

**ANALISIS PENGARUH '*FOREIGN OBJECT DAMAGE*' TERHADAP *FAN*
BLADE PADA *ELECTRIC ENGINE PROTOTYPE***



LAPORAN AKHIR

Disusun untuk memenuhi syarat menyelesaikan Pendidikan Diploma III
pada Jurusan Teknik Elektro Program Studi Teknik Elektronika

Oleh :

MUHAMMAD MEBI ADINTYO

0616 3032 1457

POLITEKNIK NEGERI SRIWIJAYA

PALEMBANG

2019

HALAMAN PENGESAHAN

**ANALISIS PENGARUH ‘FOREIGN OBJECT DAMAGE’ TERHADAP FAN
BLADE PADA ELECTRIC TURBO FAN ENGINE PROTOTYPE**



LAPORAN AKHIR

Disusun Untuk Memenuhi Syarat Menyelesaikan Pendidikan Diploma III
Jurusan Teknik Elektro Program Studi Teknik Elektronika

Oleh :

MUHAMMAD MEBI ADINTYO

0616 3032 1457

Palembang, Juli 2019

Menyetujui,

Pembimbing I,

Pembimbing II,

Selamat Muslimin, S.T., M.Kom.
NIP. 19790722 200801 1 007

Ketua Jurusan
Teknik Elektro,

Mengetahui,

Ekawati Prihatini, S.T., M.T.
NIP. 19790310 200212 2 005

Ketua Program Studi
Teknik Elektronika,

Yudi Wijanarko, S.T., M.T.
NIP. 19670511 199203 1 003

Amperawan, S.T., M.T.
NIP. 19670523 199303 1 002

MOTTO

- "ALLAH SWT tidak pernah memberi ujian diluar batas kemampuan hambanya, percaya disetiap ujian dari-Nya selalu memiliki 'titik' yang sangat nikmat untuk dirasakan"
- " Jangan pernah menyambat kisah dibalik senja yang telah berlalu, langkah harus tetap maju tuk menuju hidup yang baru"
- "Ketika tekanan (P) berbanding lurus dengan gaya (F),maka filosofinya adalah ?"

Kupersembahkan kepada :

- ALLAH SWT atas segala rahmat dan nikmat-Nya.
- Nabi besar kita Nabi Muhammad SAW.
- Kedua orang tua ku, dekTria, kakTitik, Adam, Sarah dan keluarga yang selalu mendukungku.
- Dosen pembimbing LA Bapak Selamat Muslimin, S.T., M.Kom. dan Ibu Ekawati Prihatini, S.T., M.T. yang telah membimbing dan banyak membantu dalam menyelesaikan laporan akhir ini, serta keluarga besar dosen jurusan elektro.
- Semua teman-teman dan sahabat seperjuanganku, terkhusus teman kelasku Electrical Avionic Batch 2 POLSRI 2016 (6EE).
- Semua sahabat sekaligus saudara-saudariku yang tidak dapat di sebutkan satu-persatu dan terkhusus untuk AAbigFamily yang selalu memberi support dan motivasi.
- Untuk teman perempuan dikampus, Friselani Yunike Mandiangan dan Nabilla Rizkia Audita
- Kak Roby, Rifqibogel, Aidil, Shobach, Hariz, Haidar, Puja, Denis, Yudha sebagai teman-teman yang sangat baik yang telah membantu dan menemani untuk penyelesaian Laporan Akhir ini.

KATA PENGANTAR

Dengan rasa syukur Alhamdulillah kita panjatkan atas kehadiran Allah SWT, karena berkat rahmat dan karunia-Nya, akhirnya saya menyelesaikan Laporan Akhir ini dengan baik. Laporan Akhir ini disusun berdasarkan hasil perolehan data dan analisa dari suatu alat atau sistem yang dibuat. Sholawat beserta salam selalu kita haturkan kepada baginda Rasulullah Muhammad SAW yang telah menyampaikan ilmu yang sangat bermanfaat hingga dapat dirasakan sampai saat ini. Kami menyadari bahwa dapat terselesaikannya Laporan Akhir ini berkat bimbingan dan motivasi dari berbagai pihak. Oleh karena itu, melalui kesempatan ini Penulis menyampaikan permohonan maaf dan mengucapkan banyak terima kasih kepada yang terhormat:

1. Selamat Muslimin, S.T., M.Kom., selaku Pembimbing 1 Laporan Akhir Teknik Elektronika Politeknik Negeri Sriwijaya.
2. Ekawati Prihatini, S.T., M.T., selaku Pembimbing 2 Laporan Akhir Teknik Elektronika Politeknik Negeri Sriwijaya.
3. Bapak Dr. Ing. Ahmad Taqwa, M.T., selaku Direktur Politeknik Negeri Sriwijaya.
4. Bapak Yudi Wijanarko, S.T., M.T., selaku Ketua Jurusan Teknik Elektro Politeknik Negeri Sriwijaya.
5. Bapak Herman Yani, S.T., M.eng., selaku Seketaris Jurusan Teknik Elektro Politeknik Negeri Sriwijaya.
6. Bapak Amperawan, S.T., M.T., selaku Ketua Program Studi Teknik Elektronika Politeknik Negeri Sriwijaya.
7. Seluruh keluarga yang selalu memberikan dukungan khususnya kepada kedua orang tua penulis.
8. Seluruh rekan-rekan mahasiswa Program Studi Teknik Elektronika Politeknik Sriwijaya terkhusus pada kelas 6EE.

Palembang, Juli 2019

Penulis

ABSTRAK

ANALISIS PENGARUH '*FOREIGN OBJECT DAMAGE*' TERHADAP *FAN BLADE* PADA *ELECTRIC ENGINE PROTOTYPE*

Oleh:

Muhammad Mebi Adintyo

0616 3032 1457

Dalam dunia penerbangan banyak sekali faktor-faktor yang mempengaruhi keberhasilan suatu pengoperasian pesawat terbang, salah satu diantaranya adalah adanya pengaruh dari benda-benda asing atau yang biasa kita kenal dengan KOBA (Kerusakan Oleh Benda Asing). FOD sendiri mempunyai dampak-dampak yang dapat mengakibatkan kerusakan pada struktur *fan blade* sehingga menimbulkan indikasi-indikasi kegagalan pada pengoperasian *engine* pesawat dan hal ini menjadi latar belakang dalam melakukan analisa dan pembuatan prototipe ini,

Pada analisa yang dilakukan dan dibantu dengan sebuah rancang bangun *electric engine* prototipe menggunakan sebuah sensor cahaya *optocoupler* modul LM393 untuk mengukur kecepatan putaran yang dipasangkan pada *drive shaft* motor. Nilai kecepatan putaran motor yang digunakan adalah hasil rasio 1:3 dari nilai kecepatan putaran *engine* saat akan lepas landas.

Sistem ini bekerja dengan *set-point* sebesar 2000rpm pada saat sensor mendeteksi penurunan nilai kecepatan putaran $< 2000\text{rpm}$ yang mengindikasikan bahwa FOD menghantam *fan blade*, sistem menyalakan indikator berupa LED dan *buzzer* sebagai *caution*. Apabila nilai $\text{rpm} \geq 2000\text{rpm}$, sistem mematikan indikator LED dan *buzzer* yang mengindikasikan putaran motor kembali normal. Saat di darat dilakukan inspeksi terhadap *fan blade* untuk menentukan laik atau tidaknya untuk digunakan kembali.

Kata kunci : *Foreign Object Damage, Fan blade, FOD, Sensor Cahaya Optocoupler* modul LM393

ABSTRACT

ANALYSIS THE EFFECT OF 'FOREIGN OBJECT DAMAGE' ON FAN BLADE OF ELECTRIC ENGINE PROTOTYPE

By:

Muhammad Mebi Adintyo

0616 3032 1457

In the aviation world there are a lot of factors that influence the success of an aircraft operation, one of which is the influence of foreign objects or what we commonly known as FOD (Foreign Object Damage). FOD sendiri mempunyai dampak-dampak yang dapat mengakibatkan kerusakan pada struktur The FOD itself has impacts that can cause damage to the fan blade structure, giving rise to indications of failure in the operation of the aircraft engine and this is the background in analyzing and making this prototype.

In the analysis carried out and assisted by a prototype electric engine design using an LM393 module optocoupler sensor to measure the rotational speed paired on the motor drive shaft. The value of the motor rotation speed used is the result of a 1:3 ratio of the value of the engine rotation speed during take-off.

This system works with a set-point of 2000rpm when the sensor detects a decrease in the rotation speed $<2000\text{rpm}$ which indicates that the FOD hit the fan blade, the system turns on the indicator in the form of an LED and buzzer as caution. If the rpm value is $\geq 2000\text{rpm}$, the system turns off the LED indicator and buzzer which indicates the motor rotation returns to normal. When on land an inspection of the fan blade is carried out to determine whether or not it is suitable for reuse.

*Key Word : Foreign Object Damage, Fan blade, FOD, LM393 module
optocoupler sensor*

DAFTAR ISI

	Halaman
MOTTO.....	i
KATA PENGANTAR	ii
ABSTRAK	iii
<i>ABSTRACT</i>	iv
DAFTAR ISI.....	v
DAFTAR GAMBAR	vii
DAFTAR TABEL.....	ix
DAFTAR LAMPIRAN	x
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Tujuan dan Manfaat.....	3
1.2.1 Tujuan.....	3
1.2.2 Manfaat.....	3
1.3 Rumusan Masalah	3
1.4 Batasan Masalah.....	3
1.5 Metodologi Penulisan	4
1.5.1 Metode Studi Pustaka.....	4
1.5.2 Metode Observasi.....	4
1.5.3 Metode Wawancara.....	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	5
2.1 <i>Engine Indicating Sistem</i>	5
2.1.1 <i>Engine Speed Measurement and Indication</i>	5
2.2 <i>Fan Blade</i>	9
2.3 <i>Foreign Object Damage (FOD)</i>	11
2.3.1 Pengaruh <i>FOD</i> terhadap Penerbangan	11
2.3.2 Pengaruh <i>FOD</i> terhadap Pesawat Terbang	12
2.3.1 Kerusakan-kerusakan yang disebabkan Oleh <i>FOD</i>	13
2.4 AC/DC Adaptor.....	13
2.4.1 Jenis-jenis Adaptor.....	14
2.5 <i>Pulse Modulation Width (PWM) DC Motor Controller</i>	15
2.6 Arduino UNO	16
2.6.1 Spesifikasi Arduino UNO	16
2.7 Motor DC	19
2.7.1 Prinsip Kerja Motor DC	20
2.7.2 Spesifikasi DC Motor OSDT	21
2.8 Sensor Putaran (RPM).....	22
2.8.1 <i>Optocupler</i>	22

	Halaman
2.8.2 Spesifikasi <i>Optocoupler</i> Modul LM393	23
2.8.3 Piringan Bercelah	25
2.9 Alat Ukur Kecepatan Putaran Motor DC	25
2.9.1 Tachometer	25
2.10 LCD 16x2	27
2.11 <i>Buzzer</i>	29
BAB III PERANCANGAN ALAT	30
3.1 Tahap Perancangan	30
3.2 Blok Diagram	31
3.2.1 Blok Diagram Keseluruhan	31
3.2.2 Blok Diagram Masukan	32
3.2.3 Blok Diagram Keluaran	32
3.3 <i>Flowchart</i> Pengujian <i>FOD</i> terhadap <i>Fan Blade</i>	33
3.4 Perancangan Perangkat Keras	34
3.4.1 Perancangan Mekanik	35
3.4.2 Perancangan Elektronik	36
3.4.2.1 Perancangan Motor DC <i>Speed Controller</i>	37
3.4.2.2 Perancangan <i>Optocoupler</i> Modul LM393	37
3.4.2.3 Perancangan <i>Buzzer</i> dan LED pada Arduino	37
3.4.2.4 Perancangan Rangkaian <i>Display Data</i>	38
3.4.2.5 Perancangan Elektronik Keseluruhan	39
3.5 Pemilihan Komponen	39
3.6 Prinsip Kerja Alat	40
BAB IV ANALISA DAN PEMBAHASAN	42
4.1 Tujuan Pengukuran Alat	42
4.2 Metode Pengukuran	42
4.3 Peralatan Pengukuran	42
4.4 Langkah-langkah Pengukuran Alat	43
4.5 Hasil Pengukuran Pada Alat	43
4.5.1 Tabel Data Hasil Pengukuran	44
4.5.2 Analisa Hasil Pengukuran Data Tabel 4.1	44
4.5.3 Analisa Hasil Pengukuran Data Tabel 4.2	45
4.5.4 Analisa Grafik Persentase <i>Speed Controller</i> terhadap Resistansi (Ω) ..	46
4.5.5 Analisa Grafik Persentase <i>Speed Controller</i> terhadap Tegangan (V) ..	47
4.5.6 Analisa Grafik Persentase <i>Speed Controller</i> terhadap nilai RPM	48
4.5.7 Analisa Grafik Hasil Pengukuran Data 4.3	50
4.5.8 Analisa Grafik Perubahan Nilai RPM akibat <i>Foreign Object Damage</i> ..	51
4.6 Analisa dan Data Perhitungan	52
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	57
5.1 Kesimpulan	57
5.2 Saran	57
DAFTAR PUSTAKA	
LAMPIRAN	

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 2.1 <i>Engine Indicating Instrument</i>	6
Gambar 2.2 Tachometer.....	7
Gambar 2.3 <i>N1 Speed Indication</i>	8
Gambar 2.4 <i>N2 Speed Indication</i>	9
Gambar 2.5 <i>Fan Blade</i>	10
Gambar 2.6 <i>Foreign Objects Damage (FOD)</i>	13
Gambar 2.7 Adapter Konvensional.....	14
Gambar 2.8 Grafik Tegangan Segitiga dan Lebar Pulsa.....	15
Gambar 2.9 Arduino Uno.....	16
Gambar 2.10 Motor DC dan Simbol Motor DC	20
Gambar 2.11 DC Motor	21
Gambar 2.12 Rangkaian <i>Optocoupler</i>	22
Gambar 2.13 Sensor <i>Optocoupler</i> Modul LM393	24
Gambar 2.14 Piringan Bercelah	25
Gambar 2.15 Tachometer Optik.....	26
Gambar 2.16 Spesifikasi Pin pada LCD	27
Gambar 2.17 <i>Buzzer</i>	29
Gambar 3.1 Blok Diagram <i>Engine Speed Indicator System</i>	31
Gambar 3.2 Blok Diagram Masukan	32
Gambar 3.3 Blok Diagram Keluaran	32
Gambar 3.4 <i>Flowchart</i> Pengaruh FOD terhadap <i>Fan Blade</i>	33
Gambar 3.5 Perangkat Keras <i>Engine Nacelles</i>	35
Gambar 3.6 Motor <i>Drive shaft</i>	35
Gambar 3.7 <i>Electronix Box</i> dan Penyangga Prototipe.....	36
Gambar 3.8 Skematik Rangkaian Motor Dc <i>Speed Controller</i>	37
Gambar 3.9 Skematik Rangkaian Keseluruhan.....	39
Gambar 4.1 Grafik Tabel 4.2 Pengaruh Perubahan Persentase <i>Speed Controller</i> terhadap Nilai Resistansi (Ω)	46

Gambar 4.2 Grafik Tabel 4.2 Pengaruh Perubahan Persentase <i>Speed Controller</i> terhadap Nilai Tegangan (V)	47
Gambar 4.3 Grafik Tabel 4.2 Pengaruh Perubahan Persentase <i>Speed Controller</i> terhadap Nilai Putaran Motor (RPM).....	48
Gambar 4.4 Grafik Perubahan Nilai RPM akibat <i>Foreign Object Damage</i>	51

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 2.1 Pin LCD – Pin Arduino.....	28
Tabel 3.1 Daftar Komponen.....	40
Tabel 4.1 Tabel Data Hasil Pengukuran Tegangan <i>Optocoupler</i> LM393, <i>Buzzer</i> , LED	44
Tabel 4.2 Tabel Data Hasil Pengukuran Resistansi, Tegangan, dan Nilai RPM ..	45
Tabel 4.3 Tabel Data Hasil Pengujian Material FOD Menghantam <i>Fan Blade</i> ...	49

DAFTAR LAMPIRAN

- Lampiran A. Surat Kesepakatan Bimbingan LA Pembimbing I
Surat Kesepakatan Bimbingan LA Pembimbing II
Lembar Bimbingan LA Pembimbing I
Lembar Bimbingan LA Pembimbing II
Surat Rekomendasi Ujian Laporan Akhir
Lembar Pelaksanaan Revisi Laporan Akhir (LA)
- Lampiran B. *Data Sheet* Sensor *Optocoupler* LM393
- Lampiran C. *Data Sheet* ATmega 328 Arduino Nano
- Lampiran D. *Data Sheet* LCD Grafik
- Lampiran E. Foto Pengukuran dan Pengujian Alat
- Lampiran F. Daftar Program RPM Arduino Uno