



**LAPORAN MAGANG – VW231905**

**KALKULASI UNTUK MENENTUKAN SISTEM Pengereman  
PALING OPTIMAL PADA KENDARAAN EV RC PUSHBACK  
TRACTOR GENERASI KE-2**

**PT GARUDA MAINTENANCE FACILITY AERO  
ASIA Tbk**

**Jl. GMF Aeroasia, RT. 001/RW.010, Pajang, Kec.  
Benda, Kota Tangerang, Banten 15126**

**Disusun Oleh :**

**Ferry Anggara Putra  
NRP. 2038211013**

**Dosen Pembimbing :**

**Rizaldy Hakim Ash Shiddieqy, ST., MT  
NIP. 1993201911071**

**DEPARTEMEN TEKNIK MESIN INDUSTRI  
FAKULTAS VOKASI  
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER  
SURABAYA  
2024**

**LAPORAN MAGANG INDUSTRI**  
**PT. GARUDA MAINTENANCE FACILITIES AEROASIA Tbk.**  
**KALKULASI UNTUK MENENTUKAN SISTEM**  
**PENGEREMAN PALING OPTIMAL PADA KENDARAAN**  
**EV RC PUSHBACK TRACTOR ARTEMITS GENERASI**  
**KE-2**



**Disusun oleh :**

**Ferry Anggara Putra**

**2038211013**

**PROGRAM STUDI SARJANA TERAPAN**  
**TEKNOLOGI REKAYASA MANUFAKTUR**  
**DEPARTEMEN TEKNIK MESIN INDUSTRI**  
**FAKULTAS VOKASI**  
**INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER**

**2024**



---

**LAPORAN MAGANG – VW231905**

**KALKULASI UNTUK MENENTUKAN SISTEM PENEREMAN  
PALING OPTIMAL PADA KENDARAAN EV RC PUSHBACK  
TRACTOR GENERASI KE-2**

---

**PT GARUDA MAINTENANCE FACILITY AERO ASIA Tbk.**

**Jl. GMF Aeroasia, RT. 001/RW.010, Pajang, Kec. Benda, Kota Tangerang, Banten  
15126**

**Penulis:**

**Ferry Anggara Putra**

**NRP.2038211013**

**DEPARTEMEN TEKNIK MESIN INDUSTRI**

**FAKULTAS VOKASI**

**INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER**

**SURABAYA**

**202**



## LEMBAR PENGESAHAN

Laporan Magang di

**PT GARUDA MAINTENANCE FACILITY AERO ASIA Tbk.**

**Jl. GMF Aeroasia, RT. 001/RW.010, Pajang, Kec. Benda, Kota Tangerang, Banten  
15126**

Surabaya, Mei 2024

**Peserta Magang**

**Ferry Anggara Putra**  
NRP. 2038211013

**Mengetahui**  
**Kepala Departemen Teknik Mesin**  
**Industri**  
**Fakultas Vokasi – ITS**



**Dr. Ir. Heru Mirmanto, M.T.**  
NIP. 196202161995121001

**Menyetujui**  
**Pembimbing Magang**

**Rizaldy Hakim Ash Shiddieqy, ST., MT**  
NIP. 1993201911071



**GMFAeroAsia**  
GARUDA INDONESIA GROUP

## LEMBAR PENGESAHAN

Laporan Magang di

**PT. GMFAeroAsia tdk.**

Jl. GMF Aeroasia, RT. 001 / RW. 010, Pajang, Kec Benda,

Kota Tangerang, Banten 15126, Indonesia

Tangerang, 29 April 2024

Peserta Magang

**Ferry Anggara Putra**

NRP. 2038211013

Mengetahui,

Pembimbing Industri  
*a.n.*

**Arick Malviano**

NOPEG. 580458

Mengetahui,

Senior Manager Aircraft Support  
Production



**Nanang Yulian, S.T., M.M.T.**

NOPEG. 533393

## KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadiran Allah SWT, yang telah memberikan rahmat dan hidayah-Nya berupa kesehatan, kesabaran, dan kemudahan sehingga laporan Magang Industri di PT Garuda Maintenance Facilities AeroAsia Tbk. dapat diselesaikan dengan baik. Magang Industri merupakan salah satu tugas yang harus ditempuh sebagai persyaratan menyelesaikan program studi S1 Terapan Teknologi Rekayasa Konversi Energi Departemen Teknik Mesin Industri, Fakultas Vokasi, Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS) Surabaya.

Pada kesempatan ini penulis mengucapkan terimakasih kepada PT Garuda Maintenance Facilities AeroAsia Tbk yang memberikan kesempatan untuk magang industri selama 02 Januari 2024 – 02 Mei 2024 sehingga penulis memperoleh banyak ilmu pengetahuan dan pengalaman yang berharga untuk masa depan penulis, dan juga terima kasih kepada :

1. Bapak Dr. Ir. Heru Mirmanto, MT. selaku Kepala Departemen Teknik Mesin Industri Fakultas Vokasi Institut Teknologi Sepuluh Nopember.
2. Ibu Dr. Atria Pradityana, ST., MT. selaku Kepala Program Studi Teknologi Rekayasa Manufaktur Departemen Teknik Mesin Industri Fakultas Vokasi Institut Teknologi Sepuluh Nopember.
3. Bapak Rizaldy Hakim Ash Shiddieqy, ST., MT selaku Dosen Pembimbing Magang Industri
4. Bapak Arick selaku pembimbing magang industri di PT GMF AeroAsia Tbk. Seluruh karyawan dan staff PT. Garuda Maintenance Facilities yang tidak dapat saya sebutkan satu persatu.
5. Orang tua yang selalu mendoakan dan memberi dukungan semangat serta material.
6. Semua pihak yang telah membantu saya dalam penyusunan laporan maupun selama pelaksanaan magang industri yang tidak dapat kami sebutkan satu persatu.

Selama Menyusun laporan ini, penulis menyadari bahwa laporan magang yang dibuat masih jauh dari sempurna, oleh karena itu penulis mengharapkan kritik dan saran yang bersifat membangun demi kesempurnaan laporan ini. Penulis berharap agar laporan ini dapat bermanfaat bagi penulis maupun pembaca.

Surabaya, 17 Mei 2024



Penulis

# DAFTAR ISI

## Contents

LEMBAR PENGESAHAN .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
KATA PENGANTAR .....	iii
DAFTAR ISI.....	iv
DAFTAR GAMBAR.....	vi
DAFTAR TABEL .....	vii
BAB I <u>P</u> ENDAHULUAN .....	1
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Tujuan Magang .....	1
1.2.1 Tujuan Umum.....	2
1.2.2 Tujuan Khusus.....	2
1.3 Manfaat .....	3
BAB II <u>P</u> ROFIL PERUSAHAAN.....	4
2.1 PT Garuda Maintenance Facility Aero Asia .....	4
2.2 Visi, Misi, and Value PT GMF Aero Asia.....	5
2.3 Struktur Organisasi PT GMF Aero Asia .....	6
2.4 Ruang Lingkup PT GMF Aero Asia .....	7
BAB III <u>P</u> ELAKSANAAN MAGANG .....	11
3.1 Pelaksanaan Magang.....	11
3.1.1 Realisasi Kegiatan Magang PT GMF Aero Asia.....	11
3.2 Metodologi Penyelesaian Tugas Khusus .....	25
3.2.1 Identifikasi Masalah .....	25
3.2.2 Perumusan Tujuan.....	25
BAB IV <u>H</u> ASIL MAGANG .....	28
4.1 EV Pushback TUG Generasi 2.....	28
4.2 Dasar Teori.....	29
4.2.1 Definisi Rem .....	29
4.2.2 Jenis Rem .....	30
4.2.3 Kaliper.....	33
4.2.4 Selang Rem .....	34
4.2.5 Kampas Rem .....	36
4.2.6 Master Silinder .....	38
4.2.7 Aktuator Linear dan Displacement Sensor.....	40
4.2.8 Hukum Pascal.....	41

4.3 Analisis Kekuatan Brake system.....	45
4.3.1 Free Body Diagram .....	45
4.3.2 Tekanan Pada Aktuator Linear .....	46
4.3.3 Gaya Eksternal Yang Mempengaruhi.....	47
4.3.4 Perhitungan Perlambatan .....	48
4.3.5 Gaya Yang Dibutuhkan Untuk Menghentikan TUG .....	49
4.3.6 Tekanan Pada Selang Rem .....	52
4.3.7 Gaya Yang Dibutuhkan Piston Master Silinder.....	53
4.3.8 Menghitung Keausan Kampas Rem.....	53
4.3.9 Menentukan Pemilihan Selang Rem .....	54
4.4 Dampak Yang Dapat Terjadi .....	54
4.4.1 Kebocoran Selang Rem TUG.....	54
BAB V_PENUTUP .....	56
5.1 Kesimpulan .....	56
5.2 Saran .....	56
DAFTAR PUSTAKA .....	57
LAMPIRAN .....	58

## DAFTAR GAMBAR

<b>Gambar 2. 1</b> Logo GMF AeroAsia.....	4
<b>Gambar 2. 2</b> Struktur Organisasi PT GMF AeroAsia .....	6
<b>Gambar 2. 3</b> Hangar 1 .....	7
<b>Gambar 2. 4</b> Hangar 2 .....	8
<b>Gambar 2. 5</b> Hangar 3 .....	8
<b>Gambar 2. 6</b> Hangar 4 .....	9
<b>Gambar 3. 1</b> Desain ARTEMITS (EV RC Pushback TUG Generasi ke-2).....	11
<b>Gambar 3. 2</b> Proses Fabrikasi EV Pushback Gen-2.....	26
<b>Gambar 3. 3</b> Sistem Pengereman Pada RC EV Pushback TUG Gen-2 .....	27
<b>Gambar 4. 1</b> Jenis Rem (Disc Brake dan Drum Brake).....	30
<b>Gambar 4. 2</b> Rem Hidrolik.....	32
<b>Gambar 4. 3</b> Rem Mekanik .....	33
<b>Gambar 4. 4</b> Floating Kaliper (Single Piston).....	33
<b>Gambar 4. 5</b> Fixed Caliper (Double Piston) .....	34
<b>Gambar 4. 6</b> Selang Rem .....	35
<b>Gambar 4. 7</b> Kampas Rem .....	37
<b>Gambar 4. 8</b> Master Silinder .....	39
<b>Gambar 4. 9</b> Aktuator Linear .....	40
<b>Gambar 4. 10</b> Displacement Sensor .....	40
<b>Gambar 4. 11</b> Sistem Hukum Pascal .....	41
<b>Gambar 4. 12</b> Hukum Newton 1 .....	43
<b>Gambar 4. 13</b> Hukum Newton II .....	44
<b>Gambar 4. 14</b> Hukum Newton III .....	44
<b>Gambar 4. 15</b> FBD Gaya Yang Bekerja Pada EV Pushback TUG.....	45
<b>Gambar 4. 16</b> FBD Gaya Yang Terjadi Pada Roda dan Jalan .....	50
<b>Gambar 4. 17</b> FBD Gaya Yang Terjadi Pada Brake System .....	52
<b>Gambar 4. 18</b> Ledakan Pada Selang Rem.....	55

## DAFTAR TABEL

**Tabel 3. 1** Tabel Realisasi Kegiatan Magang PT GMF AeroAsia Tbk. (LogBook)12

# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**

### **1.1 Latar Belakang**

Teknologi yang diciptakan manusia kini mengalami perkembangan yang sangat pesat. Seperti halnya perkembangan dunia teknologi yang ada di Indonesia kini bisa kita rasakan bagaimana hampir setiap hari memanfaatkan teknologi di kehidupan ini. Perkembangan teknologi yang semakin hari semakin maju dan juga modern tidak luput dari campur tangan perguruan tinggi, yang dimana perguruan tinggi sebagai tempat untuk menghasilkan sumber daya manusia ingin meningkatkan *output*-nya, dengan pesatnya perkembangan dunia industri di Indonesia pada bidang teknologi dan pengaplikasiannya, wawasan dari mahasiswa tentang dunia kerja yang berkaitan dengan industrialisasi dirasa sangatlah kurang dikarenakan tidak bisa didapatkan secara langsung dalam materi perkuliahan. Oleh karena itu, kerjasama dengan perusahaan – perusahaan sangatlah dibutuhkan, yang dalam hal ini bisa dilaksanakan dengan jalan studi ekskursi, kerja praktik, magang, *joint research*, dan lain sebagainya.

Kerjasama yang baik antara dunia pendidikan sebagai penghasil dari *output* tenaga kerja yang berkualitas dengan perusahaan-perusahaan pengguna tenaga kerja bisa menjembatani kesenjangan antara perguruan tinggi dengan dunia kerja (industri) dalam rangka memberikan sumbangan yang lebih besar (menjadi *partner in progress*) dalam hal ini, kami sebagai mahasiswa diharapkan mampu mengenal dan memahami lebih mendalam aplikasi-aplikasi disiplin ilmu yang telah kami pelajari selama perkuliahan yang tentunya lebih kompleks dan nyata, serta sarat teknologi baru yang telah dikembangkan.

Magang industri merupakan salah satu mata kuliah wajib yang harus ditempuh atau diambil di semester enam oleh mahasiswa D4 atau Sarjana Terapan Teknologi Rekayasa Manufaktur Departemen Teknik Mesin Industri Intitut Teknologi Sepuluh Nopember. Pemahaman tentang permasalahan di dalam industri untuk mahasiswa sangat diperlukan demi menunjang pengetahuan baik secara teoritis maupun praktek yang telah didapat dari materi perkuliahan, sehingga mahasiswa dapat menjadi salah satu sumber daya manusia yang berkualitas dan siap menghadapi dunia kerja.

### **1.2 Tujuan Magang**

Adapun tujuan yang didapatkan dari pelaksanaan program magang ini dibedakan menjadi dua, yaitu tujuan umum dan tujuan khusus. Berikut merupakan tujuannya;

### **1.2.1 Tujuan Umum**

1. Untuk memenuhi Sistem kredit Semester (SKS) yang harus ditempuh sebagai prasyarat akademis di Program Studi D4 Teknologi Rekayasa Manufaktur
2. Meningkatkan kepedulian dan partisipasi perusahaan dalam memberikan kontribusinya kepada pendidikan nasional.
3. Terciptanya suatu hubungan yang sinergis, jelas dan terarah antara dunia perguruan tinggi dan dunia kerja sebagai pengguna outputnya.
4. Membuka wawasan mahasiswa agar mengetahui dan memahami aplikasi ilmu di dunia industri dengan teori yang dipelajari di kampus, dan mampu menyerap serta berasosiasi dengan dunia kerja secara utuh.
5. Mahasiswa dapat meningkatkan kemampuan individu dengan mengamati serta dapat mencoba terjun langsung mempraktekkan pelaksanaan tugas sebagai seorang Engineer yang diharapkan akan diemban nantinya.
6. Menumbuhkan dan menciptakan pola berpikir konstruktif yang lebih berwawasan bagi mahasiswa.
7. Memahami proses produksi yang ada pada perusahaan guna mahasiswa dapat berorientasi dengan mudah kedepannya jika terjun kedalam dunia kerja secara langsung.

### **1.2.2 Tujuan Khusus**

1. Untuk mengetahui proses maintenance pada pesawat, terkhusus pada proses machining, composite, dan juga sheet metal yang berada pada Unit TB
2. Untuk mengetahui perancangan secara mekanik pada Electric Vehicle RC Pushback TUG V2
3. Dapat menganalisis perhitungan dan pemilihan jenis brake system yang cocok untuk di terapkan pada Electric Vehicle RC Pushback TUG V2
4. Dapat merancang sistem pengereman sederhana pada sebuah Electric Vehicle RC Pushback TUG V2
5. Memperoleh data pengujian sistem pengereman sehingga nantinya dapat dirancang sistem yang lebih baik dan efisien pada Electric Vehicle RC Pushback TUG V2

### **1.3 Manfaat**

Manfaat yang dapat diperoleh oleh mahasiswa, perguruan tinggi dan perusahaan yang bersangkutan melalui magang industri antara lain :

1. Bagi Mahasiswa

Dapat meningkatkan wawasan mahasiswa, meningkatkan kemampuan soft skill maupun hard skill, serta menambah pengalaman kerja pada suatu industri.

2. Bagi Perguruan Tinggi (ITS)

Tercipta pola kemitraan yang baik dengan perusahaan tempat mahasiswa melaksanakan Magang Industri mengenai berbagai persoalan yang muncul untuk kemudian di cari solusi bersama yang lebih baik.

3. Bagi Perusahaan

Adanya masukan bermanfaat atau improvement yang dapat digunakan untuk meningkatkan produktivitas perusahaan sesuai dengan hasil pengamatan yang dilakukan mahasiswa selama melaksanakan Magang Industri.

## BAB II PROFIL PERUSAHAAN

### 2.1 PT Garuda Maintenance Facility Aero Asia



**Gambar 2. 1** Logo GMF AeroAsia  
(Sumber : <https://www.gmf-aeroasia.co.id/>)

PT Garuda Maintenance Facility Aero Asia Tbk merupakan anak perusahaan Garuda Indonesia yang menyediakan layanan maintenance, repair, and overhaul (MRO) pada pesawat terbang. PT GMF AeroAsia Tbk sudah tersertifikasi oleh 25 aviation authority certifications, meliputi FAA (Federal Aviation Administration) dan EASA (European Aviation Safety Agency) sebagai referensi di seluruh dunia.

GMF memulai perjalanannya pada tahun 1949 sebagai salah satu Divisi Teknik Maskapai Penerbangan Garuda Indonesia di bandara Kemayoran dan Halim Perdana Kusuma di Jakarta, Indonesia. Pada tahun 1984, dilakukan pemindahan lokasi ke Bandara Internasional Soekarno-Hatta dan berganti nama menjadi Divisi Maintenance & Engineering (M&E) yang berkembang menjadi unit bisnis independen. Pada tahun 1998, divisi ini bertransformasi menjadi Unit Bisnis Strategis (SBU-GMF) yang menangani perawatan armada Garuda Indonesia. Hingga pada 26 April 2002, SBU-GMF menjadi entitas independen melalui pemisahan dari Garuda Indonesia, dan diberi nama PT Garuda Maintenance Facility Aero Asia yang hingga saat ini sudah melakukan pelayanan untuk banyak maskapai di seluruh dunia.

Pada tahun 2002, manajemen Garuda Indonesia melakukan spin-off dan SBU-GMF resmi menjadi anak perusahaan mandiri dengan nama PT. Garuda *Maintenance Facility* AeroAsia. Bisnis utama PT. GMF AeroAsia adalah menyediakan jasa perawatan dan perbaikan pesawat terbang yang mencakup rangka pesawat, mesin, komponen dan jasa pendukung lainnya secara terintegrasi atau dikenal dengan bisnis *Maintenance, Repair, and Overhaul* (MRO). PT. GMF AeroAsia mampu melaksanakan perawatan *Line Maintenance* sampai *Overhaul*, perawatan dan perbaikan mesin serta komponen, proses modifikasi dan *cabin refurbishment*. PT. GMF AeroAsia dalam meraih sertifikat nasional dan internasional

yang mengukuhkan kemampuan perawatan pesawat terbang PT.GMF AeroAsia sesuai standar internasional.

PT GMF AeroAsia Tbk berlokasi di Bandara Internasional Soekarno-Hatta, Cengkareng, Indonesia. GMF memiliki fasilitas berupa 4 Hangar (layanan untuk wide body aircrafts, “A” checks maintenance inspections, Airbus 330 series, dan narrow body aircrafts), Engine Shop, Workshop, dan Landing Gear Shop dengan total luas area di Cengkareng 970.000 m<sup>2</sup> di Cengkareng. Sebagai perusahaan MRO kelas dunia, GMF berkomitmen untuk memberikan kualitas standar global dan penyampaian layanan solusi total dengan harga yang wajar.

Kapasitas operasional PT GMF AeroAsia Tbk mencakup *line maintenance*, *base maintenance*, *overhaul*, perawatan dan perbaikan mesin serta komponen. Sejak tahun 2003, perusahaan melakukan ekspansi ke bisnis modifikasi pesawat terbang. Tak hanya itu, beberapa tahun terakhir pun GMF menjalankan diversifikasi usaha ke bidang *industrial gas turbine engine* dan melakukan kerja sama dengan militer Indonesia.

## **2.2 Visi, Misi, and Value PT GMF Aero Asia**

PT. Garuda *Maintenance Facility* AeroAsia merupakan suatu perusahaan yang bergerak dibidang *Maintenance*, *Repair*, dan *Overhaul* (MRO) pesawat terbang, memiliki visi, misi, dan *value* sebagai berikut:

### **1. Visi Perusahaan:**

*Most Valuable MRO Company*

### **2. Misi Perusahaan:**

*Integrated and reliable maintenance solution as contribution to nation*

### **3. Value Perusahaan:**

#### **a. Amanah**

Memegang teguh kepercayaan yang diberikan

#### **b. Kompeten**

Terus belajar dan mengembangkan kapabilitas

#### **c. Harmonis**

Saling peduli dan menghargai perbedaan

**d. Loyal**

Berdedikasi dan mengutamakan kepentingan bangsa dan negara

**e. Adaptif**

Terus berinovasi dan antusias dalam mengerjakan apapun menghadapi perubahan

**f. Kolaboratif**

Membangun kerja sama yang sinergis

### 2.3 Struktur Organisasi PT GMF Aero Asia

Berikut merupakan Struktur Organisasi pada PT GMF Aero Asia ;



**Gambar 2. 2** Struktur Organisasi PT GMF AeroAsia  
(Sumber : <https://www.gmf-aeroasia.co.id/struktur-perusahaan>)

PT. GMF Aero Asia kini terbagi menjadi empat bagian yaitu:

1. *Finance*
2. *Line Operation*
3. *Business and Base Operation*
4. *Human Capital and Corporate Affairs*

Yang mana dari struktur organisasi tersebut dapat diketahui ruang lingkup dari pelaksanaan kerja praktek yang dilakukan yaitu unit *Engine Services / TV* yang berada dibawah bagian *Business and Base Operation* (bertanggung jawab dalam pelaksanaan perawatan dan perbaikan dari mesin pesawat).

## 2.4 Ruang Lingkup PT GMF Aero Asia

PT. GMF AeroAsia merupakan salah satu perusahaan MRO terbesar yang berada di Asia Tenggara, memiliki area seluas 115 hektar berada di dalam wilayah bandara Internasional Soekarno-Hatta, Cengkareng, Tangerang, Banten. Semua fasilitas perawatan dan perbaikan terdiri dari bangunan 972.123 m<sup>2</sup>. termasuk di dalamnya terdapat 4 hanggar serta, satu *spares warehouse*, *workshops*, *utility buildings*, *ground support equipment building*, *chemical stores*, *engine services*, *engine test cell* dan *management building*. Selain itu, GMF AeroAsia juga memiliki sebuah apron yang mampu menangani 50 pesawat, *taxiways*, *run-up bay* dan *wastetreatment area*. Dengan lahan yang luas dan peralatan yang baik, GMF AeroAsia memiliki kemampuan untuk melakukan *major modification* pada pesawat saat perawatan besar-besaran.

### 2.4.1 Hangar

PT. GMF AeroAsia memiliki empat hangar yang merupakan tempat dilakukannya proses perawatan dan perbaikan pesawat.

#### 1. Hangar 1

Pada hangar satu memiliki luas tanah sebesar 22.000 m<sup>2</sup> yang memiliki tujuan untuk melakukan *docking* dan perawatan berat daripesawat *wide body*. Hangar satu ini dapat menampung dua pesawat *wide body*.



**Gambar 2. 3** Hangar 1

( Sumber: <https://www.gmf-aeroasia.co.id/hangar-overview>)

#### 2. Hangar 2

Hangar dua ini memiliki luas area sebesar 23.000 m<sup>2</sup>. Hangar ini ditujukan untuk melakukan minor maintenance inspection dan A check. Pada hangar ini dapat menampung sampai two line of widebody atau six lines of narrow body.



**Gambar 2. 4** Hangar 2

( Sumber: <https://www.gmf-aeroasia.co.id/hangar-overview>)

### 3. Hangar 3

Hangar tiga memiliki luas area 23.000 m<sup>2</sup>. Hangar ini dirancang khusus untuk A330 series aircraft dan dilengkapi dengan docking platform yang digunakan khusus untuk heavy maintenance, layout dapat memuat satu pesawat berbadan lebar dan satu pesawat berbadan kecil di masing-masing bay.



**Gambar 2. 5** Hangar 3

( Sumber: <https://www.gmf-aeroasia.co.id/hangar-overview>)

### 4. Hangar 4

Pada hangar 4 ini memiliki luas area sebesar 66940 m<sup>2</sup> yang diperuntukan untuk narrow body aircraft dan menjadi hanggar narrow body terbesar di dunia. Hanggar ini dapat mengakomodasi sebanyak 16 narrow body aircraft pada saat bersamaan, dimana satubaris ini didedikasikan untuk aircraft painting.



**Gambar 2. 6** Hangar 4

( Sumber: <https://www.gmf-aeroasia.co.id/hangar-overview>)

### 2.4.2 Workshop

PT. GMF AeroAsia memiliki dua buah *workshop* yang dilengkapi dengan sarana dan prasarana penunjang untuk memudahkan perawatan dan perbaikan pesawat.

#### 1. Workshop 1

*Workshop* ini merupakan tempat perbaikan komponen yang dilepas dari pesawat. Pada *workshop* 1 terdapat unit kerja seperti *wheel shop*, *brake shop composite*, *sheet metal forming*, dan *machining*. *Workshop* 1 memiliki kemampuan untuk memperbaiki dan merawat komponen-komponen seperti *flight control surface*, *landing gear*, *brake system and wheel*, *radar domes galleys*, *engine pylons*, *thrust reverse doors*, dan perlengkapan kabin pesawat.

#### 2. Workshop 2

*Workshop* 2 merupakan tempat perbaikan pesawat yang terbagi menjadi *IERA shop (Instrument Electronic and Avionic)*. *Workshop* ini dilengkapi dengan pendingin udara dan ruangan bebas debu. *IERA* memiliki kapabilitas untuk memperbaiki dan merawat komponen seperti *flight instrument*, *navigation and communication instrument*, *radar*, *flight data recorder*, dan *instrument digital modern*. *ELMO shop (Electronical Maintenance and Oxygen)* adalah *workshop* untuk perbaikan dan perawatan sistem pneumatik dan hidrolik. *ELMO shop* dilengkapi dengan *CSD (Constant Speed Drive) test stand*, *fuel flow ring* dan *hydraulic test machine*.

### 2.4.3 Utility Building

*Utility Building* merupakan pusat kelistrikan PT. GMF AeroAsia. Fasilitas ini memuat peralatan utama yang diperlukan sebagai sumber tenaga penggerak bagi fasilitas yang ada di lingkungan PT. GMF AeroAsia. beberapa fasilitas sumber penggerak adalah generator, transformator, serta *air pressure* untuk keperluan hanggar, *workshop*, dan gedung perkantoran.

#### **2.4.4 General Storage**

*General storage* merupakan tempat menyimpan suku cadang pesawat. Tempat ini dilengkapi dengan fasilitas penyimpanan yang baik dan cermat, kondisi suhu dan kelembaban udara yang sesuai dengan persyaratan pabrik pembuatnya.

#### **2.4.5 Aircraft Support & Power service**

*Aircraft Support* adalah pusat perawatan dan perbaikan semua alat dan penunjang kebutuhan pesawat. Pada tempat ini pula terdapat kendaraan perlengkapan pesawat yang sedang dan dalam perbaikan maupun perawatan. Di unit Aircraft Support & Power Service/Unit TZ juga terdapat Power Service Production yang mana menangani dalam Gas Turbin Repair & Overhaul dan Power generator & Electrical Control

## **BAB III PELAKSANAAN MAGANG**

### **3.1 Pelaksanaan Magang**

Pelaksanaan internship di PT GMF Aero Asia Tbk yang berlokasi di Cengkareng, Jawa Barat. Berjalan selama 4 Bulan, mulai dari 2 Januari 2024 sampai 2 Mei 2024. Pelaksanaan magang di bulan pertama penempatan di unit Tb (Workshop Aircraft Support Structural Technician). Kemudian berpindah di penempatan pada Unit TZ yang ditugaskan pada *Analisa Perancangan Mekanik pada Pengembangan Electric Vehicle Remote Control Pushback TUG*. Selain itu juga diperkenalkan dengan beberapa unit yang ada di GMF Aero Asia dan juga beberapa mesin yang digunakan disana.



**Gambar 3. 1** Desain ARTEMITS (EV RC Pushback TUG Generasi ke-2)  
(Sumber: Dokumen Pribadi)

#### **3.1.1 Realisasi Kegiatan Magang PT GMF Aero Asia**

Magang industri pada tahun ini dilakukan secara offline dengan mengerjakan tugas yang diberikan dari pembimbing magang dari PT.GMF AeroAsia Tbk. Bulan pertama mahasiswa melakukan Office Tour ke seluruh unit yang ada di GMF, mendesign livery Pushback TUG, dan meredrawing komponen pada Pushback TUG. Bulan kedua mahasiswa memahami terkait komponen elektrik yang ada pada Pushback TUG, melakukan simulasi beban yang diterima roda Pushback TUG, mencari centre of gravity dari Pushback TUG, dan Redrawing Baggage Towing Tower (BTT), Pada bulan ketiga mahasiswa mendesain Hydraulic press digunakan untuk mengepress tatal dari machining (bubut, milling) dan mendesain machine wheel release Tabel 3.1 ini merupakan tabel kegiatan magang yang telah dilakukan

**Tabel 3. 1** *Tabel Realisasi Kegiatan Magang PT GMF AeroAsia Tbk. (LogBook)*

<b>Hari ke -</b>	<b>Tanggal</b>	<b>Jam mulai</b>	<b>Jam selesai</b>	<b>Kegiatan</b>
1.	2-01-2024	07.00	15.30	Pengambilan Past intern dan lembaran barcode untuk akses labtop di posko/ lobby GMF. Serta pengenalan kepada masing-masing unitnya
2.	3-01-2024	07.00	15.30	Office Tour sesi 1 PT GMF Aero Asia Tbk. Melakukan kegiatan pengenalan lingkungan GMF mulai dari beberapa workshop dan juga hanggar 1-4 yang ada di GMF.
3.	4-01-2024	07.00	15.30	GMF Office Tour sesi 2. Melakukan kegiatan pengenalan lingkungan GMF mulai dari beberapa workshop dan juga hanggar 1-4 yang ada di GMF
4.	5-01-2024	07.00	15.30	Mempelajari mengenai proses delaminasi pada aileron pesawat. Yang dimana delaminasi sendiri bisa terjadi akibat beberapa faktor yaitu tekanan, terkena panas dari engine, dan juga masuknya air pada lapisan laminat yang berasal dari lubang countersink atau bisa diakibatkan embun dari perbedaan suhu

5.	8-01-2024	07.00	15.30	Pengukuran inner diameter wheel hub, dan melakukan proses CNC Bubut pengerjaan bushing
6.	9-01-2024	07.00	15.30	Hari ini melakukan proses pembubutan untuk melanjutkan project kemarin. Yaitu pengerjaan finishing bushing pada wheel hub. Dan melakukan pembubutan manual untuk membuat bushing tool
7.	10-01-2024	07.00	15.30	Kegiatan hari ini berada di workshop composite, mengerjakan penggantian karet pada leading edge pada pesawat ATR 72. Dimana pada tepi leading edge dilapisi cairan anti static atau resin primer yang berfungsi untuk menangkal petir dan mengeluarkannya kembali.
8.	11-01-2024	07.00	15.30	Kegiatan pada hari ini yaitu mengamati proses Dumpler yang terjadi pada exhaust nozzle yaitu ketika ada retakan pada primary nozzle assy lalu cara untuk menanganinya yaitu bagian dekat crack di potong lalu di tambal pake plat dalam dan luar kemudian di Las pakai TIG.
9.	12-01-2024	07.00	15.30	Kegiatan hari ini yaitu melakukan pengenalan pada proses milling

10.	15-01-2024	07.00	15.30	<p>Pada hari ini kegiatan yang saya lakukan yaitu berada di workshop machining, dimana pada pertemuan magang kali ini yaitu belajar mengoperasikan mesin milling. Proyek yang dikerjakan yaitu Attack angle strap pada pesawat Airbus-1317. Setelah proses milling selesai dilakukan finishing dengan cara di sending menggunakan gerinda angin.</p>
11.	16-01-2024	07.00	15.30	<p>Kegiatan pada hari ini yaitu melanjutkan projek kemarin yaitu attach angle strap pada pesawat A-1317 dengan menggunakan mesin milling</p>
12.	17-01-2024	07.00	15.30	<p>Magang hari ini yaitu mengikuti kegiatan onboarding program 4.1 GMF yang diadakan di hangar 4. Kegiatan tersebut meliputi pengenalan manajemen di GMF, struktural, dan tujuan dari GMF sendiri. Selain itu memperkenalkan peraturan dan tata tertib yang harus diterapkan saat di GMF</p>
13.	18-01-2024	07.00	15.30	<p>Kegiatan magang hari ini yaitu melakukan proses pemasangan bushing pada flap drive arm, pemasangan bushing tersebut sebelumnya bushing yang berbahan alumunium di rendam di dalam</p>

				cairan nitrogen yang bertujuan untuk mengalami thermal expansion atau pemuaiian. sehingga memudahkan masuk ke dalam lubang yang ditempati.
14.	19-01-2024	07.00	15.30	Kegiatan hari ini berada di TBR 3 atau di workshop machining melakukan reamer bushing. Reamer bertujuan untuk memberikan ukuran pres fix
15.	22-01-2024	07.00	15.30	Kegiatan hari ini berada di TBR 3, atau di workshop machining melakukan proses finishing pembuatan bushing, mulai dari pembubutan, milling untuk pembentukan groove (alur), dan juga pengeboran pada bushing
16.	23-01-2024	07.00	15.30	Kegiatan hari ini berada di TBR 3 dengan mempelajari proses las pada Tail Cone Lightning berbahan titanium pada Air Bus 320 milik Pelita Air. Yang mengalami lubang kecil karena percikan sambaran petir. Untuk penanganannya yaitu dilakukan pengelasan TIGA, kemudian di sending untuk bagian luar
17.	24-01-2024	07.00	15.30	kegiatan hari ini berada pada TBR 3 pada workshop machining belajar

				dan juga mengerjakan grafir pada plat, dan juga part yang dibuat
18.	25-01-2024	07.00	15.30	Berpindah penempatan ke Unit TZ yang bergerak pada bidang ground support
19.	26-01-2024	08.00	16.00	Melakukan pengukuran tabung bekas kecelakaan kerja yang akan dijadikan monumen peringatan di hangar.
20.	29-01-2024	08.00	16.00	melakukan desain tabung, untuk dijadikan monumen peringatan di hangar
21.	30-01-2024	08.00	16.00	Melakukan start redrawing hand pump. Drawing bagian utama dari hand pump
22.	31-01-2024	08.00	16.00	Melakukan reDrawing lanjutan dari Hand Pump. Pada bagian atas hand pump dan juga pipa hidraulicnya
23.	01-02-2024	08.00	16.00	Melakukan lanjutan redrawing untuk hand pump pada bagian pin, plat untuk pin, dan juga snap ring
24.	02-02-2024	08.00	16.00	melakukan assembly untuk part hand pump
25.	05-02-2024	08.00	16.00	Melakukan redrawing salah satu modul dari pushback
26.	06-02-2024	08.00	16.00	Melakukan reDrawing lanjutan dari part modul

27.	07-02-2024	08.00	16.00	Melanjutkan reDrawing part modul dan melakukan assembly
28.	08-02-2024	-	-	Libur peringatan Isra Mi'raj Nabi Muhammad SAW
29.	09-02-2024	-	-	Libur cuti bersama tahun baru imlek 2024
30.	12-02-2024	08.00	16.00	Mengenal dan mempelajari cara kerja aktuator elektrik lenear pada brake system yang digunakan pada electric Vehichle pushback TUG V2
31.	13-02-2024	08.00	16.00	Mengenal dan juga mempelajari system pengereman yang digunakan di EV Pushback TUG. Yang dimana menggunakan system hidrolic dan menggunakan jenis pengereman cakram atau disc
32.	14-02-2024	-	-	Libur pesta demokrasi pemilihan Capres Cawapres Indonesia
33.	15-02-2024	08.00	16.00	Melihat dan mempelajari pemasangan brake system pada EV Pushback TUG
34.	16-02-2024	08.00	16.00	Melakukan pencarian beberapa jurnal dan juga referensi dan juga rumus perhitungan terkait brake system. Dan juga mencari informasi pada orang lapangan. Untuk mengetahui jenis brake yang digunakan, beban yang diterima

				pushback, dan juga beban push back sendiri.
35.	19-02-2024	08.00	16.00	Melaksanakan kegiatan Internship Meet Up Batch 4.1
36.	20-02-2024	08.00	16.00	Melanjutkan kegiatan redrawing part yang ada di Pushback (Plat Bearing Swivel Depan,roda depan, dan juga roda belakang)
37.	21-02-2024	08.00	16.00	Melanjutkan kegiatan redrawing part yang ada di Pushback (Bracket Rear Wheel, Rumah bearing, Linkage, dan motor)
38.	22-02-2024	08.00	16.00	Melanjutkan kegiatan redrawing part yang ada di Pushback (Gear box, disc brake, dan lock plate)
39.	23-02-2024	08.00	16.00	Melanjutkan kegiatan redrawing part yang ada di Pushback (rumah bearing, hydraulic full tank, regulator hidrolic, distributor )
40.	26-02-2024	08.00	16.00	Melanjutkan kegiatan redrawing part yang ada di Pushback (Filter hydraulic, Manifold Block 7 Station Fix, Directional Valve DSG-01-2B3B)
41.	27-02-2024	08.00	16.00	Melanjutkan kegiatan redrawing part yang ada di Pushback ( Directional Valve DSG-01-3C2, PRESSURE SWITCH, dan

				Electric Component Box Assembly 2)
42.	28-02-2024	08.00	16.00	Melanjutkan kegiatan redrawing part yang ada di Pushback (Ball Joint, As pull rod, Calliper)
43.	29-02-2024	08.00	16.00	Melanjutkan kegiatan redrawing part yang ada di Pushback (Mur Pull Rod, bracket roda depan)
44.	01-03-2024	08.00	16.00	Mengerjakan Drawing 2D pada beberapa part yang sudah di gambar 3D ( Plat Bearing, roda depan, dan roda belakang)
45.	04-03-2024	08.00	16.00	Mengerjakan Drawing 2D pada beberapa part yang sudah di gambar 3D (Bracket Rear Wheel, rumah bearing, linkage, dan motor)
46.	05-03-2024	08.00	16.00	Mengerjakan Drawing 2D pada beberapa part yang sudah di gambar 3D (Gear Box, Disc Brake, Lock plate, rumah bearing)
47.	06-03-2024	08.00	16.00	Mengerjakan Drawing 2D pada beberapa part yang sudah di gambar 3D (Hidraulic Fuel tank, regulator Hidraulic, distributor, Filter Hidroulik)
48.	07-03-2024	08.00	16.00	Mengerjakan Drawing 2D pada beberapa part yang sudah di gambar 3D (Manifold Block 7

				Station, Directional Valve DSG-01-2B3B, Directional Valve DSG-01-3C2, PRESSURE SWITCH)
49.	08-03-2024	08.00	16.00	Mengerjakan Drawing 2D pada beberapa part yang sudah di gambar 3D (Electric Component Box Assembly, Electric Component Box Assembly 2)
50.	11-03-2024	-	-	Libur Hari Raya Nyepi 2024
51.	12-03-2024	-	-	Cuti bersama hari raya Nyepi 2024
52.	13-03-2024	08.00	16.00	Mengerjakan Drawing 2D pada beberapa part yang sudah di gambar 3D (Ball Joint, As Pull Rod, Calliper)
53.	14-03-2024	08.00	16.00	Mengerjakan Drawing 2D pada beberapa part yang sudah di gambar 3D ( Mur pul rod, Bracket roda depan)
54.	15-03-2024	08.00	16.00	Mencari referensi mengenai perhitungan menentukan tekanan pada actuator linear $P = \frac{F}{A}$ $= \frac{2500 \text{ N}}{0,314 \text{ m}^2}$ $= 7.961,783 \text{ Pa}$ $= 7.96 \text{ Mpa}$
55.	18-03-2024	08.00	16.00	Mencari referensi mengenai perhitungan untuk menentukan

				<p>gaya normal dan gaya drag yang terjadi pada Pushback TUG</p> $FD = \frac{1}{2} \cdot \rho \cdot V^2 \cdot Cd \cdot Af$ $= \frac{1}{2} \cdot 1.17 \frac{kg}{m^3} \cdot 1,38 \frac{m}{s^2} \cdot 0,34115342 \cdot 45,15 m^2$ $= 16,4000272 N(F \text{ Drag})$ $F = m \cdot g$ $= 860/s^2$ $= 843,660 N (F \text{ Normal})$
56.	19-03-2024	08.00	16.00	Mencari beberapa referensi jurnal untuk beberapa perhitungan yang belum ditemukan
67.	20-03-2024	08.00	16.00	Mengerjakan desain baju polo untuk ARTEMITS di Adobe Photoshop
68.	21-03-2024	08.00	16.00	Melanjutkan desain baju polo ARTEMITS di Adobe Photoshop
69.	22-03-2024	08.00	16.00	Melanjutkan pengerjaan laporan
70.	25-03-2024	08.00	16.00	<p>Melanjutkan perhitungan untuk mencari perlambatan yang terjadi pada TUG dan waktu yang ditempuh dalam perlambatan (pengereman)</p> $-Vt^2 = Vo^2 - 2 \cdot a \cdot s$ $0 = (1,38 m/s)^2 - 2 \cdot a \cdot 2 m$ $a = \frac{(1,38 \frac{m}{s})^2}{2 \cdot 2}$

				$a = -0,4761 \text{ m/s}^2$
71.	26-03-2024	08.00	16.00	<p>Melanjutkan mencari perhitungan untuk mengetahui gaya yang bekerja pada Pushback TUG</p> $\sum Fy = 0$ $Nf + Nr - W = 0$ $Nf + Nr = W$ $Nf + Nr = m \cdot g$ $Nf + Nr = (80000 + 6000) \cdot 9,81 \text{ m/s}$ $Nf + Nr = 843,660 \text{ N}$
72.	27-03-2024	08.00	16.00	<p>Melanjutkan mencari perhitungan perlambatan yang terjadi pada TUG</p> $-Vt^2 = V_0^2 - 2 \cdot a \cdot s$ $0 = (1,38 \text{ m/s})^2 - 2 \cdot a \cdot 2 \text{ m}$ $a = \frac{(1,38 \frac{\text{m}}{\text{s}})^2}{2 \cdot 2}$ $a = -0,4761 \text{ m/s}^2$
73.	28-03-2024	08.00	16.00	<p>Melanjutkan perhitungan dan mencari referensi mengenai laporan magang mengenai waktu yang di perlukan saat pengereman</p> $V = V_0 + a \cdot t$ $0 = (1,38 \text{ m/s}) + (-0,4761 \cdot t)$ $-1,38 \text{ m/s} = -0,4761 \cdot t$ $t = \frac{1,38 \text{ m/s}}{0,4761 \text{ m/s}}$ $t = 2,898 \text{ s}$

74.	29-03-2024	-	-	Libur Nasional Memperingati Wafat Yesus
75.	01-04-2024	08.00	16.00	- Pengisian PEL - Crack inspection pada sayap pesawat
76.	02-04-2024	08.00	16.00	-Indikasi Nozzle untuk dilakukan coating -Pengukuran tebal nozzle sebelum coating
77.	03-04-2024	08.00	16.00	Pemasangan dan setting komponen hidrolis
78.	04-04-2024	08.00	16.00	-Pemasangan dan setting komponen hidrolis -penaggulan kebocoran pada selang dan sambungan hidrolis
79.	05-04-2024	08.00	16.00	Painting penutup dan body TUG
80.	08-04-2024	-	-	Cuti Hari Raya Idul fitri
81.	09-04-2024	-	-	Cuti Hari Raya Idul fitri
82.	10-04-2024	-	-	Cuti Hari Raya Idul fitri
83.	11-04-2024	-	-	Cuti Hari Raya Idul fitri
84.	12-04-2024	-	-	Cuti Hari Raya Idul fitri
85.	15-04-2024	-	-	Cuti Hari Raya Idul fitri
86.	16-04-2024	08.00	16.00	Melanjutkan painting pada body TUG

87.	17-04-2024	08.00	16.00	Melanjutkan perhitungan untuk laporan
88.	18-04-2024	08.00	16.00	Mengamati proses pembuatan pintu hidrolis untuk roda pesawat pada TUG
89.	19-04-2024	08.00	16.00	Mengamati proses pengelasan pada pembuatan pintu hidrolis untuk roda pesawat pada TUG
90.	22-04-2024	08.00	16.00	Mlanjutkan kalkulasi perhitungan untuk laporan magang
91.	23-04-2024	08.00	16.00	Melanjutkan kalkulasi perhitungan untuk laporan magang
92.	24-04-2024	08.00	16.00	Mengerjakan laporan magang
93.	25-04-2024	08.00	16.00	Mengerjakan laporan magang
94.	26-04-2024	08.00	16.00	- Mengerjakan berkas keperluan magang - Mengerjakan Power Point untuk presentasi
95.	29-04-2024	08.00	16.00	- Mengurus berkas keperluan magang (meminta tanda tangan) - Menyiapkan PPT untuk bahan presentasi
96.	30-04-2024	08.00	16.00	Presentasi Hasil Magang
97.	01-05-2024	-	-	Cuti hari Buruh
98.	02-06-2024	08.00	16.00	Perpisahan

## **3.2 Metodologi Penyelesaian Tugas Khusus**

### **3.2.1 Identifikasi Masalah**

Perkembangan teknologi tidak bisa dipungkiri lagi dengan kemajuannya. Semakin banyak perguruan tinggi yang berlomba-lomba melakukan riset guna menciptakan teknologi yang bisa digunakan untuk kemudahan bekerja, dan tentunya mengutamakan emisi karbon. Seperti yang dilakukan Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Surabaya. Yang melakukan kerja sama dengan PT Garuda Maintenance Facility Aero Asia. Dengan menciptakan kendaraan Electric Vehicle Pushback TUG, yang mengutamakan emisi karbon. Selain itu kendaraan EV Pushback Remote Control diciptakan untuk efisiensi pengeluaran karena dibandingkan dengan Pushback manual, EV Pushback hanya membutuhkan 1 operator untuk menjalankannya. Namun, Pushback manual bisa membutuhkan 3-4 orang untuk menjalankannya

Saat ini riset kendaraan EV Pushback TUG RC ini dalam generasi kedua. Sebelumnya EV Pushback TUG RC Generasi satu dibuat pada tahun 2023. Namun masih banyak kekurangan yang perlu diperbaiki. Salah satunya pada system pengereman. Oleh karena itu kali ini akan membahas untuk menentukan system pengereman yang cocok diaplikasikan di EV Pushback TUG RC.

### **3.2.2 Perumusan Tujuan**

#### **3.2.2.1 Studi Literatur**

Kegiatan magang yang dilakukan penulis di PT Garuda Maintenance Facility Aero Asia ini berkaitan dengan beberapa mata kuliah yang telah di dapatkan selama penulis di waktu perkuliahan. Kegiatan magang ini bisa juga dikatakan sebagai sebuah pengimplementasian mata kuliah secara langsung pada saat bekerja. Dengan di hadapkan beberapa case atau permasalahan secara langsung yang ada pada dunia kerja. Namun tidak lengkap jika penulis hanya perpatok dari satu sumber literasi. Selain dari mata kuliah yang didapatkan penulis juga mencari beberapa referensi seperti jurnal yang bisa ditemukan di website.

#### **3.2.2.2 Observasi Lapangan**

Proses Riset kendaraan EV Pushback TUG RC ini bertempat di PT GMF Aero Asia Tbk, yang berlokasi di lingkungan bandara Soekarno Hatta, Tangerang, Jawa Barat. Riset kendaraan Listrik pendukung pesawat kali ini didukung oleh KedaiReka. Dimana kedaireka adalah solusi terkini dalam mewujudkan kemudahan

sinergi kontribusi perguruan tinggi dengan komersialisasi mitra untuk kemajuan bangsa Indonesia, yang sejalan dengan visi Kampus Merdeka Kemendikbud RI.

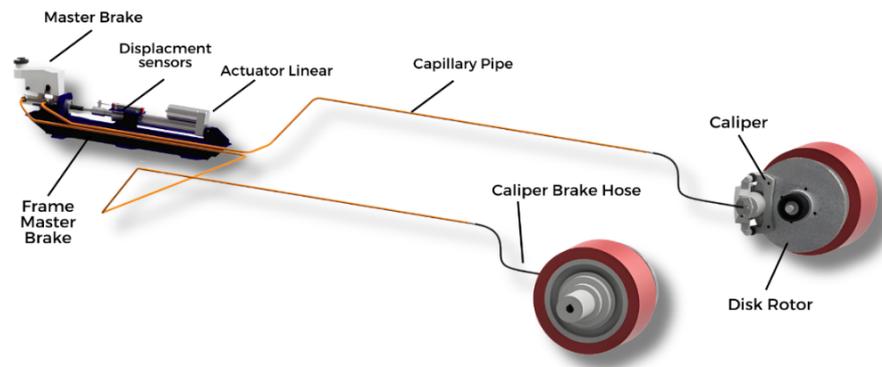


**Gambar 3. 2** Proses Fabrikasi EV Pushback Gen-2  
(Sumber: Dokumentasi Pribadi)

Proses riset EV Pushback TUG berbasis RC ini dilakukan selama 7 bulan dengan beberapa tahapan yang harus di selesaikan. Mulai dari bulan desember 2023 sampai Mei 2024. Dengan terdapatnya tugas khusus selama magang 4 bulan di PT GMF Aero Asia telah didapatkan beberapa data yang berkaitan dengan EV Pushback TUG. Berikut ini merupakan spesifikasi yang dimiliki dan juga diterapkan pada Kendaraan Ground Support Electric Vehicle Pushback TUG Generasi-2, diantaranya yaitu ;

- |                                     |              |
|-------------------------------------|--------------|
| 1. Panjang Kendaraan (p)            | : 3,115 m    |
| 2. Lebar kendaraan (l)              | : 3,11 m     |
| 3. Tinggi kendaraan (t)             | : 0,47 m     |
| 4. Berat kendaraan (w)              | : 80.000 Kg  |
| 5. Berat Total (Wt)                 | : 6.000 Kg   |
| 6. Diameter Roda Belakang           | : 0,34 m     |
| 7. Diameter Roda Depan              | : 0,2 m      |
| 8. Diameter Disc Brake              | : 0,005525 m |
| 9. Diameter piston kaliper          | : 0,0538 m   |
| 10. Diameter Piston Master Silinder | : 0,054 m    |

- 11. Koefisien gesek kampas rem ( $\mu_K$ ) : 0,35
- 12. Kecepatan awal ( $V_0$ ) : 1,38 m/s
- 13. Koefisien Drag ( $C_d$ ) : 0.34115342
- 14. Frontal Area ( $A_f$ ) : 1,4 m<sup>2</sup>
- 15. Luas Permukaan kampas rem : 0,0125 m<sup>2</sup>
- 16. Massa Jenis Udara ( $T=30^\circ\text{C}$ ) : 1.17 kg/m<sup>3</sup>



**Gambar 3. 3** Sistem Pengereman Pada RC EV Pushback TUG Gen-2  
*(Sumber: Dokumentasi Pribadi)*

## **BAB IV HASIL MAGANG**

### **4.1 EV Pushback TUG Generasi 2**

Pushback tug adalah salah satu dari Ground Support Equipment (GSE) yang merupakan suatu alat bantu yang selalu dipakai ketika pesawat berada pada ground yang membutuhkan support komponen pendukung untuk mendukung aktivitas di ground dalam beberapa operasi pada saat persiapan akan melakukan keberangkatan dan pada saat pesawat akan diperbaiki menuju hangar, tentunya membutuhkan alat support ini untuk mendukung proses tersebut. Pushback tug digunakan untuk alat bantu yang dapat memindahkan pesawat dari apron serta membantu dalam melakukan perpindahan dari hangar (Maulan & Wibowo, 2019). Untuk saat ini di Indonesia menggunakan mobil atau tractor pushback yang tentu saja menggunakan bahan bakar solar, Bentuk pushback tug biasanya sengaja didesain rendah agar tidak menyentuh hidung pesawat saat mendorong. Cara mendorong pesawat yaitu dengan menyambungkan batang besi towbar di antara pesawat dan pushback truck. Batang ini berbeda-beda untuk tiap jenis pesawat. Kemudian kita akan dorong mundur nose wheel, dan roda depan pesawat. pushbacker juga dibantu oleh wingman yang memastikan sayap dari pesawat aman dari tabrakan gedung atau pesawat lain, selain itu ada juga teknisi, mekanik, dan ground handler yang berkomunikasi dengan penerbang melalui intercom dan Heatset.

Namun saat ini kendaraan listrik sedang mengalami kemajuan yang pesat, banyak sektor yang sudah memanfaatkan energi listrik untuk diaplikasikan pada kendaraan, pada dunia penerbangan hal tersebut juga dimanfaatkan dengan menciptakan inovasi pada bagian Ground Support Equipment (GSE) yaitu Electric Vehicle Remote Control Pushback TUG. Berbeda dengan pushback tractor, Electric Vehicle Remote Control Pushback TUG tidak menggunakan solar sebagai bahan bakar namun kendaraan ini membutuhkan baterai sebagai power penggerakannya. Hal ini sangat cocok dengan program zero emission yang diusung oleh pemerintah. Tak hanya tentang ramah lingkungan, Electric Vehicle RC Pushback TUG ini juga diklaim akan membuat produktifitas meningkat, pasalnya jika dibandingkan dengan pushback traktor yang membutuhkan 5-6 orang dalam pengoperasiannya, Electric Vehicle RC Pushback TUG hanya membutuhkan 2 orang dalam pengoperasiannya yaitu operator yang memegang remote control dan satu teknisi untuk

memastikan EV RC Pushback TUG berjalan dengan lancar. Mototok adalah perusahaan internasional yang memproduksi EV RC Pushback TUG.

## 4.2 Dasar Teori

### 4.2.1 Definisi Rem

Rem adalah komponen kendaraan yang berfungsi untuk mengurangi kecepatan dan menghentikan laju kendaraan. Sistem ini harus terpasang pada setiap kendaraan darat, air, dan udara karena sebagai penjamin keamanan. Selain itu, rem diharapkan bisa menghentikan kendaraan di tempat manapun dengan jarak dan waktu yang memadai serta kendaraan yang terarah dan terkendali. Saat kendaraan bergerak, meskipun sudah tidak terhubung lagi dengan transmisi, kendaraan masih akan tetap bergerak pada jarak tertentu sebelum berhenti dengan sendirinya. Mesin merubah energi panas menjadi energi kinetik (energi gerak) untuk menggerakkan kendaraan. Sebaliknya, prinsip kerja rem adalah mengubah energi kinetik kembali menjadi energi panas untuk menghentikan kendaraan. Rem bekerja disebabkan oleh adanya gesekan antara gerak putar (disc) dengan penekanan (pad)

Sistem rem dari suatu kendaraan merupakan salah satu elemen terpenting dari suatu kendaraan, karena merupakan bagian terpenting untuk keamanan kendaraan. Sistem rem kendaraan harus mampu mengurangi kecepatan atau menghentikan kendaraan secara aman baik pada kondisi jalan lurus maupun belok pada segala kecepatan. Pada dasarnya besar ideal gaya rem yang dibutuhkan setiap kendaraan adalah berbeda. Begitu juga distribusi ideal gaya rem pada setiap roda untuk setiap kendaraan berbeda. Hal ini berarti bahwa sistem rem dari satu kendaraan tidak langsung memenuhi kebutuhan pengereman untuk kendaraan lain.

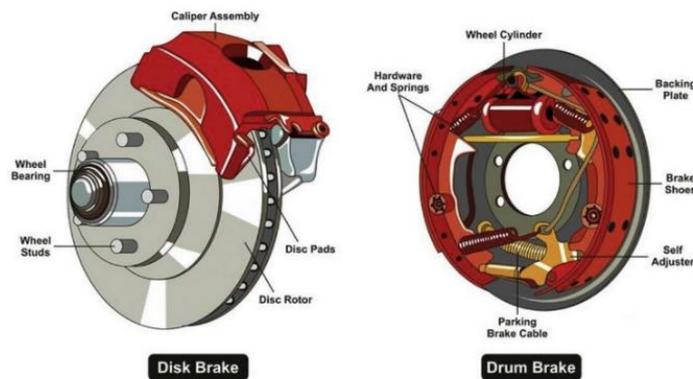
- Sistem pengereman tidak mempengaruhi gerak roda saat dipakai.
- Sistem pengereman harus bisa berfungsi dengan baik dalam keadaan maximum speed dengan beban pada kendaraan.
- Sistem pengereman harus memiliki durabilitas dan reliabilitas yang baik pada segala cuaca.
- Pengoperasian rem harus mudah tanpa menimbulkan kelelahan dan usaha berlebih pada pengendara.

- Harus menghasilkan pengereman yang pasti dan mudah dalam mengecek dan mengontrol kondisi sistem pengereman.

## 4.2.2 Jenis Rem

### 4.2.2.1 Berdasarkan Kontruksi

Berdasarkan kontruksinya jenis rem dibagi menjadi dua, yaitu Disc Brake (Rem Cakram) dan juga Drum Brake (Rem Tromol).



**Gambar 4. 1** Jenis Rem (Disc Brake dan Drum Brake)

(Sumber: <https://www.spinny.com/blog/index.php/drum-brakes-vs-disc-brakes/>)

#### 1. Disc brake (Rem Cakram)

Cara kerja Disc Brake (Rem Cakram) berbeda dengan cara kerja rem tromol, walaupun secara prinsip, keduanya menggunakan gaya yang sama untuk mengurangi kecepatan yaitu gaya gesek. Pada sistem rem cakram, gaya gesek yang digunakan untuk mengurangi kecepatan adalah gaya gesek antara kampas rem (brake pad) dengan piringan rem (disc brake rotor).

Rem piringan efektif karena rotor piringannya terbuka terhadap aliran udara yang dingin dan karena rotor piringan tersebut dapat membuang air dengan segera. Karena itulah gaya pengereman yang baik dapat terjamin walau pada kecepatan tinggi. Sebaliknya berhubung tidak adanya self servo effect, maka dibutuhkan gaya pedal yang lebih besar dibandingkan dengan rem tromol. Karena alasan inilah booster rem biasanya digunakan untuk membantu gaya pedal.

Pada saat mobil bergerak maka piringan rem akan mengikuti pergerakan roda. Karena keduanya disatukan dengan poros yang sama maka kecepatan

berputar piringan rem dan roda adalah sama. Menghentikan pergerakan piringan roda sama dengan menghentikan pergerakan roda. Proses pengereman diawali pada saat kita menekan pedal rem. Kemudian gaya tersebut akan diteruskan mulai dari pedal rem melalui jalur rem hingga mencapai piston pada kaliper rem. Piston tersebut akan mendorong kampas rem hingga bergesekan dengan piringan rem. Dengan konstruksi pada kaliper maka kampas rem di sisi lain juga akan bergerak hingga bergesekan dengan piringan rem. Sehingga kedua kampas rem tersebut menjepit piringan rem. Gaya gesek yang terjadi akan menghambat putaran dari piringan rem dan sekaligus akan mengurangi kecepatan putar dari roda, sehingga kecepatan terus berkurang dan akhirnya roda berhenti.

## **2. Drum Brake (Rem Tromol)**

Drum brake (rem tromol) adalah sistem pengereman pada mobil yang menggunakan drum besar yang dipasang di roda. Sistem ini terdiri dari beberapa komponen, termasuk sepatu rem, silinder roda, pegas rem, dan mekanisme penguat rem. Ketika pedal rem ditekan, silinder roda memaksa sepatu rem untuk menekan drum, menciptakan gesekan yang memperlambat putaran roda. Rem tromol atau Drum brake adalah salah satu konstruksi rem yang cara pengeremannya dengan menggunakan tromol rem (drum brake), sepatu rem (brake shoe), dan silinder roda (wheel cylinder). Pada dasarnya jenis rem tromol yang digunakan roda depan dan belakang tidak sama, hal ini dimaksudkan supaya sistem rem dapat berfungsi dengan baik.

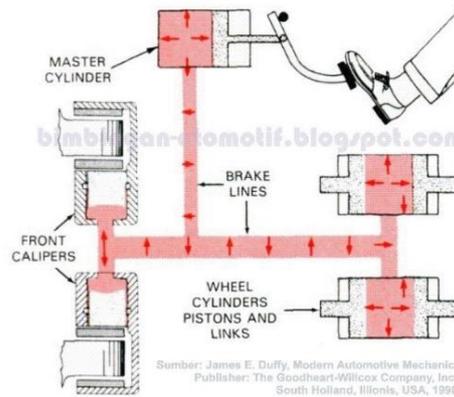
Cara kerja rem tromol yaitu Saat pengemudi menginjak pedal rem, master silinder menekan fluida kemudian fluida meneruskan tekanan ke silinder roda, silinder roda kemudian menekan sepatu rem yang akhirnya sepatu rem yang membawa kampas rem menekan tromol dan menimbulkan gesekan antara kampas rem dan tromol, gesekan inilah yang menyebabkan kendaraan melambat atau berhenti.

### **4.2.2.2 Berdasarkan Mekanisme Penggerak**

Berdasarkan mekanisme penggeraknya dan penyalur daya, rem dibagi menjadi:

#### **1. Rem Hidraulik**

Sistem rem hidraulik merupakan sistem rem yang menggunakan media fluida cair sebagai media penghantar/ penyalur gaya. Sistem rem hidrolik ini sangat rumit dan perlu perawatan yang berkala karena komponen-komponen rawan terhadap kerusakan, apabila terjadi kerusakan/ kebocoran pada selang atau sambungan-sambungan penyalur fluida maka akan mengganggu siklus aliran atau kerja dari sistem rem hidrolik.



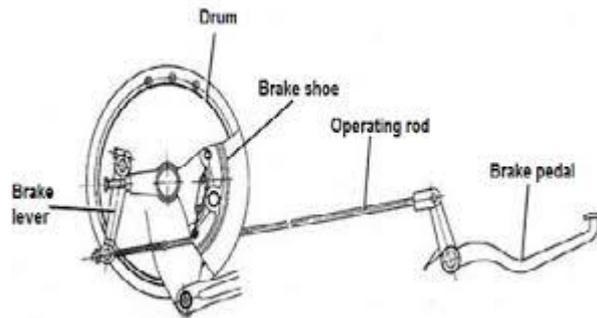
**Gambar 4. 2 Rem Hidrolik**  
(Sumber: [www.WordPress.com](http://www.WordPress.com))

Komponen terpenting dalam sistem rem hidrolik yaitu sepatu rem, master cylinder, actuator cylinder, dan tuas. Sistem rem hidrolik ini bekerja yaitu apabila tuas pedal rem diinjak maka tuas akan meneruskan gerakan ke master cylinder, didalam master cylinder terjadi perubahan dari energi kinetik menjadi tekanan pada minyak rem yang kemudian diteruskan menuju actuator/ Caliper cylinder melewati selang/pipa-pipa tekanan tinggi.

Setelah tekanan sampai di Caliper cylinder kemudian gaya tekan dirubah kembali menjadi gerakan/kinetik oleh Caliper cylinder untuk menggerakkan sepatu rem untuk menekan tromol/ disc supaya terjadi proses pengereman

## 2. Rem Mekanik

Sistem rem mekanik ini merupakan sistem rem yang paling sederhana dan tidak terlalu banyak memakai komponen. Sistem Rem ini umumnya digunakan untuk kendaraan kecil seperti sepeda. Komponen terpenting dalam sistem rem jenis mekanik ini yaitu sepatu rem, tuas dan kawat/seling.



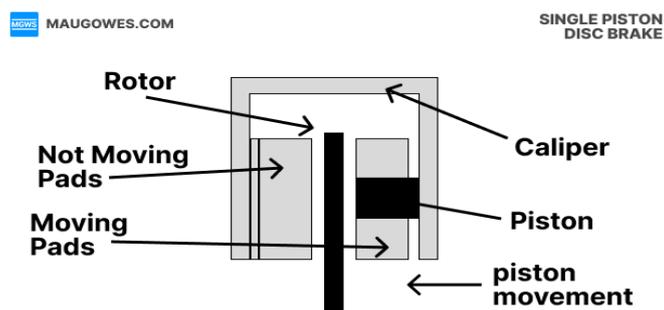
**Gambar 4. 3** Rem Mekanik  
(Sumber: *journal.unj.ac.id*)

Sistem rem mekanik ini merupakan sistem rem yang paling sederhana dan tidak terlalu banyak memakai komponen. Sistem Rem ini umumnya digunakan untuk kendaraan kecil seperti sepeda. Komponen terpenting dalam sistem rem jenis mekanik ini yaitu sepatu rem, tuas dan kawat/seling.

### 4.2.3 Kaliper

Kaliper merupakan salah satu yang sering digunakan pada pengereman kendaraan. Kaliper rem terdapat piston atau penekan yang berfungsi untuk menekan kampas rem. Jumlah piston atau penekan dalam kaliper rem beragam, ada yang hanya satu piston dan ada juga yang terdiri atas dua atau tiga piston dalam kaliper rem. Berikut merupakan jenis dari kaliper :

#### 4.2.3.1 Floating Kaliper (Single Piston)



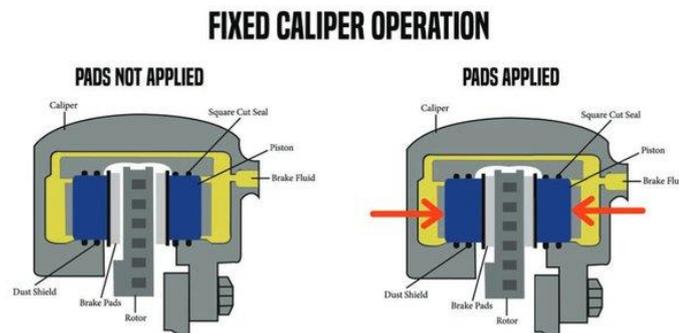
**Gambar 4. 4** Floating Kaliper (Single Piston)  
(Sumber: *MauGowes.com*)

Sebuah tipe floating kaliper terdapat piston hanya pada satu sisi dari kaliper. Piston berperan sebagai pembuat tekanan hidrolik, dan apabila bantalan rem cakram ditekan, kaliper akan bergerak ke arah yang berbeda dari piston, dan mendorong

rotor rem cakram dari kedua sisinya. Akibatnya, caliper akan menghentikan perputaran roda. Ada beberapa jenis floating caliper, tergantung dari metode menempelkan caliper ke piringan putar. Jenis yang pertama adalah full floating caliper. Dan yang kedua adalah semi floating caliper.

#### 4.2.3.2 Fixed Type (Double Piston)

Sebuah tipe fixed caliper mempunyai sepasang piston untuk mendorong rotor rem cakram pada kedua sisinya. Sehingga tekanan yang dihasilkan lebih kuat.



**Gambar 4. 5** Fixed Caliper (Double Piston)  
(Sumber: Burgman USA.com)

#### 4.2.4 Selang Rem

Selang rem merupakan salah satu komponen penting dari sistem pengereman yang juga harus dijaga dengan baik sehingga fungsi rem pun tidak terganggu. Rem adalah bagian paling krusial dalam [kendaraan bermotor](#). Jika tidak ada rem, motor yang Anda gunakan bisa mengalami kerusakan hingga berakibat pada kecelakaan. Pada rem, terdapat sebuah bagian yang juga tidak kalah penting yakni selang rem. Sebagai pengetahuan, sistem pengereman dibagi menjadi beberapa bagian penting yakni master rem, cakram, minyak rem, sampai selang. Bagian penting yang sering dianggap underrated adalah brake hose atau sering disebut selang pada rem. Berikut penjelasan detail yang wajib Anda ketahui. Referensi Suzuki.co.id.



**Gambar 4. 6** Selang Rem  
(Sumber: Tokopedia.com)

Selang rem memiliki standart untuk menjaga keamanannya baik skala nasional ataupun internasional. Karena rem memiliki fungsi yang sangat penting untuk semua jenis kendaraan. Standart tersebut diantaranya yaitu :

**1. SAE 100 R1AT / EN 853 1SN**

SAE 100 R1AT atau EN 853 1SN adalah salah satu selang hidrolik dikepang kawat terutama cocok untuk menyampaikan tekanan rendah-sedang cairan hidrolik atau berbasis air. Ini banyak digunakan pada traktor, forklift, truk, suku cadang mobil, dll.

SAE100 R1 AT/1SN terdiri dari tiga bagian: ban dalam, tulangan, dan tabung luar. Ban dalam adalah NBR, yang membuat selang sangat tahan terhadap minyak. Penguatan jalinan kawat kompak untuk menjamin selang SAE 100R1/1SN memiliki tekanan kerja yang tinggi. Tabung luarnya adalah karet sintetis SBR, tahan abrasi halus, tahan korosi, tahan cuaca, tahan penuaan, dll. SAE100 R1/ EN 853 1SN suhu kerja selang adalah -40 derajat hingga +100 derajat.

**2. ISO 1430**

Merupakan standar internasional yang diterbitkan oleh International Organization for Standardization (ISO) untuk *selang rem (hydraulic brake hose assemblies)* pada kendaraan bermotor. Standar ini menetapkan persyaratan performa dan pengujian untuk memastikan keamanan dan keandalan selang rem dalam sistem pengereman hidraulis.

**3. SNI 15-3840-2018**

SNI 15-3840-2018 yang berjudul "*Selang Rem Kendaraan Bermotor - Persyaratan dan Metode Uji*", adalah Standar Nasional Indonesia (SNI) yang diterbitkan oleh Badan Standardisasi Nasional Indonesia (BSNI) pada tahun 2018. Standar ini menetapkan persyaratan teknis untuk selang rem yang digunakan pada kendaraan bermotor.

Jenis-jenis selang rem sesuai dengan kemampuan menahan tekanan dari cairan hidrolis yang disalurkan pada piston kaliper. Diantaranya yaitu :

Sumber informasi:

- Society of Automotive Engineers (SAE International): <https://www.sae.org/>
- National Highway Traffic Safety Administration (NHTSA): <https://www.nhtsa.gov/>

#### 1. Selang Rem DOT:

- Jenis selang rem yang paling umum digunakan pada kendaraan ringan dan menengah.
- Terbuat dari karet sintesis dan diperkuat dengan serat tekstil.
- Mampu menahan tekanan hingga 2000 Psi.
- Tidak direkomendasikan untuk kendaraan berat atau aplikasi dengan tekanan tinggi.

#### 2. Selang Rem Fluoroelastomer (Fluoroelastomer Brake Hose):

- Terbuat dari fluoroelastomer, bahan yang lebih tahan panas dan tahan bahan kimia dibandingkan karet sintesis.
- Mampu menahan tekanan hingga 3000 Psi atau lebih.
- Cocok untuk kendaraan berat, kendaraan off-road, dan aplikasi dengan tekanan tinggi.

#### 3. Selang Rem Berlapis Baja (Steel-Braided Brake Hose):

- Memiliki lapisan luar baja yang mengelilingi selang karet atau fluoroelastomer.
- Memberikan tingkat ketahanan dan ketahanan tekanan yang lebih tinggi dibandingkan selang rem lainnya.
- Mampu menahan tekanan hingga 5000 Psi atau lebih.
- Cocok untuk kendaraan tugas berat, kendaraan balap, dan aplikasi ekstrim.

### **4.2.5 Kampas Rem**

Kampas rem merupakan salah satu komponen kendaraan bermotor yang berfungsi untuk memperlambat atau menghentikan laju kendaraan. Dalam konsep pengereman hal yang tidak dapat dihindarkan adalah sebuah keausan. Keausan terjadi apabila dua buah benda yang saling menekan dan saling bergesekan. Kampas rem mengubah energi kinetik kendaraan menjadi energi termal melalui gesekan. Dua bantalan rem terdapat pada kaliper rem, dengan permukaan gesekannya menghadap ke rotor. Ketika rem diterapkan secara hidraulik, caliper menjepit atau meremas kedua bantalan bersama-sama ke rotor yang berputar untuk memperlambat dan menghentikan kendaraan. Ketika kampas rem memanas karena kontak dengan rotor, ia memindahkan sejumlah kecil material gesekannya ke cakram, meninggalkan lapisan abu-abu kusam di atasnya. Bantalan rem dan cakram (keduanya sekarang memiliki bahan gesekan), kemudian "saling menempel", memberikan gesekan yang menghentikan kendaraan.



**Gambar 4. 7** Kampas Rem  
(Sumber:Dokumentasi pribadi)

### **3.5.1 Jenis Kampas Rem Pada Mobil**

#### **1. Kampas Rem Semi-Metalik**

Kampas rem pertama yang harus kamu ketahui adalah kampas rem semi-metalik. Jenis kampas rem ini memiliki karakteristik bagus, berdaya tahan lama, dan memiliki tipe transfer yang panas. Namun kekurangannya kampas rem ini memiliki tingkat ke-ausan cakram yang lebih cepat habis. Material kampas rem semi-metalik ini menggunakan material bahan dasar sintesis organik yang dicampur

dengan olahan campuran metal. Karena bahan material ini, kampas rem metalik punya daya tahan panas yang baik.

## **2. Kampas Rem Tipe Non-Asbes Organik**

Kampas rem jenis kedua adalah kampas rem non-asbes organik yang unggul dari segi kelunakan kampasnya. Ketika kamu mengerem, kamu tidak akan mendengar bunyi decit yang mengganggu. Meski begitu, salah satu kekurangan jenis kampas rem kedua ini cepat habis. Maka dari itu, kamu harus rajin mengecek kampas rem secara rutin. Keunggulan lainnya dari kampas rem ini adalah dihilangkannya penggunaan material asbestos yang diduga menjadi penyebab kanker paru-paru yang membahayakan pengguna mobil. Sebagai bahan pengganti material asbestos, digunakan kombinasi karet, kaca, karbon, resin, dan lain-lain.

## **3. Kampas Rem Tipe Non-Asbes Organik Bermetal Rendah**

Ini sama dengan tipe kampas rem kedua yang meniadakan material asbestos. Jenis cakram organik ini lebih baik dari kampas rem bermaterial metal tinggi. Namun kelemahan kampas rem non-asbes bermetal rendah ini adalah setiap kali dilakukan pengereman, terkadang masih menghasilkan bunyi yang mengganggu.

## **4. Kampas Rem Keramik**

kampas rem keramik. Jenis kampas rem ini diklaim sebagai kampas rem terbaik dibanding kampas rem sebelumnya karena bahan material dasarnya menggunakan keramik sehingga tidak meninggalkan ampas residu, tidak menimbulkan bunyi mengganggu, dan tidak merusak rotor mobil. Kelemahannya harga kampas rem ini mahal. Setelah mengetahui empat jenis spare part kampas rem, kamu bisa memilih jenis kampas rem yang satu tipe dengan mobil Mitsubishi milikmu. Lakukan riset harga terlebih dulu agar kamu bisa menyiapkan anggaran saat pergi ke bengkel resmi. Semoga fungsi rem mobilmu makin cakram dan siap dipakai untuk berkendara di masa new normal ini.

### **4.2.6 Master Silinder**

Master silinder adalah salah satu komponen terpenting dalam sistem pengereman mobil. Komponen ini bertanggung jawab untuk mentransfer tekanan hidrolis dari pedal

rem ke silinder roda. Dengan kata lain, master silinder adalah komponen yang mengontrol rem pada mobil dan sangat penting untuk keselamatan kendaraan. Master silinder umumnya terletak di ruang mesin mobil, di dekat firewall. Terdiri dari reservoir yang diisi dengan minyak rem dan serangkaian tabung yang terhubung ke setiap silinder roda. Setiap kali pedal rem ditekan, tekanan yang dihasilkan di dalam master silinder ditransfer ke silinder roda, sehingga memperlambat mobil.



**Gambar 4. 8** Master Silinder  
(Sumber: *Auto2000.com*)

Master silinder merupakan fitur keselamatan penting pada mobil mana pun, dan kondisinya harus diperiksa secara teratur. Ini harus diperiksa untuk mengetahui adanya kebocoran dan keausan secara umum. Jika ditemukan kebocoran, silinder harus diganti sesegera mungkin, karena hal ini dapat sangat mempengaruhi kemampuan pengereman mobil. Singkatnya, master silinder adalah komponen kunci dari sistem pengereman mobil. Tujuannya adalah untuk mentransfer tekanan hidrolik dari pedal rem ke silinder roda, sehingga mobil dapat melambat dan berhenti dengan aman. Master silinder harus diperiksa secara teratur untuk mengetahui adanya kebocoran dan tanda-tanda keausan lainnya. Master silinder yang rusak dapat menyebabkan rem mobil tidak berfungsi dengan baik, yang berpotensi menyebabkan cedera serius atau kematian.

Namun cara kerja master silinder dalam kendaraan EV TUG ini berbeda, dimana master silinder mendapat tekanan yang berasal dari Aktuator Linear bukan dari pedal rem. Karena dalam brake system EV TUG kali ini dikendalikan oleh microcontroler sehingga tanpa membutuhkan gaya tekan dari pengemudi.

#### 4.2.7 Aktuator Linear dan Displacement Sensor



**Gambar 4. 9** Aktuator Linear  
(Sumber: *Made-in-China.com*)

Linear Aktuator adalah sebuah aktuator yang bergerak secara linear atau satu garis lurus. Jadi gerakan aktuator jenis ini hanya maju dan mundur, Kemudian linear aktuator ini dibagi menjadi tiga berdasarkan energi penggerakannya yaitu listrik, mekanik, pneumatik dan hidrolis. Linear actuator memiliki kelebihan dalam kemampuannya mengubah energi listrik menjadi gerakan linear yang presisi. Linear actuator cocok untuk aplikasi yang memerlukan pergerakan lurus dan terukur seperti pada mesin industri, peralatan medis, dan otomatisasi rumah tangga. Namun, kelemahannya terletak pada batasan dalam jarak pergerakan linear yang terbatas dan kecepatan yang lebih lambat dibandingkan dengan beberapa jenis aktuator lainnya. Selain itu, linear actuator cenderung memerlukan desain mekanis yang lebih kompleks untuk integrasi yang tepat dalam sistem tertentu.



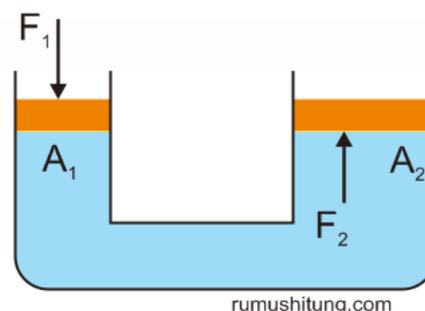
**Gambar 4. 10** Displacement Sensor  
(Sumber: *Made-in-China.com*)

Displacement Sensor pada master rem biasanya berfungsi untuk mendeteksi pergerakan piston master rem [sensor rem mobil bosch]. Sensor ini kemudian akan mengirimkan sinyal ke ECU (Electronic Control Unit) yang selanjutnya akan mengatur tekanan hidrolis yang dihasilkan actuator linear pada sistem pengereman sesuai kebutuhan pengereman. Dengan adanya Displacement Sensor pada master rem ini, sistem pengereman kendaraan menjadi lebih presisi dan responsif sehingga dapat meningkatkan keselamatan berkendara.

#### 4.2.8 Hukum Pascal

Tak terbayangkan jika sistem rem pada mobil tidak menggunakan Hukum Pascal. Pengendara mobil akan memerlukan tenaga besar untuk menghentikan laju mobilnya. Sama halnya dengan yang diterapkan pada pengereman pada EV Pushback TUG ini. Akan tetapi dengan menerapkan Hukum Pascal pada system rem EV Pushback TUG, actuator linear hanya perlu memberikan gaya kecil untuk mengurangi laju kendaraannya. Gaya ini berupa tekanan berasal dari actuator linear yang sebelumnya mendapatkan sinyal dari displacement sensor. Gaya yang berasal dari actuator linear kemudian disalurkan menggunakan piston master silinder kemudian diteruskan oleh minyak melalui pipa sehingga memberikan gaya yang lebih besar pada rem yang terdapat di ban Pushback.

Dengan demikian, laju pushback dapat dikurangi. Jika suatu fluida yang dilengkapi dengan sebuah penghisap yang dapat bergerak maka tekanan di suatu titik tertentu tidak hanya ditentukan oleh berat fluida di atas permukaan air tetapi juga oleh gaya yang dikerahkan oleh penghisap. Berikut ini adalah gambar fluida yang dilengkapi oleh dua penghisap dengan luas penampang berbeda. Penghisap pertama memiliki luas penampang yang kecil (diameter kecil) dan penghisap yang kedua memiliki luas penampang yang besar (diameter besar).



**Gambar 4. 11** Sistem Hukum Pascal  
(Sumber: Rumushitung.com)

Sesuai dengan hukum Pascal bahwa tekanan yang diberikan pada zat cair dalam ruang tertutup akan diteruskan sama besar ke segala arah, maka tekanan yang masuk pada penghisap pertama sama dengan tekanan pada penghisap kedua.

Tekanan dalam fluida dapat dirumuskan dengan persamaan di bawah ini.

$$P = F : A$$

sehingga persamaan hukum Pascal bisa ditulis sebagai berikut.

$$P_1 = P_2$$

$$F_1 : A_1 = F_2 : A_2$$

dengan  $P$  = tekanan (pascal),  $F$  = gaya (newton), dan  $A$  = luas permukaan penampang ( $m^2$ ).

Ada berbagai macam satuan tekanan. Satuan SI untuk tekanan adalah newton per meter persegi ( $N/m^2$ ) yang dinamakan pascal (Pa). Satu pascal sama dengan satu newton per meter persegi. Dalam sistem satuan Amerika sehari-hari, tekanan biasanya diberikan dalam satuan pound per inci persegi ( $lb/in^2$ ). Satuan tekanan lain yang biasa digunakan adalah atmosfer (atm) yang mendekati tekanan udara pada ketinggian laut. Satu atmosfer didefinisikan sebagai 101,325 kilopascal yang hampir sama dengan  $14,70 lb/in^2$ . Selain itu, masih ada beberapa satuan lain diantaranya cmHg, mmHg, dan milibar (mb).

$$1 \text{ mb} = 0.01 \text{ bar}$$

$$1 \text{ bar} = 10^5 \text{ Pa}$$

$$1 \text{ atm} = 76 \text{ cm Hg} = 1,01 \times 10^5 \text{ Pa} = 0,01 \text{ bar}$$

$$1 \text{ atm} = 101,325 \text{ kPa} = 14,70 \text{ lb/in}^2$$

Untuk menghormati Torricelli, fisikawan Italia penemu barometer (alat pengukur tekanan), ditetapkan satuan dalam torr, dimana  $1 \text{ torr} = 1 \text{ mmHg}$ .

## 4.2.9 Hukum Newton Tentang Gerak

### 4.2.9.1 Mengenai Gerak dan Gaya

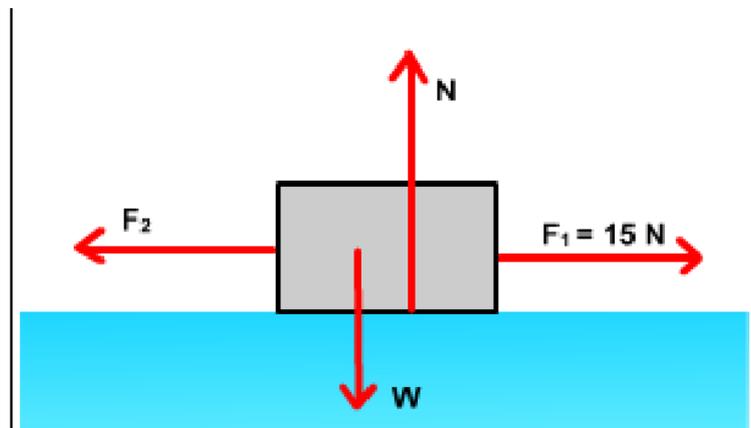
Gaya merupakan suatu tarikan atau dorongan yang dapat menimbulkan perubahan gerak. Dengan demikian jika benda ditarik/didorong dan sebagainya maka pada benda bekerja gaya dan keadaan gerak benda dapat dirubah. Gaya adalah penyebab gerak. Gaya termasuk besaran vektor, karena gaya ditentukan oleh besar dan arahnya.

### 4.2.9.2 Hukum Newton I

Jika resultan dari gaya-gaya yang bekerja pada sebuah benda sama dengan nol ( $F = 0$ ), maka benda tersebut :

- Jika dalam keadaan diam akan tetap diam, atau
- Jika dalam keadaan bergerak lurus beraturan akan tetap bergerak lurus beraturan.

Keadaan tersebut di atas disebut juga Hukum Kelembaman. Kesimpulan :  $F = 0$  dan  $a = 0$  Karena benda bergerak translasi, maka pada sistem koordinat Cartesius dapat dituliskan  $\sum F_x = 0$  dan  $\sum F_y = 0$ .



**Gambar 4. 12** Hukum Newton 1  
(Sumber :Detik.com )

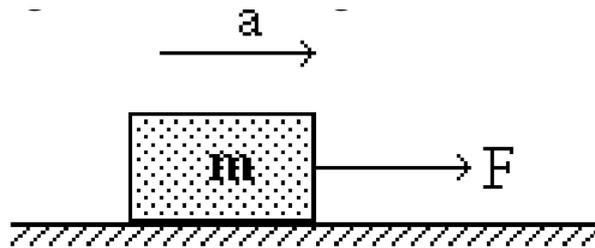
#### 4.2.9.3 Hukum Newton II

Sebuah benda dengan massa  $m$  mengalami gaya resultan sebesar  $F$  akan mengalami percepatan ( $a$ ) yang arahnya sama dengan arah gaya, dan besarnya berbanding lurus terhadap  $F$  dan berbanding terbalik terhadap massa ( $m$ ). Hukum Newton apabila ditulis secara matematis berbunyi ;

$$F = m \cdot a$$

Ket:

$F$ = Resultan gaya yang bekerja pada benda	N
$m$ = Massa Benda	Kg
$a$ = Percepatan Benda	$m/s^2$



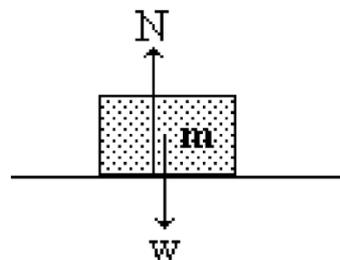
**Gambar 4. 13** Hukum Newton II  
(Sumber :Ilmu computer ORG.com )

Semakin besar gaya yang bekerja pada benda, semakin besar pula percepatannya. Hal ini berarti bahwa benda yang didorong dengan gaya yang lebih besar akan mengalami percepatan yang lebih besar daripada benda yang didorong dengan gaya yang lebih kecil.

#### 4.2.9.4 Hukum Newton III

Ketika suatu gaya (aksi) diberikan pada suatu benda, maka benda tersebut akan memberikan gaya (reaksi) yang sama besar dan berlawanan arah dengan gaya yang diberikan. Atau yang dikenal sebagai Hukum Aksi-Reaksi, menyatakan bahwa setiap aksi selalu menghasilkan reaksi yang sama besar dan berlawanan arah. Jika dalam penulisan matematis hukum Newton III berbunyi ;

$$F \text{ aksi} = F \text{ reaksi}$$



**Gambar 4. 14** Hukum Newton III  
(Sumber :MateriIPA.com )

Hukum ini dapat digunakan untuk memahami cara kerja mesin dan perangkat yang menggunakan gaya untuk bekerja. Misalnya, hukum ini dapat digunakan untuk memahami cara kerja mesin mobil

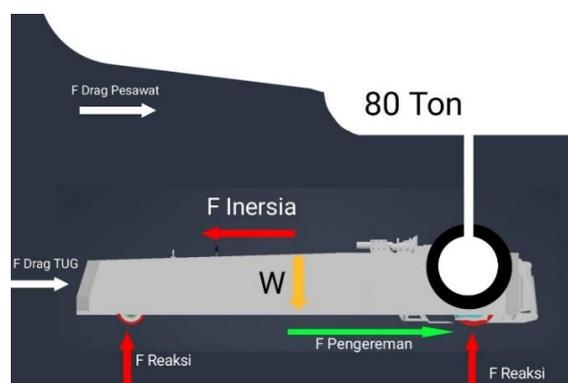
### 4.3 Analysis Kekuatan Brake system

Brake system merupakan system kendali yang memiliki peranan penting untuk menunjang keamanan dalam berkendara. Kali ini kendaraan yang akan dilakukan pengujian system brakenya yaitu EV Pushback TUG, dimana EV Pushback TUG ini akan digunakan pada pesawat. Sehingga pengujian brake system sendiri dinilai harus dengan standard yang tinggi. Agar dapat meminimalisir kerugian yang didapatkan. Karena landing gear pada pesawat sendiri dinilai sangat sensitive.

Tujuan analisis pengereman dari pushback TUG ini dilakukan untuk mendapatkan nilai kekuatan yang dibutuhkan pada pengereman dengan beban sebesar 86000 kg atau setara dengan 86 Ton. Kemudian setelah mendapatkan gaya gesek yang dibutuhkan pengereman pushback TUG, bisa memutuskan jenis pengereman apa yang paling pas digunakan pada kendaraan pushback TUG. Selain jenis pengereman juga bisa mendapatkan jenis material yang cocok digunakan dengan beban yang diterima cukup berat dan juga menentukan bagaimana perawatan pada system pengereman pushback TUG. Seperti pergantian kampas rem, minyak rem, dan perawatan berkala lainnya.

#### 4.3.1 Free Body Diagram

FBD (Free Body Diagram) difungsikan untuk memvisualisasikan gaya apa saja yang bekerja pada system atau mengisolasi objek dari lingkungannya dan menggambarkan semua gaya eksternal yang bekerja padanya. Selain itu representasi visual ini dapat membantu memahami interaksi gaya dan juga pengaruhnya terhadap Gerakan objek. FBD juga dapat memecahkan masalah mekanika. FBD yang dapat digambarkan pada kendaraan EV Pushback ini yaitu seperti berikut ini :



**Gambar 4. 15** FBD Gaya Yang Bekerja Pada EV Pushback TUG  
(Sumber :Dokumen Pribadi )

### 4.3.2 Tekanan Pada Aktuator Linear

Aktuator linear pada master rem memiliki fungsi untuk mengubah sinyal elektronik menjadi gerakan mekanis pada sistem pengereman kendaraan pushback electric. Gerakan mekanis ini kemudian digunakan untuk mendorong piston master rem, sehingga tekanan minyak rem dapat disalurkan ke seluruh sistem pengereman pada pushback electric. Aktuator Linear yang dipakai pada kendaraan EV Pushback ini memiliki gaya sebesar 2500 N.

Untuk menentukan jenis pengereman yang paling cocok pada EV Pushback diperlukan seberapa besar tekanan hidrolik yang dihasilkan oleh actuator linear ini. Dengan mengacu pada hukum pascal mengenai gaya dorong Sesuai dengan hukum Pascal bahwa tekanan yang diberikan pada zat cair dalam ruang tertutup akan diteruskan sama besar ke 40 segala arah, maka tekanan yang masuk pada penghisap pertama sama dengan tekanan pada penghisap kedua.

Perhitungan yang dipakai untuk mendapatkan Tekanan Hidrolik yang dihasilkan actuator linear yaitu :

$$\begin{aligned} P &= \frac{F}{A} \\ &= \frac{2500 \text{ N}}{0,314 \text{ m}^2} \\ &= 7.961,783 \text{ pa} \\ &= 7.96 \text{ Mpa} \end{aligned}$$

Keterangan :

P = Tekanan Hidrolik	N/m <sup>2</sup>
F = Gaya Aktuator	N
A = Luasan Area Piston Master Silinder (20 mm)	m <sup>2</sup>

Dengan gaya sebesar itu kita bisa menentukan apakah actuator dengan type yang dipakai saat ini mampu memberikan tekanan yang dibutuhkan pada system pengereman EV Pushback TUG. Apabila gaya tekan yang dihasilkan oleh actuator linear lebih kecil dikhawatirkan kekuatan untuk mendorong piston master rem yang kurang maksimal akan menjadikan system pengereman tidak bekerja dengan baik. Sehingga akan menimbulkan masalah

### 4.3.3 Gaya Eksternal Yang Mempengaruhi

Gaya Eksternal merupakan gaya yang berasal dari luar. Gaya eksternal tersebut dapat berupa gesekan, gravitasi, magnet, dan pegas. Gaya eksternal dapat mempengaruhi bentuk, Gerakan, dan juga keadaan system. Berikut merupakan beberapa gaya eksternal yang mempengaruhi atau bekerja pada kendaraan TUG, diantaranya yaitu ;

#### 4.3.3.1 Gaya Drag

Gaya Drag atau biasa dikenal dengan sebutan gaya hambat merupakan gaya yang berasal dari luar. Gaya drag ini bekerja **berlawanan arah** dengan gerakan benda. Misalnya, ketika mobil melaju kencang, udara akan memberikan gaya hambat yang mencoba memperlambat laju mobil. Oleh karena itu dengan melakukan perhitungan gaya drag ini kita bisa mengetahui seberapa besar gaya drag yang diterima oleh TUG, agar kita bisa menghitung atau menentukan seberapa besar gaya pengereman yang dibutuhkan. Karena untuk menghentikan kendaraan TUG selain dari gaya gesek antara kampas rem dan piringan kita juga bisa menambahkan gaya drag ini.

Selain untuk pengereman gaya drag ini dibutuhkan untuk mengetahui seberapa besar gaya yang harus dibutuhkan sebuah motor penggerak untuk bisa menggerakkan sebuah kendaraan. Perhitungan gaya drag tersebut bisa menggunakan rumus yang ada di bawah ini.

$$\begin{aligned} FD &= \frac{1}{2} \cdot P \cdot V^2 \cdot Cd \cdot Af \\ &= \frac{1}{2} \cdot 1.17 \frac{kg}{m^3} \cdot 1,38 \frac{m}{s^2} \cdot 0,34115342 \cdot 45,15 m^2 \\ &= 17,16016751 N \end{aligned}$$

Ket :

FD = Gaya Drag	N
P = Massa Jenis Udara	kg/m <sup>3</sup>
V = Kecepatan	m/s <sup>2</sup>
Cd = Koefisien Drag	
Af = Area Frontal	m <sup>2</sup>

Gaya drag kali ini masih berbentuk asumsi karena untuk mengetahui gaya drag pada suatu kendaraan kita harus melakukan uji aerodinamis. Namun pada riset kendaraan TUG kali ini tidak terdapat pengujian aerodinamis sehingga hanya berbentuk asumsi.

#### 4.3.3.2 Gaya Normal

*Gaya Normal* adalah gaya penopang yang muncul saat kendaraan bersentuhan dengan permukaan jalan. Arahnya selalu tegak lurus terhadap permukaan jalan dan berasal dari reaksi permukaan jalan terhadap berat kendaraan. Gaya normal berperan menjaga agar kendaraan tetap stabil dan tidak terguling saat menikung, mengerem, atau berakselerasi. Semakin besar gaya normal, semakin stabil pula kendaraan. Selain itu Gaya normal berpengaruh pada gaya gesek antara ban dan permukaan jalan, yang disebut *traksi*. Traksi yang tinggi penting untuk mempercepat, mengerem, dan menikung dengan aman.

Oleh karena itu perhitungan gaya normal dibutuhkan untuk mengetahui seberapa besar gaya normal yang diterima kendaraan EV Pushback TUG. Untuk melakukan perhitungan gaya normal bisa menggunakan rumus dibawah ini ;

$$\begin{aligned} F &= m \cdot g \\ &= 86000 \text{ kg} \cdot 9,81 \text{ m/s}^2 \\ &= 843,660 \text{ N} \end{aligned}$$

Ket :

F = Gaya Normal	N
M = Massa total	kg
g = Gaya Gravitasi	m/s <sup>2</sup>

#### 4.3.4 Perhitungan Perlambatan

Kendaraan EV Pushback TUG Gen-2 menggunakan sistem pengereman hidraulik dengan single piston floating caliper, dan 1 master silinder yang diberikan gaya oleh aktuator linear digunakan untuk sistem pengereman tersebut. Pada perhitungan perlambatan EV Pushback TUG ini dibuat menggunakan data asumsi karena belum dilakukan pengujian dari jenis uji apapun. Perhitungan EV Pushback TUG berjalan pada kecepatan 5 km/jam dan diberi jarak 2 meter untuk braking distance.

Dengan kecepatan seperti itu apakah system pengereman yang diterapkan bisa bekerja dengan maksimal atau sebaliknya. Berikut merupakan perhitungan yang dipakai untuk menentukan perhitungan perlambatan yang diterima EV Pushback TUG ; Asumsi pertama dengan kecepatan 5 km/jam dan jarak tempuh sepanjang 2 km

$$\begin{aligned}
 -Vt^2 &= V_0^2 - 2 \cdot a \cdot s \\
 0 &= (1,38 \text{ m/s})^2 - 2 \cdot a \cdot 2 \text{ m} \\
 a &= \frac{(1,38 \frac{\text{m}}{\text{s}})^2}{2 \cdot 2} \\
 a &= -0,4761 \text{ m/s}^2
 \end{aligned}$$

Ket :

$V_t$	= Kecepatan Akhir	m/s
$V_0$	= Kecepatan Awal	m/
$a$	= Perlambatan	m/s
$s$	= Jarak	m

#### 4.3.4.1 Perhitungan Waktu pengereman

$$\begin{aligned}
 V &= V_0 + a \cdot t \\
 0 &= (1,38 \text{ m/s}) + (-0,4761 \cdot t) \\
 -1,38 \text{ m/s} &= -0,4761 \cdot t \\
 t &= \frac{1,38 \text{ m/s}}{0,4761 \text{ m/s}} \\
 t &= 2,898 \text{ s}
 \end{aligned}$$

Ket :

$V$	= Kecepatan Akhir	m/s
$V_0$	= Kecepatan Awal	m/s
$a$	= Perlambatan	m/s <sup>2</sup>
$t$	= waktu	s

#### 4.3.5 Gaya Yang Dibutuhkan Untuk Menghentikan TUG

Dengan perlambatan -0,4761 m/s. Maka gaya yang dibutuhkan untuk menghentikan kendaraan EV Pushback TUG sebagai berikut :

$$\sum F_y = 0$$

$$N_f + N_r - W = 0$$

$$N_f + N_r = W$$

$$N_f + N_r = m \cdot g$$

$$N_f + N_r = (80000 + 6000) \cdot 9,81 \text{ m/s}$$

$$N_f + N_r = 843,660 \text{ N}$$

Ket :

$N_f$  = Gaya normal roda depan N

$N_r$  = Gaya normal roda belakang N

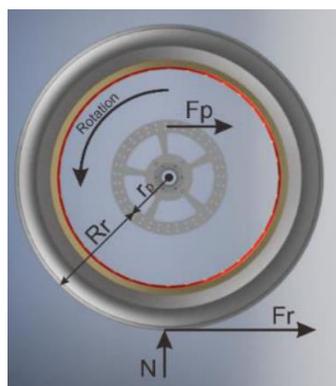
$F_y$  = Gaya Gesek N

$m$  = Massa Total kg

$g$  = Gaya Gravitasi m/s

#### 4.3.5.1 Gaya Gesek Roda dan Jalan

Untuk mengetahui besarnya gaya gesek yang terjadi antara roda dengan jalan, maka perlu diketahui nilai dari coefficient of rolling resistance roda, sehingga didapatkan rolling resistance dari perhitungan berikut :



**Gambar 4. 16** FBD Gaya Yang Terjadi Pada Roda dan Jalan  
(Sumber :smantic scholar.com )

$$F_g = \mu \cdot (N_f + N_r)$$

$$F_g = 0,008 \cdot 843,660 \text{ N}$$

$$F_g = 12654,9 \text{ N}$$

Ket :

$F_g$  = Gaya Gesek N

$\mu$  = Koefisien Gesek Roda Material Polyethylene

#### 4.3.5.2 Gaya Total Untuk Menghentikan TUG

Dari beberapa perhitungan diatas kita bisa mengetahui gaya total yang dibutuhkan untuk menghentikan kendaraan EV Pushback TUG, diantaranya sebagai berikut ;

$$\sum F_x = 0$$

$$F_b + F_g + F_d = m \cdot a$$

$$F_b = m \cdot a - F_d - F_g$$

$$F_b = 86000 \text{ kg} \cdot 0,4761 \text{ m/s} - 16,4000272 \text{ N} - 12654,9 \text{ N}$$

$$F_b = 28273,29997 \text{ N}$$

Ket ;

$F_b$  = Gaya Pengereman Total N

$F_g$  = Gaya Gesek Roda dan Jalan N

$F_d$  = Gaya Drag N

$m$  = Massa Total kg

$a$  = Perlambatan m/s

#### 4.3.5.3 Gaya Rem Pada Setiap Roda

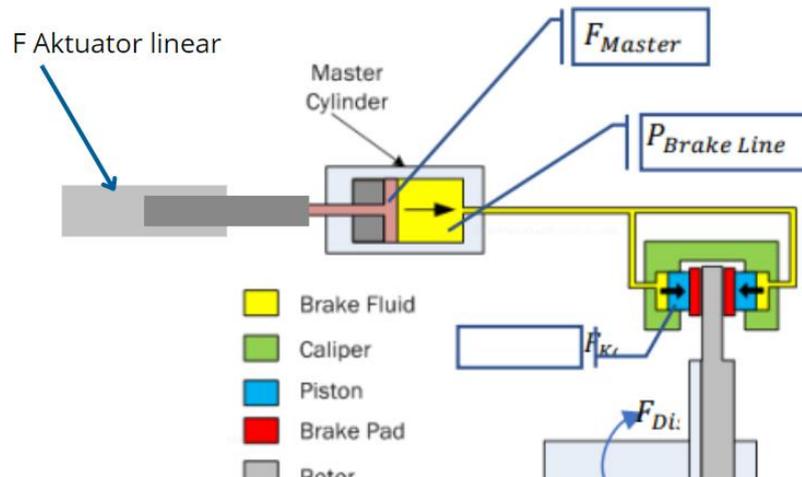
Braking force pada roda dihitung berdasarkan gaya terbesar yang diterima roda, yaitu pada roda belakang. Untuk tiap roda belakang, maka gaya pengereman ( $F_{\text{rear}}$ ) tersebut dibagi 2 sama kiri dan kanan.

$$F_b \text{ pada tiap roda} = \frac{F_b}{2}$$

$$F_b \text{ pada tiap roda} = \frac{28273,29997 \text{ N}}{2}$$

$$F_b \text{ pada tiap roda} = 14136,64999 \text{ N}$$

#### 4.3.5.4 Gaya Rem Pada Disc Brake



**Gambar 4. 17** FBD Gaya Yang Terjadi Pada Brake System  
(Sumber: Dokumen Pribadi)

Roda dan Disc Brake terpasang pada satu poros, sehingga torsi pada roda sebanding dengan torsi pada Disc brake atau Piringan cakram, maka gaya yang dibutuhkan pada Disc Brake untuk menghentikan kendaraan EV pushback adalah.

$$FR \cdot rR = FP \cdot rP$$

$$14136,64999 \text{ N} \cdot 0,17\text{m} = FP \cdot 0,12$$

$$FP = \frac{14136,64999 \text{ N} \cdot 0,17\text{m}}{0,12 \text{ m}}$$

$$FP = 20026,38238 \text{ N}$$

#### 4.3.5.5 Gaya Tekan Pada Kampas Rem

Gaya gesek pada kampas rem dan piringan cakram yang terjadi tergantung pada koefisien gesek dan gaya tekan pada kampas rem. Apabila gaya gesek pada piringan cakram yang dibutuhkan sebesar 20026,38238 N, maka gaya tekan pada kampas rem sebesar perhitungan di bawah ini :

$$Fp = Fk \cdot \mu k$$

$$20026,38238 \text{ N} = Fk \cdot 0,35$$

$$Fk = \frac{20026,38238 \text{ N}}{0,35}$$

$$Fk = 57218,23538 \text{ N}$$

#### 4.3.6 Tekanan Pada Selang Rem

Gaya tekan yang dihasilkan oleh kampas rem berasal dari tekanan cairan rem pada Brake line yang menekan Piston kaliper, apabila diketahui gaya tekan yang dibutuhkan maka tekanan pada Brake line dapat dihitung dengan cara sebagai berikut ;

$$F \text{ kampas} = P \text{ brake line} \cdot A \text{ kaliper}$$

$$F_k = P \text{ brake line} \cdot \frac{\pi}{4} \cdot (d \text{ piston kaliper})^2$$

$$57218,23538 \text{ N} = P \text{ brake line} \cdot \frac{\pi}{4} \cdot (0,054 \text{ m})^2$$

$$P \text{ brake line} = \frac{57218,23538 \text{ N}}{0,002290221 \times 10^{-4}}$$

$$P \text{ brake line} = 2498,37288 \text{ N/m}^2$$

#### 4.3.7 Gaya Yang Dibutuhkan Piston Master Silinder

Tekanan cairan rem pada kaliper, brake hose, dan master silinder sama, tekanan tersebut berasal dari gaya yang diaplikasikan pada Master silinder, maka gaya tekan actuator linear yang dibutuhkan adalah ;

$$F \text{ master} = P \text{ brake} \cdot A \text{ piston master silinder}$$

$$F \text{ master} = P \text{ brake} \cdot \frac{\pi}{4} \cdot (d \text{ piston master silinder})^2$$

$$F \text{ master} = 2498,37288 \text{ N/m}^2 \cdot \frac{\pi}{4} \cdot (0,2)^2$$

$$F \text{ master} = 0,784886988 \text{ N}$$

#### 4.3.8 Menghitung Keausan Kampas Rem

Untuk mengetahui keausan kampas rem yang terjadi, penulis membuat asumsi perhitungan dikarenakan kendaraan EV Pushback belum dilakukan uji coba dari segi apapun. Oleh karenanya asumsi jarak tempuh sepanjang 20.000 Km. dengan ketebalan kampas rem sesuai dengan spesifikasi dari pabrikan setebal 20 mm. Asumsi tebal akhir sebesar 5 mm. Karena nilai aman untuk ketebalan sebuah kampas rem sesuai standard internasional memiliki tebal 3 mm.

Dari perhitungan ini didapatkan seberapa besar pemakanan atau keausan yang di dapat setiap jam nya. Dengan mengetahui seberapa besar pemakanan kampas karena gesekan. Dengan perhitungan dibawah ini.

$$\begin{aligned}
&= \frac{(t_1 - t_0)}{s} \\
&= \frac{(20 - 5)}{20.000} \\
&= 0,00075 \text{ mm/Km}
\end{aligned}$$

### 4.3.9 Menentukan Pemilihan Selang Rem

Working Pressure (WP) Asumsi: SF (Safety Factor) = 6 Karena tekanan sistem adalah 2498,37288 N/m<sup>2</sup> atau 0,3623 psi Maka working pressure selang rem tersebut bisa dihitung dengan:

Working Pressure ( WP)

SF (Safety Factor) : 6

BP (Burst Pressure) : 14500

$$WP = \frac{BP}{SF}$$

$$WP = \frac{14500}{6}$$

$$WP = 2416,66 \text{ Psi}$$

Dari perhitungan diatas, burst pressure selang didapat dari datasheet *SAE 100 RIAT* dengan diameter 4,8 mm, dan selang yang dipilih dapat dikatakan aman untuk digunakan karena working pressure nya diatas system pressure pada sistem pengereman.

## 4.4 Dampak Yang Dapat Terjadi

### 4.4.1 Kebocoran Selang Rem TUG

Salah satu dampak yang dapat terjadi apabila terdapat kesalahan pada saat perhitungan kebutuhan braking system pada suatu kendaraan adalah kebocoran pada selang rem. Selang rem merupakan komponen penting dalam sistem pengereman mobil. Fungsinya adalah untuk menyalurkan minyak rem dari master silinder ke caliper rem. Selang rem terbuat dari bahan yang kuat dan tahan lama, seperti karet atau logam yang dilapisi karet. Hal ini karena selang rem harus mampu menahan tekanan tinggi yang dihasilkan oleh sistem pengereman.

Oleh karena itu apabila dalam saat perhitungan terdapat kesalahan, maka berpengaruh pada penentuan material selang rem. Sehingga tidak sesuai dengan kebutuhan yang terjadi di lapangan. Ketika tekanan yang diterima selang rem lebih besar dari pada nilai kekuatan tekan yang dimiliki selang rem, akan terjadi kebocoran bahkan bisa terjadi ledakan.



**Gambar 4. 18** Ledakan Pada Selang Rem  
(Sumber :*Hydraulichose.id* )

Ketika selang rem mengalami kebocoran, selain mengakibatkan ledakan akan mempengaruhi kualitas pengereman. Tekanan yang disalurkan pada kaliper tidak maksimal dan mengurangi performa pengereman. Selain itu dampak kebocoran selang juga bisa mengakibatkan kerusakan komponen lainnya. Karena cairan hidrolis dari rem meluber kemana-mana.

## **BAB V PENUTUP**

### **5.1 Kesimpulan**

Dari hasil kalkulasi perhitungan dan analisa data, maka dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Tekanan Hidrolik pada selang rem kendaraan EV RC Pushback TUG generasi ke-2 saat mengerem sebesar 0,3623 Psi
2. Gaya total yang dibutuhkan untuk menghentikan kendaraan pada keadaan jalan datar dan lurus dengan kecepatan kendaraan 50 kilometer per jam sebesar 28273,29997 N.
3. Penentuan jenis kaliper dengan menggunakan single piston atau floating kaliper. Karena dirasa cukup dengan tekanan yang diterima sebesar 143,05 Psi.
4. Perawatan rem dengan melakukan pergantian kampas rem setelah ketebalan kampas rem 3 mm dengan standart yang sudah ditentukan.
5. Dari beberapa asumsi perhitungan yang didapatkan yaitu, penentuan selang rem menggunakan jenis selang karet yang tahan minyak dan panas Sesuai Standart *SAE 100 RIAT* yang memiliki burst pressure sebesar 14.500 Psi dan tentunya lebih besar dari daya tekan yang terjadi pada Pushback.

### **5.2 Saran**

Untuk pengembangan EV RC Pushback TUG lebih lanjut, adapun saran dari penulis untuk PT Garuda Maintenance Facility Aero Asia Tbk, untuk mengoptimalkan kendala-kendala yang terjadi pada EV Pushback TUG 2 ini dan bisa diaplikasikan pada EV Pushback TUG generasi selanjutnya seperti pemilihan kaliper rem, selang rem, dan juga pemilihan pendorong seperti actuator linear, karena semua itu sangat mempengaruhi performa pengereman.

Harapan penulis agar menggunakan selang rem dengan standard SAE R1AT /DIN EN 853 1SN material karet yang tahan minyak dan panas. Dengan burst pressure 14.500 dan diameter 4,8 mm. Karena working pressurennya lebih besar dari pada system pressurennya. Sehingga selang dinyatakan aman untuk di aplikasikan.

Pada perhitungan sistem pengereman kendaraan EV Pushback TUG V2 ini masih belum sepenuhnya sempurna, in dikarenakan masih banyak parameter yang tidak dihitung dalam penelitian ini.

## DAFTAR PUSTAKA

- Arifin, Hafidh Aldiza. (2017). *Perhitungan Ulang Sistem Pengereman Mobil Nogogeni 3 Evo Untuk Sheel Eco Marathon Asia 2017*. Institut Teknologi Sepuluh Nopember.
- Manjunath T V., dan Dr Suresh P M. (2013). *Structural and Thermal Analysis of Rotor Disc of Disc Brake*. KSIT.
- Prayoga, Bachtiar Dafik. Poernomo, Heroe. Bisono, Fipka. (2017). *Perancangan Dan Analisis Sistem Pengereman Hydraulic Pada Mobil Minimalis Roda Tiga*. PPNS
- Dr. Ir. Yanuar, Msc., M.Eng, Dita Satyadarma, ST., MT, Burhan Noerdin. *Analisis Gaya Pada Rem Cakram (Disk Brake) Untuk Kendaraan Roda Empat*. Universitas Gunadarma
- Oktora, Fransiscus. Hukum-Hukum Newton tentang Gerak. [https://www.academia.edu/4907196/HUKUM\\_HUKUM\\_NEWTON\\_TENTANG\\_GERAK](https://www.academia.edu/4907196/HUKUM_HUKUM_NEWTON_TENTANG_GERAK).
- Sofeiflex.com*, diakses pada : 5 April 2024, <https://www.sofeiflex.com>
- Gmf-aeroasia.com*, diakses pada : 15 April 2024, <https://www.gmf-aeroasia.co.id/>

# LAMPIRAN

## Lampiran 1. Surat Pengantar Magang Industri



KEMENTERIAN PENDIDIKAN, KEBUDAYAAN,  
RISET, DAN TEKNOLOGI  
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER  
FAKULTAS VOKASI  
DEPARTEMEN TEKNIK MESIN INDUSTRI  
Gedung VOKASI AA dan BB,R. Sekretariat AA Lt.2, Kampus ITS Sukolilo Surabaya 60111  
Telepon: 031-5922942, 5932625, PABX 1275  
Fax: 5932625  
<https://www.its.ac.id/tmi/> email: mesin\_fvokasi@its.ac.id

Nomor : 6948/IT2.IX.7.1.2/B/PM.02.00/2023

Lampiran : -

Perihal : Permohonan Magang Industri

Kepada Yth.: PT. Garuda Maintenance Facility Aero Asia Tbk

Gmf Management Building 1303 PO Box 15125 FI Kota Tangerang, Banten 15126

Dalam rangka untuk meningkatkan kompetensi diri, membuka wawasan & pengalaman dalam dunia usaha dan untuk memenuhi kewajiban kurikulum bagi mahasiswa Departemen Teknik Mesin Industri Prodi Teknologi Rekayasa Manufaktur Fakultas Vokasi ITS, maka bersama ini Kami bermaksud mengajukan permohonan program magang dan kiranya mahasiswa tersebut dapat diizinkan untuk melaksanakan magang di PT. Garuda Maintenance Facility Aero Asia Tbk.

Pelaksanaan magang yang Kami rencanakan adalah:

Lama magang selama : 4 ( Empat) bulan

Yang akan dimulai tanggal : 29 Januari 2024 – 29 Mei 2024

Adapun data nama mahasiswa tersebut sebagai berikut:

No.	Nama	NRP	No. Hp	Email
1	Ferry Anggara Putra	2038211013	085326699578	anggaraferry8@gmail.com
2	Radyan Permadi	2038211015	087765569904	radyan61@gmail.com
3	Ridemtor Yogi Dwianggada	2038211016	083851770954	ridemtor007@gmail.com

Besar harapan Kami untuk bisa diterima dan mohon untuk jawaban atas surat permohonan Kami ini dapat dikirimkan melalui email: mesin\_fvokasi@its.ac.id.

Demikian permohonan Kami, atas perhatian dan kerjasamanya yang baik Kami sampaikan terima kasih



Surabaya, 10 Nopember 2023  
Kepala Departemen Teknik Mesin Industri

Dr. Ir. Heru Mirmanto, M.T.  
NIP. 196202161995121001

## Lampiran 2 Curriculum Vitae

### FERRY ANGGARA PUTRA

085326699578 | anggaraferry8@gmail.com | Instagram @fryangpr\_

Jl. Kusuma Bangsa RT 001 RW 002 Desa Gedangkulut, Kec. Cerme Gresik 61171

Seorang mahasiswa aktif Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya yang memiliki latar belakang di Teknik Mesin. Memiliki keinginan untuk terus berkembang dalam bidang Teknik Mesin dan memiliki dedikasi yang kuat untuk mencapai tujuan akademik dan profesional kerja. Saya telah mengembangkan keterampilan dalam 2D dan 3D modeling, analisis kekuatan benda kerja, problem solving, public speaking, organisasi dan juga proyek di luar kampus.

#### Pengalaman Kerja dan Organisasi

---

**PT GMF AEROASIA Tbk. - Tangerang, Indonesia**

Jan 2024 - May 2024

*Intership*

PT GMF AeroAsia adalah perusahaan yang bergerak di bidang maintenance, repair, and overhaul (MRO) pesawat. Mereka menawarkan layanan perawatan dan perbaikan pesawat,

- Project assistant dari Electric Vehicle Pushback TUG (ARTEMITS V2.0)
- Drafter 3D & 2D
- Manufacturing Processes (CNC, Turning, Milling dan Flap Peening)

**KKN - PENGABDIAN MASYARAKAT - Pasuruhan, Indonesia**

Jul 2023 - Sep 2023

*Anggota*

- Membuat Alat pemisah bulu kambing pada usaha ternak domba
- Sosialisasi peternakan modern

**HIMPUNAN MAHASISWA TEKNIK MESIN INDUSTRI - Surabaya, Indonesia**

Feb 2023 - Present

*Anggota Aktif*

- Kepala Biro Digital Grafis (Divisi Medkarf)
- Staff Media Kreatif (Divisi Minat dan Bakat)

**PTPN X PG NGADIREDO - Kabupaten Kediri, Indonesia**

Jul 2019 - Sep 2019

*Intership*

Pabrik Gula Ngadiredjo merupakan salah satu Unit Usaha dari PT. Perkebunan Nusantara X yang bergerak dibidang usaha mengelola bahan baku tebu menjadi produksi utama gula SHS.

- Pengujian Laboratorium

**KOMUNITAS ILING BUMI GRESIK - Gresik, Indonesia**

Mar 2021 - Present

*Anggota Aktif*

Iling Bumi Gresik merupakan salah satu organisasi kemasyarakatan yang bergerak dalam bidang peduli lingkungan. Iling bumi gresik sudah berpartisipasi dalam panggilan bencana alam yang yang di Jawa Timur maupun Indonesia.

- Relawan bencana alam
- Tim mengajar kampung binaan Kab. Gresik (SB GIRI Pattiro Gresik)

#### Riwayat Pendidikan

---

**Institut Teknologi Sepuluh Nopember - Jl. Teknik Kimia, Keputih, Kec. Sukolilo, Surabaya, Jawa Timur 60111**

*Undergraduate in Mechanical Engineering*

- Mempelajari tentang desain mesin, manufaktur dan produksi, teknologi material, termodinamika dan mesin thermal, dinamika dan kontrol, pemeliharaan dan manajemen perawatan, simulasi dan permodelan

**SMK Negeri 1 Cerme - Jl. Jurit, Cerme Kidul, Kec. Cerme, Kabupaten Gresik, Jawa Timur 61171**

*High School Diploma in Chemical Engineering*

- Mempelajari pemrosesan bahan mentah menjadi barang setengah jadi ataupun barang jadi (produk), penerapan hukum-hukum kimia dan fisika untuk mengelola bahan baku menjadi produk

#### Skills

---

- **Hard Skills:** control system AutoCAD software 3D desain dan simulasi software 3D dan 2D CAD Expertise, microsoft power point, microsoft excel, microsoft word
- **Projects:** Machining and Drafting 2D & 3D Electric Vehicle Pushback TUG (ARTEMITS V2.0)

### Lampiran 3 Surat Penerimaan Magang Industri



Kepada Yth:  
Peserta Internship 4.1

di Tempat

Tangerang  
Nomor kami / Our number  
Perihal / Subject

04 Desember 2023  
GMF/THB-2099/23  
Surat Penerimaan GMF Internship Program 4.1

Dengan Hormat,

Sehubungan dengan seleksi Internship Batch 4.1 PT Garuda Maintenance Facility Aero Asia Tbk Tahun 2024, berikut kami sampaikan peserta yang **LOLOS** seleksi dan dapat mengikuti GMF Internship Program 4.1 yaitu:

No	Dinas	Unit Penempatan	Mentor	Jabatan	Nama Lengkap	Perguruan Tinggi	Mulai	Selesai
1	TA	TAR	Matsitoh	Data Analyst Intern	Ester Dwi Sabtu Siagian	Universitas Gadjah Mada	02 Januari 2024	31 Maret 2024
2	TB	TBR	Anwar Hidayat	Business Process Analyst Intern	Dimas Umam Triwidodo	Universitas Gunadarma	02 Januari 2024	31 Maret 2024
3	TB/TZ	TBR/ TZ	Dadang Nurzaman	Workshop Aircraft Support Structure Technician Intern	Radyan Permadi	Institut Teknologi Sepuluh Nopember	02 Januari 2024	02 Mei 2024
4	TB/TZ	TBR/ TZ	Dadang Nurzaman	Workshop Aircraft Support Structure Technician Intern	Ridemtor Yogi Dwianggada	Institut Teknologi Sepuluh Nopember	02 Januari 2024	02 Mei 2024
5	TB/TZ	TBR/ TZ	Dadang Nurzaman	Workshop Aircraft Support Structure Technician Intern	Ferry Anggara Putra	Institut Teknologi Sepuluh Nopember	02 Januari 2024	02 Mei 2024
6	TB	TBR	Slamet Kuswandi	Workshop Aircraft Support Structure Technician Intern	Rasendriya Sajjana Jetta	Universitas Indonesia	02 Januari 2024	29 Februari 2024

PT Garuda Maintenance Facility Aero Asia Tbk  
Soekarno - Hatta International Airport, Tangerang - Indonesia  
P.O. Box 1303, BUSH 19130  
Tel. +62-21-550 8935

Lampiran 4 Lembar Penilaian Pembimbing Magang/Mitra



# Internship Evaluation



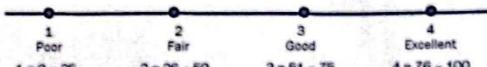
  

**Intern Data**

Name	Ferry Anggara Putra	Duration Of Internship (Start-Finish)	02 January 2024 - 02 May 2024
Unit	TZG-2	University/School	ITS

Score



1 = 0 - 25      2 = 26 - 50      3 = 51 - 75      4 = 76 - 100

**Evaluation**

Evaluation Item	Score	Remark
<b>A. Qualification</b>		
1. Setting Up	95	
2. Additional Theory	90	
3. Work Process	95	
4. Time Utilization	90	
<b>B. Discipline</b>		
1. Discipline	90	
2. Interpersonal & Teamwork	95	
3. Punctuality	95	
<b>C. Creativity</b>		
1. Attitude & Tidiness	90	
2. Follow the Instruction	95	
3. Work Procedure	95	

**Attendance**

Attendance	Days	Remark
Presensi WFH	-	
Presensi WFO	78	
Illness	-	
Permission	-	
<b>Total Attendance</b>	<b>78</b>	

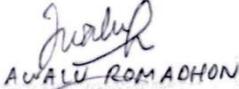
  

**Signature**



Digitally signed by Arick Malviano /580458 Date: 2024.05.03 13:15:22+07'00'

**Internship Supervisor (Mentor)**



**AWALI ROMADHON**  
Learning Center Unit

**Date of Signature**

05	02	2024
MM	DD	YY

Lampiran 12. Form Penilaian dari Pembimbing Lapangan / Mitra

Nama Mahasiswa : Ferry Anngara Putra  
 Nama Mitra/Industri : PT GMF Aero Asia Tbk  
 Nama Pembimbing Lapangan : Arick Malihano

NRP : 2030211013  
 Unit Kerja : TZG-2  
 Waktu Magang : 02 Januari 2024 - 02 Mei 2024

NO	KOMPONEN	NILAI	KRITERIA PENILAIAN					
			<56	56-60	61-65	66-75	75-85	≥86
1	Kehadiran	95	<82%	82-84%	85-90%	89-91%	92-95%	>95%
2	Ketepatan waktu kerja*	90	<82%	82-84%	85-90%	89-91%	92-95%	>95%
3	Bekerja sesuai Prosedur dan K3**	90	<82%	82-84%	85-90%	89-91%	93-95%	>95%
4	Sikap positif terhadap atasan/pembimbing	90	SKB	KB	CB	B	BS	SBS
5	Inisiatif dan solusi kerja	95	SKB	KB	CB	B	BS	SBS
6	Hubungan kerja dengan pegawai/lirgkungan	90	SKB	KB	CB	B	BS	SBS
7	Kerjasama tim	95	SKB	KB	CB	B	BS	SBS
8	Mutu pelaksanaan pekerjaan	95	SKB	KB	CB	B	BS	SBS
9	Target pelaksanaan pekerjaan	95	<56%	56-60%	61-65%	66-75%	75-85%	≥86%
10	Kontribusi peserta terhadap pekerjaan	95	<56%	56-60%	61-65%	66-75%	75-85%	≥86%
11	Kemampuan mengimplementasikan Alat	90	<56%	56-60%	61-65%	66-75%	75-85%	≥86%
Jumlah Nilai			Nilai Akhir PL = $\sum \text{Nilai} / 11$					

\*Kehadiran \*\*Ketepatan Waktu

SKB : sangat kurang baik; KB : kurang baik ; CB: cukup baik; B : baik ; BS : Baik sekali; SBS : sangat baik sekali

ABSENSI KEHADIRAN MACANG

a. Izin : .....hari b. Sakit : .....hari c. Tanpa Izin : .....hari

Surabaya, 16 Mei 2024

Pembimbing Magang,

(Awal Romadhon .....)  
 NIP. 582052 .....



Keterangan:

1. Apabila mitra /instansi tidak menyediakan stempel, maka lembaran ini harus dicetak pada kertas dengan KOP Mitra/Instansi
2. Mohon nilai dimasukkan pada amplop tertutup dengan dibubuhkan stempel pada atas amplop

## Lampiran 5 LogBook Asistensi Dosen Pembimbing Magang

### FORM BIMBINGAN LAPORAN MAGANG

Nama Mahasiswa : Ferry Anggara Putra  
NRP : 2038211013  
Nama Mitra : PT GMF AeroAsia tbk  
Unit kerja : TZG-1  
Nama Pembimbing Lapangan : Arick Malviano  
Nama Pembimbing Departemen : Rizaldy Hakim Ash Shiddieqy, S.T., M.T.  
Waktu Magang : 2 Januari 2024 – 2 Mei 2024

No.	Tanggal	Materi yang dibahas	Paraf
1	29 Des 2023	Koordinasi Pra-Magang	
2	7 Jan 2024	Membahas tentang syarat dan kontrak selama dibimbing oleh pak rizaldy	
3	20 Jan 2024	Diskusi topik laporan yang akan diambil di tempat magang	
4	24 Jan 2024	Membahas jobdesk dan tugas khusus di unit TZ	
5	17 Feb 2024	Zoom rutin dan update kegiatan selama magang	
6	20 Maret 2024	Asistensi perhitungan tugas khusus	
7	30 April 2024	Koordinasi membahas durasi magang	

\*) Minimal bimbingan proposal MAGANG dilakukan sebanyak 5x

Surabaya, Mei 2024

Dosen Pembimbing Magang



**Rizaldy Hakim Ash Shiddieqy, S.T., M.T.**

NIP. 1993201911071

## Lampiran 6 Form Penilaian Dosen Pembimbing Magang

Lampiran Form Penilaian dari Pembimbing Departemen

Nama Mahasiswa :  
 NRP :  
 Nama Mitra/Industri :  
 Unit Kerja :  
 Nama Pembimbing Lapangan :  
 Waktu Magang :

No	Nilai	Bobot SKS	<56	56-60	61 – 65	66-75	75-85	≥86	
1	Luaran 1	3	<82%	82-84%	85-90%	89-91%	92 – 95%	>95%	
2	Luaran 2	3	<82%	82-84%	85-90%	89-91%	92 – 95%	>95%	
3	Luaran 3	3	<82%	82-84%	85-90%	89-91%	93 – 95%	>95%	
4	Proposal Penelitian	2	SKB	KB	CB	B	BS	SBS	
5	Ringkasan Eksekutif	2	SKB	KB	CB	B	BS	SBS	
6	Presentasi Akhir	1	SKB	KB	CB	B	BS	SBS	
Jumlah Nilai		14	Nilai Akhir Dosen = $\frac{\sum \text{Nilai} \times \text{Bobot}}{14}$						

SKB : sangat kurang baik; KB : kurang baik ; CB : cukup baik; B : baik; BS : Baik sekali; SBS : sangat baik sekali

URAIAN NILAI ANGKA AKHIR

Nilai Akhir Pembimbing Lapangan

Nilai Akhir Dosen

$$\text{Nilai Angka Magang} = \frac{\text{Nilai Akhir PL} + \text{Nilai Akhir Dosen}}{2}$$

Surabaya,.....20.....

Dosen Pembimbing Magang,

(.....)

NIP.....

Lampiran 7 Sertifikat Magang



**Lampiran 8** Dokumentasi kegiatan Magang



**Dokumentasi :** *Office Tour PT GMF Aeroasia dengan peserta magang lainnya*



**Dokumentasi:** *Pembekalan Magang PT GMF Aeroasia*



**Dokumentasi :** *Mempelajari Proses Delaminasi Pada Aileron Pesawat (Proses memanaskan lapisan terluar aileron dengan heat gun)*



**Dokumentasi :** *Proses Pelepasan Lapisan Terluar Aileron Setelah Dipanaskan dengan Heat Gun*



**Dokumentasi :** *Proses penambalan pada material komposit cabin dengan cairan semacam resin*



**Dokumentasi :** *Proses penambalan pada material komposit cabin dengan cairan semacam resin*



**Dokumentasi :** *Alat ukur yang digunakan untuk mengetahui diameter lubang bushing (Micrometer Screws)*



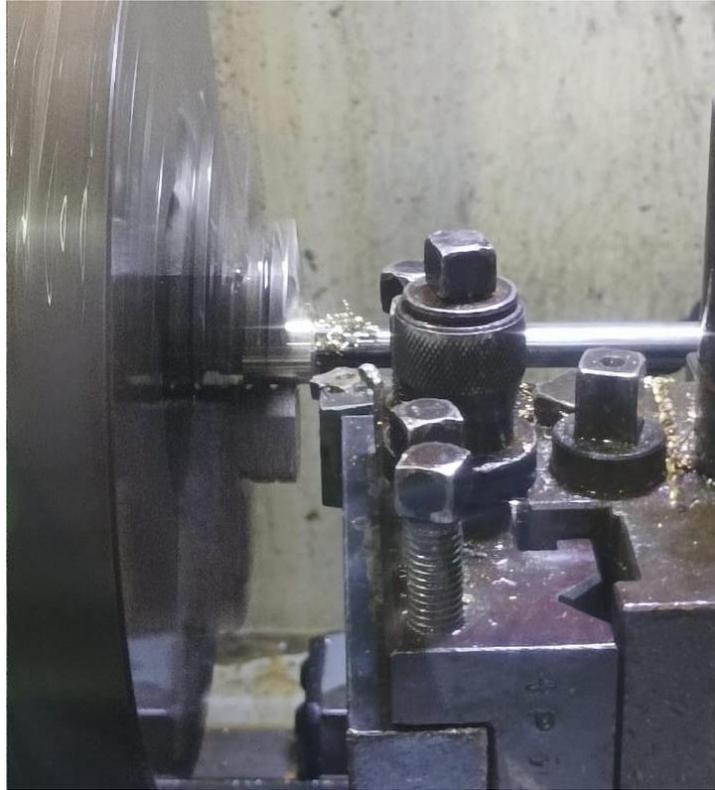
**Dokumentasi :** *Mempelajari penggunaan mesin CNC untuk membuat bushing*



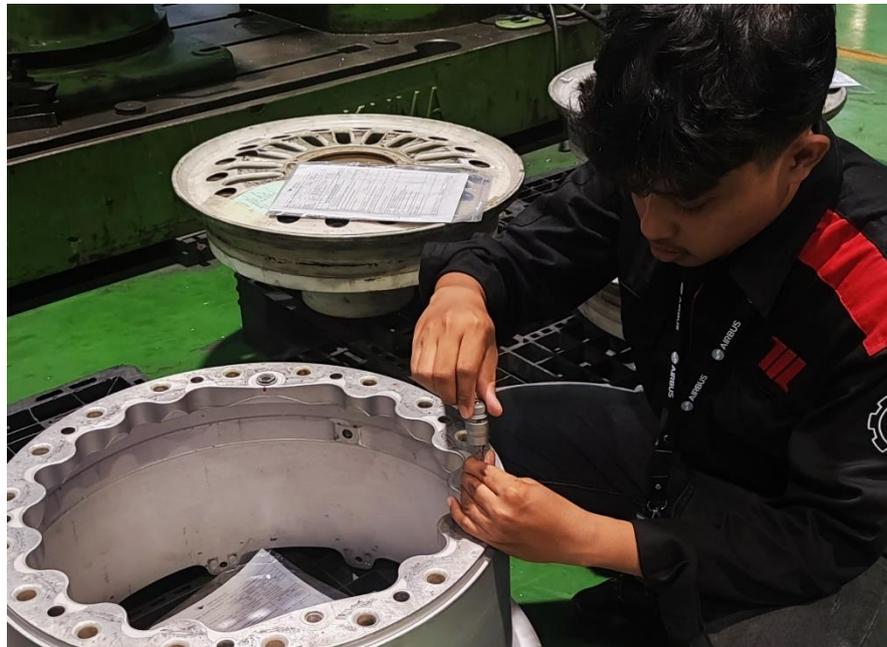
Dokumentasi : Hasil pengerjaan bushing



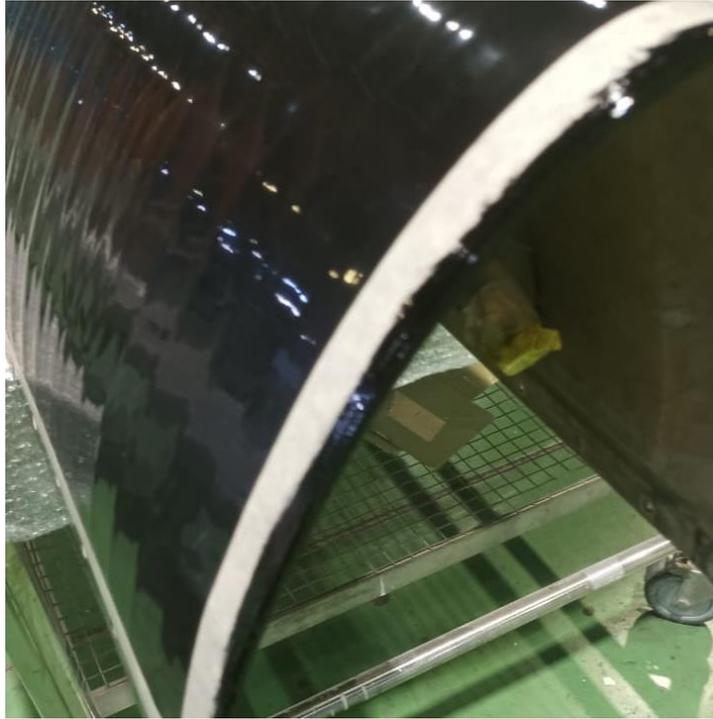
Dokumentasi : Melakukan pengeboran untuk lubang bushing



**Dokumentasi :** *Finishing Bushing*



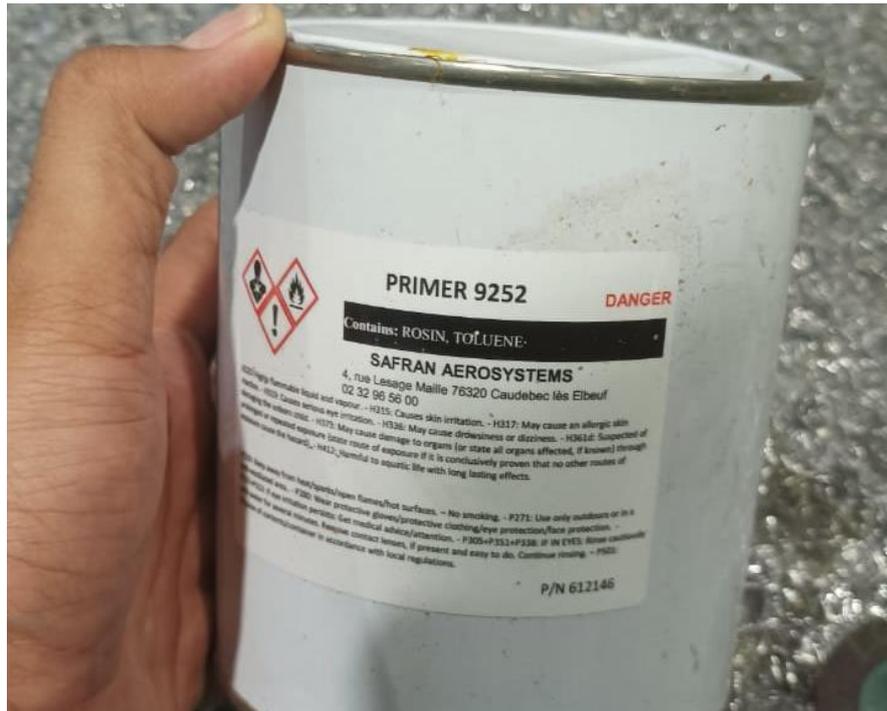
**Dokumentasi :** *Pengukuran diameter lubang bushing pada velg pesawat*



**Dokumentasi :** *Mengerjakan penggantian karet pada leading edge pada pesawat ATR 72*



**Dokumentasi :** *Pengelasan nozzle exhouse pesawat menggunakan pengelasan TIG*



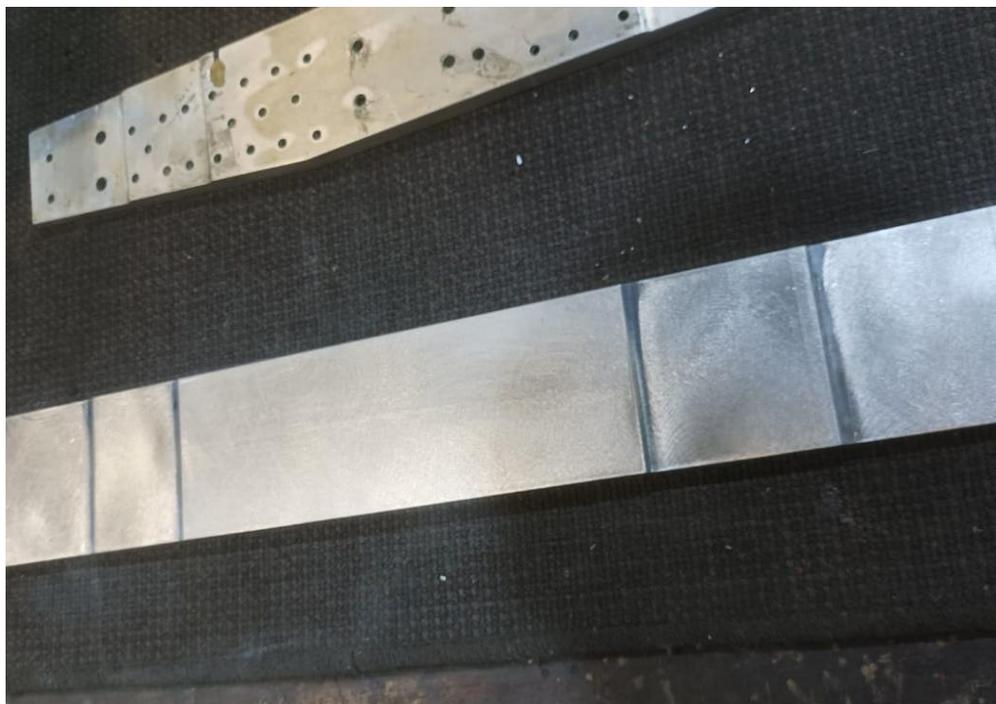
**Dokumentasi :** *Cairan anti static untuk menangkal petir pada sayap pesawat*



**Dokumentasi :** *Hasil proses pengelasan pada nozzle exhause pesawat yang mengalami retakan*



**Dokumentasi :** *Melakukan proses milling attach angle strap pada pesawat A-1317*



**Dokumentasi :** *Hasil milling attach angle strap pada pesawat A-1317*



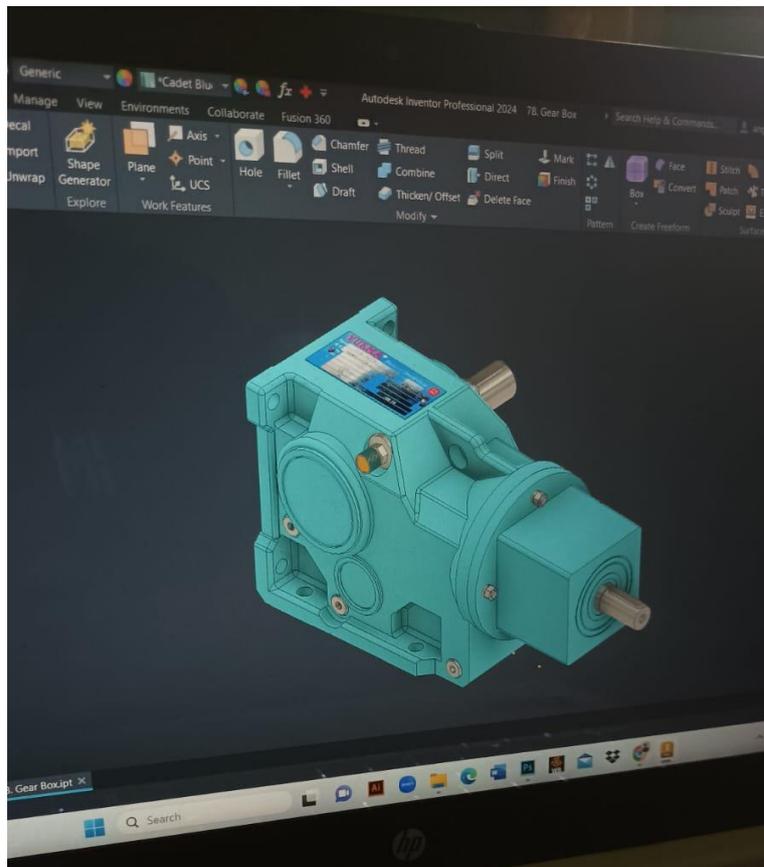
**Dokumentasi :** *Onboarding program GMF Internship Batch 4.1*



**Dokumentasi :** *Proses perendaman bushing berbahan alumunium pada cairan nitrogen sebelum di pasang*



Dokumentasi : Pemasangan bushing pada flap drive arm



Dokumentasi : Pengerjaan Redrawing gambar 3D part yang ada di pushback



**Dokumentasi : Kegiatan GMF Internship Gathering**



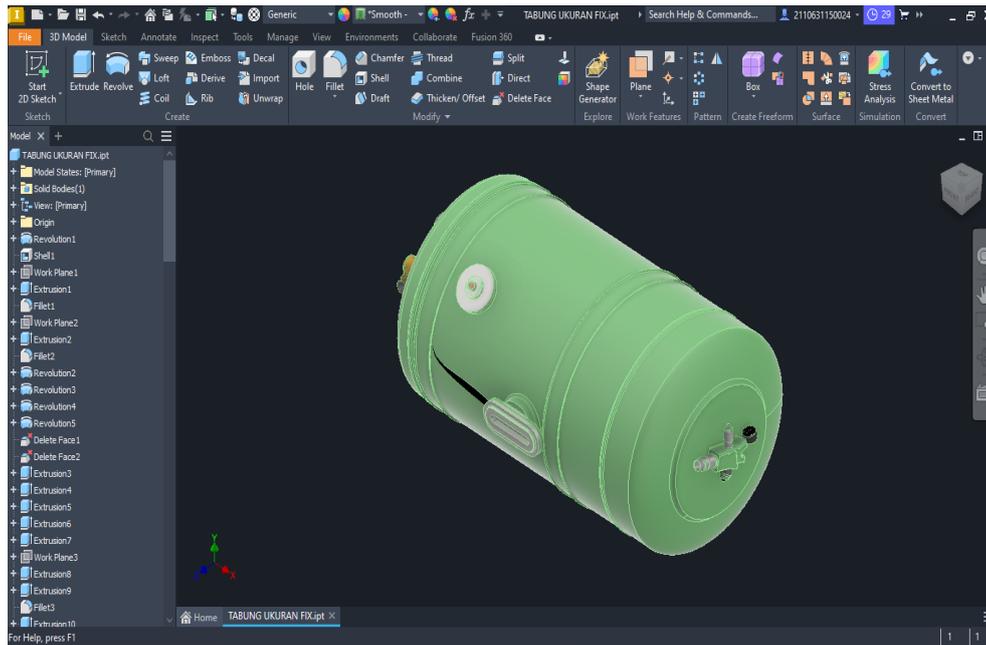
**Dokumentasi : Proses fabrikasi kendaraan EV RC Pushback TUG Kerjasama ITS dan GMF**



**Dokumentasi :** *Berangkat untuk melaksanakan kegiatan magang*



**Dokumentasi :** *Mengukur benda kerja (Tabung Yang Meledak) untuk dijadikan monument*



**Dokumentasi :** *Melakukan drawing 3D untuk dijadikan monument peringatan ledakan pada tabung*



**Dokumentasi :** *Test Drive EV RC Pushback TUG Generasi ke-2*



**Dokumentasi :** *Mempelajari dan praktik penggunaan mesin grafir*



**Dokumentasi :** *Pengecekan cairan hidrolik pada system pengereman EV Pushback*

*TUG*



**Dokumentasi : Presentasi Akhir Magang GMF Aeroasia**