENDARAAN
OPERASIONAL RINGAN BANDARA**

TUGAS AKHIR



Oleh :

MUHAMMAD TEGAR WIJAYA

NIT. 56192210019

**PROGRAM STUDI TEKNOLOGI REKAYASA BANDAR UDARA
PROGRAM SARJANA TERAPAN
POLITEKNIK PENERBANGAN PALEMBANG**

2026

**PERANCANGAN *ENGINE VIBRATION ANALYZER*
BERBASIS SENSOR MEMS UNTUK MENINGKATKAN
KEANDALAN *ENGINE MOUNTING* KENDARAAN
OPERASIONAL RINGAN BANDARA**

TUGAS AKHIR

Karya tulis sebagai salah satu syarat lulus pendidikan
Program Studi Teknologi Rekayasa Bandar Udara
Program Sarjana Terapan

Oleh :

MUHAMMAD TEGAR WIJAYA

NIT. 56192210019



**PROGRAM STUDI TEKNOLOGI REKAYASA BANDAR UDARA
PROGRAM SARJANA TERAPAN
POLITEKNIK PENERBANGAN PALEMBANG**

2026

ABSTRAK

PERANCANGAN *ENGINE VIBRATION ANALYZER* BERBASIS SENSOR MEMS UNTUK MENINGKATKAN KEANDALAN *ENGINE MOUNTING* KENDARAAN OPERASIONAL RINGAN BANDARA

Oleh :

MUHAMMAD TEGAR WIJAYA

NIT. 56192210019

Program Studi Teknologi Rekayasa Bandar Udara

Program Sarjana Terapan

Kendaraan operasional ringan bandara memiliki intensitas penggunaan yang tinggi sehingga komponen *engine mounting* rentan mengalami penurunan kinerja akibat paparan getaran mesin secara terus-menerus. Evaluasi kondisi *engine mounting* umumnya masih dilakukan secara subjektif melalui inspeksi visual, sehingga diperlukan metode pengukuran yang mampu memberikan informasi kondisi secara kuantitatif dan objektif. Penelitian ini bertujuan untuk merancang dan mengembangkan prototype *Engine Vibration Analyzer* (EVA) berbasis sensor *Micro Electro Mechanical System* (MEMS), menganalisis karakteristik getaran berdasarkan nilai *Root Mean Square* (RMS) dan *transmissibility*, serta mengevaluasi keandalan *engine mounting* pada kendaraan operasional ringan bandara. Metode penelitian yang digunakan adalah *Research and Development* (R&D) melalui tahapan perancangan, pembuatan, pengujian, dan evaluasi prototype. EVA dikembangkan menggunakan Arduino Mega 2560, dua sensor accelerometer ADXL345 berbasis MEMS, dan LCD 16×2 berbasis I2C. Pengukuran dilakukan pada lima kendaraan operasional ringan dengan sepuluh kali pengulangan pada setiap kendaraan. Data percepatan diolah menjadi nilai magnitudo getaran, RMS, dan *transmissibility*. Hasil penelitian menunjukkan bahwa prototype EVA berhasil dirancang dan berfungsi dengan baik serta mampu melakukan pengukuran getaran secara *real-time*. Analisis menunjukkan adanya perbedaan nilai RMS pada setiap kendaraan, sedangkan nilai *transmissibility* mengindikasikan bahwa *engine mounting* masih memiliki kemampuan isolasi getaran yang baik. Kombinasi parameter RMS dan *transmissibility* memberikan evaluasi kondisi *engine mounting* yang lebih komprehensif. Prototype EVA berpotensi digunakan sebagai alat bantu evaluasi *engine mounting* secara kuantitatif, objektif, dan *real-time* untuk mendukung penerapan *condition-based maintenance* pada kendaraan operasional ringan bandara.

Kata kunci : *Engine Mounting, Condition-Based Maintenance, Accelerometer ADXL-345, Root Mean Square (RMS), Transmissibility*

ABSTRACT

PERANCANGAN *ENGINE VIBRATION ANALYZER* BERBASIS SENSOR MEMS UNTUK MENINGKATKAN KEANDALAN *ENGINE MOUNTING* KENDARAAN OPERASIONAL RINGAN BANDARA

By :

MUHAMMAD TEGAR WIJAYA

NIT. 56192210019

Airport Engineering Technology Studies Program

Applied Bachelor's Program

Airport light operational vehicles are subjected to intensive use, making engine mounting components susceptible to performance degradation due to continuous exposure to engine vibrations. The condition of engine mountings is generally evaluated subjectively through visual inspection, highlighting the need for a measurement method capable of providing quantitative and objective information. This study aimed to design and develop a Micro Electro Mechanical System (MEMS)-based Engine Vibration Analyzer (EVA) prototype, analyze vibration characteristics using Root Mean Square (RMS) and transmissibility parameters, and evaluate the reliability of engine mountings in airport light operational vehicles. This study employed a Research and Development (R&D) approach consisting of prototype design, fabrication, testing, and evaluation. The EVA prototype was developed using an Arduino Mega 2560, two MEMS-based ADXL345 accelerometer sensors, and a 16×2 I2C LCD display. Measurements were conducted on five airport light operational vehicles with ten repetitions for each vehicle. The acceleration data were processed to obtain vibration magnitude, RMS, and transmissibility values. The results showed that the EVA prototype was successfully developed and capable of performing real-time vibration measurements. Variations in RMS values were observed among the tested vehicles, whereas the transmissibility values indicated that the engine mountings still provided effective vibration isolation. Furthermore, the combination of RMS and transmissibility parameters enabled a more comprehensive evaluation of engine mounting conditions than the use of either parameter alone. Therefore, the MEMS-based EVA prototype has the potential to serve as a quantitative, objective, and real-time tool for evaluating engine mounting reliability and supporting the implementation of condition-based maintenance (CBM) in airport light operational vehicles.

Keywords : *Engine Mounting, Condition-Based Maintenance, Accelerometer ADXL-345, Root Mean Square (RMS), Transmissibility.*

PENGESAHAN PEMBIMBING

Tugas Akhir : “PERANCANGAN ENGINE VIBRATION ANALYZER BERBASIS SENSOR MEMS UNTUK MENINGKATKAN KEANDALAN ENGINE MOUNTING KENDARAAN OPERASIONAL RINGAN BANDARA” telah diperiksa dan disetujui untuk diuji sebagai salah satu syarat lulus pendidikan Program Studi Teknologi Rekayasa Bandar Udara Program Sarjana Terapan Angkatan ke-3, Politeknik Penerbangan Palembang - Palembang.



Nama : MUHAMMAD TEGAR WIJAYA

NIT : 56192210019

PEMBIMBING I

Ir. DIRESTU AMALIA, S.T., MS.ASM.

Pembina Tk.I (III/d)

NIP. 19831213 201012 2 003

PEMBIMBING II

WAHYUDI SAPUTRA, S.Si.T., M.T.

Pembina Tk.I (IV/a)

NIP. 19821107 200502 1 001

KETUA PROGRAM STUDI

Ir. M. INDRA MARTADINATA, S.ST, M.Si.

Pembina (IV/a)

NIP. 19810306 200212 1 001

PENGESAHAN PENGUJI

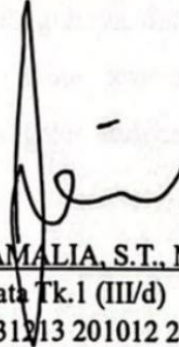
Tugas Akhir : “PERANCANGAN ENGINE VIBRATION ANALYZER BERBASIS SENSOR MEMS UNTUK MENINGKATKAN KEANDALAN ENGINE MOUNTING KENDARAAN OPERASIONAL RINGAN BANDARA” telah dipertahankan di hadapan Tim Penguji Tugas Akhir Program Studi Teknologi Rekayasa Bandar Udara Program Sarjana Terapan Angkatan ke-3, Politeknik Penerbangan Palembang - Palembang. Tugas akhir ini telah dinyatakan LULUS Program Sarjana Terapan pada tanggal 30 Juni 2026.

KETUA



Ir. DWI CANDRA YUNIAR, S.H., S.ST.,
M.Si.
Pembina (IV/a)
NIP. 19760612 199803 1 001

SEKRETARIS



Ir. DIRESTU AMALIA, S.T., MS.ASM.
Penata Tk.1 (III/d)
NIP. 19831213 201012 2 003

ANGGOTA



MINULYA ESKA NUGRAHA, M.Pd.
Penata (III/c)
NIP. 19880308 202012 1 006

LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN

Saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : MUHAMMAD TEGAR WIJAYA

NIT : 56192210019

Program Studi : Teknologi Rekayasa Bandar Udara Program Sarjana Terapan

Menyatakan bahwa TA berjudul “PERANCANGAN ENGINE VIBRATION ANALYZER BERBASIS SENSOR MEMS UNTUK MENINGKATKAN KEANDALAN ENGINE MOUNTING KENDARAAN OPERASIONAL RINGAN BANDARA” merupakan karya asli saya bukan merupakan hasil plagiarisme. Demikian pernyataan ini saya buat dengan sesungguhnya, dan apabila dikemudian hari terdapat penyimpangan dan ketidakbenaran dalam pernyataan ini, maka saya bersedia menerima sanksi berupa pencabutan gelar akademik dari Politeknik Penerbangan Palembang.

Palembang, 30 Juni 2026

Yang Membuat Pernyataan



MUHAMMAD TEGAR WIJAYA

PEDOMAN PENGGUNAAN TUGAS AKHIR

Tugas akhir program sarjana terapan yang tidak dipublikasikan terdaftar dan tersedia di Perpustakaan Politeknik Penerbangan Palembang, dan terbuka untuk umum dengan ketentuan bahwa hak cipta ada pada pengarang dengan mengikuti aturan HaKI yang berlaku di Politeknik Penerbangan Palembang. Referensi kepustakaan diperkenankan dicatat, tetapi pengutipan atau peringkasan hanya dapat dilakukan seizin pengarang dan harus disertai dengan kaidah ilmiah untuk menyebutkan sumbernya.

Sitasi hasil penelitian Tugas akhir ini dapat ditulis dalam bahasa Indonesia sebagai berikut :

Wijaya, M.T. (2026): PERANCANGAN ENGINE VIBRATION ANALYZER BERBASIS SENSOR MEMS UNTUK MENINGKATKAN KEANDALAN ENGINE MOUNTING KENDARAAN OPERASIONAL RINGAN BANDARA, Tugas Akhir Program Sarjana Terapan, Politeknik Penerbangan Palembang.

Memperbanyak atau menerbitkan sebagian atau seluruh TA haruslah seizin Ketua Program Studi Teknologi Rekayasa Bandar Udara, Politeknik Penerbangan Palembang.

Dengan penuh cinta dan rasa hormat,

Karya ini dipersembahkan kepada

Ayahanda Hendri Ferasat dan Ibunda Siti Mahmudah

“Sudah besar, berarti tanggung jawabnya tidak lagi kecil”

KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadirat Tuhan Yang Maha Esa yang telah memberikan rahmat dan perlindungan-Nya, sehingga penulis dalam penyusunan Tugas Akhir ini diberi kemudahan serta dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini tepat waktu yang telah ditentukan.

Tugas Akhir “PERANCANGAN ENGINE VIBRATION ANALYZER BERBASIS SENSOR MEMS UNTUK MENINGKATKAN KEANDALAN ENGINE MOUNTING KENDARAAN OPERASIONAL RINGAN BANDARA”, disusun guna memenuhi salah satu syarat lulus pada Program Studi Teknologi Rekayasa Bandar Udara Program Sarjana Terapan Angkatan 3 Politeknik Penerbangan Palembang.

Pada penyusunan Tugas Akhir ini penulis mendapat begitu banyak hambatan serta rintangan yang penulis hadapi namun melalui adanya bimbingan, perhatian, dan bantuan dari berbagai pihak secara moral maupun spiritual. Penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Allah SWT, Tuhan Yang Maha Esa yang telah memberikan limpah anugerah dan lindungan kepada hamba-Nya.
2. Orang Tua yang telah memberikan restu, doa, bantuan serta dukungan kepada penulis sehingga dapat membangun dan merancang Tugas Akhir (TA) ini dengan lancar serta menyelesaikan laporan dengan baik;
3. Bapak Dr. Capt. Ahmad Hariri, S.T., S.Si.T., M.Si, selaku Direktur Politeknik Penerbangan Palembang;
4. Bapak M. Indra Martadinata, S.ST., M.Si. selaku Ketua Program Studi D-IV Teknologi Rekayasa Bandar Udara Politeknik Penerbangan Palembang;
5. Ibu Ir. Direstu Amalia, S.T., MS.ASM. selaku dosen pembimbing TA yang telah banyak membantu penulis dalam pelaksanaan penelitian Tugas Akhir
6. Bapak Wahyudi Saputra, S.Si.T., M.T. selaku dosen pembimbing TA yang telah banyak membantu penulis dalam pelaksanaan penelitian Tugas Akhir

7. Semua pihak yang tidak dapat saya sebutkan satu persatu yang telah membantu secara sukarela segala keperluan penulis selama merancang dan mengerjakan TA ini.
8. Penulis menyampaikan terima kasih kepada seseorang yang pernah memiliki peran bermakna dalam perjalanan hidup. Interaksi dan kebersamaan yang terjalin telah memberikan pembelajaran berharga dalam proses pendewasaan diri. Segala dukungan dan kebaikan yang telah diberikan memberikan kontribusi positif terhadap pembentukan sikap dan pemahaman penulis. Semoga setiap proses yang dijalani pada setiap langkah kedepannya berjalan dengan baik dan penuh keberkahan.

Penulis menyadari sepenuhnya bahwa dalam laporan ini masih jauh dari sempurna. Oleh karena itu, dengan segala kerendahan hati penulis menerima kritik dan saran yang positif sehingga dapat melengkapi dan menyempurnakan laporan ini. Semoga laporan ini bermanfaat bagi penulis pada khususnya dan pembaca pada umumnya.

Palembang, 30 Juni 2026

Penulis,



Muhammad Tegar Wijaya

DAFTAR ISI

ABSTRAK	iii
ABSTRACT	iv
PENGESAHAN PEMBIMBING	v
PENGESAHAN PENGUJI	vi
LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN	vii
PEDOMAN PENGGUNAAN TUGAS AKHIR	viii
KATA PENGANTAR.....	x
DAFTAR ISI.....	xii
DAFTAR GAMBAR.....	xv
DAFTAR TABEL.....	xvii
DAFTAR LAMPIRAN	xviii
DAFTAR SINGKATAN DAN LAMBANG	xix
BAB I PENDAHULUAN.....	1
A. Latar Belakang.....	1
B. Rumusan Masalah.....	4
C. Batasan Masalah	4
D. Tujuan Penelitian	4
E. Manfaat Penelitian	5
F. Sistematika Penulisan	5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	7
A. Teori Penunjang.....	7
1. Getaran Mekanis	7
2. Engine Mounting	10
3. Karakteristik Getaran Mesin Mounting	13

4. Konsep Analisis Getaran untuk Diagnosis Kerusakan	16
5. Perhitungan Magnitudo dan RMS Getaran.....	18
6. Transmissibility	22
7. Kendaraan Operasional Ringan Bandara	24
8. <i>Preventive Maintenance</i> pada Kendaraan Operasional Ringan...	27
9. Sensor <i>Accelerometer</i> ADXL-345	28
10. Mikrokontroler Arduino Mega 2560	29
B. Hasil Penelitian Yang Relevan	31
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	35
A. Metode Penelitian.....	35
B. Prosedur Penelitian.....	35
1. Potensi dan Masalah	36
2. Pengumpulan Data	37
3. Desain Produk.....	39
4. Validasi Desain	43
5. Revisi Desain	43
6. Pembuatan Alat.....	43
7. Uji Coba Produk	44
C. Teknik Analisa Data	46
1. Analisis Magnitudo Getaran	46
2. Analisis RMS	47
3. Analisis Transmissibility	47
4. Analisis Kestabilan Data.....	47
5. Tujuan Analisis Data	48
6. Analisis Data Validasi	48
D. Tempat dan Waktu Pelaksanaan.....	49

1. Lokasi Penelitian.....	49
2. Waktu Penelitian.....	49
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....	50
A. Hasil Penelitian.....	50
1. Potensi dan Masalah	50
2. Pengumpulan Data.....	53
3. Desain Produk.....	59
4. Validasi Desain	65
5. Revisi Desain	67
6. Pembuatan Alat.....	68
7. Uji Coba Produk	71
B. Pembahasan	85
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	89
A. Kesimpulan.....	89
B. Saran.....	90
DAFTAR PUSTAKA	91
LAMPIRAN.....	96

DAFTAR GAMBAR

Gambar II. 1 Amplitudo.....	8
Gambar II. 2 ADXL345	28
Gambar II. 3 Arduino Mega 2560.....	30
Gambar III. 1 Prosedur Penelitian RnD	36
Gambar III. 2 Blok Diagram Sistem	41
Gambar IV. 1 Pemeriksaan Kerusakan Engine Mounting	51
Gambar IV. 2 Kerusakan Engine Mounting	52
Gambar IV. 3 Metode Inspeksi Visual Engine Mounting.....	53
Gambar IV. 4 Diagram Alir : EVA terhadap Engine Mounting	61
Gambar IV. 5 Diagram Alir: Cara Kerja EVA	62
Gambar IV. 6 Skematik Diagram EVA	63
Gambar IV. 7 Desain Fisik EVA	64
Gambar IV. 8 Perakitan Hardware EVA.....	68
Gambar IV. 9 LCD 16x2, Tampilan Utama EVA	69
Gambar IV. 10 Pemrograman EVA berbasis Arduino.....	70
Gambar IV. 11 Pengujian Catu Daya.....	72
Gambar IV. 12 Komunikasi Sensor	73
Gambar IV. 13 Input dan Output Sensor	74
Gambar IV. 14 Pengujian Sensor ADXL-345	74
Gambar IV. 15 Dokumentasi LCD	75
Gambar IV. 16 Grafik RMS Toyota Hilux Pick Up Single Cabin tahun 2021.....	78
Gambar IV. 17 Frekuensi dan Transmissibility Toyota Hilux Pick Up Single Cabin tahun 2020.....	78
Gambar IV. 18 Grafik RMS Honda BR-V 2020.....	79
Gambar IV. 19 Frekuensi dan Transmissibility Honda BR-V 2020.....	79
Gambar IV. 20 Grafik RMS Toyota Hilux Single Cabin Bensin 2009	80
Gambar IV. 21 Frekuensi dan Transmissibility Toyota Hilux Single Cabin Bensin 2009.....	80
Gambar IV. 22 Grafik RMS Toyota Hilux Double Cabin Solar 2012	81
Gambar IV. 23 Frekuensi dan Transmissibility Toyota Hilux Double Cabin Solar	

2012.....	81
Gambar IV. 24 Grafik RMS Toyota Kijang Pick-up Bensin 2000	82
Gambar IV. 25 Frekuensi dan Transmissibility Toyota Kijang Pick-up Bensin 2000	82
Gambar IV. 26 RMS Semua Kendaraan yang Diujikan	86
Gambar IV. 27 Frekuensi Kendaraan yang Diujikan.....	86
Gambar IV. 28 Transmissibility Kendaraan yang Diujikan.....	87

DAFTAR TABEL

Tabel II. 1 Perbedaan Karakteristik Getaran Komponen	15
Tabel II. 2 Kategori Nilai RMS pada Mesin	21
Tabel II. 3 Klasifikasi Kendaraan Operasional Ringan Bandara	25
Tabel II. 4 Jumlah dari Kendaraan Operasional Ringan Bandara Juanda.....	26
Tabel II. 5 Kajian Penelitian Yang Relevan.....	32
Tabel III. 1 Narasumber Penelitian	38
Tabel III. 2 Hasil Need Assesment	40
Tabel III. 3 Parameter Teknis EVA yang diperlukan	41
Tabel III. 4 Komponen Produk yang Diperlukan.....	42
Tabel III. 5 Uji Coba Komponen	44
Tabel III. 6 Uji Coba Proses Sistem.....	46
Tabel III. 7 Jadwal Pelaksanaan Penelitian.....	49
Tabel IV. 1 Frekuensi Kerusakan Engine Mounting	51
Tabel IV. 2 Tabel Hasil Wawancara	55
Tabel IV. 3 Dokumen Penelitian.....	57
Tabel IV. 4 Spesifikasi Alat.....	59
Tabel IV. 5 Pemilihan Kualitas Komponen	60
Tabel IV. 6 Komentar Para Ahli	66
Tabel IV. 7 Revisi Desain	67
Tabel IV. 8 Tabel Hasil Pengujian Rangkaian.....	76
Tabel IV. 9 Evaluasi Kendaraan Berdasarkan ISO	84

DAFTAR LAMPIRAN

LAMPIRAN A	Jadwal Checklist Pemeliharaan Kendaraan Bandar Juanda	96
LAMPIRAN B	Lembar Validasi Ahli Desain	97
LAMPIRAN C	Lembar Validasi Ahli Materi	97
LAMPIRAN D	Dokumentasi Validasi Alat	98
LAMPIRAN E	Validasi Instrumen Observasi	99
LAMPIRAN F	Instrumen Hasil Observasi Lapangan	100
LAMPIRAN G	Validasi Instrumen Wawancara	100
LAMPIRAN H	Hasil Wawancara	101
LAMPIRAN I	Dokumentasi Observasi Lapangan	102
LAMPIRAN J	Standar Operasional Prosedur Engine Mounting	103
LAMPIRAN K	Dokumentasi SOP Kendaraan Operasional Bandara Juanda	103
LAMPIRAN L	Dokumentasi Bukarivaso	104
LAMPIRAN M	Kendaraan Operasional Ringan Bandara	104
LAMPIRAN N	Dokumentasi Kode Program	105
LAMPIRAN O	Dokumentasi Pembuatan Alat	111
LAMPIRAN P	Dokumentasi Kendaraan yang Diujikan	112
LAMPIRAN Q	Dokumentasi Pengambilan Data Uji Coba Teknis pada Kendaraan	113
LAMPIRAN R	Lembar Validasi Data Hasil Pengujian	114
LAMPIRAN S	Cek Plagiasi (Turnitin)	116
LAMPIRAN T	Gambar Teknik	117
LAMPIRAN U	Dokumentasi Lembar Pembimbing	118
LAMPIRAN V	Manual Book EVA	119
LAMPIRAN W	Transkrip Wawancara	120

DAFTAR SINGKATAN DAN LAMBANG

Singkatan	Nama	Pemakaian pertama kali pada halaman
CBM	Condition-Based Maintenance	17
EVA	Engine Vibration Analyzer	1
FFT	Fast Fourier Transform	18
FOD	Foreign Object Debris	24
HT	Handy Talkie	3
I2C	Inter-Integrated Circuit	27
IoT	Internet of Things	3
ISO	International Organization for Standardization	16
KNN	K-Nearest Neighbor	31
MEMS	Micro Electro Mechanical System	1
ADXL-345	Accelerometer Digital 3-Axis	1
NDT	Non-Destructive Testing	17
OJT	On the Job Training	x
PWM	Pulse Width Modulation	29
RAM	Random Access Memory	13
RMS	Root Mean Square	1
SDOF	Single Degree of Freedom	21
STFT	Short Time Fourier Transform	18
UART	Universal Asynchronous Receiver Transmitter	29
USB	Universal Serial Bus	29

Lambang	Nama	Pemakaian pertama kali pada halaman
a	Percepatan getaran	7
A	Amplitudo Getaran	8
ax	Percepatan sumbu X	9
ay	Percepatan sumbu Y	9
az	Percepatan sumbu Z	9

c	Koefisien redaman	13
f_n	Frekuensi natural	13
g	Percepatan gravitasi	27
Hz	Hertz	14
k	Kekakuan pegas	13
m	Massa sistem	13
mm/s	Milimeter per second	20
m/s^2	Meter per second squared	1
n	Jumlah sampel data	19
r	Rasio frekuensi	21
t	Waktu	7
T	Transmissibility	21
x	Perpindahan	7
$x(t)$	Simpangan terhadap waktu	8
x_i	Data percepatan sampel ke- i	19
ζ	Rasio redaman	21
ω	Frekuensi sudut	8

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Kendaraan operasional ringan di lingkungan bandara merupakan sarana pendukung penting dalam berbagai aktivitas penerbangan, seperti mobilitas teknisi, inspeksi fasilitas, serta kegiatan operasional lainnya. Keandalan kendaraan ini sangat diperlukan untuk menjamin kelancaran operasional bandara, sehingga kondisi mesin dan sistem pendukungnya harus selalu terjaga dengan baik. Salah satu komponen penting dalam sistem tersebut adalah *engine mounting*, yang berfungsi sebagai elemen isolator getaran untuk meredam dan mengurangi transmisi getaran dari mesin ke struktur kendaraan serta komponen lainnya.

Getaran mesin merupakan fenomena yang tidak dapat dihindari akibat proses pembakaran di dalam ruang bakar. Jika tidak diredam dengan baik, getaran tersebut dapat merambat ke struktur kendaraan dan menyebabkan ketidaknyamanan operator serta mempercepat kerusakan komponen. Penurunan kinerja *engine mounting* akan meningkatkan amplitudo getaran dan memengaruhi karakteristik dinamis sistem kendaraan, seperti perubahan frekuensi alami dan respon getaran (Zhou et al., 2018).

Penurunan kinerja *engine mounting* dapat menyebabkan peningkatan amplitudo getaran mesin yang berdampak pada menurunnya kenyamanan operasional serta mempercepat keausan komponen mekanis. Getaran yang berlebih juga dapat menurunkan keandalan sistem kendaraan secara keseluruhan. Selain itu, kondisi *engine mounting* berpengaruh terhadap dinamika getaran struktur mesin, di mana perubahan kondisi mounting dapat menyebabkan perubahan karakteristik getaran seperti amplitudo dan frekuensi alami sistem (Zhou et al., 2018).

Namun, metode pemeriksaan *engine mounting* pada kendaraan operasional ringan saat ini masih dilakukan secara konvensional, yaitu melalui observasi visual dan persepsi teknisi. Metode ini bersifat subjektif dan berpotensi

menyebabkan ketidaktepatan dalam menentukan kondisi komponen, sehingga dapat menghambat upaya pemeliharaan yang optimal (Siregar, 2023).

Seiring dengan perkembangan teknologi, pengukuran getaran dapat dilakukan menggunakan sensor *accelerometer* berbasis *Micro-Electro-Mechanical System* (MEMS) yang mampu mengukur percepatan getaran dalam satuan m/s^2 secara multi-sumbu. Data getaran yang diperoleh dapat digunakan sebagai parameter dalam monitoring kondisi mesin secara berkelanjutan karena mampu merepresentasikan kondisi dinamis sistem secara *real-time* (Ahmed et al., 2023).

Dalam analisis getaran, parameter *Root Mean Square* (RMS) digunakan untuk menggambarkan energi getaran secara keseluruhan, sehingga lebih representatif dalam menilai tingkat keparahan getaran. Oleh karena itu, parameter RMS dan magnitudo percepatan getaran dapat dijadikan dasar dalam mengevaluasi kondisi engine mounting pada kendaraan operasional ringan secara kuantitatif (El-Gazzar et al., 2018).

Penelitian ini memiliki *research gap* yang terletak pada belum tersedianya alat ukur getaran yang sederhana, portabel, dan aplikatif yang dapat digunakan sebagai alat diagnosis dini di lapangan, khususnya pada kendaraan operasional ringan. Meskipun penelitian terkait analisis getaran telah banyak dilakukan, sebagian besar masih berfokus pada sistem skala industri atau pendekatan berbasis IoT dan algoritma kompleks, sehingga kurang aplikatif untuk penggunaan langsung di lapangan. Selain itu, belum banyak penelitian yang mengembangkan alat ukur getaran yang sederhana dan portabel untuk kendaraan operasional ringan sebagai alat diagnosis dini (Rizaldi et al., 2022)

Di sisi lain, terdapat penelitian yang menitikberatkan pada analisis desain dan optimasi sistem *mounting* guna meningkatkan performa isolasi getaran (Zhou et al., 2018), namun pendekatan tersebut belum mengarah pada pengembangan sistem monitoring yang dapat digunakan secara langsung di lapangan. Selain itu, penelitian terkait *engine mounting* masih banyak berfokus pada aspek material dan karakteristik mekanis, seperti simpangan dan amplitudo getaran, tanpa mengintegrasikan sistem *monitoring* berbasis sensor sebagai alat

diagnosis kondisi secara langsung (Adrian et al., 2024).

Lebih lanjut, meskipun metode analisis getaran telah banyak digunakan dalam bidang *predictive maintenance* untuk mendeteksi berbagai jenis kerusakan seperti *misalignment*, *unbalance*, dan kerusakan *bearing*, implementasinya masih terbatas pada penggunaan alat profesional dan belum banyak dikembangkan dalam bentuk sistem sederhana berbasis sensor yang aplikatif di lapangan. Oleh karena itu, penelitian ini juga menyoroti belum adanya kajian yang secara spesifik menghubungkan parameter getaran berbasis percepatan, seperti magnitudo dan RMS, dengan kondisi *engine mounting* sebagai dasar evaluasi teknis yang praktis, objektif, dan *real-time*.

Berdasarkan permasalahan tersebut, terdapat urgensi untuk mengembangkan suatu sistem pengukuran getaran yang mampu memberikan data percepatan getaran secara objektif, terukur, dan dapat digunakan sebagai alat diagnosis dini kondisi *engine mounting*. Kebutuhan ini muncul karena keterbatasan metode konvensional yang masih bersifat subjektif serta belum tersedianya alat yang sederhana dan aplikatif di lapangan.

Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk merancang EVA berbasis sensor ADXL-345 dan mikrokontroler Arduino Mega 2560 untuk mengukur dan menganalisis getaran mesin menggunakan parameter magnitudo dan RMS sebagai dasar evaluasi kondisi *engine mounting* secara objektif dan *real-time*.

Penelitian ini menawarkan kebaruan (*novelty*) dalam pengembangan sistem analisis getaran melalui perancangan EVA yang bersifat sederhana, portabel, dan aplikatif untuk digunakan sebagai alat diagnosis dini kondisi *engine mounting* pada kendaraan operasional ringan. Berbeda dengan penelitian sebelumnya yang umumnya berfokus pada sistem industri yang kompleks, penelitian ini mengintegrasikan sensor accelerometer berbasis MEMS (ADXL-345) dengan mikrokontroler Arduino Mega 2560 dalam suatu sistem monitoring getaran yang dapat digunakan secara langsung di lapangan.

Selain itu, penelitian ini mengusulkan pendekatan evaluasi kondisi *engine mounting* berbasis parameter percepatan getaran, yaitu *Transmissibility* dan *Root Mean Square* (RMS), sebagai indikator kuantitatif yang mampu

merepresentasikan kondisi dinamis sistem secara objektif dan real-time. Dengan demikian, penelitian ini tidak hanya berfokus pada pengukuran getaran, tetapi juga pada pengembangan metode diagnosis kondisi *engine mounting* yang praktis, terukur, dan berbasis data.

B. Rumusan Masalah

Berdasarkan identifikasi permasalahan yang ada, maka rumusan masalah dalam penelitian ini adalah:

1. Bagaimana merancang dan mengembangkan sistem *engine vibration analyzer* berbasis sensor MEMS untuk mengukur getaran secara kuantitatif dan objektif?
2. Bagaimana karakteristik getaran mesin berdasarkan parameter nilai RMS dan *transmissibility* yang diperoleh dari hasil pengukuran?
3. Bagaimana hasil pengukuran getaran tersebut dapat digunakan untuk mengevaluasi keandalan *engine mounting* kendaraan operasional ringan bandara?

C. Batasan Masalah

Agar penelitian ini lebih terarah dan tidak melebar dari fokus utama, maka batasan masalah dalam pengembangan EVA ini ditetapkan sebagai berikut:

1. Penelitian dibatasi pada kendaraan operasional ringan di Bandara Internasional Juanda dan belum digeneralisasikan untuk kendaraan lain.
2. Evaluasi difokuskan pada kondisi *engine mounting* menggunakan parameter *transmissibility* berbasis perbandingan nilai RMS getaran, dengan kriteria $T < 0,38$ sebagai kondisi baik.
3. Objek penelitian hanya pada mesin pembakaran dalam dengan *engine mounting* berbahan elastomer, tanpa melibatkan sistem peredaman aktif.
4. Pengukuran getaran dilakukan pada dua titik, yaitu mesin dan setelah *engine mounting*, tanpa mempertimbangkan parameter lain.

D. Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah yang telah diuraikan, maka tujuan dari penelitian ini adalah:

1. Merancang dan mengembangkan sistem *engine vibration analyzer*

berbasis sensor MEMS untuk mengukur getaran secara kuantitatif dan objektif.

2. Menganalisis karakteristik getaran mesin berdasarkan parameter nilai RMS dan *transmissibility* yang diperoleh dari hasil pengukuran.
3. Mengevaluasi keandalan *engine mounting* kendaraan operasional ringan bandara berdasarkan hasil pengukuran getaran.

E. Manfaat Penelitian

Penelitian ini diharapkan memberikan manfaat sebagai berikut :

1. Bagi Institusi

Sebagai referensi dalam penerapan EVA untuk monitoring getaran serta pengembangan metode evaluasi *engine mounting* berbasis data getaran guna meningkatkan efektivitas perawatan kendaraan.

2. Bagi Teknisi

Membantu teknisi memperoleh data getaran secara kuantitatif sehingga evaluasi kondisi *engine mounting* dapat dilakukan secara objektif dan lebih akurat.

3. Bagi Penulis

Meningkatkan pemahaman dalam analisis getaran serta kemampuan merancang sistem *monitoring* berbasis sensor dan mikrokontroler.

F. Sistematika Penulisan

Susunan penulisan ini dirancang untuk memudahkan pembahasan tentang isu-isu saat ini, yang meliputi poin-poin berikut:

BAB I PENDAHULUAN

Berisi tentang latar belakang masalah, identifikasi masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian, batasan masalah, dan sistematika penulisan.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Mencakup tentang teori-teori yang digunakan penelitian oleh penulis, teori penunjang, dan kajian penelitian terdahulu yang relevan sebagai perbandingan produk yang dihasilkan.

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

Memaparkan mengenai metode penelitian yang digunakan,

perancangan, dan langkah-langkah pembuatan produk.

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

Berisikan implementasi hasil metodologi penelitian yang menjabarkan dalam bentuk pembahasan dan pengoperasian produk.

BAB V

SIMPULAN DAN SARAN

Berisi kesimpulan menyeluruh dari hasil dan pembahasan serta rekomendasi untuk perbaikan yang perlu diteliti lebih lanjut.