



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta



GMFAeroAsia
GARUDA INDONESIA GROUP

STUDI KASUS PENYEBAB *LOW PRESSURE* PADA *ENGINE BLEED AIR SYSTEM* PESAWAT BOEING 737-800

LAPORAN TUGAS AKHIR

Laporan ini disusun sebagai salah satu syarat untuk menyelesaikan pendidikan Diploma III Program Studi Teknik Mesin Konsentrasi Perawatan Rangka & Mesin Pesawat, Jurusan Teknik Mesin.

**POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA**

Oleh :

**Milenia Sari
NIM. 1802313021**

**PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN KONSENTRASI
PERAWATAN RANGKA & MESIN PESAWAT
JURUSAN TEKNIK MESIN
POLITEKNIK NEGERI JAKARTA
AGUSTUS 2021**

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkannya dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkannya dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

HALAMAN PERSETUJUAN
LAPORAN TUGAS AKHIR

STUDI KASUS PENYEBAB *LOW PRESSURE* PADA *ENGINE BLEED AIR*
SYSTEM PESAWAT BOEING 737-800

Oleh :

Milenia Sari

NIM. 1802313021

Program Studi Teknik Mesin Konsentrasi Perawatan Rangka & Mesin Pesawat

POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA

Laporan Tugas Akhir telah disetujui oleh pembimbing

Pembimbing 1

Benhur Nainggolan, Ir, M.T.
NIP. 19610625 199003 1 003

Ketua Program Studi
Teknik Mesin

Almahdi, Drs, M.T.
NIP. 19600122 198703 1 002



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkannya dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

HALAMAN PENGESAHAN
LAPORAN TUGAS AKHIR

STUDI KASUS PENYEBAB *LOW PRESSURE* PADA *ENGINE BLEED AIR*
SYSTEM PESAWAT BOEING 737-800

Oleh :

Milenia Sari

NIM. 1802313021

Program Studi Teknik Mesin Konsentrasi Perawatan Rangka & Mesin Pesawat

Telah berhasil dipertahankan dalam sidang Tugas Akhir di hadapan Dewan Penguji pada tanggal 18 Agustus 2021 dan diterima sebagai persyaratan untuk memperoleh gelar Diploma III pada Program Studi Teknik Mesin Konsentrasi Perawatan Rangka & Mesin Pesawat Jurusan Teknik Mesin.

DEWAN PENGUJI

No	Nama	Posisi Penguji	Tanda Tangan	Tanggal
1	Benhur Nainggolan, Ir, M.T. NIP.196106251990031003	Ketua		18 Agustus 2021
2	Dr. Belyamin, M.Sc.B.Eng (Hons) NIP. 196301161993031001	Anggota		18 Agustus 2021
3	Dra. Indriyani Rebet, M.Si NIP. 195612091985032002	Anggota		18 Agustus 2021

Depok, 31 Agustus 2021

Disahkan oleh :

Ketua Jurusan Teknik Mesin



Dr. Eng. Muslimin, S.T., M.T.
NIP. 19770714 200812 1 005



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

LEMBAR PERNYATAAN ORISINALITAS

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Milenia Sari

NIM : 1802313021

Program Studi : Teknik Mesin Konsentrasi Perawatan Rangka & Mesin Pesawat

Menyatakan bahwa yang dituliskan di dalam Laporan Tugas Akhir ini adalah hasil karya saya sendiri bukan jiplakan (plagiasi) karya orang lain baik sebagian atau seluruhnya. Pendapat, gagasan, atau temuan orang lain yang terdapat di dalam Laporan Tugas akhir telah saya kutip dan saya rujuk sesuai dengan etika ilmiah. Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenar-benarnya.

Tangerang Selatan, 18 Agustus 2021



Milenia Sari
NIM. 1802313021

POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA



STUDI KASUS PENYEBAB *LOW PRESSURE* PADA *ENGINE BLEED AIR SYSTEM* PESAWAT BOEING 737-800

Milenia Sari¹⁾, Benhur Nainggolan, Ir., MT.¹⁾

¹⁾Program Studi D3 Teknik Mesin Konsentrasi Perawatan Rangka dan Mesin Pesawat, Jurusan Teknik Mesin, Politeknik Negeri Jakarta,
Jalan Prof. Dr. G.A. Siwabessy, Kampus UI, Depok, 16425
Telp : +6221 7270044 Fax (021) 7270034
Email : milenia.sari.tm18@mhs.wpnj.ac.id.

ABSTRAK

Engine bleed air system merupakan sebuah sistem yang menyuplai udara dengan *temperature* dan *pressure* yang terkontrol berasal dari putaran *engine*. Berdasarkan data yang dilaporkan oleh pilot BOEING 737-800 pada periode 1 Januari 2020 sampai 1 Januari 2021 terdapat 50 kegagalan *engine bleed air system*. Kegagalan yang sering terjadi adalah *low pressure*, dimana *pressure* yang dihasilkan kurang dari standar yang ditentukan, hal ini dapat membahayakan *crew* maupun penumpang. Dari hasil analisis dengan metode diagram *fishbone*, *low pressure* dapat diketahui dari indikasi *dual duct pressure indicator* pada panel P5-10. Untuk menentukan penyebab *low pressure* digunakan referensi *fault isolation manual (FIM)*, dan dilakukan *troubleshooting* sesuai dengan *aircraft maintenance manual (AMM)*. Dari kasus *low pressure* tersebut, beberapa diantaranya membutuhkan penggantian komponen. Komponen yang sering diganti yaitu *high stage valve*. *Maintenance action* dilakukan untuk mengganti komponen dengan menggunakan referensi *component maintenance manual (CMM)*. Oleh karena itu, diperlukan perawatan secara berkala untuk mencegah terjadinya *low pressure*.

Kata kunci : *engine bleed air system, low pressure, high stage valve, maintenance action*

POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkannya dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



CASE STUDY OF THE CAUSES OF LOW PRESSURE ON ENGINE BLEED AIR SYSTEM BOEING 737-800

Milenia Sari¹⁾, Benhur Nainggolan, Ir., MT.¹⁾

¹⁾D3 Mechanical Engineering Program - Airframe and Power Plant Aircraft Maintenance,
Department of Mechanical Engineering, State Polytechnic of Jakarta,
Prof. Dr. G. A. Siwabessy Street, Kampus UI, Depok 16425
Telp : +6221 7270044 Fax : (021) 7270034
Email : milenia.sari.tm18@mhs.wpnj.ac.id

ABSTRACT

The engine bleed air system is a system that supplies air with controlled temperature and pressure from engine speed. Based on data reported by the pilot of the BOEING 737-800 in the period January 1, 2020 to January 1, 2021, there were 50 engine bleed air system failures. The failure that often occurs is low pressure, where the resulting pressure is less than the specified standard, this can endanger the crew and passengers. From the results of the analysis using the fishbone diagram method, low pressure can be seen from the indication of the dual duct pressure indicator on panel P5-10. To determine the cause of low pressure, a fault isolation manual (FIM) reference is used, and troubleshooting is carried out according to the aircraft maintenance manual (AMM). Of the low pressure cases, some of them require component replacement. The component that is often replaced is the high stage valve. Maintenance actions are carried out to replace components using a reference component maintenance manual (CMM). Therefore, periodic maintenance is needed to prevent low pressure from occurring.

Keywords : engine bleed air system, low pressure, high stage valve, maintenance action

POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkannya dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

KATA PENGANTAR

Puji serta syukur kehadirat Allah SWT, karena atas rahmat dan karunia-Nya, Laporan Tugas Akhir yang berjudul **“Studi Kasus Penyebab *Low Pressure* Pada *Engine Bleed Air System* Pesawat **BOEING 737-800**”** dapat diselesaikan.

Dengan ini saya mengucapkan terimakasih kepada kedua orang tua yang selalu memberikan dukungan, dan berbagai pihak yang telah membantu dalam menyelesaikan laporan Tugas Akhir, yaitu:

1. Bapak Dr. Eng.Muslimin, S.T., M.T. Ketua Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Jakarta.
2. Bapak Almahdi, Drs., M.T. Ketua Program Studi Teknik Mesin Politeknik Negeri Jakarta.
3. Bapak Benhur Nainggolan, Ir. MT. Dosen Pembimbing Tugas Akhir.
4. Instruktur GMF AeroAsia dan Pegawai *workshop* bagian *pneumatic*.

Semoga Tugas Akhir ini bermanfaat bagi semua pihak terutama pada bidang Perawatan Rangka & Mesin Pesawat.

POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA

Tangerang Selatan, 18 Agustus 2021

Milenia Sari
NIM. 1802313021



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

DAFTAR ISI

HALAMAN PERSETUJUAN.....	ii
HALAMAN PENGESAHAN.....	iii
LEMBAR PERNYATAAN ORISINALITAS	iv
ABSTRAK.....	v
<i>ABSTRACT</i>	vi
KATA PENGANTAR	vii
DAFTAR ISI.....	viii
BAB I.....	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Batasan Masalah.....	2
1.4 Tujuan Penulisan Laporan Tugas Akhir.....	2
1.5 Manfaat Penulisan Laporan Tugas Akhir.....	2
1.6 Metode Penulisan Laporan Tugas Akhir.....	2
1.7 Sistematika Penulisan Laporan Tugas Akhir	3
BAB V.....	5
5.1 Kesimpulan.....	5
5.2 Saran	5
DAFTAR PUSTAKA	6



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Pesawat terbang merupakan alat transportasi udara yang digunakan untuk mengangkut penumpang atau barang dengan waktu yang efisien dan mengutamakan kenyamanan keamanan. Oleh karena itu, pesawat terbang memiliki beberapa sistem yang kompleks, salah satunya *bleed air system*.

Bleed air system merupakan suatu sistem yang menyuplai udara panas bertekanan (*bleed air*) yang digunakan untuk beberapa kebutuhan pada pesawat. Sumber *bleed air system* didapatkan dari *Engine Bleed Air System*, *Auxiliary Power Unit (APU) Bleed Air System*, dan *Pneumatic Ground Air Connection* [1].

Pada penelitian ini akan dibahas tentang *engine bleed air system*. *Engine bleed air system* merupakan suatu sistem yang menyuplai udara panas bertekanan (*bleed air*) dari hasil putaran *engine*. *Bleed air* yang dihasilkan *engine* mengalir melalui beberapa komponen sebelum digunakan pada pesawat. Hal ini memungkinkan terjadinya masalah pada *bleed duct pressure*, yaitu *overpressure*, *split pressure* ataupun *low pressure* [1].

Pada periode 1 Januari 2020 sampai dengan 1 Januari 2021, terdapat 50 laporan dari *pilot* mengenai kegagalan *engine bleed air system* pada *bleed duct pressure*, jenis kegagalan terbanyak adalah *low pressure (engine is bleed source)* dengan jumlah 26 kasus.

Low pressure merupakan kondisi dimana nilai tekanan (*pressure*) yang dihasilkan kurang dari standar yang ditentukan [2]. *Low pressure* sering terjadi saat pesawat *ground operation* karena kegagalan komponen *high stage valve*, dimana *high stage valve* berperan sebagai *supply valve bleed air* saat *low engine power* atau saat pesawat *ground operation*.

Akibat kegagalan tersebut, sistem distribusi *engine bleed air* menjadi terganggu dan tidak dapat memenuhi kebutuhan *user system*. Hal ini dapat membahayakan *crew* pesawat dan penumpang. Agar sistem kembali bekerja



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkannya dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

dengan baik, diperlukan evaluasi *low pressure* pada *engine bleed air system*, agar dapat menerapkan *maintenance* yang sesuai dengan *manual book* dan tetap menjaga *Airworthiness*.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan uraian latar belakang, maka dirumuskan beberapa permasalahan sebagai berikut :

1. *Low pressure* pada *engine bleed air system*.
2. Kegagalan pada komponen *high stage valve*.

1.3 Batasan Masalah

Batasan masalah yang akan dibahas pada tugas akhir adalah:

1. Tidak membahas kasus *low pressure* yang disebabkan kegagalan komponen lain, selain komponen *high stage valve*.
2. Tidak membahas mengenai *electrical system* dari *engine bleed air system*.
3. Pembahasan hanya sampai kasus *low pressure* terselesaikan.

1.4 Tujuan Penulisan Laporan Tugas Akhir

Tujuan yang ingin dicapai dalam penelitian yaitu :

1. Dapat menentukan penyebab *low pressure* pada *engine bleed air system*.
2. Dapat menentukan penyebab kegagalan *high stage valve* yang menyebabkan *low pressure*.
3. Dapat melakukan perbaikan pada komponen *high stage valve* yang mengalami kerusakan

1.5 Manfaat Penulisan Laporan Tugas Akhir

Manfaat penulisan pada tugas akhir ini adalah :

1. Mengetahui faktor penyebab kasus *low pressure*.
2. Dapat mengaplikasikan prosedur perbaikan *high stage valve* sesuai *maintenance manual* BOEING 737-800.

1.6 Metode Penulisan Laporan Tugas Akhir

Penulisan laporan tugas akhir berdasarkan hal-hal berikut ini:



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

1. Jenis data dan cara pengumpulan data

a) Data Primer

Dalam laporan tugas akhir, data primer yang digunakan berupa *pilot report* yang diperoleh dari *Department Engineering Hangar 3*.

b) Data Sekunder

Data sekunder yang digunakan pada laporan tugas akhir berupa *Fault Isolation Manual (FIM)*, *Aircraft Maintenance Manual (AMM)*, dan *Component Maintenance Manual (CMM)* yang di peroleh dari *workshop*.

2. Metode pembahasan

Metode pembahasan yang digunakan dalam penyusunan laporan tugas akhir sebagai berikut:

a) Studi Literatur

Metode studi literatur dilakukan dengan cara mencari referensi teori yang relevan terkait kasus yang akan dibahas. Referensi tersebut berkaitan dengan data primer dan sekunder.

b) Studi lapangan

Studi lapangan dilakukan dengan cara melakukan pengamatan langsung di PT. GMF AeroAsia dan mengumpulkan data terkait kasus yang akan dibahas.

1.7 Sistematika Penulisan Laporan Tugas Akhir

BAB I Pendahuluan

Berisi tentang latar belakang pemilihan topik, perumusan masalah, tujuan umum, manfaat yang akan didapat, pembatasan masalah, garis besar metode penyelesaian masalah, dan sistematika penulisan keseluruhan tugas akhir.

BAB II Tinjauan Pustaka

Pada bab ini dimuat teori-teori yang relevan sebagai dasar untuk kajian permasalahan yang menjadi topik tugas akhir. Teori-teori tersebut didapatkan dari berbagai sumber yang terkini.

BAB III Metodologi Penelitian

Metodologi penelitian merupakan sebuah cara untuk mengetahui hasil dari suatu permasalahan, yang meliputi langkah-langkah pengerjaan, prosedur pengambilan data atau sampel dan juga teknik analisis data.

BAB IV Pembahasan

Pada bab ini disampaikan penjelasan dan interpretasi atas hasil penelitian yang telah dilakukan, yang bertujuan untuk menjawab pertanyaan penelitian tugas akhir ini.

BAB V Kesimpulan dan Saran

Pada bab ini berisi jawaban rumusan masalah secara singkat dan jelas. Dan juga berisi saran yang berkaitan dengan penelitian



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta





Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil pembahasan mengenai studi kasus *low prressure* pada *engine bleed air system* BOEING 737-800 , dapat disimpulkan :

1. *Low pressure* disebabkan oleh *Leakage PRSOV, Faulty Tranducer, Leakage Sense Line or Fittings*, dan kegagalan *High Stage Valve*.
2. Penyebab kegagalan *high stage valve* karena ada kerusakan *ring set* pada *actuator piston* yang mengakibatkan pergerakan *butterfly plate* tidak lancar sehingga *pressure* yang dihasilkan rendah (*low pressure*).
3. Perbaiki kegagalan *high stage valve* yang dilakukan yaitu *replacement high stage valve* dan penggantian *ring set* pada *actuator piston*.

5.2 Saran

Ada beberapa hal yang perlu diperhatikan yaitu:

1. Pada perbaikan *high stage valve* sebaiknya menggunakan referensi yang *current* dan dilakukan secara bertahap untuk menghindari kesalahan.
2. Untuk pengembangan penelitian, disarankan melakukan analisis *reliability* komponen *high stage valve* sehingga didapatkan jadwal perawatan yang efektif agar dapat meminimalisir terjadinya kasus ini.



DAFTAR PUSTAKA

- [1] The Boeing Company, *BOEING 737 Training Manual*. 2014.
- [2] The Boeing Company, *Fault Isolation Manual Chapter 36 Pneumatic*. 2018.
- [3] SmartCockpit, *B737 NG System Summary Air Systems*. 2013.
- [4] Honeywell International Inc, *Component Maintenance Manual With Illustrated Parts List High Stage Valve*, 18th ed., no. 1983. U.S.A, 2020.
- [5] P.T. Garuda Indonesia (Persero) Tbk., *Minimum Equipment List Minimum Equipment List Boeing 737-800*. 2020.
- [6] E. M. Loredana, “The Analysis of Causes and Effects of a Phenomenon By Means of the ‘Fishbone’ Diagram,” *Analele Univ. Constantin Brâncuși din Târgu Jiu Ser. Econ.*, vol. 1, no. 5, pp. 97–103, 2017.
- [7] IndoParts, “Engine Parts Piston Ring,” *online*, 2021. <https://www.indoparts.id/Products/98/Piston-Ring>.
- [8] The Boeing Company, *Aircraft Maintenance Manual Chapter 36 Pneumatic*. 2018.

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta