



**ANALISIS MONITORING BLEED TRIP PADA SYSTEM  
KERJA PNEUMATIC ENGINE PADA PESAWAT  
B737 - 800NG DI PT. LION AIR**

**Disusun dan Diajukan Untuk Memenuhi Persyaratan Ujian Akhir  
Memperoleh Gelar Sarjana Teknik Dari Fakultas Sains  
Dan Teknologi Universitas Pembangunan  
Panca Budi Medan**

**SKRIPSI**

**OLEH**

**NAMA : DEDI WARTONO  
N.P.M : 1614210052  
PROGRAM STUDI : TEKNIK ELEKTRO  
PEMINATAN : MEKATRONIKA**

**FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI  
UNIVERSITAS PEMBANGUNAN PANCABUDI  
MEDAN**

**2020**

**LEMBAR PENGESAHAN**

**ANALISIS MONITORING BLEED TRIP PADA SYSTEM  
KERJA PNEUMATIC ENGINE PADA PESAWAT  
B737 - 800NG DI PT. LION AIR**

**Disusun dan Diajukan Untuk Memenuhi Persyaratan Ujian Akhir  
Memperoleh Gelar Sarjana Teknik Dari Fakultas Sains  
Dan Teknologi Universitas Pembangunan  
Panca Budi Medan**

**SKRIPSI**

**OLEH**

**NAMA : DEDI WARTONO  
NPM : 1614210052  
PROGRAM STUDI : TEKNIK ELEKTRO  
KONSENTRASI : MEKATRONIKA**

**Diketahui dan Disetujui Oleh :**

**Pembimbing I**

**Solly Aryza, ST., M.Eng**

**Dekan Fakultas Sains & Teknologi**



**Hamdani, ST., MT**

**Pembimbing II**

**Pristisal Wibowo, ST., MT**

**Ketua Program Studi Teknik Elektro**

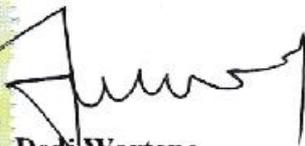
**Siti Anisah, ST., MT**

## PERNYATAAN ORISINALITAS

Dengan ini saya menyatakan bahwa dalam skripsi ini tidak terdapat karya yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar kesarjanaan di suatu perguruan tinggi, dan sepanjang pengetahuan saya juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain, kecuali secara tertulis diacu dalam skripsi ini dan disebutkan dalam daftar pustaka

Medan, 27 October 2020



  
**Dedi Wartono**

1614210052

## PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI KARYA ILMIAH

Sebagai sivitas akademika Universitas Pembangunan Panca Budi Medan, saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Dedi Wartono  
NPM : 1614210052  
Program Studi : Teknik Elektro  
Fakultas : Sains dan Teknologi

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Pembangunan Panca Budi Medan **Hak Bebas Royalti Noneklusif** (*Non-exclusive Royalty-free Right*) atas karya ilmiah saya yang berjudul : **ANALISIS MONITORING BLEED TRIP PADA SYSTEM KERJA PNEUMATIC ENGINE PADA PESAWAT B737 – 800 NG DI PT. LION AIR.** Beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalty Noneklusif ini Universitas Pembangunan Panca Budi Medan berhak menyimpan, mengalih-media/ alih-formatkan mengelola dalam bentuk pangkalan data (*database*), merawat dan mempublikasi tugas akhir saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis dan sebagai pemilik Hak Cipta. Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Medan, 27 October 2020



Dedi Wartono

1614210052



# UNIVERSITAS PEMBANGUNAN PANCA BUDI

## FAKULTAS SAINS & TEKNOLOGI

Jl. Jend. Gatot Subroto Km 4,5 Medan Fax. 061-8458077 PO.BOX : 1099 MEDAN

PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO	(TERAKREDITASI)
PROGRAM STUDI ARSITEKTUR	(TERAKREDITASI)
PROGRAM STUDI SISTEM KOMPUTER	(TERAKREDITASI)
PROGRAM STUDI TEKNIK KOMPUTER	(TERAKREDITASI)
PROGRAM STUDI AGROTEKNOLOGI	(TERAKREDITASI)
PROGRAM STUDI PETERNAKAN	(TERAKREDITASI)

### PERMOHONAN JUDUL TESIS / SKRIPSI / TUGAS AKHIR\*

Yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama Lengkap	: DEDY WARTONO SITOANG
Tempat/Tgl. Lahir	: MEDAN / 05 Oktober 1990
Nomor Pokok Mahasiswa	: 1614210052
Program Studi	: Teknik Elektro
Spesialisasi	: Teknik Mekatronika
Jumlah Kredit yang telah dicapai	: 119 SKS, IPK 3.19
Nomor Hp	: 085312226364
Program ini mengajukan judul sesuai bidang ilmu sebagai berikut	:

	<b>Judul</b>
ANALISIS MONITORING BLEED TRIP PADA SYSTEM KERJA PNEUMATIC ENGINE PADA PESAWAT BOEING 737-800NG DI PT. LION AIRO	

Formulir ini diisi oleh Dosen Jika Ada Perubahan Judul

Yang Tidak Perlu

Medan, 10 Desember 2019

Permohonan,

( Dedy Wartono Sitohang )

\* Rektor  
  
( Ir. Bhakti Alamsyah, M.T., Ph.D. )

Tanggal : 6/11/2019  
Dibahkan oleh :  
Dokan  
  
( Sri Shiner Indra, S.T., M.Sc. )

Tanggal : .....  
Disetujui oleh :  
Dosen Pembimbing I :  
  
( Solly Aryza, ST, M.Eng )

Tanggal : 6/11/2019  
Disetujui oleh :  
Ka. Prodi Teknik Elektro  
  
( Hamdani, ST, MT )

Tanggal : .....  
Disetujui oleh :  
Dosen Pembimbing II :  
  
( Pristisa Wibowo, ST, MT )

No. Dokumen: FM-UPBM-18-02

Revisi: 0

Tgl. Eff: 22 Oktober 2018

Sumber dokumen: <http://mahasiswa.pancabudi.ac.id>

Dicetak pada: Selasa, 10 Desember 2019 10:04:46



**YAYASAN PROF. DR. H. KADIRUN YAHYA**  
**PERPUSTAKAAN UNIVERSITAS PEMBANGUNAN PANCA BUDI**  
Jl. Jend. Gatot Subroto KM. 4,5 Medan Sunggal, Kota Medan Kode Pos 20122

**SURAT BEBAS PUSTAKA**  
**NOMOR: 2467/PERP/BP/2020**

Perpustakaan Universitas Pembangunan Panca Budi menerangkan bahwa berdasarkan data pengguna perpustakaan saudara/i:

: DEDI WARTONO

: 1614210052

mester : Akhir

: SAINS & TEKNOLOGI

odi : Teknik Elektro

nya terhitung sejak tanggal 20 Juli 2020, dinyatakan tidak memiliki tanggungan dan atau pinjaman buku sekaligus rdaftar sebagai anggota Perpustakaan Universitas Pembangunan Panca Budi Medan.

Medan, 20 Juli 2020  
Diketahui oleh,  
Kepala Perpustakaan,



Sugiarjo, S.Sos., S.Pd.I



Medan, 06 November 2020  
 Kepada Yth : Bapak/Ibu Dekan  
 Fakultas SAINS & TEKNOLOGI  
 UNPAD Medan  
 Di -  
 Tempat

Yang hormat, saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : DEDI WARTONO  
 Tempat/Tgl. Lahir : MEDAN / 5 Oktober 1990  
 Orang Tua : KASTO SITOANG  
 NIM : 1614210052  
 Jurusan : SAINS & TEKNOLOGI  
 Program Studi : Teknik Elektro  
 NPM : 085312226364  
 Alamat : jalan purnama/ gaperta ujung

Sehubungan dengan ini, saya bermohon kepada Bapak/Ibu untuk dapat diterima mengikuti Ujian Meja Hijau dengan judul **ANALISIS MONITORING BLEED TRIP PADA SYSTEM PNEUMATIC ENGINE PADA PESAWAT BOEING 737-800NG Di PT. LION AIR**, Selanjutnya saya menyatakan :

- Melampirkan KKM yang telah disahkan oleh Ka. Prodi dan Dekan
- Tidak akan menuntut ujian perbaikan nilai mata kuliah untuk perbaikan indeks prestasi (IP), dan mohon diterbitkan ijazahnya setelah lulus ujian meja hijau.
- Telah tercapai keterangan bebas pustaka
- Terlampir surat keterangan bebas laboratorium
- Terlampir pas photo untuk ijazah ukuran 4x6 = 5 lembar dan 3x4 = 5 lembar Hitam Putih
- Terlampir foto copy STTB SLTA dilegalisir 1 (satu) lembar dan bagi mahasiswa yang lanjutan D3 ke S1 lampirkan ijazah dan transkripnya sebanyak 1 lembar.
- Terlampir pelunasan kwintasi pembayaran uang kuliah berjalan dan wisuda sebanyak 1 lembar
- Skripsi sudah dijilid lux 2 exemplar (1 untuk perpustakaan, 1 untuk mahasiswa) dan jilid kertas jeruk 5 exemplar untuk penguji (bentuk dan warna penjiilidan diserahkan berdasarkan ketentuan fakultas yang berlaku) dan lembar persetujuan sudah di tandatangani dosen pembimbing, prodi dan dekan
- Soft Copy Skripsi disimpan di CD sebanyak 2 disc (Sesuai dengan Judul Skripsinya)
- Terlampir surat keterangan BKKOL (pada saat pengambilan ijazah)
- Setelah menyelesaikan persyaratan point-point diatas berkas di masukan kedalam MAP
- Bersedia melunaskan biaya-biaya yang dibebankan untuk memproses pelaksanaan ujian dimaksud, dengan perincian sbb :

1. [102] Ujian Meja Hijau	: Rp.	650,000
2. [170] Administrasi Wisuda	: Rp.	1,500,000
3. [202] Bebas Pustaka	: Rp.	100,000
4. [221] Bebas LAB	: Rp.	5,000
<b>Total Biaya</b>	<b>: Rp.</b>	<b>2,255,000</b>

Periode Wisuda Ke : **65**

Ukuran Toga : **S**

Disetujui/Ditetapkan oleh :

Hormat saya



Dedi, ST., MT  
 Fakultas SAINS & TEKNOLOGI



DEDI WARTONO  
 1614210052

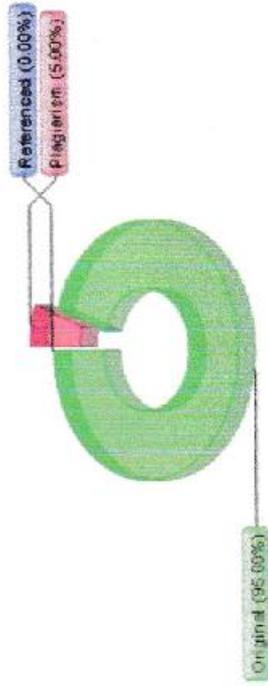
1. Surat permohonan ini sah dan berlaku bila ;
  - o a. Telah dicap Bukti Pelunasan dari UPT Perpustakaan UNPAD Medan.
  - o b. Melampirkan Bukti Pembayaran Uang Kuliah aktif semester berjalan
2. Dibuat Rangkap 3 (tiga), untuk - Fakultas - untuk BPAA (asli) - Mhs.ybs.

### Plagiarism Detector v. 1460 - Originality Report 07/10/20 09:33:31

Analyzed document: DEDY WARTONO SITOHANG\_1614210052\_TEKNIK ELEKTRO.docx Licensed for: Universitas Pembangunan Panca Budi\_License03

Comparison Preset: Rewrite. Detected language: Indonesian

Relation chart



Distribution graph:



Top sources of plagiarism

Source	Wds
<a href="https://id.wikipedia.org/wiki/Pesawat_Jerbang">https://id.wikipedia.org/wiki/Pesawat_Jerbang</a>	400
<a href="https://www.sitonong.com/2018/02/13/jarat-transportasi-udara/">https://www.sitonong.com/2018/02/13/jarat-transportasi-udara/</a>	451
<a href="https://www.sitonong.com/2018/02/13/jarat-transportasi-udara">https://www.sitonong.com/2018/02/13/jarat-transportasi-udara</a>	163

Processed resources details:

45 - Ok / 9 - Failed

[Show other Sources.]

Important notes

Dengan ini saya Ka.LPMU UNPAB menerangkan bahwa surat ini adalah bukti pengesahan dari LPMU sebagai pengesah proses plagiat checker Tugas Akhir/ Skripsi/Tesis selama masa pandemi **Covid-19** sesuai dengan edaran rektor Nomor : 7594/13/R/2020 Tentang Pemberitahuan Perpanjangan PBM Online.

Demikian disampaikan.

NB: Segala penyalahgunaan/pelanggaran atas surat ini akan di proses sesuai ketentuan yang berlaku UNPAB.

Ka.LPMU



Cahyo Pramono, SE.,MM



YAYASAN PROF. DR. H. KADIRUN YAHYA

# UNIVERSITAS PEMBANGUNAN PANCA BUDI

JL. Jend. Gatot Subroto KM 4,5 PO. BOX 1099 Telp. 061-30106057 Fax. (061) 4514808

MEDAN - INDONESIA

Website : [www.pancabudi.ac.id](http://www.pancabudi.ac.id) - Email : [admin@pancabudi.ac.id](mailto:admin@pancabudi.ac.id)

## LEMBAR BUKTI BIMBINGAN SKRIPSI

siswa : DEDI WARTONO  
: 1614210052  
studi : Teknik Elektro  
pendidikan : Strata Satu  
pembimbing : Pristisal Wibowo, ST., MT  
judul : ANALISIS MONITORING BLEED TRIP PADA SYSTEM KERJA PNEUMATIC ENGINE PADA PESAWAT BOEING 737-800NG DI PT. LION AIR

No	Pembahasan Materi	Status	Keterangan
20	Revisi skripsi : 1. Perhatikan format penulisan gambar dan tabel. 2. Selalu tambahkan chitasi/kutipan di setiap gambar dan tabel. 3. Perbaiki flow chart di bab 3 4. Metode penelitian di bab 3 belum dijabarkan 5. Pembahasan di bab 4 belum sesuai dengan rumusan masalah. 6. Lebih di peringkas kesimpulan di bab 5 7. Perbaiki format penulisan daftar pustaka, daftar isi, daftar gambar, daftar tabel. 8. Perbaiki tata bahasa di abstrak	Revisi	
20	ACC SEMINAR HASIL	Disetujui	
20	Tambahkan data pengujian di bab 4	Revisi	
20	Tampilkan alat pengukuran untuk menampilkan hasil dari pneumatik	Revisi	
20	Perkuat pengujian pada rumusan masalah	Revisi	
20	Perbaiki flow chart	Revisi	
20	Perbaiki format penulisan di bab 4	Revisi	
20	Acc sidang meja hijau	Disetujui	
20	ACC JILID	Disetujui	

Medan, 06 November 2020  
Dosen Pembimbing,



Pristisal Wibowo, ST., MT



YAYASAN PROF. DR. H. KADIRUN YAHYA

# UNIVERSITAS PEMBANGUNAN PANCA BUDI

JL. Jend. Gatot Subroto KM 4,5 PO. BOX 1099 Telp. 061-30106057 Fax. (061) 4514808

MEDAN - INDONESIA

Website : [www.pancabudi.ac.id](http://www.pancabudi.ac.id) - Email : [admin@pancabudi.ac.id](mailto:admin@pancabudi.ac.id)

## LEMBAR BUKTI BIMBINGAN SKRIPSI

mahasiswa : DEDI WARTONO  
 : 1614210052  
 Studi : Teknik Elektro  
 Pendidikan : Strata Satu  
 Pembimbing : Solly Aryza, ST.,M.Eng  
 Judul Skripsi : ANALISIS MONITORING BLEED TRIP PADA SYSTEM KERJA PNEUMATIC ENGINE PADA PESAWAT BOEING 737-800NG DI PT. LION AIR

No	Pembahasan Materi	Status	Keterangan
020	Acc seminar hasil	Disetujui	
020	Acc sidang	Disetujui	
amber	Acc jilid	Disetujui	

Medan, 06 November 2020  
Dosen Pembimbing,



Solly Aryza, ST.,M.Eng



10.07



By Rahma Unpab

10.06



Selamat pagi Ibu Dr. Rahmaniar ,  
ST., MT Saya Dedy Wartono  
Sitohang Mahasiswa Universitas  
Pembangunan Panca Budi  
Jurusan Teknik Eletro Saya Sudah  
Mengirimkan file skripsi Untuk  
Permohonan Acc Jilid Bu.  
Mohon Arahana dan  
bimbingannya Bu. Terimakasih  
Sebelumnya Bu.

09.35 ✓✓

Boleh saya telepon Bu? 09.54 ✓✓

Siang saya buka portal 10.04

Bu  
Boleh saya tlpn bu? 10.04 ✓✓

Boleh.. 10.04

ACC jilid 10.05

Terimakasih Bu



10.06 ✓✓



Ketik pesan





10.07



Pak Adisastra Do...

09.51



Selamat Malam Pak  
Mohon Ijin Pak  
Besok Saya di suruh masuk kerja  
Pak  
Mohon arahannya Pak

23.42 ✓✓

Oke, 23.42

Acc jilid 23.42

Hari senin saya bisa ketemu  
Bapak?

23.43 ✓✓

Pak Adisastra Dosen Unpab  
Acc jilid

Terimakasih Pak Sebelumnya Pak

23.43 ✓✓

Bisa, 23.43

Pak Adisastra Dosen Unpab  
Bisa,

Siap pak

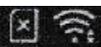
23.43 ✓✓

Sin

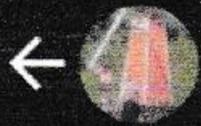


Ketik pesan





10.08



Bu Anisa Unpab...

09.51



8 OKTOBER 2020

Selamat sing Ibu Siti Anisah, ST.,  
MT Saya Dedy Wartono Sitohang  
Mahasiswa Universitas  
Pembangunan Panca Budi  
Jurusan Teknik Eletro saya sudah  
mengirim file skripsi Untuk  
permohonan acc Jilid Bu via  
portal Bu Mohon Arahana Dan  
Bimbingannya Bu. Terimakasih  
Sebelumnya Bu.

13.59 ✓✓

10 OKTOBER 2020

Kalo sudah di acc doping silakan  
diilid

09.59

Bu Anisa Unpab Dosen

Kalo sudah di acc doping silakan  
diilid

Selamat Pagi Bu

Siap Bu Terimakasih Bu

10.01 ✓✓



Ketik pesan



**ANALISIS *MONITORING BLEED TRIP* PADA *SYSTEM*  
*KERJA PNEUMATIC ENGINE* PADA PESAWAT  
B737- 800NG DI PT. LION AIR**

**Dedi Wartono\***

**Solly Aryza\*\***

**Pristisal Wibowo\*\***

**Email: Dedywartono\_sitohang@yahoo.co.id**

**Teknik Elektro Universitas Pembangunan Panca Budi**

**ABSTRAK**

Analisis pada *bleed trip pneumatic engine* pesawat b737-800ng merupakan suatu langkah dalam pengembangan di dalam melakukan *troubleshooting* dan perawatan serta informasi kepada teknisi pesawat terbang dimana permasalahan yang sering terjadi menyebabkan setiap pesawat terkendala di dalam penerbangan, *bleed trip* merupakan sebuah *indication* dan *protection* yang terpasang di sistem *bleed air/ pneumatic* yang dihasilkan dari putaran kompresor pada mesin pesawat terbang itu sendiri, maka pentingnya kita mengetahui penyebab-penyebab *bleed trip* ini terjadi. Dalam tugas akhir ini penulis melakukan penelitian dengan menggunakan *pneumatic tester* dan *fluidsim 3* dalam melakukan analisis ketika terjadi *bleed trip* pada sistem kerja *pneumatic engine* di pesawat boeing737-800ng.

**Kata kunci:** Analisis pada sistem kerja *bleed trip*

\*Mahasiswa Universitas Pembangunan Panca Budi Medan  
Dedywartono\_sitohang@yahoo.co.id

\*\*Dosen Program Studi Elektro

**ANALISIS MONITORING BLEED TRIP PADA SYSTEM  
KERJA PNEUMATIC ENGINE PADA PESAWAT  
B737- 800NG DI PT. LION AIR**

**Dedi Wartono\***

**Solly Aryza \*\***

**Pristisal Wibowo \*\***

**Email: Dedywartono\_sitohang@yahoo.co.id**

**Electrical Engineering, Panca Budi Development University**

*ABSTRACT*

*Analysis of the b737-800ng pneumatic engine bleed trip is a step in the development of troubleshooting and maintenance as well as information to aircraft technicians where problems that often occur cause each aircraft to be constrained in flight, bleed trip is an indication and protection installed in Bleed air / pneumatic system is generated from the rotation of the compressor on the aircraft engine itself, so it is important for us to know the causes of this bleed trip. In this final project, the authors conducted a study using a pneumatic tester and fluids3 in analyzing when a bleed trip occurred in the pneumatic engine working system in Boeing737-800ng aircraft.*

***Keywords: Analysis of the bleed trip work system***

\*Mahasiswa Universitas Pembangunan Panca Budi Medan  
Dedywartono\_sitohang@yahoo.co.id

\*\*Dosen Program Studi Elektro

## KATA PENGANTAR

Puji Syukur kepada Tuhan Yang Maha Esa yang telah memberikan kasih karunia-Nya, sehingga penyusunan Skripsi yang berjudul **“ANALISIS MONITORING BLEED TRIP PADA SYSTEM KERJA PNEUMATIC ENGINE PADA PESAWAT B737-800NG DI PT. LION AIR”** dapat diselesaikan dengan baik.

Penyusun menyadari bahwa penulisan skripsi ini dapat diselesaikan atas bantuan dari berbagai pihak oleh karenanya pada kesempatan ini penyusun menyampaikan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Bapak Dr. H.Muhammad Isa Indrawan, SE., MM., selaku Rektor Universitas Pembangunan Panca Budi Medan.
2. Bapak Hamdani,ST.,MT., selaku Dekan Fakultas Sains Dan Teknologi Universitas Pembangunan Panca Budi Medan.
3. Ibu Siti Anisah,ST.,MT.,selaku ketua program studi Teknik Elektro Fakultas Sains dan Teknologi Pembangunan Panca Budi Medan
4. Bapak Solly Aryza,ST.,M.Eng., selaku Dosen Pembimbing 1 yang telah sabar dan banyak meluangkan waktu serta ilmunya untuk penulisan tugas akhir ini.
5. Bapak Pristisal Wibowo,ST.,MT., selaku Dosen Pembimbing 2 yang juga telah sabar dan banyak meluangkan waktu serta ilmunya untuk penulisan tugas akhir ini.

6. Hermiati Putri Bungsu S.kom, selaku administrasi program studi Teknik Elektro yang telah membantu penulis untuk menyelesaikan administrasi.
7. Kepada seluruh Dosen Studi Sains dan Teknologi Universitas Pembangunan Panca Budi Medan yang telah memberikan ilmu untuk menyelesaikan tugas akhir ini.
8. Kepada orang tua penulis yang telah banyak membantu dalam menyelesaikan Tugas akhir ini.
9. Semua pihak yang telah membantu dalam menyelesaikan Tugas akhir ini.

Penyusun menyadari bahwa dalam pelaksanaan dan penulisan skripsi ini penuh dengan keterbatasan, namun besar harapan penyusun agar skripsi ini dapat bermanfaat.

Medan, 27 Oktober 2020

Hormat Saya

Dedi Wartono

NPM 1614210052

## DAFTAR ISI

<b>LEMBAR PENGESAHAN .....</b>	
<b>PERNYATAAN ORISINALITAS.....</b>	<b>i</b>
<b>PERSETUJUAN PUBLIKASI KARYA ILMIAH .....</b>	<b>ii</b>
<b>ABSTRAK .....</b>	<b>iii</b>
<b>ABSTRACT.....</b>	<b>iv</b>
<b>KATA PENGANTAR.....</b>	<b>v</b>
<b>DAFTAR ISI.....</b>	<b>vii</b>
<b>DAFTAR TABEL .....</b>	<b>x</b>
<b>DAFTAR GAMBAR.....</b>	<b>xi</b>
<b>BAB 1 PENDAHULUAN .....</b>	<b>1</b>
1.1 Latar Belakang Masalah.....	1
1.2 Rumusan Masalah .....	3
1.3 Batasan Masalah.....	3
1.4 Tujuan Masalah .....	3
1.5 Manfaat Penelitian .....	4
1.6 Sistematika Penulisan .....	4
<b>BAB 2 LANDASAN TEORI .....</b>	<b>6</b>
2.1 Pesawat Terbang.....	6

2.2 Wings (Sayap).....	8
2.3 Engine .....	11
2.3.1 Full Power .....	14
2.3.2 Idle Power.....	15
2.4 Sistem Dalam Pesawat.....	16
2.5 Sistem <i>Bleed Air</i> Pada Pesawat BOEING 737 .....	16
2.6 Engine <i>Bleed Air System</i> .....	19
2.6.1 <i>Pneumatic</i> .....	20
2.7 <i>Bleed Trip</i> .....	21
2.8 <i>Fluidsim3</i> .....	23
<b>BAB 3 METODE PENELITIAN.....</b>	<b>25</b>
3.1 Waktu dan Tempat Penelitian .....	25
3.2 Metode Pengumpulan Data .....	25
3.3 Metode Penelitian.....	25
3.4 Flowchart .....	26
3.5 <i>Pneumatic Tester</i> .....	27
3.5.1 <i>Precooler Control Valve Health Check</i> .....	27
3.5.2 <i>High Stage Valve/High Stage Regulator Health Check</i> .....	28
3.5.3 Pengukuran <i>Voltage</i> Yang Masuk Dan <i>Fuctional Test Of Sensor</i> 490°F, Pengukuran <i>Resistance</i> .....	28

<b>BAB 4 HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN.....</b>	<b>32</b>
4.1 Profil Lokasi Penelitian.....	32
4.2 Sistem Kerja <i>Pneumatic Engine</i> .....	33
4.3 Sistem Kerja Monitoring <i>Bleed Trip</i> Pada <i>Pneumatic Engine</i> Pesawat Boeing 737-800ng.....	37
4.4 Sistem Perbaikan Pada <i>Pneumatic Engine</i> Saat <i>Bleed Trip</i> .....	40
4.4.1 <i>Pneumatic tester</i> .....	40
4.4.2 <i>Bleed trip</i> terjadi ketika sedang <i>takeoff</i> .....	42
4.4.2.1 <i>Precooler System</i> Secara <i>Visual Check</i> .....	42
4.4.2.2 Perbaikan <i>Precooler System</i> Dengan <i>Pneumatic Tester</i> .	43
4.4.2.3 <i>High Stage System</i> .....	47
4.4.3 <i>Bleed trip</i> terjadi ketika pesawat <i>climb</i> .....	48
4.4.4 <i>Bleed trip</i> terjadi ketika pesawat di <i>Ground/Taxi</i> .....	49
<b>BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN.....</b>	<b>55</b>
5.1 Kesimpulan .....	55
5.2 Saran.....	56

## DAFTAR PUSTAKA

## LAMPIRAN

## DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Simbol dan fungsi .....	24
Tabel 3.1 <i>Precooler Control Valve Health Check</i> .....	27
Tabel 3.2 <i>High Stage Valve/High Stage Regulator Pneumatic Tester</i> .....	28
Tabel 3.3 <i>Pneumatic Tester</i> .....	30
Tabel 4.1 Hasil penelitian menggunakan Avometer .....	34
Tabel 4.2 <i>Bleed Trip Fault</i> Hasil penelitian menggunakan Avometer .....	40

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Pesawat Terbang dan Komponen Utama .....	7
Gambar 2.2 Bentuk Pesawat Tempur .....	8
Gambar 2.3 Bagian dari Komponen Sayap Pesawat .....	9
Gambar 2.4. <i>Wings</i> dan <i>Body</i> Pesawat Utuh .....	9
Gambar 2.5 <i>Flight control surfaces</i> .....	11
Gambar 2.6. Termodinamika Siklus.....	13
Gambar 2.7. Kompresor Sentrifugal dan kompresor Axial .....	14
Gambar 2.8. <i>Engine thrust lever</i> pada Posisi <i>Full Power</i> .....	15
Gambar 2.9. <i>Engine</i> pada Posisi <i>Iddle Power</i> .....	15
Gambar 2.10. <i>Power Plant General Description</i> .....	17
Gambar 2.11. <i>Pneumatic system schematic</i> .....	19
Gambar 2.12. Sistem Skematis <i>Pneumatic</i> .....	21
Gambar 2.13 <i>Engine starting general</i> .....	22
Gambar 3.1 Flow chart simulasi <i>bleed trip</i> .....	26
Gambar 3.2 <i>Engine Pneumatic System</i> .....	29
Gambar 4.1 <i>Pneumatic Engine</i> menggunakan fluids3 .....	33
Gambar 4.2 Hasil pengukuran <i>voltage</i> . .....	35
Gambar 4.3 <i>Indication Bleed Trip</i> .....	37
Gambar 4.4 <i>Bleed trip on condition</i> .....	39
Gambar 4.5 <i>Normal Condition</i> .....	39
Gambar 4.6 <i>Precooler System</i> Secara Visual .....	42
Gambar 4.7 <i>Precooler Control valve</i> .....	44
Gambar 4.8 <i>Precooler Control valve</i> .....	44
Gambar 4.9 <i>High Stage Sistem</i> .....	47

## **BAB 1**

### **PENDAHULUAN**

#### **1.1 Latar Belakang Masalah**

Tingginya jumlah kebutuhan masyarakat untuk transportasi jarak jauh menjadikan penerbangan tidaklah hanya sebuah moda transportasi biasa dilihat dari tingginya jumlah penumpang setiap penerbangan dari dalam dan luar negeri. “Konsumen adalah setiap orang atau keluarga yang mendapatkan barang untuk dipakai dan tidak untuk diperdagangkan” (Miru, 2004), sehingga dapat disimpulkan bahwa barang yang akan dipakai oleh konsumen merupakan tanggung jawab maskapai baik dari segi pelayanan maupun keamanan.

Perkembangan di dunia teknologi sangat berpengaruh pada perkembangan dan pertumbuhan perekonomian dunia khususnya di dunia penerbangan. Penerbangan di dunia dikuasai oleh dua perusahaan pembuat pesawat terbang yaitu boeing dan airbus, boeing berdiri di America dan airbus berada di Eropa.

Tingginya dan banyaknya jumlah penerbangan baik dalam maupun luar negeri tidak selamanya dapat terselenggara dengan baik. oleh karena itu tidak menutup kemungkinan terjadinya hal yang buruk terjadi pada setiap pesawat sebagai alat transportasi.

PT. Lion Air Group merupakan salah satu perusahaan swasta yang ada di Indonesia yang berdiri pada tahun 2000 yang menjadi salah satu Perusahaan pengguna pesawat boeing terbanyak di Indonesia dengan jenis B737-800ng dan B737-900ER (extended range) mengoperasikan 178 unit, yang melayani ke seluruh pelosok wilayah penerbangan di Indonesia ([https://id.rn.wikipedia.org/wiki/Lion\\_Air](https://id.rn.wikipedia.org/wiki/Lion_Air)).

Boeing merupakan pesawat high teknologi yang semua sistem sudah menggunakan sensor dalam mendeteksi kegagalan sistem yang berkembang dari masa ke masa, pesawat boeing mempunyai komponen-komponen yang harus di perhatikan ketika di gunakan karena pesawat ini beroperasi untuk mengangkut penumpang maka itu dari *landing gear, fuselage, engine, wing, dan tail cone*.

Tingginya angka kecelakaan pada pesawat yang disebabkan oleh kegagalan salah satu perangkat di pesawat seperti salah satunya yang terjadi pada sistem kerja *Pneumatic Engine*. Sistem ini adalah sebuah system yang mengatur dan melindungi komponen dan *engine* itu sendiri agar terhindar dari kerusakan yang sangat fatal adapun *source bleed* atau udara pada pesawat terbang di hasilkan dari *Engine compressor* dan *Apu bleed*.

Salah satu penyebab kegagalan pada penerbangan pesawat adalah tidak semua awak pesawat mengetahui terjadinya kendala pada pesawat baik *onground* maupun *inflight*. *Bleed trip* merupakan salah satu *safety* dimana jika terjadi *trouble* pada *bleed* air sistem yang menyebabkan *bleed trip* maka pesawat tidak dapat terbang jauh dan kendala yang sering terjadi hanyalah Pilot pesawat yang mengetahui pada saat *inflight*.

Dari masalah yang telah di jabarkan di atas maka penulis mengangkat judul ini **“ANALISIS MONITORING BLEED TRIP PADA SYSTEM KERJA PNEUMATIC ENGINE PADA PESAWAT B737-800NG DI PT. LION AIR”**

## 1.2 Rumusan Masalah

Pada pembahasan latar belakang masalah diatas, maka peneliti memiliki rumusan masalah yang ingin dibahas, yaitu:

1. Bagaimana system kerja *bleed trip* pada pesawat *boeing 737-800ng* di PT. Lion Air?
2. Bagaimana system kerja *monitoring bleed trip* pada *pneumatic engine* pesawat *boeing 737-800ng* di PT. Lion Air?
3. Bagaimana sistem perbaikan pada *pneumatic engine* ketika terjadi *bleed trip*?

## 1.3 Batasan Masalah

Pada pembahasan latar belakang masalah diatas, maka peneliti memiliki batasan-batasan masalah yang tidak di bahas pada tugas akhir ini yaitu:

1. Tidak membahas tentang cara kerja sistem *engine boeing 737-800ng*.
2. Tidak membahas tentang rumus-rumus.
3. Tidak membahas tentang sistem pesawat lainnya kecuali tentang *engine bleed trip*.

## 1.4 Tujuan Masalah

Seperti yang di terangkan peneliti di atas maka tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

- 1 Untuk memahami bagaimana system kerja *bleed trip* pada pesawat *boeing 737 - 800ng* di PT. Lion Air
- 2 Menganalisis system kerja *monitoring bleed trip* pada *pneumatic engine* pesawat *boeing 737-800ng* di PT. Lion Air

- 3 Memahami system perbaikan pada *pneumatic engine* ketika terjadi *bleed trip*.

### **3.5 Manfaat Penelitian**

Dari penelitian yang akan dilakukan, diharapkan hasilnya dapat bermanfaat bagi pihak lain:

1. Mengembangkan ilmu pengetahuan terutama dalam bidang mikrokontroler yang diterapkan dalam aplikasi Sistem semikonduktor pada pesawat.
2. Membantu mengetahui ilmu pengetahuan terutama dalam bidang teknik elektro yang diterapkan dalam aplikasi sistem pesawat.
3. Menjadikan referensi bagi penulis dalam menambah ilmu pengetahuan terutama dalam bidang dunia penerbangan yang diterapkan dalam aplikasi Sistem semikonduktor pada pesawat dan juga dapat digunakan sebagai salah satu sarana penunjang Praktikum di Teknik Elektro di Universitas Pembangunan Pancabudi.

### **3.6 Sistematika Penulisan**

Secara garis besar sistematika penulisan dalam penelitian kerja praktek ini berisi lima bab yang terdiri sebagai berikut:

#### **BAB 1: PENDAHULUAN**

Bab ini mengemukakan secara garis besar isi penelitian yang meliputi latar belakang masalah, perumusan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian, batasan masalah, dan sistematika penulisan.

**BAB 2: LANDASAN TEORI**

Dalam bab ini berisikan teori-teori pendukung/penunjang yang bersumber dari jurnal, text book, e-book, maupun sumber terkait lainnya yang berhubungan dengan permasalahan yang akan dibahas dalam penelitian tugas akhir.

**BAB 3: METODOLOGI PENELITIAN**

Bab ini menjelaskan tentang metode penelitian yang akan digunakan serta langkah-langkah yang akan dilakukan dalam memecahkan masalah beserta *flowchart* alur penelitian.

**BAB 4: HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN**

Bab ini berisikan tentang membahas hasil *system* penelitian dan *system* kerja *Engine Bleed Source* Atau *Pneumatic Source*

**BAB 5: KESIMPULAN DAN SARAN**

Bab ini berisikan tentang kesimpulan dan saran yang didapat dan kemudian dijelaskan maksud dari hasil penelitian dan sistem Kerja *Engine Bleed Source* atau *Pneumatic Source*

**DAFTAR PUSTAKA**

Berisi referensi dan kutipan buku, jurnal, dan lain-lain.

## BAB II

### LANDASAN TEORI

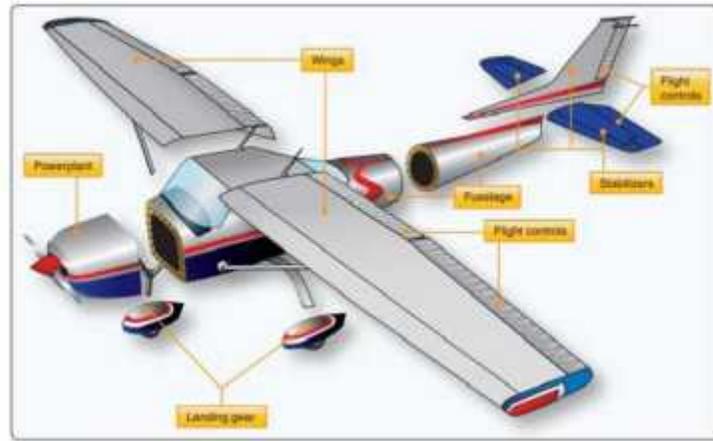
#### 2.1 Pesawat Terbang

Pesawat terbang merupakan penemuan yang sangat menguntungkan bagi umat manusia karena sangat berpengaruh pada kehidupan, Pesawat terbang adalah pesawat udara yang lebih berat dari udara, bersayap tetap dan dapat terbang dengan tenaga sendiri. Penemu pesawat terbang adalah wright bersaudara yaitu *Orville wright* dan *Wilbur wright*, dengan menggunakan pesawat rancang sendiri yang dinamakan *flyer* yang diluncurkan pada tahun 1903 di sekitar amerika serikat. selain *wright* bersaudara ada juga beberapa penemu pesawat lainnya salah satunya adalah *Samuel F Cody* yang melakukan aksinya di lapangan *Farnborough*, Inggris pada tahun 1910, dibawah ini adalah nama-nama penemu pesawat udara;

1. *Joseph Montgolfier* dan *Etiene Montgolfier* merupakan penemu balon udara panas yang berkebangsaan Prancis pada tahun 1782.
2. *Samuel F Cody* yang melakukan aksi pengenalan pesawat udara di tahun 1910 yang berlokasi di lapangan *farnborough* di negara Inggris.
3. *Ferdinand Von Zeppelin* penyempurnaan dari balon udara panas dengan memodifikasi balon berbentuk cerutu yang digunakan untuk mengangkut penumpang dan barang pada tahun 1900.

Setelah berkembang dari zaman ke zaman pesawat terbang banyak mengalami modifikasi baik dari rancang bangun, bentuk dan mesin pesawat untuk memenuhi kebutuhan transportasi udara, sedangkan pesawat komersial yang lebih besar dibuat

pada tahun 1949 yang bernama *Bristol Brabazon*.



**Gambar 2.1 Pesawat Terbang dan Komponen Utama**

*Sumber: FAA Hand Book volume 1, 2018*

Pesawat *boeing* sendiri mengalami perkembangan dari setiap generasinya, dari seri b737-300/400/500 sampai ke type yang generasi terbaru yaitu b737-600/700/800/900er, yang saat ini banyak digunakan didunia penerbangan sebagai pesawat komersial pabrik *boeing* berlokasi di *Seattle, Washington, AS* berdiri pada tahun 1916. Pendirinya *William edward boeing*.

The boeing company merupakan salah satu produsen pesawat terbesar didunia. Pabrik boeing tidak hanya membuat pesawat tetapi juga merancang bahkan menyewakan pesawat, *boeing company* saat ini juga tidak hanya membuat pesawat untuk komersial tetapi juga membuat pesawat rotor, roket dan satelit.

Pesawat tempur, pesawat yang digunakan saat perang diudara. Pada umumnya pesawat tempur memiliki bentuk yang ramping, dapat bergerak lincah, dan di perlengkapi dengan persenjataan yang lengkap didalamnya. Pesawat tempur terbagi menjadi bagian-bagian pesawat, jenis mesin pesawat, dan bahan bakar pesawat.

Bagian-bagian pesawat yaitu bagian depan, sayap dan badan pesawat, ekor, dan persenjataan. Jenis mesin pesawat tempur yang dipakai yaitu mesin turbofan. Bahan bakar pesawat tempur memakai *avtur*. Fungsi Pesawat Tempur Pesawat Tempur memiliki fungsi yaitu sebagai pertahanan dan pertempuran yang dilakukan di udara, pesawat tempur ini dituntut untuk dapat melakukan manuver secara lincah dan cepat tunggal dan kemampuan tempurnya sudah terbukti.



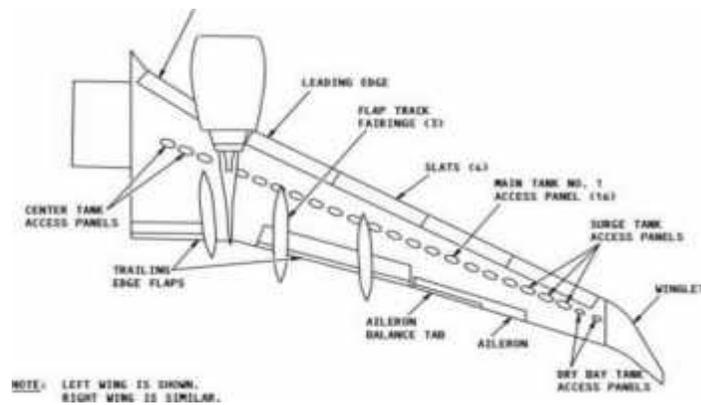
**Gambar 2.2 Bentuk Pesawat Tempur**

*Sumber: JDobney, 2014*

## **2.2 Wings (Sayap)**

Wings merupakan salah bagian utama didalam sebuah pesawat terbang yang berfungsi menghasilkan gaya angkat, memiliki rumus sebagai berikut:

$$L = \frac{Cl \cdot \rho \cdot V^2 \cdot s}{2}$$



**Gambar 2.3 Bagian dari Komponen Sayap Pesawat**

*Sumber: Aircraft Maintenance Manual, 2017*



**Gambar 2.4. Wings dan Body Pesawat Utuh**

*Sumber: J Dobney, 2014*

Gambar 2.4 menunjukkan bahwa wings digunakan sebagai penopang engine, pada sayap ada 2 bagian yang melekat yaitu:

1. *Engine nacelle/pylon*

Engine nacelle/pylon adalah: tempat pemasangan sekaligus rumah dari engine pesawat udara yang terpisah dari badan pesawat yang memegang mesin, bahan bakar dan peralatan dipesawat terbang, yang bisa berbentuk bulat atau

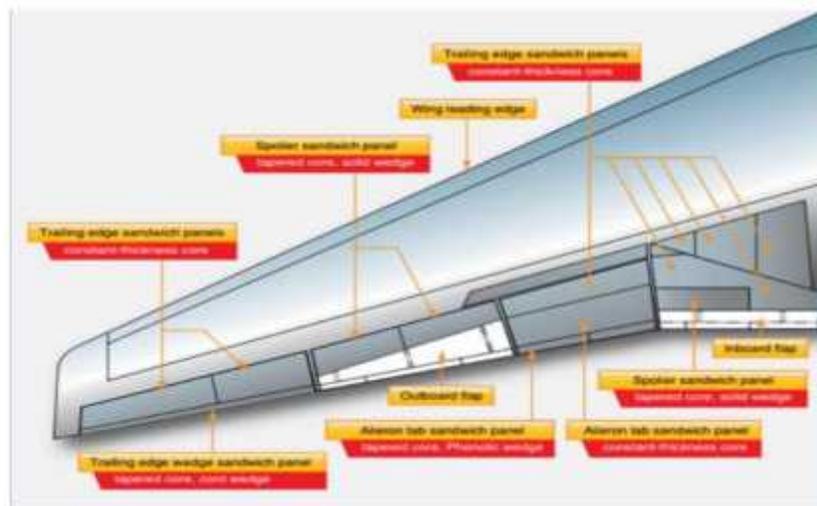
lonjong dan bentuknya harus strimline terhadap udara, dan kontruksinya terdiri dari:

- a. skin*
- b. cowling*
- c. struktural member*
- d. fire wall*
- e. engine mount*

2. *Flight control surfaces*

*Flight control surfaces* adalah sebuah bidang kemudi yang berbentuk *airfoil* yang dirancang untuk mengubah sikap pesawat terbang, yang terpasang pada *wings section* dan *tail section*. *flight control surfaces* dibagi dalam 3 kelompok utama yaitu;

- a. primary control surface*
- b. secondary control surface*
- c. auxiliary control surface*



**Gambar 2.5 Flight control surfaces**

*Sumber: U.S Department of transportation, 2018*

### 2.3 Engine

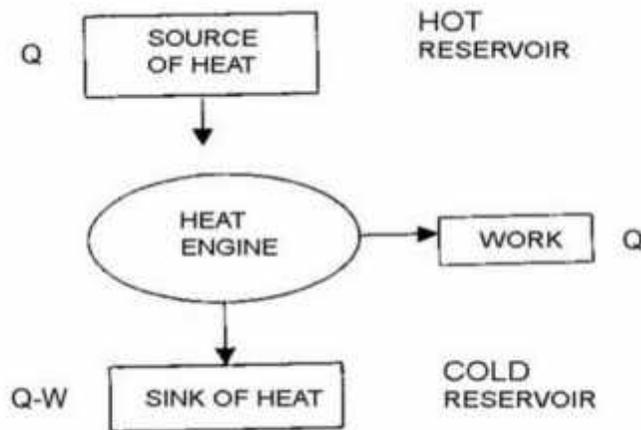
*Engine* merupakan mesin yang dapat mengubah energi menjadi gerak, alat yang dapat mengubah panas menjadi gerak biasanya disebut sebagai mesin yang mempunyai banyak sekali tipe. Salah satu tipenya adalah mesin panas seperti mesin pembakar dalam yang bekerja dengan membakar bahan bakar dan udara, dan menggunakan gas panas yang dihasilkan untuk menghasilkan tenaga. Mesin pembakar luar, contohnya mesin uap menggunakan panas untuk menghasilkan tenaga melalui cairan terpisah. Tipe umum dari sebuah *engine* adalah motor elektrik motor ini bekerja dengan adanya sumber dari listrik dan menghasilkan gerak melalui medan elektromagnetik.

Mesin (bahasa Inggris: *machine*) adalah alat mekanik atau elektrik yang mengirim atau mengubah energi untuk melakukan atau alat membantu mempermudah pekerjaan manusia. Biasanya membutuhkan sebuah masukan sebagai pemicu,

mengirim energi yang telah diubah menjadi sebuah keluaran, yang melakukan tugas yang telah disetel. Mesin dalam bahasa Indonesia sering pula disebut dengan sebutan pesawat, contoh pesawat telepon untuk tejemahan bahasa Inggris *telephone machine*. Namun belakangan kata pesawat cenderung mengarah ke kapal terbang.

Mesin telah mengembangkan kemampuan manusia sejak sebelum adanya catatan tertulis. Perbedaan utama dari alat sederhana dan mekanisme atau pesawat sederhana adalah sumber tenaga dan mungkin pengoperasian yang bebas. Istilah mesin biasanya menunjuk ke bagian yang bekerja bersama untuk melakukan kerja.

Biasanya alat-alat ini mengurangi intensitas gaya yang dilakukan, mengubah arah gaya, atau mengubah suatu bentuk gerak atau energi ke bentuk lainnya. *Engine* merupakan komponen utama dalam sistem pesawat terbang karena merupakan inti dari prinsip pesawat itu dapat terbang *engine* selain menghasilkan *pneumatic* yang digunakan untuk *pressurized* pada pesawat juga bagian yang menghasilkan sumber listrik dari putaran *generator*, serta gaya dorong yang dihasilkan dari putaran *fan blade*. *Engine* pada pesawat boeing 737-800ng bertipe *cfm56-7b* yang mampu menghasilkan *260.000 thrust power*, *Engine cfm56-7b* merupakan *engine high bypass ratio, dual rotor* dan *axial turbofan engine*. *Engine* juga di bagi dalam ada *piston engine* dan Panas pada sebuah mesin dapat diubah menjadi sebuah energi gerak tetapi energi yang diubah tidak dapat komplit 100% pada gambar dibawah ini secara sesderhana menjelaskan bagaimana energi panas dapat diubah menjadi energi gerak dan ini adalah salah hukum termodinamika.



**Gambar 2.6. Termodinamika Siklus**

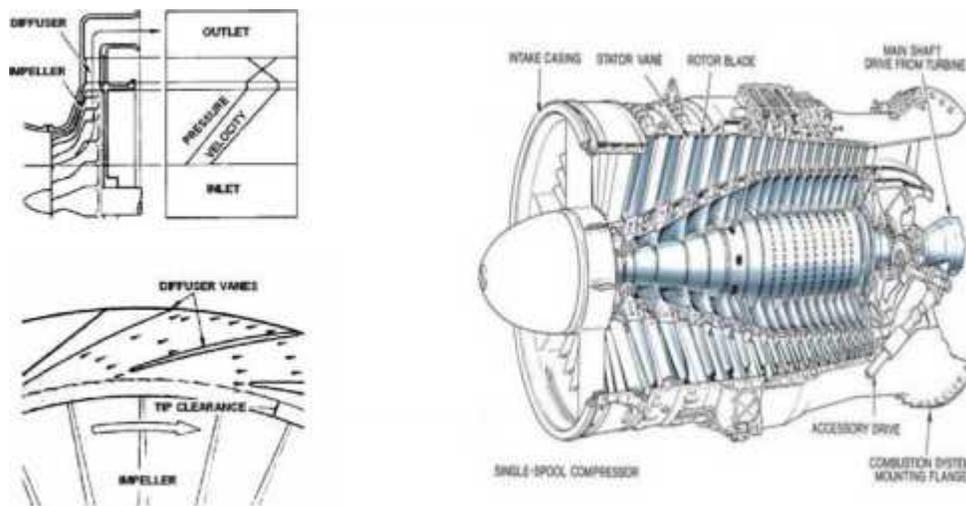
*Sumber: JDobney, 2014*

Pada bagian engine juga banyak komponen yang harus diperhatikan yaitu; BAR, PRSOV, HSR, EEC, PCCV, HSV, semua komponen-komponen yang di atas merupakan bagian utama sistem *bleed* air dan didalam sistem kerja *pneumatic* yang menghasilkan *bleed air*, *bleed air* sendiri di jaga tekanan dan suhu agar dapat digunakan pada sistem pesawat boeing.

Jenis kompresor pada mesin pesawat secara umum dibagi menjadi dua tipe yaitu kompresor sentrifugal dan kompresor aksial. Pada kompresor sentrifugal, kompresor mengambil udara yang masuk dan mempercepat udara tersebut dengan gaya sentrifugal.

Adapun kelebihan dan kekurangan dari kedua jenis, sentrifugal compressor biasanya lebih kuat dari tipe aliran aksial dan juga lebih mudah mengembangkan dan memproduksi. Jenis aliran aksial, mengkonsumsi lebih banyak udara daripada compressor sentrifugal dari area frontal yang sama dan juga dapat dirancang untuk rasio tekanan tinggi lebih mudah. Karena aliran udara merupakan faktor penting

dalam menentukan jumlah dorong, ini berarti bahwa mesin kompresor aksial akan juga memberi lebih banyak dorongan untuk area frontal yang sama. Dengan rasio tekanan yang lebih tinggi, ada efisiensi dan kinerja engine yang lebih tinggi untuk konsumsi dan dorongan bahan bakar spesifik yang ditingkatkan (J. Dobney, 2014). Pada gambar 2.7 ini adalah contoh kompresor *sentrifugal* dan kompresor *axial*.



**Kompresor Sentrifugal**

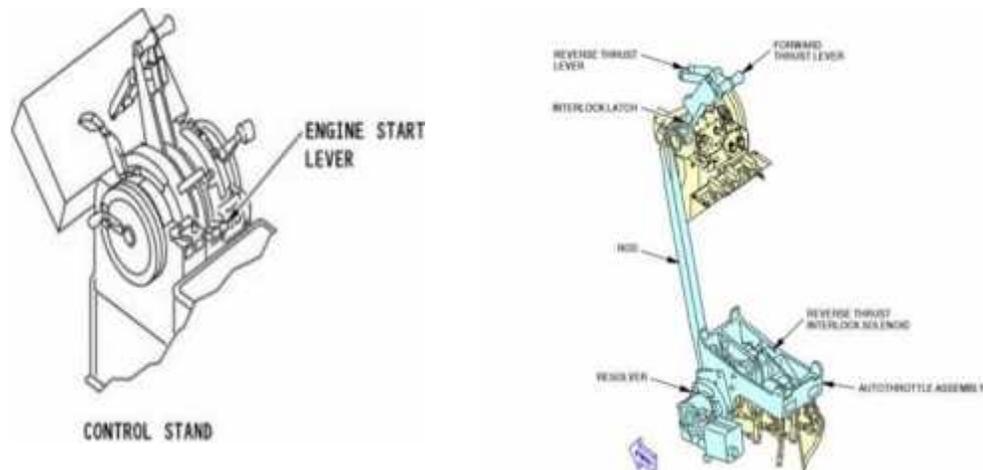
**Kompresor Axial**

**Gambar 2.7. Kompresor Sentrifugal dan kompresor Axial**

*Sumber: JDobney, 2014*

### 2.3.1 Full Power

*Full power* pada sebuah *engine* pesawat adalah dimana mesin pesawat bekerja secara maksimal untuk menghasilkan gaya dorong paling tinggi dengan meletakkan *handle thrust lever* di posisi *full up*, maksimal gaya dorong yang di hasilkan 260000 seperti gambar di bawah ini:



**Gambar 2.8. Engine thrust lever pada Posisi Full Power**

*Sumber: Aircraft Maintenance Manual, 2013*

### 2.3.2 Idle Power

*Idle Power*: Momentum saat *engine* bekerja dengan *low thrust* tetapi masih menghasilkan gaya dorong yang stabil dan posisi *thrust lever* dalam keadaan *idle*, dalam *idle power engine* tetap masih menghasilkan sumber arus listrik yang dapat digunakan pada pesawat dari generator yang terpasang pada engine, keadaan *idle power* dapat kita lihat seperti gambar dibawah ini.



**Gambar 2.9. Engine pada Posisi Idle Power**

*Sumber: Penulis, 2020*

## 2.4 Sistem Dalam Pesawat

Pesawat terbang merupakan salah satu transportasi yang memiliki banyak sistem dalam pengendaliannya maupun pengoperasiannya. Pesawat terbang memiliki sistem yang kompleks dimana terbagi menjadi sistem sederhana yang melakukan fungsinya masing-masing.

Berikut ini adalah sistem dalam pesawat terbang:

- a. *Electrical system*
- b. *Hydraulic system*
- c. *Navigation system*
- d. *Flight control system*
- e. *Ice protection (antiicing and deicing) system*
- f. *Cooling System*

## 2.5 Sistem Bleed Air Pada Pesawat BOEING 737

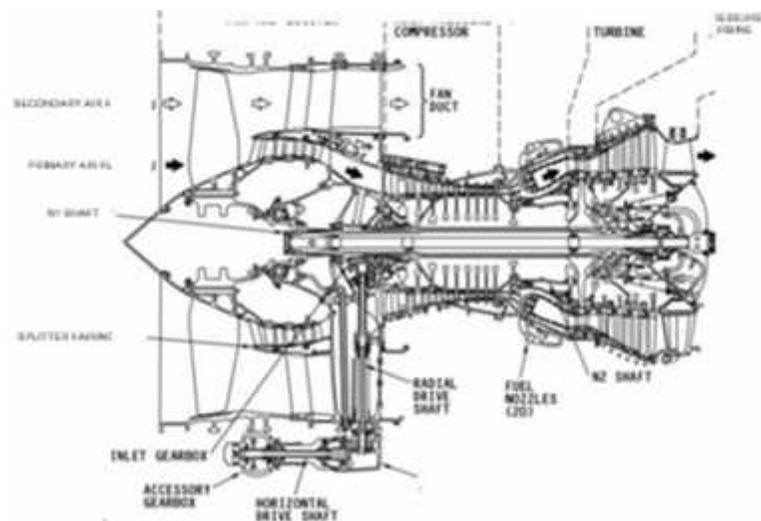
Pada pesawat boeing 737 dilengkapi dengan dua engine cfm56-7b, *engine* ini berfungsi untuk menghasilkan gaya dorong pada pesawat. Serta engine pada pesawat dapat menyupalipower pada sistem dibawah ini:

- a. *Electrical*
- b. *Hydraulic*
- c. *Pneumatic*

Pada dewasa ini penulis hanya focus pada sistem *pneumatic/bleed air* sistem serta pada *chapter* (ata36), ini bertujuan untuk memberikan informasi dalam melakukan troubleshooting techniques dan prosedur perawatan pada komponen *engine bleed air* sistem. Engine bleed air sistem didisain untuk menyupali udara yang

bertekanan dari kompresor kesistem *air conditioning pack* dengan tujuan agar pesawat dapat *pressurization* pada saat terbang (*in flight*), pada engine ini terdapat dua kompresor yang menghasilkan udara yang bertekanan yaitu dari kompresor *stage 9* dan *stage 5*.

Sistem *pneumatic* mendapatkan udara dari *engine stage 9* kompresor (*hight stage*) pada keadaan dimana *low throttle settings* dan *stage 5* kompresor (*low stage*) pada keadaan dimana *hight trhottle settings* udara didapatkan dari *stage 5* dan *stage 9* komresor saction.. Gambar dibawah ini secara sederhana menjelaskan sistem kerja *pneumatic*.



**Gambar 2.10. Power Plant General Description**

*Sumber: Training Manual Book, 2003*

Ketika pesawat terbang (*in flight*) terdapat beberapa *phases* setiap komponen harus mampu bekerja dengan baik dan dapat diatur agar kebutuhan untuk *pressurization* pada pesawat serta mencapai tujuan yang dibutuhkan. *Bleed air regulator* (BAR) mengontrol *Pressure Regulator And Shutoff Valve* (PRSOV) dengan

tujuan supaya perssure yang dihasilkan tidak melebihi batas yang sudah ditentukan yaitu  $42\pm 8$  Psi. *Engine bleed air* sistem pada b737 memiliki kontrol *temperature* yang berulang oleh *precooler control valve (PPCV)* dan *precooler*. *Precooler heat exchanger* menerima udara dari *fan engine* untuk mendinginkan udara panas dari kompresor, *valve* pada *precooler* berfungsi untuk mengontrol *temperature* dari  $390^{\circ}\text{F}$  sampai  $450^{\circ}\text{F}$  ( $199\text{-}232^{\circ}\text{C}$ ). Sebuah sistem juga digukan untuk mengontrol *compressor air* yang akan digunakan baik dari *compressor stage 5* maupun *stage 9*. Saat *engine* bekerja dikeadaan *lower speed N1*, sistem atau udara bertekanan dihasilkan dari *stage 9*, karena pada keadaan ini udara yang dihasilkan lebih baik dan sesuai dengan kebutuhan yang diinginkan untuk digunakan pada *pack*, karena kompresor *stage 5* masih terlalu lemah untuk mengasilkan udara yang diinginkan. *HighStageRegulator (HSR)* dan *High Stage Valve (HSV)* berfungsi untuk mengontrol udara yang dihasilkan dari *satge 9* agar sesuai dengan kebutuhan yaitu  **$32\pm 6$  Psi**. Perubahan fungsi akan terjadi ketika engine dalam *higher speed* dan udara yang bertekanan dihasilkan lebih besar dari  $32\pm 6$  psi maka secara otomatis *high stage reguator(HSR)* akan memerintahkan *high stage valve (HSV)* untuk kembali ke posisi *closed*, dan sistem dari *stage 5* akan bekerja untuk menghasilkan udara yang bertekan dan ketika *pressure drop* dibawah  **$32\pm 6$**  psi maka *high stage regulator(HSR)* akan kembali memerintahkan *high stage valve(HSV)* untuk kembali ke posisi *open* dan *stage 9* yang akan menyupali udara yang bertekan untuk digunakan pada sistem pesawat. Pada *sistem bleed air* ini juga terdapat sebuah *check valve* yang didisain untuk mencegah udara masuk ke *stage 5*, apabila udara yang dihasilkan *stage 9* dan *stage 5* sama. Maka *high stage regulator (HSR)* tetap



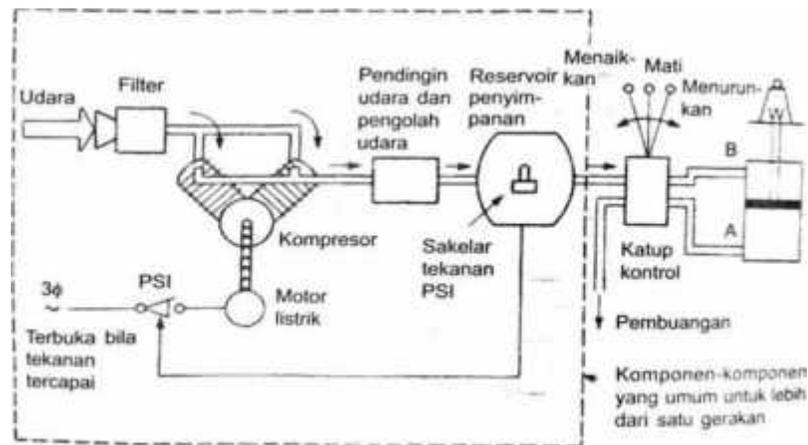
### 2.6.1 *Pneumatic*

*Pneumatic* ialah sebuah istilah bahasa teknik yang digunakan menamakan udara pada sebuah pesawat boeing, yang dihasilkan dari putaran kompresor yang ada di engine dan udara yang di hasil dari putaran kompresor digunakan untuk semua sistem pada pesawat boeing pada mesin pesawat yang di control pressure dan temperaturnya oleh Bleed Air Regulator, selain Bleed Air Regulator Sebagai pengontrol utama pada pneumatic engine ada juga sensor sebagai pengontrol tambahan yaitu; 390°f,450°f (Traning Manual book, 2017)

Prinsip-prinsip dasar pneumatic juga digunakan dalam kehidupan sehari-hari yang mampu menolong bahkan meringankan pekerjaan manusia. Sistem berbasis gas dinamakan sistem pneumatic, pneumatic sendiri berasal dari bahasa yunani pneum untuk angin atau nafas. Pada sistem pneumatic pada umumnya menggunakan gas adalah udara yang bertekanan walau kadang-kadang menggunakan nitrogen, keuntungan dalam penggunaan sistem pneumatic memiliki cara kerja yang lebih lembut.

Secara sederhana pada penjelasan di bawah ini menunjukkan komponen komponen suatu sistem pneumatic. Aktuator dasar adalah juga sebuah silinder, dengan gaya maksimum pada poros akan di tentukan oleh tekanan udara dan luas maksimum pada poros akan ditentukan oleh tekanan udara dan luas penampang piston. Tekanan operasi dalam sistem pneumatic biasanya jauh lebih rendah dari tekana sistem hidrolis; 10 bar adalah tekanan yang tipikal dan tekanan sebesar itu dapat mengangkat 10 kg/cm<sup>2</sup> luasan piston, sehingga sebuah piston berdiameter 16 cm dibutuhkan untuk mengangkat beban 2.000 kg. Katup yang mengirimkan udara ke

silinder beroperasi dengan cara yang serupa ke ekuivalen hidroliknya. Suatu perbedaan penting muncul dari kenyataan sederhana bahwa udara adalah bebas; maka udara balik akan dengan mudah dilepas ke atmosfer. Udara dihisap dari atmosfer lewat filter udara dan dinaikan ke tekanan yang di butuhkan oleh sebuah kompresor udara. Temperature udara dinaikan cukup banyak oleh kompresor ini. Udara juga mengandung uap air dalam jumlah besar. Sebelum dapat digunakan, udara harus didinginkan, dan ini menyebabkan kondensasi. Jadi, kompresor udara harus disertai oleh sebuah unit pendingin dan pengelolah udara (Andrew, 2018).



**Gambar 2.12. Sistem Skematis Pneumatic**

*Sumber: Andrew Parr 2018*

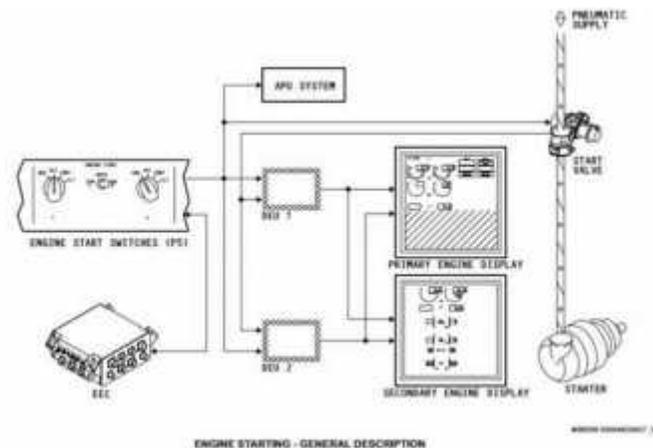
## 2.7 *Bleed Trip*

*Bleed trip* pada *engine* pesawat *boeing 737-800ng* merupakan suatu *Indication* yang di rancang pada *engine* pesawat terbang agar memberikan peringatan pada pilot pada saat *inflight*. Untuk mendapatkan *pneumatic* dari *engine* kita harus mengoperasikan *engine* pada pesawat itu sehingga kita mendapatkan *source pneumatic* dari *engine* pesawat, adapun secara *general system* kerja *starting engine* ialah, dengan adanya sumber *pneumatic/bleed* dari *Apu* (*auxiliary power unit*), untuk

menggerakkan *starter turbine* ketika *source bleed* dari *Apu available* maka kita dapat memproses *starting engine* dengan meletakkan *start switch* ke posisi *on*.

Setelah itu kita harus memonitor putaran mesin pesawat ketika sudah di 22-25% (*high pressure compressor*) maka kita masukan *fuel* untuk proses pembakaran (*fuel*, udara yang bertekanan dan api) didalam ruang pembakaran pada mesin pesawat, setelah itu kita memonitor *oil press* pada mesin dan *fuel filter* serta *fuel flow*.

Ketika mesin pesawat sudah stabil di putaran 55% kompresos maka sumber udara atau *pneumatic* sudah tersedia disekitar 20-40 *psig* yang di hasilkan dari kompresor mesin pesawat dan dapat digunakan untuk pendinginan dan *pressurized* pesawat pada saat *on ground*. (*Aircraft Maintenance Manual, 2017*). Dari gambar 2.13 kita dapat melihat secara sederhana sistem kerja starting engine pesawat b737-800ng.



**Gambar 2.13 Engine starting general**  
 Sumber: *Tarining Manual Book 2013*

## 2.8 Fluidsim3

Fluidsim3 adalah salah satu media software komputer untuk melakukan simulasi pada fluida khususnya pada saluran udara, fluid simulasi ini di kembangkan oleh Festo Didatic, Jerman. Sistem ini suatu program pendukung untuk demo simulasi fluida udara, yang terutama pada sistem pneumatic. Sistem atau software komputer ini sering digunakan oleh mahasiswa dalam melakukan simulasi terlebih pada jurusan teknik komputer dan software komputer ini sering digunakan oleh universitas telkom. Pada software fluidsim ini terbagi ke beberapa bagian yaitu:

a. *Pneumatic Pump*

*Pneumatic pump* berfungsi menghasilkan sumber tenaga untuk sistem pneumatic.

b. *Pneumatic Regulator*

*pneumatic regulator*, berfungsi pengatur keluar masuk tekanan udara dari *pneumatic pump* dan berfungsi sebagai filter dan uap air.

c. *One Way Flow Control*

*One way flow control*, berfungsi sebagai pengatur kecepatan keluaran tekanan udara dan dapat berfungsi sebagai time delay.

d. *Single Acting Cylinder(SAC)*

*Single acting cylinder*, berfungsi sebagai keluaran satu arah, dan bekerja secara otomatis.

e. *Double Acting Cylinder(DAC)*

*Doule acting cylinder*, berfungsi sebagai keluaran dua arah dan memiliki cara kerja yang harus menerima *inputan dan output*

Software komputer ini merupakan media yang digunakan untuk perkuliahan teknik yang ada di fakultas ilmu terapan, seperti plc, mikroelektronika, mikrokontroler, sistem digital, elektronika analog, dan sebagainya. (Telkom universitas, 2017).

**Tabel 2.1 Simbol dan fungsi**

Nama Komponen Dan Simbol		Fungsi/ Arti
***	<b>Cylinder</b>	berfungsi menghasilkan sumber tenaga untuk sistem pneumatic
MWI	katup 5/2	Bekerja dengan udara dan kembali dengan adanya pegas

*Sumber: Tarining Manual Book 2013*

Dari Tabel 2.1 kita dapat melihat contoh simbol dan fungsi pada softwarefluidsim3

## **BAB 3**

### **METODE PENELITIAN**

Bab ini meliputi waktu dan tempat penelitian, alat dan bahan, metode penelitian dan prosedur penelitian. Pada prosedur penelitian akan dilakukan beberapa langkah pengujian untuk mengetahui cara kerja pada sistem kerja *pneumatic bleed trip*, *bleed air system* pada pesawat. Maka penjelasan lebih rinci tentang metodologi penelitian akan dipaparkan sebagai berikut:

#### **3.1 Waktu dan Tempat Penelitian**

Penelitian ini akan dilaksanakan pada bulan April 2020 di Bandara Kualanamu, Sumatera Utara di perusahaan PT. Lion Air, pada pesawat yang bertipe B737-800n.

#### **3.2 Metode Pengumpulan Data**

Metode pengumpulan data dalam penelitian ini adalah data primer dan data sekunder.

1. Data Primer

Data primer adalah data yang diperoleh dari instansi terkait yaitu PT. Lion Air, dengan hasil pengamatan pada pesawat B737-800ng.

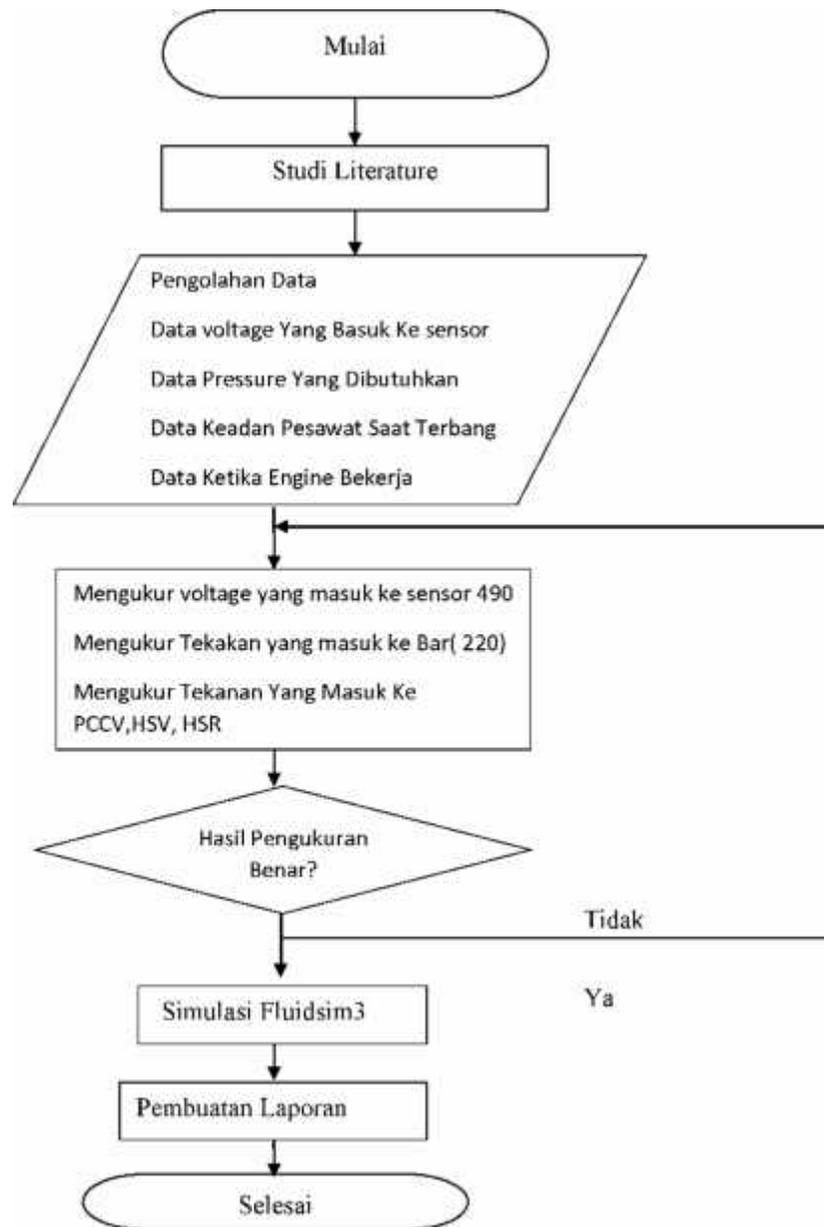
2. Data Sekunder

Data sekunder adalah data yang diperoleh dari sumber yang sudah ada yaitu dari referensi yang terkait, buku yang berkaitan dengan pesawat terbang dan handbook mekanik pesawat terbang.

### **3.3 Metode Penelitian**

Dalam penelitian ini menggunakan menggunakan metode penelitian secara literatur yaitu metode pengumpulan data pustaka yang berkaitan dengan Pesawat dan sistem kerja dari sumber tertulis, baik dari buku maupun referensi yang berkaitan dengan permasalahan yang sedang dikaji, dan metode penelitian juga menggunakan fliudsim3 sebagai simulasi.

### 3.4 Flowchart



**Gambar 3.1** Flow chart simulasi bleed trip

*Sumber : Penulis, 2020*

Dari penjelasan flowchart diatas menjelaskan bahwa pada pengamatan sistem kerja dan monitoring *Bleed Trip* seagai berikut:

1. Mengumpulkan literatur referensi yang berkaitan dengan *Bleed Trip* dari berbagai sumber seperti buku, jurnal dan social media.
2. Melakukan pengamatan di lapangan yaitu dengan melakukan pengamatan di Perusahaan PT. Lion Air dengan mengobservasi segala yang berkaitan dengan *Bleed Trip* dengan membandingkan hasil observasi pada lapangan dan pada Studi pustaka yang terkait.
3. Pengukuran voltage yang masuk ke sensor untuk mengetahui voltage yang digunakan.
4. Memberikan tekanan yang sesuai pada komponen yang akan dilakukan uji coba.
5. Merumuskan masalah yang diperoleh dari studi lapangan dari hasil pengamatan dan observasi dari kajian pustaka yang terkait.
6. Melakukan uji keseragaman data dan kecukupan data.
7. Merumuskan hasil penelitian yang diperoleh dan membuat kesimpulan pada hasil penelitian.

### 3.5 *Pneumatic Tester*

#### 3.5.1 *Precooler Control Valve Health Check*

**Tabel 3.1 *Precooler Control Valve Health Check***

PCCV TIPE NUMBER	PRESSURE(psi)	POSISI VALVE	RESULT
P/N 3289562	14-15	FULLY CLOSED OR WITHIN 30°	GOOD

P/N63292146	14-15	FULLY CLOSED OR WITHIN 30°	GOOD
-------------	-------	----------------------------------	------

1. Pada p/n 3289562 result good ketika posisi valve fully closed or 30° closed dengan tekan udara 14-15 psi.

2. Pada p/n 63292146 3289562 result good ketika posisi valve fully closed or 30° closed dengan tekan udara 14-15 psi.

### 3.5.2 High Stage Valve/High Stage Regulator Health Check

**Tabel 3.2 High Stage Valve/High Stage Regulator Pneumatic Tester**

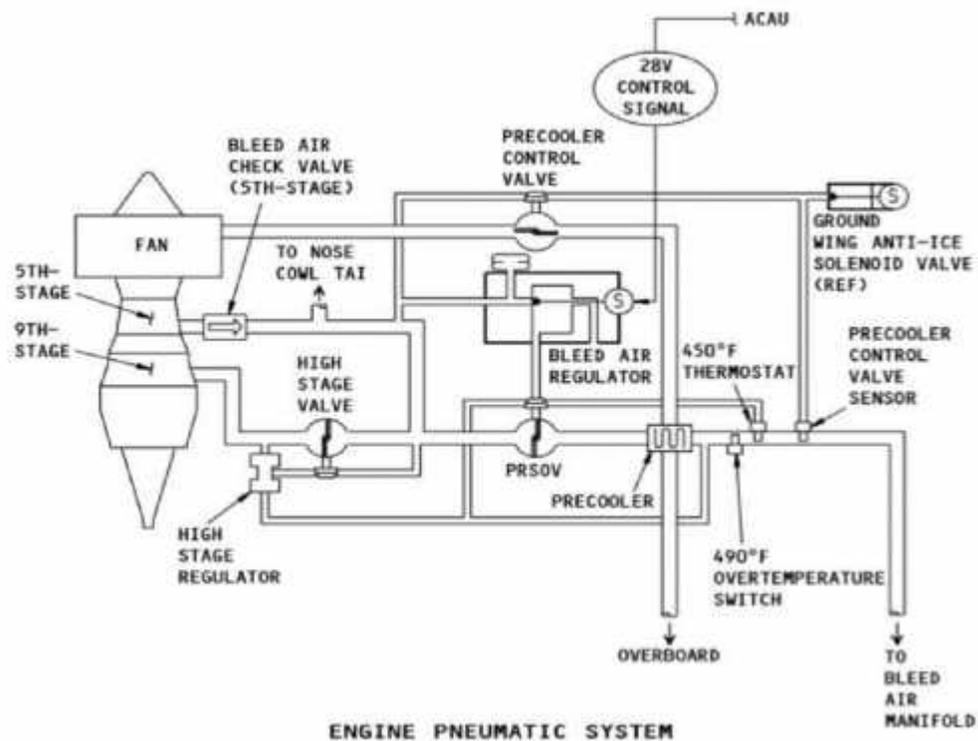
HSV/HSR	PRESSURE (Psi)	POSISI VALVE FULLY OPEN	BUBBLES ARE PRESENT	RESULT
HSV	14-18	Yes		Good
		No		Weak
HSR	14-18	Yes	Yes	Weak
HSV	14-18		No	Good

Sumber : Penulis

### 3.5.3 Pengukuran Voltage Yang Masuk Dan Fuctional Test Of Sensor 490°F, Pengukuran Resistance.

Berdasarkan pada gambar dibawah ini, dapat disimpulkan bahwa sistem *bleed air* pada pesawat b737-800ng memiliki *warning* dan *proctection* yang dirancang sehingga udara yang dihasilkan dari putaran komprsor sesuai dengan kebutuhan, sensor 490°F adalah salah bagian penting dari sistem bleed air pada sebuah pesawat b737-800ng, maka dengan pengukuran resistance dan arus yang terdapat pada sensor

490°F.



**Gambar 3.2 Engine Pneumatic System**

*Sumber: Monterey, N.L, 2012*

Dengan pengukuran, *voltage*, *sensor* 490°F menggunakan alat multimeter, serta *pressure* yang diinginkan menjadi salah satu metode yang dilakukan peneliti dalam untuk mengetahui apakah sensor berfungsi dengan baik atau tidak, dalam pembahasan ini beberapa hal yang harus sangat diperhatikan seperti hasil uji coba pada tabel 3.3 ini.

**Tabel 3.3 Pneumatic Tester**

Nama	Voltage (Dp1 102) Pin 5 To 6 and Pin 6 To Pin 7	Temperature		Pressure	Hasil
		High	Low		
Sensor 490°F		500 °F			Fault
			455°F		Good
	Measure 0 ± 2 VDC			Yes	Good
	Measure 28 ± 5 VDC				
	Measure 28 ± 5 VDC.			No	
Measure 0 ± 2 VDC					

*Sumber: Penulis, 2020*

## BAB 4

### HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

Hasil penelitian dan pembahasan dalam skripsi ini berupa pembahasan dan mencari solusi mengenai penanganan pada pneumatic engine yang memiliki sistem proteksi yang disebut bleed trip. pembahasan tentang bagaimana kita dapat memahami kegagalan pada bleed trip dan bagaimana kita dapat mengerti sistem kerja bleed trip pada *pneumatic* engine dan komponen apa saja yang berhubungan pada sistem kerja bleed trip, yang berfungsi sebagai kontrol ataupun warning agar serta proteksi pada pesawat agar dalam keadaan safe untuk di terbangkan.

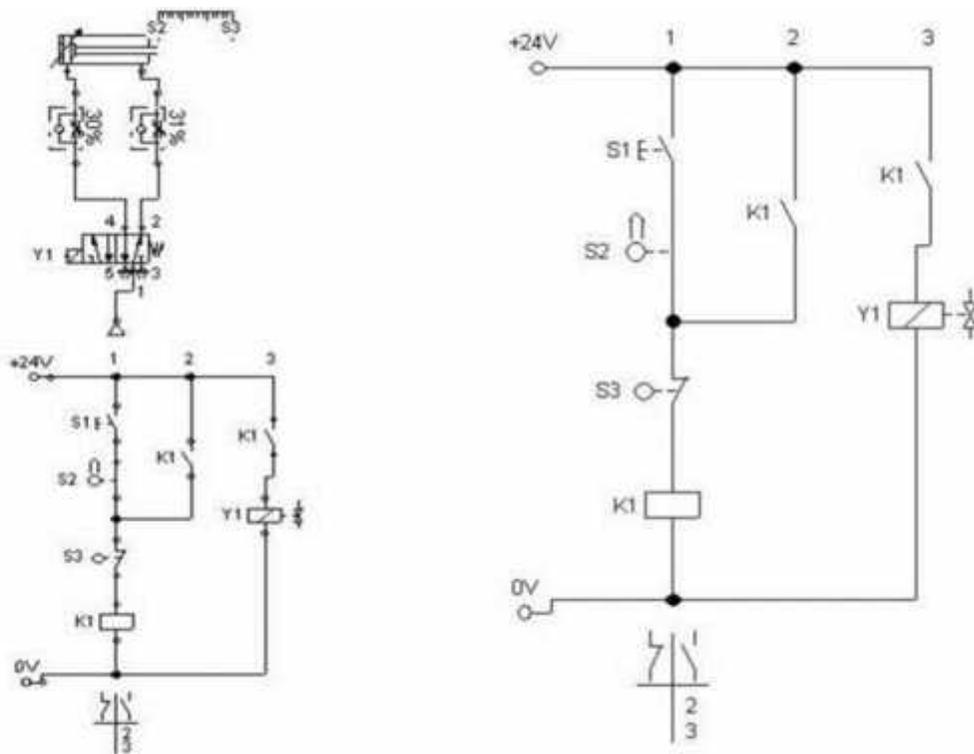
#### 4.1 Profil Lokasi Penelitian

Bandara kualanamu merupakan salah satu bandara International yang ada di dunia dan merupakan bandara terluas ke tiga yang ada di indonesia setelah bandara international soekarno-hatta yang ada di jakarta dan kartajati majalengka. bandara international kualanamu berlokasi di sumatera utara berlokasi di deli serdang, bandara international kualanamu sudah beroperasi sejak 25 juli 2013 sekalipun ada beberapa fasilitas bandara yang belum selesai. Bandara international kualanamu memiliki luas terminal penumpang yang akan dibangun adalah sekitar 6,5 *hektaree* dengan fasilitas area komersial seluas 3,5 *hektaree* dan fasilitas kargo seluas 1,3 *hektaree*. Bandara Internasional Kualanamu memiliki panjang landasan pacu 3,75 km yang dapat digunakan untuk *take off* dan landing pesawat berbadan besar seperti B777 dan A330 dan lain-lain, serta memiliki 8 garbarata yang diguana untuk pelayanan bagi setiap maskapai yang landing di bandara international kualanamu. Ada banyak maskapai

yang transit di bandara internasional kualanamu baik maskapai milik perusahaan indonesia maupun maskapai dari luar negeri, seperti Garuda Indonesia, AirAsia, Malaysia Airline, Hongkong, Singapore Airline dan tidak kalah yaitu Lion group yang mengoperasikan Lion Air, Wings Air dan Batik Air. peneliti melakukan uji coba pada pesawat lion air yang bertipe b737-800ng yang ada di kualanamu dan peneliti dibantu oleh pegawai atau teknisi pesawat yang bekerja di Lion Air.

#### **4.2 Sistem Kerja *Pneumatic Engine***

Pada saat ini penulis hanya fokus pada sistem *pneumatic* dan tentang sumber listrik yang digunakan pada sistem *pneumatic* dan *bleed trip* serta pada chapter ini bertujuan untuk memberikan informasi dalam melakukan *troubleshooting techniques* dan *prosedure* perawatan pada komponen *engine bleed air system*. *Engine bleed* air sistem di desain untuk mensuplai udara yang bertekanan dari kompresor ke sistem air *conditioning* dengan tujuan agar pesawat dapat *pressurization* pada saat terbang (*in flight*), pada *engine* ini terdapat dua kompresor yang menghasilkan udara yang bertekanan yaitu dari kompresor *stage 9°* dan *stage 5°*, Jenis Komprsor yang digunakan pada mesin pesawat terbang b737-800 adalah berjenis axial kompresor.



**Gambar 4.1 Pneumatic engine menggunakan fluidsim3**

*Sumber: Fluidsim3, 2020*

Pada tabel 3.3 direpresentasikan pada gambar 4.1 dimana terdapat hasil pengukuran dan simulasi sebuah sistem *protection* yang digunakan pada *engine bleed air* sistem yaitu *bleed trip*, yang bekerja apabila sensor 490°F mendeteksi udara yang bertemperatur tinggi 480°-500° F dan ketika kompresor menghasilkan udara yang bertekanan tinggi yaitu 220 psi.

**Tabel 4.1 Hasil penelitian menggunakan Avometer**

Nama	Voltage	Resistance	hasil
Sensor 490°F	25,86 vdc	61,3 ohm	No bleed trip
	0,0 vdc	0,7 ohm	Bleed trip
Panel Switch	28 vdc		No bleed trip

*Sumber : Penulis, 2020*

Berdasarkan table 4.1 dimana hasil penelitian ketika melakukan pengukuran ke 3 komponen yang berhubungan dengan bleed trip engine, dimana ketika voltage yang masuk ke sensor 490°F lebih di bawah 26 vdc maka akan menyebabkan fault atau bleed trip, demikian juga ketika voltage di bawah 2 vdc. Peneliti juga melakukan pengukuran pada indikasi resistance pada sistem bleed trip, dimana hasil penelitian juga menjelaskan bahwa jika resistance yang di hasilkan 0,7 ohm maka akan menyebabkan bleed trip, resistance harus terkontrol pada kondisi 50-65 ohm. Demikian juga hasil pengukuran pada panel switch dimana voltage harus menunjukkan 28 vdc ketika switch di posisikan pada kondisi on.



**Gambar 4.2 Hasil pengukuran voltage.**

*Sumber : Penulis, 2020*

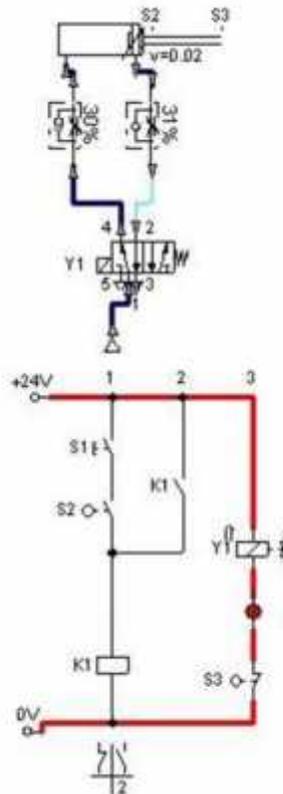
Berdasarkan pengukuran seperti pada tabel 3.3 di mana jika *voltage* yang terdapat pada sensor 490°F kurang dari 22 vdc maka akan menyebabkan sistem *bleed trip* mengalami *malfunction* demikian juga jika *voltage* terdeteksi lebih besar dari 33 vdc. Sistem *pneumatic* mendapatkan udara dari *engine* stage 9 kompresor (*hightstage*) pada keadaan dimana *low throttle* settings dan stage 5 kompresor (*low stage*) pada keadaan dimana *hight trhottle* settings. Gambar dibawah ini secara sederhana menjelaskan sistem kerja *pneumatic*. Ketika pesawat terbang (*in flight*) terdapat beberapa kejadian setiap komponen harus mampu bekerja dengan baik dan dapat diatur agar kebutuhan untuk pressurization pada pesawat serta mencapai tujuan yang dibutuhkan. *Bleed air regulator* (BAR) mengontrol *Pressure Regulator And Shut Off Valve* (PRSOV) dengan tujuan supaya perssure yang dihasilkan tidak

melebihi batas yang sudah ditentukan yaitu  $42\pm 8$  Psi. *Engine bleed air system* pada b737 memiliki kontrol *temperature* yang berulang oleh *precooler control valve* (PPCV) dan *precooler*. *Precooler heat exchanger* menerima udara dari *fan engine* untuk mendinginkan udara panas dari kompresor, *valve* pada *precooler* berfungsi untuk mengontrol *temperature* dari  $390^{\circ}\text{F}$  sampai  $450^{\circ}\text{F}$  ( $199\text{-}232^{\circ}\text{C}$ ). Sebuah sistem juga digunakan untuk mengontrol kompresor air yang akan digunakan baik dari kompresor stage 5 maupun stage 9. Saat *engine* bekerja di keadaan *lower speed* N1, sistem atau udara bertekanan dihasilkan dari *stage 9*, karena pada keadaan ini udara yang dihasilkan lebih baik dan sesuai dengan kebutuhan yang diinginkan untuk digunakan pada sistem, karena kompresor stage 5 masih terlalu lemah untuk menghasilkan udara yang diinginkan. *High Stage Regulator* (HSR) dan *High Stage Valve* (HSV) berfungsi untuk mengontrol udara yang dihasilkan dari stage 9 agar sesuai dengan kebutuhan yaitu  $32\pm 6$  Psi. Perubahan fungsi akan terjadi ketika *engine* dalam *higher speed* dan udara yang bertekanan dihasilkan lebih besar dari  $32\pm 6$  psi maka secara *automatis* HSR akan memerintahkan HSV untuk kembali ke posisi *closed*, dan sistem dari stage 5 akan bekerja untuk menghasilkan udara yang bertekanan dan ketika *pressure drop* dibawah

$32\pm 6$  psi maka HSR akan kembali memerintahkan HSV untuk kembali ke posisi *open* dan *stage 9* yang akan menyuplai udara yang bertekanan untuk digunakan pada sistem pesawat. Pada sistem *bleed air* ini juga terdapat sebuah *check valve* yang didisain untuk mencegah udara masuk ke *stage 5*, apabila udara yang dihasilkan *stage 9* dan *stage 5* sama maka HSR tetap memberikan perintah agar HSV dalam kondisi *Closed*.

### 4.3 Sistem Kerja *Monitoring Bleed Trip* Pada *Pneumatic Engine* Pesawat Boeing 737-800ng

*Bleed air* sistem memiliki dua kendala yang sering terjadi yang pertama duct press/low press dan yang kedua bleed trip.



**Gambar 4.3 Indication Bleed Trip**

Sumber :

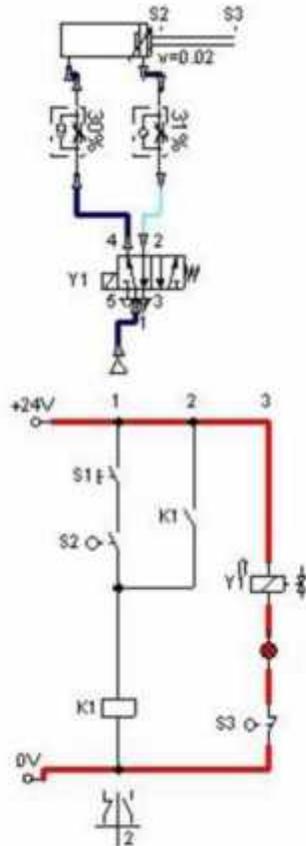
Pada keadaan jika suhu sebelum mencapai suhu 490 ° F atau 220 psi, ada nsor yang menutup yang di perintahkan oleh *bleed air regulator* (BAR) dan *air conditioning accessory unit* (ACAU) *pressure regulator and shuttof valve* (PRSOV) e posisi closed agar udara panas tidak dapat digunakan dan tidak dapat masuk ke stem *pressurization* dan ke sistem *air conditioning*, serta dari gambar 4.3 jelaskan

komponen-komponen *eletronic* yang berhubungan dengan *bleed trip problem* yaitu:

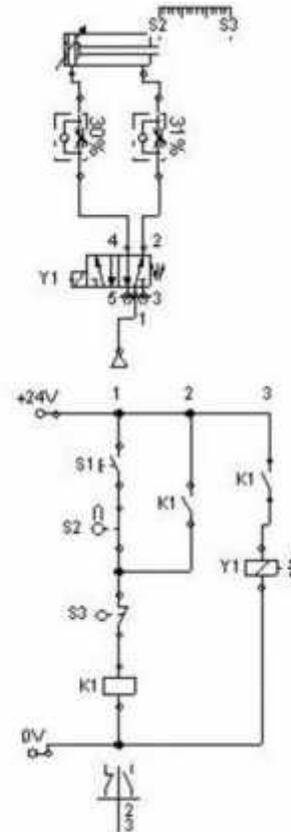
- a. *Bulb*, ada sebuah *bulb* (lampu) yang menjadi *indication* kepada *flight crew/engineer* sebagai warning ketika *bleed trip* terjadi yang berwarna *amber*.
- b. ACAU (*air conditioning accessory unit*) adapun fungsi *accu* dalam sistem ini adalah:
  - a. sebagai *proctection* ketika *engine* bekerja
  - b. sebagai *protection* ketika *detection overpress*
  - c. sebagai *protection* ketika *detection overtemperature*
- c. Sensor 490°F yang berfungsi sebagai media pendeteksi ketika kompresor menghasilkan suhu berlebihan yang melebihi dari 480°F, sensor 490°F.
- d. BAR (*bleed air regulator*) yang berfungsi mengontrol tekanan udara dan mengontrol PRSOV (*pressure regulator and shutoff valve*), *bleed air regulator* dapat bekerja secara *electrical* apabila memenuhi 3 syarat yaitu;
  - a. *Engine Bleed switch (through the ACAU)*
  - b. *Engine fire switch*
  - c. *ACAU*.

Adapun BAR mendapat sumber arus dari 24vdc dan didalam BAR juga

er pasang sensor *overpress* yang berfungsi sebagai *protection* apabila tekanan yang dihasilkan kompresor berlebihan tekanannya yaitu 220 psi.



**Gambar 4.4 Bleed trip on condition**



**Gambar 4.5 Normal Condition**

Dari Penjelasan gambar 4.4 dan 4.5 dapat dapat disimpulkan sistem bleed air 737-800Ng dirancang sebagai berikut serta bleed trip berfungsi sebagai protection:

- Mengatur udara keluar dari mesin menjadi 42 +/- 8 psi
- Mengatur suhu udara di mesin hingga 390-450 ° F
- Kontrol udara tahap 5 dan 9 untuk memenuhi persyaratan system
- Mencegah aliran balik ke kompresor mesin

- e. Mencegah mesin mengeluarkan panas dari 490 F dan mencegah udara yang bertekanan tinggi masuk ke sistem jangan sampai melebihi 220 Psi

Ketika terdeteksi suhu 490 ° F dari compressor atau jika terdeteksi udara bertekanan tinggi 220 Psi maka akan terjadi bleed trip yang menyebabkan aliran udara terputus dan tidak dapat digunakan ke sistem yang lainnya.

#### **4.4 Sistem Perbaikan Pada *Pneumatic Engine* Saat *Bleed Trip***

##### **4.4.1 *Pneumatic tester***

*Pneumatic tester* adalah sebuah alat yang digunakan untuk *trouble shooting* pada pesawat boeing pada *system engine pneumatic, low duct pressure and bleed trip off light illuminate*. Pada sistem *pneumatic* ada beberapa kerusakan yang sering terjadi yaitu *bleed trip* terdeteksi ketika pesawat sedang *take off, bleed trip* Terjadi ketika pesawat sedang *climb, dan bleed trip* terjadi ketika pesawat *didarat atau idle descent*, Pengkabelan (perkabelan korsleting ke sakelar *overpressure* di *regulator* udara atau 490 ° F sakelar suhu lebih tinggi).

**Tabel 4.2 *Bleed Trip Fault***

Condition	Take Off	Climb	Ground/Taxi	Wiring	Result
Normal	37-53 psig hsv dalam keadan Tertutup PRSOV: mengontrol PCCV: mengontrol tekanan dan suhu pasokan mesin yang digunakan	34-50 psig HSV CLOSED PRSOV: mengontrol PCCV: mengontrol tekanan udara dan suhu yang dihasilkan mesin untuk di gunakan	WTAI OFF -18 to 22 psig WTAI ON - 12 to 14 psig HSV: Full OPEN PRSOV: Full OPEN PCCV: CLOSED Engine supply	28 ± 5 VDC(pins 5 and 6 at the electrical connector for the bleed air regulator)	No Bleed Trip
Operation			Pressure and temperature are below regulation levels.		
Up Normal Operation	BLEED TRIP Trips immediately on high power over pressure: - HSV does not CLOSE Mid to late takeoff roll-over temperature: - First and second level temperature control not operating (PCCV/390°F Sensor, 450°F Sensor, or plugged sense lines) - HSV leakage	BLEED TRIP Over temperature: - First and second level temperature control not operating (PCCV/390°F Sensor, 450°F Sensor, or plugged sense lines) - HSV leakage	Bleed trip supply pressure and temperature are not sufficient to cause a trip	<28VDC (pin 5 to pin 6 at bleed air regulator)	Bleed Trip

Sumber: *Fault isolation manual, 2017*

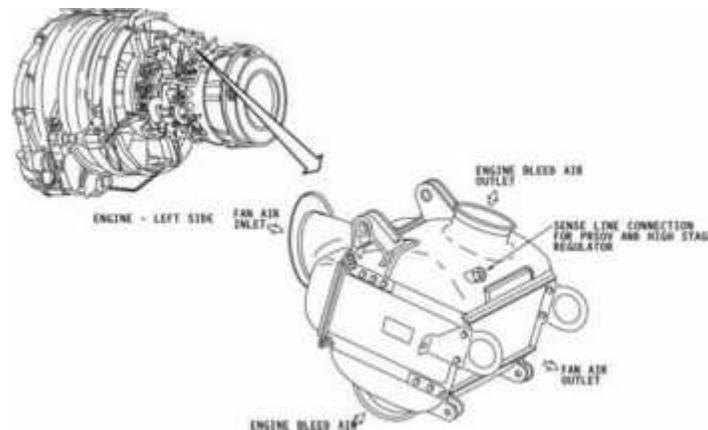
Dari tabel 4.2 kita dapat memahami dan dapat melakukan *troubleshooting* serta perawatan pada komponen yang *failure* yang menyebabkan *bleed trip* terjadi.

#### 4.4.2 *Bleed trip* terjadi ketika sedang *takeoff*

##### 4.4.2.1 *Precooler System Secara Visual Check*

*Precooler* sistem merupakan sistem yang dirancang untuk membantu pendinginan pada *engine pneumatic* dengan memanfaatkan udara disekitar mesin pesawat ketika bekerja dan *precooler* sistem ini terbagi ke beberapa bagian yang harus di *check* secara visual.

Pada gambar dibawah ini adalah bagian-bagian precoller yang dapat kita *check* secara visual:



**Gambar 4.6 Precooler System Secara Visual**

*Sumber: Training Manual Book, 2003*

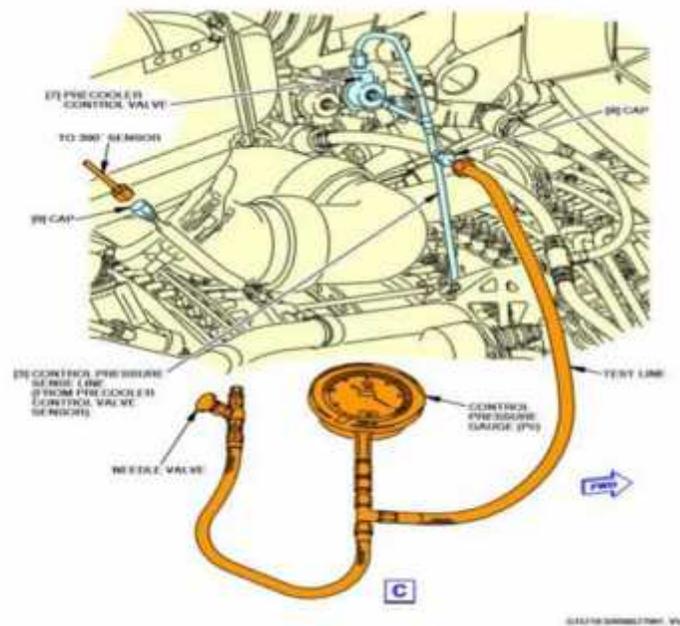
Gambar 4.6 menjelaskan bahwa pre-cooler sistem troubleshooting dapat temukan kerusakannya secara visual dengan melakukan perbaikan pada fisik pre-cooler.

Pada *precooler* sistem terbagi kebeberapa komponen yang menjadi possible causes harus dicek untuk mengetahui komponen yang mana yang mengalami kerusakan adapun komponen-komponen pada *precooler* sistem adalah;

1. *Precooler control valve - Failure Mode: Valve not modulating correctly or stuck closed.*
2. *390° sensor - Failure Mode: Sensor is out-of-tolerance, stuck closed or plugged*
3. *450° sensor – Failure Mode: Sensor is out of tolerance, stuck closed, or plugged.*
4. Kiss seal - Failure Mode: Damaged, foreign object debris (FOD), blocked fan airflow.
5. Precooler - Failure Mode: Foreign object debris blocking fan airflow, degraded operational capability.

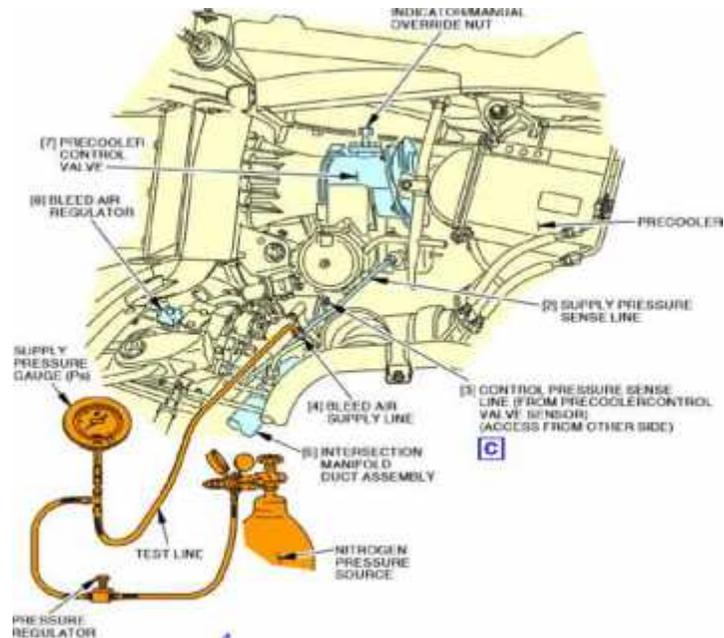
#### **4.4.2.2 Perbaikan *Precooler* Sistem Dengan *Pneumatic Tester***

*Pneumatic tester* merupakan sebuah alat untuk melakukan uji coba pada sebuah sistem *pneumatic* untuk mengetahui *trouble bleedtrip* pada sistem tersebut. uji coba juga memerlukan tambahan atau penggunaan tekanan udara yang berfungsi untuk mengetahui tingkat kerusakan pada suatu komponen. untuk lebih jelasnya dapat kita lihat pada gambar 4.7 dan 4.8 dibawah ini:



**Gambar 4.7 Precooler Control valve**

*Sumber: Aircraft Maintenance Manual, 2017*



**Gambar 4.8 Precooler Control valve**

*Sumber: Aircraft Maintenance Manual, 2017*

Gambar 4.8 juga menjelaskan proses pengecekan *precooler control valve*

dengan menggunakan alat *pneumatic tester*.

*Procedure troubleshooting* yang harus diperhatikan saat menggunakan *pneumatic tester* dan tahap-tahapannya adalah sebagai berikut:

1. Pastikan engine start lever dalam kondisi cut off.
2. Remove pressure yang ada pada sistem pneumatic
3. Open (*buka*) thrust reverser

Penggunaan alat pneumatic tester untuk pengecekan pada komponen Precooler sistem dan prosedurnya adalah sebagai berikut:

1. Tahapan Pertama
  - a. Pastikan posisi indicator yang terdapat pada precooler control valve dalam posisi open.
  - b. Gunakan wrench  $\frac{3}{4}$  inch untuk memutar indicator ke posisi closed dan open.
2. Tahapan Kedua
  - a. Lepaskan tutup pada jalur sensor tekanan kontrol antara port tekanan kontrol pada katup kontrol precooler dan sensor katup kontrol precooler
  - b. Pasang pengukur tekanan, STD-13745 dengan katup penutup jarum, STD-1197 dan garis uji ke saluran indera tekanan kontrol antara port tekanan kontrol pada katup kontrol precooler dan kontrol precooler sensor katup.
3. Tahapan ketiga
  - a. Hubungkan sumber tekanan nitrogen, STD-1455, regulator tekanan,

STD-1454, pengukur tekanan suplai, STD-1453 dan uji selang udara fleksibel ID 3/8 inci (0,9525 cm) di sambungkan ke tekanan suplai garis indera.

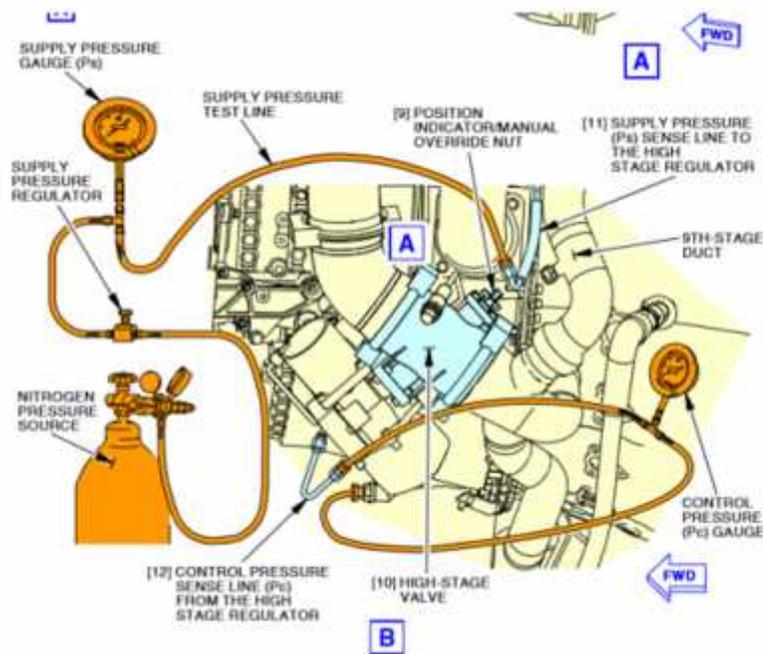
- b. Buka regulator secara perlahan, STD-1454 untuk meningkatkan tekanan suplai (Ps) dari sumber nitrogen, STD-1455 menjadi 14,0 - 15,0 psig.
- c. Periksa indikator posisi pada katup kontrol precooler. gunakan cermin, STD-3907 jika perlu.
- d. Apakah indikator posisi pada katup kontrol precooler menunjukkan bahwa katup bergerak ke arah tertutup penuh atau dalam 30° dari penutupan penuh

#### **4. Tahapan keempat**

1. Perlahan-lahan tingkatkan tekanan pasokan (PS) menjadi 70 – 75 psig. Pastikan pengukur tekanan kontrol, STD-13745 menunjukkan bahwa tekanan kontrol (Pc) sebagai berikut;
  - a. 6 psig - 11 psig (PCCV P/N 3289562)
  - b. 9 psig (PCCV P/N 63292146)
2. Jika tekanan pada kontrol (Pc) kurang dari 6 psig atau lebih dari 11 psig, maka ganti precooler control valve.
3. Jika tekanan kontrol (Pc) kurang dari 9 psig, maka ganti precooler control valve

#### 4.4.2.3 High Stage System

*High Stage System* adalah suatu sistem yang berfungsi untuk mengontrol udara (*flow of bleed air*) dari *stage 9 compressor* ketika engine bekerja pada *lower engine speed N1*, dan apabila pressure terdeteksi dibawah  $32 \pm 6$  psi. Pada *high stage* sistem kita tidak perlu melakukan visual *check* tetapi kita hanya perlu melakukan uji coba dengan *pneumatic tester* ada *procedure* dan tahap tahapannya dapat kita pahami seperti penjelasan dibawah ini; • Periksa posisi indikator dan pastikan pada *high stage valve* dalam keadaan *closed*, seperti gambar 4.9.



**Gambar 4.9 High Stage Sistem**

*Sumber: Aircraft Maintenance Manual, 2017*

Gunakan *open ring* 3/8 inch untuk menggerakkan *valve* ke posisi *open* dan *closed* secara manual, untuk mengetahui apakah *valve* bekerja dengan baik.

#### 4.4.3 *Bleed trip* terjadi ketika pesawat *climb*

*Bleed trip* terjadi ketika pesawat *climb* sering terjadi oleh adanya kesalahan pada bagian *precooler system* dan *high stage system*. *Precooler* sistem merupakan, sistem yang dirancang untuk membantu pendinginan pada *engine pneumatic* dengan memanfaatkan udara dari putaran *fan blade* mesin pesawat ketika bekerja, dan *precooler* sistem ini terbagi ke beberapa bagian yang harus di *check* secara visual. Pada *precooler* sistem terbagi ke beberapa komponen yang menjadi *possible causes* harus di *check* untuk mengetahui komponen yang mana yang mengalami kerusakan adapun komponen-komponen pada *precooler* sistem adalah:

1. *Precooler control valve - Failure Mode: Valve not modulating correctly or stuck closed.*
2. *390°F sensor - Failure Mode: Sensor is out-of-tolerance, stuck closed or plugged.*
3. *450°F sensor – Failure Mode: Sensor is out of tolerance, stuck closed, or plugged*
4. *Kiss seal - Failure Mode: Damaged, foreign object debris (FOD), blocked fan airflow*
5. *Precooler - Failure Mode: Foreign object debris blocking fan airflow, degraded operational capability.*

Pada *precooler* sistem juga dilakukan secara visual untuk mencari kerusakan, *pneumatic tester* juga dilakukan untuk mendeteksi adanya kebocoran yang mengakibatkan *bleed trip off light comes on during climbing*.

#### 4.4.4 *Bleed trip terjadi ketika pesawat di Ground/Taxi*

Kerusakan *bleed trip* ketika pesawat terjadi didarat (*ground/taxi*), ada dua kemungkinan kerusakan yang menyebabkan *bleed trip light illuminate* yaitu:

##### 1. *Precooler System*

*Precooler* sistem merupakan sistem yang dirancang untuk membantu pendinginan pada *engine pneumatic* dengan memanfaatkan udara disekitar mesin pesawat ketika bekerja, dan *precooler* sistem ini terbagi ke beberapa bagian yang menjadi sumber kerusakan pada *precooler* sistem yaitu:

- a. *Precooler Control Valve* (*valve* tidak bekerja dengan baik atau macet)
- b. Sensor 390°F
- c. (Sensor Melebihi batas toleransi atau *sensor stuck closed*)
- d. Sensor 450°F (Sensor melebihi batas toleransi atau *stuck closed*)
- e. *Kiss Seal* (Robek/rusak)
- f. *Precooler* (Kemampuan bekerja/operational menurun)

*Procedure troubleshooting* yang harus diperhatikan saat menggunakan *pneumatic tester* dan tahap-tahapannya adalah sebagai berikut:

- a. Pastikan *engine start lever* dalam kondisi *cut off*.
- b. *Remove pressure* yang ada pada sistem *pneumatic*
- c. *Open* (buka) *thrust reverser*

Penggunaan alat *pneumatic tester* untuk pengecekan pada komponen *Precooler* sistem dan prosedurnya adalah sebagai berikut:

1. Tahapan Pertama

- a. Pastikan posisi *indicator* yang terdapat pada *precooler control valve* dalam posisi terbuka.
  - b. Gunakan *wrench*  $\frac{3}{4}$  *inch* untuk memutar *indicator* ke posisi *closed* dan *open*.
2. Tahapan Kedua
- a. Lepaskan tutup pada jalur sensor tekanan kontrol antara port tekanan kontrol pada katup kontrol *precooler* dan sensor katup kontrol *precooler*
  - b. Pasang pengukur tekanan, STD-13745 dengan katup penutup jarum, STD-1197 dan garis uji ke saluran indera tekanan kontrol antara *port* tekanan kontrol pada katup kontrol *precooler* dan kontrol *precooler* sensor katup.
3. Tahapan Ketiga
- a. Hubungkan sumber tekanan *nitrogen*, STD-1455, *regulator* tekanan, STD-1454, pengukur tekanan suplai, STD-1453 dan uji selang udara fleksibel ID  $\frac{3}{8}$  inci (0,9525 cm) di sambungkan ke tekanan suplai garis indera.
  - b. Buka *regulator* secara perlahan, STD-1454 untuk meningkatkan tekanan suplai (Ps) dari sumber *nitrogen*, STD-1455 menjadi 14,0 - 15,0 psig.
  - c. Periksa indikator posisi pada katup kontrol *precooler*. gunakan cermin, STD-3907 jika perlu.

- d. Apakah indikator posisi pada katup kontrol *precooler* menunjukkan bahwa katup bergerak ke arah tertutup penuh atau dalam 30° dari penutupan penuh
4. Tahapan keempat
    - a. Perlahan-lahan tingkatkan tekanan pasokan (PS) menjadi 70 – 75 psig. Pastikan pengukur tekanan kontrol, STD-13745 menunjukkan bahwa tekanan kontrol (Pc) sebagai berikut;
      1. 6 psig - 11 psig (PCCV P/N 3289562)
      2. 9 psig (PCCV P/N 63292146)
    - b. Jika tekanan pada kontrol (Pc) kurang dari 6 psig atau lebih dari 11 psig, maka ganti *precooler control valve*.
    - c. Jika tekanan kontrol (Pc) kurang dari 9 psig, maka ganti *precooler control valve*.

## 2. *High stage sistem*

*High Stage System* adalah suatu sistem yang berfungsi untuk mengontrol udara (*flow of bleed air*) dari *stage 9 compressore* ketika *engine* bekerja pada *lower engine speed N1*, dan apabila *pressure* terdeteksi dibawah **32+/-6** psi. Pada *high stage system* kita tidak perlu melakukan *visual check* tetapi kita hanya perlu melakukan uji coba dengan *pneumatic tester* ada *procedure* dan tahap-tahapannya dapat kita pahami seperti penjelasan dibawah ini:

- a. Periksa indikator posisi / mur *override* manual pada katup panggung tinggi, Indikator posisi harus dalam posisi tertutup.
- b. Gunakan kunci pas 3/8-inch pada mur *override* manual untuk membuka dan menutup katup panggung tinggi. Jika katup tahap tinggi tidak bergerak ke posisi terbuka dan tertutup dengan lancar, ganti katup tahap tinggi.
- c. Lakukan hal berikut untuk menghubungkan sumber *nitrogen* ke saluran tekanan suplai untuk *regulator* tingkat tinggi.
- d. (a) Putuskan sambungan saluran indikasi tekanan suplai pada Saluran.
- e. (b) Hubungkan *regulator* tekanan, STD-1454, pengukur pasokan, STD-1453, 3/8 inci (0,9525 cm) ID selang udara fleksibel, panjang sesuai kebutuhan, STD-3942, dan sumber tekanan *nitrogen*, STD- 1455 untuk pemasangan di akhir garis tekanan suplai.
- f. Lakukan hal berikut untuk menghubungkan pengukur tekanan ke saluran tekanan kontrol katup (Pc) tingkat tinggi.
- g. (a) Lepaskan jalur indera tekanan kontrol (Pc) pada katup tahap tinggi.
- h. (b) Pasang pengukur tekanan kontrol, STD-13745 (Pc) dengan tee dan 3/8 inci (0,9525 cm) selang udara fleksibel, panjang sesuai kebutuhan, STD-3942 antara garis tekanan kontrol *sense* dan *port* tekanan kontrol pada katup tahap tinggi.
- i. Lakukan hal berikut untuk mengukur tekanan kontrol dari regulator tingkat tinggi:

(a) Tingkatkan tekanan pasokan (PS) hingga 70 - 75 psig. Pastikan tekanan kontrol (PC) adalah 14 - 18 psig dan HSV terbuka penuh, jika tidak, lakukan hal berikut:

1. Mengurangi tekanan suplai ke 0 psig.
2. Putuskan sambungan pengukur tekanan kontrol (Pc) dari katup tingkat tinggi.
3. Lakukan langkah-langkah ini dengan penutup atau colokan dengan lubang 0,032 inci (0,813 mm). Hal ini dapat dilakukan dengan memperhatikan langkah dibawah ini:
  - a. Pasang penutup atau colokan dengan lubang 0,032 inci (0,813 mm) ke ujung terbuka dari pengukur tekanan kontrol (Pc).
  - b. Tingkatkan tekanan pasokan (Ps) ke 70-75 psig. pastikan tekanan kontrol (Pc) psig pada pneumatic tester sesuai nilai seperti dibawah ini:
    1. o Jika tekanan kontrol (PC) adalah 14 hingga 18 psig, gant *high stage valve*.
    2. o Jika tekanan kontrol (Pc) kurang dari 14 psig atau lebih besar dari 18 psig, ganti high stage regulator.

## BAB 5

### KESIMPULAN DAN SARAN

#### 5.1 Kesimpulan

1. *System protection* pada *engine pneumatic* bekerja apabila sensor 490°f mendeteksi udara *temperature* tinggi antara 480°f-500°f atau kompresor udara menghasilkan tekanan sebesar 220 psi.
2. Sebuah lampu indikasi berwarna *amber* pada *cockpit* pesawat yang terletak di *over head panel*(P5-10) akan menyala memberi informasi ke *flight crew* atau *ground engineer* ketika terjadi *bleed trip*, yang mendapat sumber dari komputer(ACCU) serta accu mendapat inputan dari bar (*bleed air regulator*) yang mendeteksi ketika terjadi *over pressure* atau sensor 490°f ketika terjadi *over temperature*.
3. Sistem perbaikan pada *pneumatic engine* ketika terjadi *bleed trip* menggunakan alat *pneumatic tester* untuk mendeteksi kerusakan pada setiap komponen-komponen yang berhubungan pada *engine bleed trip* seperti:
  - a. BAR (*Bleed air regulator*)
  - b. PCCV (*Precooler control valve*)
  - c. PRSOV (*Pressure regulating and shutoff valve*)
4. *Avometer* adalah sebagai alat ukur untuk mendeteksi sebuah *voltage* yang masuk pada komponen sensor, salah satu contoh sensor 490°f, dan sebagai alat ukur untuk mengetahui *resistance* yang terdapat pada beberapa komponen yang berhubungan dengan *engine bleed trip*.

## 5.2 Saran

1. Agar menciptakan sarana untuk alarm pada *engineer* maupun teknisi mengetahui *bleed trip* pada saat *inflight*.
2. Untuk menjadi referensi bagi peneliti selanjutnya dalam pengembangan perbaikan *bleed trip*.

## DAFTAR PUSTAKA

- Andrew Parr Msc. Ceng. MIEE. MinstMc. Hidrolika dan Pneuatika. Edisi Kedua.  
Jakarta. Erlangga, 2018.
- Ahmadi Miru, "Hukum perlindungan Konsumen" Jakarta. PT. Raja Grafindo  
Persada, 2004.
- Badawi, A. (2018). Evaluasi Pengaruh Modifikasi Three Pass Protocol Terhadap  
Transmisi Kunci Enkripsi.
- Batubara, Supina. "Analisis perbandingan metode fuzzy mamdani dan fuzzy sugeno  
untuk penentuan kualitas cor beton instan." *IT Journal Research and  
Development* 2.1 (2017): 1-11.
- Bahri, S. (2018). *Metodologi Penelitian Bisnis Lengkap Dengan Teknik Pengolahan  
Data SPSS*. Penerbit Andi (Anggota Ikapi). Percetakan Andi Ofsset.  
Yogyakarta.
- Erika, Winda, Heni Rachmawati, and Ibnu Surya. "Enkripsi Teks Surat Elektronik (E-  
Mail) Berbasis Algoritma Rivest Shamir Adleman (RSA)." *Jurnal Aksara  
Komputer Terapan* 1.2 (2012).
- Fitriani, W., Rahim, R., Oktaviana, B., & Siahaan, A. P. U. (2017). Vernam Encrypted  
Text in End of File Hiding Steganography Technique. *Int. J. Recent Trends  
Eng. Res*, 3(7), 214-219.
- Hardinata, R. S. (2019). Audit Tata Kelola Teknologi Informasi menggunakan Cobit 5  
(Studi Kasus: Universitas Pembangunan Panca Budi Medan). *Jurnal Teknik  
dan Informatika*, 6(1), 42-45.
- Hariyanto, E., Lubis, S. A., & Sitorus, Z. (2017). Perancangan prototipe helm  
pengukur kualitas udara. *KOMIK (Konferensi Nasional Teknologi Informasi  
dan Komputer)*, 1(1).
- Hariyanto, E., & Rahim, R. (2016). Arnold's cat map algorithm in digital image  
encryption. *International Journal of Science and Research (IJSR)*, 5(10), 1363-  
1365.
- Harumy, T. H. F., & Sulistianingsih, I. (2016). Sistem penunjang keputusan  
penentuan jabatan manager menggunakan metode mfep pada cv. Sapo durin.

In Seminar Nasional Teknologi Informasi dan Multimedia (pp. 6-7).

Iqbal, M., Siahaan, A. P. U., Purba, N. E., & Purwanto, D. (2017). Prim's Algorithm for Optimizing Fiber Optic Trajectory Planning. *Int. J. Sci. Res. Sci. Technol*, 3(6), 504-509.

Marlina, L., Muslim, M., Siahaan, A. U., & Utama, P. (2016). Data Mining Classification Comparison (Naïve Bayes and C4. 5 Algorithms). *Int. J. Eng. Trends Technol*, 38(7), 380-383.

Muttaqin, Muhammad. "ANALISA PEMANFAATAN SISTEM INFORMASI E-OFFICE PADA UNIVERSITAS PEMBANGUNAN PANCA BUDI MEDAN DENGAN MENGGUNAKAN METODE UTAUT." *Jurnal Teknik dan Informatika* 5.1 (2018): 40-43.

Ramadhan, Z., Zarlis, M., Efendi, S., & Siahaan, A. P. U. (2018). Perbandingan Algoritma Prim dengan Algoritma Floyd-Warshall dalam Menentukan Rute Terpendek (Shortest Path Problem). *JURIKOM (Jurnal Riset Komputer)*, 5(2), 135-139.

Rahim, R., Aryza, S., Wibowo, P., Harahap, A. K. Z., Suleman, A. R., Sihombing, E. E., ... & Agustina, I. (2018). Prototype file transfer protocol application for LAN and Wi-Fi communication. *Int. J. Eng. Technol.*, 7(2.13), 345-347.

Wahyuni, Sri. "Implementasi Rapidminer Dalam Menganalisa Data Mahasiswa Drop Out." *Jurnal Abdi Ilmu* 10.2 (2018): 1899-1902.

Aircraft Maintenance Manual, 2003.

Aviation Maintenance technician Handbook Airplane. Jakarta. Volume I. 2018

[https://id.m.wikipedia.org/wiki/Lion\\_Air](https://id.m.wikipedia.org/wiki/Lion_Air).

Training Manual Book. Jakarta. 2003.

Training Manual Book. Jakarta. 2017.

## LAMPIRAN

Lampiran 1. Pengukuran voltage yang mengalir pada sensor 490°f









