



## **LAPORAN MAGANG INDUSTRI – VM 191667**

### **ANALISIS TRAKSI DAN PERANCANGAN ULANG TRANSMISI PADA KENDARAAN TAKTIS 4X4 PT. PINDAD (PERSERO)**

PT. PINDAD (Persero)

Jalan Terusan Gatot Subroto No.517 Kebon Kangkung, Sukapura, Kec.  
Kiaracondong, Kota Bandung, Jawa Barat, 40285.

Penulis:

Immadudin Prima Sudewa

NRP 10211910010027

Dosen Pembimbing :

Hendro Nurhadi Dipl.-Ing, Ph.D

NIP. 19751120 200212 1 002

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

**2022**

**LAPORAN MAGANG INDUSTRI  
DIVISI PENGEMBANGAN PRODUK DAN PROSES KENDARAAN  
KHUSUS**

**ANALISIS TRAKSI DAN PERANCANGAN ULANG TRANSMISI PADA  
KENDARAAN TAKTIS 4X4 PT. PINDAD (PERSERO)**



**Disusun oleh :**

**Immadudin Prima Sudewa**

**NRP. 10211910010027**

**DEPARTEMEN TEKNIK MESIN INDUSTRI  
FAKULTAS VOKASI  
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER SURABAYA  
2022**



---

---

LAPORAN  
MAGANG

---

---

PT. PINDAD (Persero)

Jalan Terusan Gatot Subroto No.517 Kebon Kangkung, Sukapura, Kec. Kiaracondong,  
Kota Bandung, Jawa Barat, 40285.

Penulis:

Immadudin Prima Sudewa

NRP : 10211910010027

**DEPARTEMEN TEKNIK MESIN INDUSTRI  
FAKULTAS VOKASI  
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER  
SURABAYA  
2022**

# LAPORAN PRAKTEK KERJA

Disusun oleh:

Immadudin Prima Sudewa 10211910010027



**PT PINDAD (PERSERO)**

Laporan ini Disetujui dan Disahkan Oleh:

**Menyetujui:**

Pembimbing Kerja Praktek

Enjang Jama Hasim

Expert Bidang Pengembangan Produk Dan Proses Kendaraan Khusus

Mengetahui:

PT Pindad (Persero)

A.N VP Teknologi Informasi



Trisno Mardi Yanto

Manager E-Learning



## LEMBAR PENGESAHAN

Laporan Magang di

**PT. PINDAD (Persero)**

**Jalan Terusan Gatot Subroto No.517 Kebon Kangkung, Sukapura, Kec.  
Kiaracondong, Kota Bandung, Jawa Barat 40285.**

Surabaya, 3 April 2022

**Peserta Magang,**

**Immadudin Prima Sudewa**

NRP. 10211910010027

Mengetahui,  
Kepala Departemen Teknik Mesin  
Industri Fakultas Vokasi, ITS



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

NIP. 19620216 199512 1 001

Menyetujui  
Pembimbing Akademik

**Hendro Nurhadi, Dipl.-Ing, Ph.D**

NIP. 19751120 200212 1 002

## KATA PENGANTAR

Puji dan Syukur penulis panjatkan ke hadirat Tuhan Yang Maha Esa yang telah memberikan berkat, rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan laporan magang yang berjudul “Analisis Traksi dan Perancangan Ulang Transmisi Pada Kendaraan Taktis 4x4 PT. Pindad (Persero)”.

Laporan magang ini, disusun berdasarkan hasil Magang yang telah penulis laksanakan pada PT. PINDAD (Persero) mulai tanggal 3 Februari 2022 hingga 3 April 2022. Pada dasarnya, magang merupakan salah satu mata kuliah wajib di program studi Teknologi Rekayasa Konversi Energi, Departemen Teknik Mesin Industri, Fakultas Vokasi, Institut Teknologi Sepuluh Nopember. mata kuliah Magang Industri bertujuan untuk mengenalkan dunia kerja kepada mahasiswa, serta mengetahui aplikasi dari ilmu yang telah diperoleh selama di bangku kuliah.

Pada kesempatan ini, penulis juga mengucapkan terima kasih yang sebesar besarnya kepada semua pihak yang telah membantu selama masa pelaksanaan kerja praktik maupun dalam penyusunan laporan. Untuk itu, melalui pengantar ini penulis menyampaikan terima kasih kepada :

1. Allah SWT, yang telah memberikan hidayah dan kelancaran dalam pembuatan laporan ini.
2. Orang tua dan keluarga, yang selalu memberikan doa serta dukungan.
3. Bapak Ujang Sakiman selaku manager pengembangan produk dan proses kendaraan khusus PT. Pindad (Persero) yang telah banyak membantu, memberikan ilmu, dan pengalaman dalam pelaksanaan magang industri.
4. Bapak Enjang Jama Hasim selaku pembimbing lapangan serta expert bidang pengembangan produk dan proses kendaraan khusus yang telah banyak membantu dalam membimbing mahasiswa dalam pelaksanaan magang industri di Departemen BPPKK PT. Pindad (Persero).
5. Bapak Dr. Ir. Heru Mirmanto, MT. selaku Kepala Departemen Teknik Mesin Industri
6. Bapak Hendro Nurhadi, Dipl.-Ing, Ph.D selaku pembimbing yang memberikan bimbingan kepada penulis dalam pembuatan laporan ini.

7. Seluruh karyawan PT. PINDAD (Persero) khususnya tim karyawan bidang pengembangan produk kendaraan khusus PT. Pindad (Persero) yang telah banyak memberi pengalaman, ilmu dan masukkan untuk penulis.
8. Pihak-pihak yang telah memberikan bantuan kepada penulis, yang tidak bisa penulis sebutkan satu persatu namun dengan tidak mengurangi rasa hormat penulis mengucapkan terima kasih.

Penulis menyadari bahwa penulisan laporan ini masih jauh dari sempurna. Karena itu, penulis mengharapkan kritik dan saran yang sifatnya membangun guna memperbaiki isi laporan ini. Semoga laporan ini dapat bermanfaat bagi siapapun yang membaca laporan ini. Akhir kata penulis mohon maaf apabila dalam penulisan terdapat kata-kata yang kurang tepat, penulis berharap Laporan Magang Industri ini dapat bermanfaat bagi penulis dan semua pihak yang membaca.

Bandung, 30 Maret 2022

Penulis

## DAFTAR ISI

LAPORAN PRAKTEK KERJA .....	ii
LEMBAR PENGESAHAN .....	iii
KATA PENGANTAR .....	iv
DAFTAR ISI .....	vi
DAFTAR GAMBAR.....	ix
DAFTAR TABEL .....	x
DAFTAR GRAFIK .....	xi
BAB I PENDAHULUAN .....	1
1.1    Latar Belakang .....	1
1.2    Tujuan .....	1
1.3    Manfaat .....	2
BAB II PROFIL PERUSAHAAN.....	3
2.1    Gambaran Umum Perusahaan.....	3
2.2    Struktur Organisasi PT. Pindad (Persero) .....	4
2.3    Visi dan Misi Perusahaan.....	4
2.3.1    Visi .....	4
2.3.2    Misi .....	4
2.4    Tujuan dan Sasaran Perusahaan.....	4
2.4.1    Tujuan .....	4
2.4.2    Sasaran .....	4
2.5    Logo dan Arti Logo Perusahaan .....	5
2.6    Budaya Perusahaan .....	6
2.7    Produk dan Layanan.....	7
BAB III PELAKSANAAN MAGANG .....	17
3.1    Pelaksanaan dan Ketentuan Magang Industri .....	17
3.1.1    Waktu dan Tempat Pelaksanaan .....	17
3.1.2    Ketentuan Pelaksanaan Magang Industri .....	17



3.2	Jadwal dan Kegiatan Magang .....	17
<b>BAB IV HASIL MAGANG .....</b>		<b>21</b>
4.1	Kinerja Traksi Kendaraan .....	21
4.2	Dinamika kendaraan.....	21
4.2.1	Gaya Hambat Kendaraan .....	21
4.2.1.1	Gaya Hambat Aerodinamika .....	22
4.2.1.2	Gaya Hambat Rolling.....	23
4.2.1.3	Gaya Hambat Tanjak.....	25
4.2.2	Gaya Dorong Kendaraan.....	27
4.2.3	Kecepatan dan Percepatan Kendaraan .....	29
4.3	Karakteristik Transmisi Kendaraan.....	30
4.4	Karakteristik Kerja Mesin Rantis.....	31
4.5	Desain Tingkat Gigi (Progresi Geometri) .....	32
4.6	Sistem Transmisi Rantis.....	34
4.7	Komponen Penyalur Daya .....	35
4.7.1	Tipe Penyalur Daya (Drivetrain) Berdasarkan Gerak Roda.....	35
4.7.1.1	Differential .....	35
4.7.1.2	Transfer Case.....	36
4.7.1.3	Locking Hub.....	36
4.8	Spesifikasi Kendaraan Taktis 4x4 .....	38
4.9	Perhitungan Gaya Hambat dan Traksi Standar Kendaraan .....	39
4.9.1	Perhitungan Gaya Hambat .....	39
4.9.1.1	Perhitungan Gaya Hambat Aerodinamika.....	39
4.9.1.2	Perhitungan Gaya Hambat Rolling.....	41
4.9.1.3	Perhitungan Gaya Hambat Tanjak .....	48
4.9.1.4	Gaya Hambat Total .....	49
4.9.2	Karakteristik Traksi Transmisi Standar MUA-5H.....	49
4.10	Perhitungan Rancangan Ulang rasio Transmisi .....	53
4.10.1	Menentukan Rasio Tingkat Gigi Pertama .....	54

4.10.2	Menentukan Rasio Gigi Terakhir.....	56
4.10.3	Menentukan Rasio Gigi .....	57
4.11	Karakteristik Traksi Transmisi Redesign.....	60
4.11.1	Karakteristik Traksi Rantis 5 Kecepatan.....	60
4.11.2	Karakteristik Traksi Rantis 6 Kecepatan.....	61
4.11.3	Karakteristik Traksi Rantis 7 Kecepatan.....	62
4.12	Analisis Konsumsi Bahan Bakar.....	64
BAB V PENUTUP .....		67
5.1	Kesimpulan .....	67
5.2	Saran.....	68
DAFTAR PUSTAKA.....		69
LAMPIRAN .....		71
	Perbandingan Traksi Gigi 1 .....	71
	Perbandingan Traksi Gigi 2 .....	72
	Perbandingan Traksi Gigi 3 .....	73
	Perbandingan Traksi Gigi 4 .....	74
	Perbandingan Traksi Gigi 5 .....	75
	Perbandingan Konsumsi Bahan Bakar vs Kecepatan Pada Rasio Gigi 5.....	76
	Perbandingan Konsumsi Bahan Bakar vs Kecepatan Pada Rasio Gigi 1.....	77
	Progresi Geometri untuk Rasio Transmisi Redesign 5 Speed.....	78
	Progresi Geometri untuk Rasio Transmisi Redesign 6 Speed.....	79
	Progresi Geometri untuk Rasio Transmisi Redesign 7 Speed.....	80
	Form Penilaian Magang Industri.....	81
	Sertifikat Pelaksanaan Magang Industri.....	82
	Surat Penerimaan Magang Industri .....	83
	Logbook Kegiatan Magang .....	84
	Tugas Khusus Pendesignan Master Bumper Rantis.....	87

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Halaman Depan PT. Pindad (Persero).....	3
Gambar 2. 2 Struktur Organisasi PT. Pindad (Persero).....	4
Gambar 2. 3 Logo Perusahaan PT. Pindad (Persero) .....	5
Gambar 2. 4 Logo AKHLAK.....	6
Gambar 2. 5 Produk Senjata PT. Pindad (Persero) .....	8
Gambar 2. 6 Produk Amunisi PT. Pindad (Persero) [1].....	9
Gambar 2. 7 Produk Kendaraan Khusus PT. Pindad (Persero) [1] .....	10
Gambar 2. 8 Produk Alat Berat PT. Pindad (Persero) [1] .....	11
Gambar 2. 9 Produk Infrastruktur Perhubungan PT. Pindad (Persero) [1] .....	12
Gambar 2. 10 Layanan Pertambangan PT. Pindad (Persero) [1].....	14
Gambar 2. 11 Layanan <i>Cyber Security</i> PT. Pindad (Persero) [1].....	15
Gambar 4. 1 Gaya Hambat yang Bekerja Pada Kendaraan.....	21
Gambar 4. 2 Nilai Koefisien Drag pada Beberapa Bentuk [5].....	23
Gambar 4. 3 Plot Nilai $f_o$ dan $f_s$ Berdasarkan Tekanan Ban [6] .....	24
Gambar 4. 4 <i>Free Body Diagram</i> Kendaraan saat Menanjak [3].....	26
Gambar 4. 5 Grafik Kinerja Transmisi dari Suatu Kendaraan Penumpang MT ( <i>Manual Transmission</i> ) [3].....	30
Gambar 4. 6 Grafik Kinerja Transmisi dari Suatu Kendaraan Penumpang AT ( <i>Automatic Transmission</i> ) [3].....	31
Gambar 4. 7 Grafik Kinerja Mesin 4JK1-TC Hi [7] .....	31
Gambar 4. 8 Bangun progresi geometri untuk rasio transmisi [3] .....	32
Gambar 4. 9 Komponen Gigi pada Transmisi MUA-5G [8].....	34
Gambar 4. 10 Komponen pada <i>Differential</i> [3].....	35
Gambar 4. 11 <i>Transfer case</i> [9].....	36
Gambar 4. 12 <i>Locking Hub</i> [10].....	36
Gambar 4. 13 Mencari Nilai $f_o$ dan $f_s$ berdasarkan tekanan pada ban .....	41
Gambar 4. 14 Koefisien Gesek pada Beberapa Jenis Kontur Jalan .....	55

## DAFTAR TABEL

Tabel 3. 1 Jadwal dan Kegiatan Magang.....	17
Tabel 4. 1 Nilai Koefisien Drag pada Beberapa Jenis Kendaraan [3].....	23
Tabel 4. 2 Nilai Koefisien Rolling Terhadap Jenis Kendaraan dan Permukaan Jalan [3] ..	24
Tabel 4. 3 Nilai Koefisien <i>Rolling</i> terhadap Jenis Permukaan Jalan pada Kendaraan Penumpang [6].....	24
Tabel 4. 4 Data Rasio Kedua Jenis Transmisi .....	34
Tabel 4. 5 Spesifikasi Kendaraan Taktis 4x4 [11].....	38
Tabel 4. 6 Gaya Hambat Drag terhadap Kecepatan Relatif Kendaraan .....	39
Tabel 4. 7 Gaya Hambat Rolling pada Gradient 0% .....	42
Tabel 4. 8 Gaya Hambat Rolling pada Gradient 15% .....	43
Tabel 4. 9 Gaya Hambat Rolling pada Gradient 30% .....	44
Tabel 4. 10 Gaya Hambat Rolling pada Gradient 45% .....	45
Tabel 4. 11 Gaya Hambat Rolling pada Gradient 60% .....	45
Tabel 4. 12 Gaya Hambat Rolling pada Medan Bad earth Track.....	47
Tabel 4. 13 Hasil Perhitungan Gaya Hambat Tanjak .....	48
Tabel 4. 14 Analisa Traksi Transmisi MUA-5H pada Mesin 4JK1-TC Hi.....	52
Tabel 4. 15 Rasio Transmisi Standar dan Redesign .....	59
Tabel 4. 16 Jarak Tempuh terhadap Kecepatan 120 km/jam .....	64
Tabel 4. 17 Biaya Logistik untuk Perjalanan 400 Km dan Kecepatan Rata-Rata 120 km/jam.....	65
Tabel 4. 18 Rasio Bahan Bakar Transmisi Standar vs Redesign.....	66

## DAFTAR GRAFIK

Grafik 4. 1 Gaya Hambat Aerodinamika terhadap Kecepatan Relatif Kendaraan .....	40
Grafik 4. 2 Gaya Hambat Rolling terhadap Kecepatan Pada Kendaraan .....	47
Grafik 4. 3 Gaya Hambat Total Kendaraan .....	49
Grafik 4. 4 Karakteristik Traksi pada Transmisi Standar MUA-5H .....	53
Grafik 4. 5 Karakteristik Traksi Redesign 5 Kecepatan .....	60
Grafik 4. 6 Karakteristik Traksi Redesign 6 Kecepatan .....	61
Grafik 4. 7 Karakteristik Traksi Redesign 7 Kecepatan .....	62
Grafik 4. 8 Konsumsi Bahan Bakar Berbanding Kecepatan pada Gigi 5.....	64
Grafik 4. 9 Konsumsi Bahan Bakar Berbanding Kecepatan pada Gigi 1.....	65



## **BAB I**

### **PENDAHULUAN**

#### **1.1 Latar Belakang**

Magang merupakan suatu keharusan bagi setiap mahasiswa Fakultas Vokasi Program Diploma IV Institut Teknologi Sepuluh Nopember dalam mencapai gelar Sarjana Terapan. Kegiatan magang dilaksanakan karena dapat memberikan manfaat bagi mahasiswa sebab kegiatan magang merupakan pengaplikasian ilmu yang telah diperoleh selama di bangku perkuliahan dan bagaimana penerapannya di dunia kerja.

Melalui kegiatan magang ini diharapkan adanya suatu kecocokan materi yang telah dipelajari mahasiswa di bangku kuliah dengan pelaksanaan kegiatan sesungguhnya di dunia kerja. Di sisi lain akan diperlukan suatu kerjasama antara dunia kerja khususnya dalam jasa perbankan dengan lembaga pendidikan dalam meningkatkan kualitas sumber daya manusia.

Magang bertujuan untuk melatih mahasiswa agar terbiasa dengan lingkungan kerja, sehingga dari magang tersebut mahasiswa dilatih cara kerja yang baik dan benar. Sebelum mahasiswa memasuki dunia kerja, mahasiswa bisa memahami betapa sulitnya bekerja dan perlu banyak latihan sebelum memasuki dunia kerja dan disiplin merupakan salah satu kunci keberhasilan bagi mahasiswa.

Dalam kegiatan Magang penulis memilih untuk melakukan Magang di salah satu perusahaan BUMN (Badan Usaha Milik Negara) yaitu PT. Pindad (Persero). Perusahaan tersebut merupakan perusahaan yang bergerak dalam bidang produksi peralatan pertahanan, pertambangan, pertanian, dan infrastruktur perhubungan.

Alasan penulis memilih Magang di PT. Pindad (Persero) adalah untuk menambah ilmu dan pengalaman bekerja di perusahaan BUMN. Memiliki pengalaman magang di perusahaan besar seperti PT. Pindad (Persero) adalah suatu kebanggaan, karena tidak semua mahasiswa yang melaksanakan magang berkesempatan untuk merasakan magang di perusahaan besar.

#### **1.2 Tujuan**

Maksud dan tujuan Magang adalah untuk meningkatkan kualitas mahasiswa untuk bisa terampil dan mempunyai pengalaman dalam dunia kerja, terlebih untuk menumbuhkan karakter kerja yang tinggi dan sifat dewasa agar lebih profesional. Adapun tujuan yang ingin dicapai dari kegiatan magang ini:

1. Memberikan pengalaman Magang Industri dan penyelesaian masalah pekerjaan yang timbul di lapangan sekaligus mengukur implementasi keilmuan dan keterampilan di dunia kerja
2. Meningkatkan wawasan dan pengetahuan baik dalam hardskill (kemampuan teknis) maupun softskill (kemampuan beradaptasi, bekerja sama dalam tim, dan berkomunikasi dengan orang lain dalam lingkungan kerja).
3. Membandingkan dan mengaplikasikan teori yang telah didapat di bangku perkuliahan dengan penerapannya di dunia kerja, serta hubungannya dengan teknologi yang sedang berkembang.
4. Sebagai salah satu syarat untuk menyelesaikan studi Magang Industri pada Departemen Teknik Mesin Industri, Fakultas Vokasi, Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Surabaya.

### **1.3 Manfaat**

Adapun manfaat yang akan di dapat oleh Mahasiswa yang melaksanakan Magang adalah sebagai berikut:

1. Mahasiswa terbiasa mempunyai sikap disiplin, tanggung jawab dan kreatif terhadap apa yang dikerjakan.
2. Mahasiswa mampu mempunyai alternatif pemecahan masalah sesuai dengan program studi yang dipilihnya secara luas mendalam.
3. Meningkatkan dan memahami manfaat pengembangan pelajaran yang didapat dari kampus serta menerapkan dalam dunia kerja sebagai perbandingan teori dan aplikasinya.



## BAB II

### PROFIL PERUSAHAAN

#### 2.1 Gambaran Umum Perusahaan



Gambar 2. 1 Halaman Depan PT. Pindad (Persero)

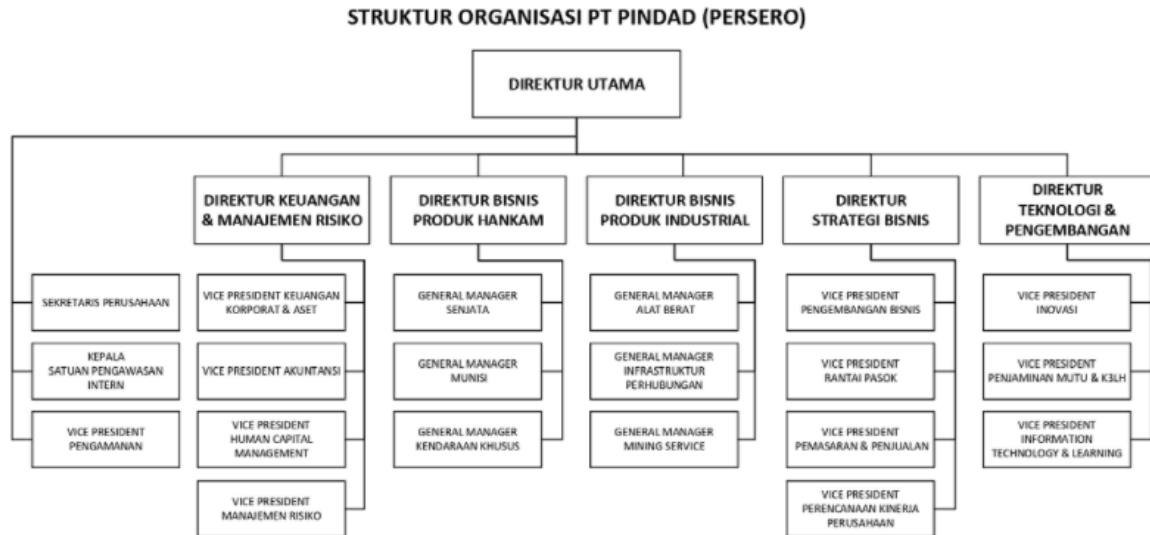
PT. Pindad adalah Badan Usaha Milik Negara (BUMN) yang memproduksi alat-alat persenjataan, munisi serta manufaktur alat industri. Pada mulanya PT. Pindad bernama *Artillerie Constructie Winkel* (ACW) yang didirikan oleh Belanda pada tahun 1808 yang pada jaman tersebut ACW ini adalah sebuah bengkel perbaikan alat persenjataan.

ACW kemudian berganti nama menjadi *Artillerie Inrichtingen* (AI) pada tahun 1923 dan beralih tempat ke Bandung. Pemerintah Belanda pada tahun 1950 menyerahkan pabrik tersebut kepada Pemerintah Indonesia, kemudian pabrik tersebut diberi nama Pabrik Senjata dan Mesiu (PSM) yang berlokasi di PT. Pindad sekarang ini. Sejak saat itu Pindad berubah menjadi sebuah industri alat peralatan militer yang dikelola oleh Angkatan Darat.

Perusahaan ini resmi bernama Perindustrian Angkatan Darat (PINDAD) di tahun 1962. Pindad berubah status menjadi Badan Usaha Milik Negara (BUMN) dengan nama PT. Pindad (Persero) pada tanggal 29 April 1983, kemudian pada tahun 1989 perusahaan ini berada dibawah pembinaan Badan Pengelola Industri Strategis (BPIS) yang kemudian pada tahun 1999 berubah menjadi PT. Pakarya Industri (Persero) dan berubah lagi namanya menjadi PT. Bahana Pakarya Industri Strategis (Persero). Sejak tahun 2002 PT. BPIS (Persero) dibubarkan oleh Pemerintah, dan sejak itu PT. 2 Pindad beralih status menjadi PT. Pindad (Persero) yang langsung dibawah pembinaan Kementrian BUMN. Saat

ini PT. Pindad (Persero) yang 100% di miliki oleh negara mempunyai dua lokasi pabrik yaitu di Turen, Malang seluas 160 Hektar dan di Bandung seluas 66 Hektar.

## 2.2 Struktur Organisasi PT. Pindad (Persero)



Gambar 2. 2 Struktur Organisasi PT. Pindad (Persero) [1]

## 2.3 Visi dan Misi Perusahaan

### 2.3.1 Visi

Menjadi Top 100 perusahaan pertahanan global pada tahun 2024, dengan menawarkan solusi produk berkualitas tinggi, melalui inovasi dan kemitraan strategis.

### 2.3.2 Misi

Melaksanakan usaha terpadu di bidang peralatan pertahanan & keamanan serta peralatan industrial untuk mendukung pembangunan nasional dan secara khusus untuk mendukung pertahanan & keamanan negara.

## 2.4 Tujuan dan Sasaran Perusahaan

### 2.4.1 Tujuan

Mampu menyediakan kebutuhan Alat Utama Sistem Persenjataan secara mandiri, untuk mendukung penyelenggaraan pertahanan dan keamanan Negara Republik Indonesia.

### 2.4.2 Sasaran

Meningkatkan potensi perusahaan untuk mendapatkan peluang usaha yang menjamin masa depan perusahaan melalui sinergi internal dan eksternal.

## 2.5 Logo dan Arti Logo Perusahaan



Gambar 2. 3 Logo Perusahaan PT. Pindad (Persero)

Logo PT. Pindad (Persero), adalah lambang perusahaan berupa senjata cakra dengan bintang bersudut lima dan bertuliskan Pindad.

Cakra adalah senjata pemungkas kresna Keampuannya memiliki kemampuan untuk menghancurkan atau sebaliknya menambarkan (menetralisir) bahaya / senjata yang datang mengancamnya, sehingga dengan demikian memiliki potensi untuk mendukung perang ataupun menciptakan perdamaian.

Bintang bersudut lima, melambangkan bahwa gerak dan laju PT. Pindad (Persero) berlandaskan Pancasila, falsafah/ dasar/ ideologi bangsa dan negara Indonesia di dalam ikut serta mewujudkan terciptanya masyarakat adil dan makmur.

Pisau Frais, melambangkan industri, dengan: 4 (empat) buah lubang Spi, melambangkan kemampuan teknologi untuk: mengelola, meniru, merubah, dan mencipta sesuatu bahan/produk. 8 (delapan) buah pisau (cakra), melambangkan kemampuan untuk memproduksi sarana militer/hankam/dan sarana Sipil/komersil dalam rangka ikut serta mendukung terciptanya ketahanan nasional bangsa Indonesia yang bertumpu pada 8 (delapan) gatra (aspek).

Batang dan ekor, melambangkan pengendalian gerak dan laju PT. Pindad (Persero) secara berdaya dan berhasil guna, 4 (empat) helai sirip ekor, melambangkan keserasian gerak anta unsur-unsur : manusia, modal, metoda dan pemasaran.

Warna :

Senjata Cakra : Biru laut

Bintang : Kuning emas

Tulisan “Pindad” : Kuning emas

## 2.6 Budaya Perusahaan



Gambar 2. 4 Logo AKHLAK [2]

AKHLAK menjadi budaya perusahaan berdasarkan terbitnya Surat Edaran Kementerian BUMN Nomor: SE-7/MBU/07/2020 tanggal 1 Juli 2020 tentang nilai-nilai utama (core values) SDM BUMN dan Surat Keputusan Direksi PT Pindad (Persero) Nomor: Skep/25/P/BD/IX/2020 tentang Tata Nilai Budaya Perusahaan PT Pindad (Persero) [3]. Tata nilai budaya tersebut yakni:

1. Amanah, Memegang teguh kepercayaan yang diberikan.

Panduan perilaku:

- a. Memenuhi janji dan komitmen
- b. Bertanggung jawab atas tugas, keputusan, dan tindakan yang dilakukan
- c. Berpegang teguh kepada nilai moral dan etika

2. Kompeten, Terus belajar dan mengembangkan kapabilitas.

Panduan perilaku:

- a. Meningkatkan kompetensi diri untuk menjawab tantangan yang selalu berubah
- b. Membantu orang lain belajar
- c. Menyelesaikan tugas dengan kualitas terbaik

3. Harmonis, Saling peduli dan menghargai perbedaan.

Panduan perilaku:

- a. Menghargai setiap orang apapun latar belakangnya
- b. Suka menolong orang lain
- c. Membangun lingkungan kerja yang kondusif

4. Loyal, Berdedikasi dan mengutamakan kepentingan Bangsa dan Negara.

Panduan perilaku:

- a. Menjaga nama baik sesama karyawan, pimpinan, BUMN dan Megara
- b. Rela berkorban untuk mencapai tujuan yang lebih besar

- c. Patuh kepada pimpinan sepanjang tidak bertentangan dengan hukum dan etika
5. Adaptif, Terus berinovasi dan antusias dalam menggerakkan ataupun menghadapi perubahan.

Panduan perilaku:

- a. Cepat menyesuaikan diri untuk menjadi lebih baik
  - b. Terus-menerus melakukan perbaikan mengikuti perkembangan teknologi
  - c. Bertindak proaktif
6. Kolaboratif, Membangun kerjasama yang sinergis.

Panduan perilaku:

- a. Memberi kesempatan kepada berbagai pihak untuk berkontribusi
- b. Terbuka dalam bekerja sama untuk menghasilkan nilai tambah
- c. Menggerakkan pemanfaatan berbagai sumber daya untuk tujuan bersama

## **2.7 Produk dan Layanan**

Pada PT Pindad (Persero) sebagai perusahaan perindustrian angkatan darat memproduksi berbagai produk dan layanan yakni :

### **1. Senjata**

PT Pindad (Persero) sejak berdiri tahun 1983 telah memproduksi berbagai jenis senjata mulai dari senjata laras panjang, senjata genggam, pistol, dan lainnya. Setiap produksi diutamakan untuk menyuplai kebutuhan peralatan pertahanan dan keamanan nasional serta untuk memenuhi pemesanan dari pihak lain.

Produksi senjata terus ditingkatkan kualitasnya berdasarkan penelitian dan pengembangan dari tenaga-tenaga ahli Pindad bersama dengan pengguna produk untuk menetapkan spesifikasi yang dibutuhkan. Dalam setiap produksi, proses optimasi kami lakukan untuk memperoleh unjuk kerja dari senjata yang maksimal. Pemeriksaan dilakukan pada setiap proses manufaktur mulai dari penerimaan material sampai proses akhir pembuatan produk. Seluruh produk telah diuji dan memenuhi standar internasional salah satunya Mil STD. Sistem mutu selalu dipelihara dengan menerapkan sistem mutu ISO 9000-2008 yang disertifikasi oleh LRQA.

Senjata Pindad memiliki akurasi yang baik dan ketahanan di medan peperangan sesuai dengan kebutuhan pertahanan dan keamanan. Beberapa senjata telah berhasil meraih prestasi lomba tembak antar angkatan darat se-Asia Tenggara

(AARM) dan lomba tembak Angkatan Darat se-Asia Pasifik (ASAM), serta Lomba Tembak tahunan yang diselenggarakan oleh Angkatan Bersenjata Diraja Brunei (BISAM).

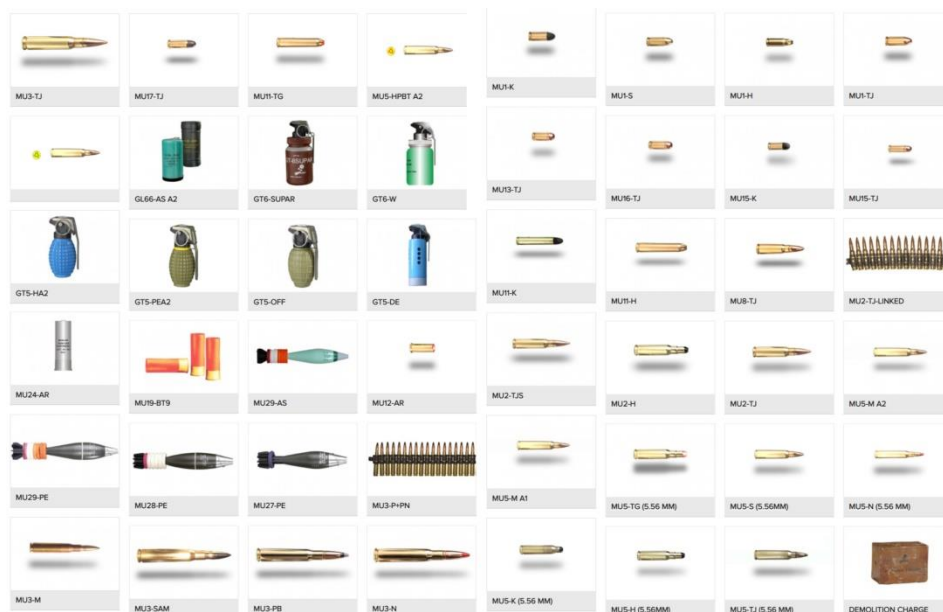


Gambar 2. 5 Produk Senjata PT. Pindad (Persero)

## 2. Munisi

PT Pindad (Persero), sebagai perusahaan penyedia peralatan pertahanan dan keamanan, memproduksi berbagai varian amunisi kaliber kecil, kaliber besar, dan kaliber sedang mulai dari kaliber 5.56 mm hingga munisi artileri 105 mm serta berbagai varian granat. Pindad terus melakukan ekspansi produksi amunisi dan mengembangkannya sesuai dengan perkembangan teknologi senjata-senjata yang semakin beragam.

Keunggulan dari amunisi Pindad adalah memiliki banyaknya varian yang dapat disesuaikan dengan jenis senjata dan hasil tembakan yang diinginkan.



Gambar 2. 6 Produk Amunisi PT. Pindad (Persero) [4]

### 3. Kendaraan Khusus

PT Pindad (Persero) mulai masuk pada pengembangan teknologi kendaraan bermotor pada tahun 1993 melalui program Mobil Nasional. Pindad telah bekerja sama dengan berbagai pihak baik dalam maupun luar negeri dalam upaya untuk mengembangkan teknologi fungsi kendaraan khususnya kendaraan tempur untuk memenuhi kebutuhan pertahanan dan keamanan nasional.

Produk-produk kendaraan tempur yang dihasilkan, diantaranya : Kendaraan Taktis 4x4 “KOMODO” dan Panser 6x6 “ANOVA” yang telah diproduksi lebih dari 300 unit dengan berbagai varian serta ikut dalam misi perdamaian dunia PBB di berbagai Negara seperti Lebanon, Afrika Tengah, dan Sudan.

Penelitian dan pengembangan terus menerus dilakukan untuk mencapai tujuan masa depan untuk meningkatkan kapasitas bisnis dan teknologi. Produk penelitian dan pengembangan terbaru yang dilakukan oleh Pindad adalah produk Medium Tank “HARIMAU” yang bekerjasama dengan FNSS (Turki) serta didukung oleh Kementerian Pertahanan RI. Sistem ini dilengkapi senjata Turret 105 mm serta mampu melewati berbagai medan pertempuran.



Gambar 2. 7 Produk Kendaraan Khusus PT. Pindad (Persero) [4]

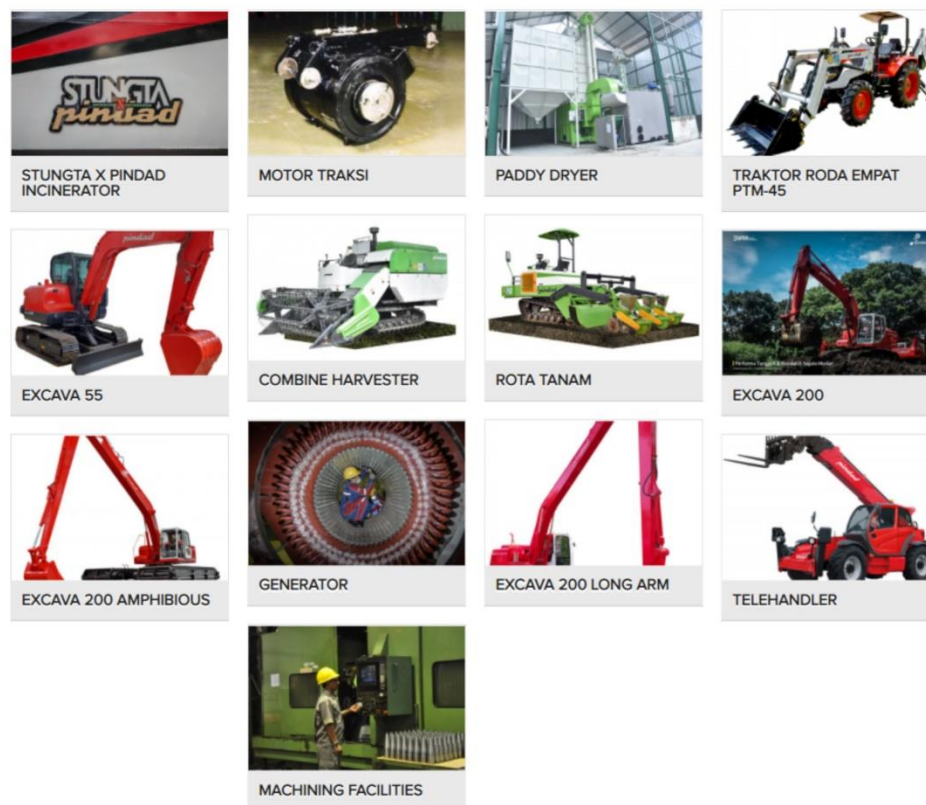
#### 4. Alat Berat

PT. Pindad (Persero) melalui Divisi Alat Berat menghasilkan produk-produk pendukung industri konstruksi dan pertambangan. Produk dan jasa yang kami sediakan antara lain produk Alat Berat, berupa ekskavator dan Jasa Permesinan.

Melalui transformasi kompetensi pada produk pertahanan yaitu sistem hydraulic dan roda rantai, Pindad menciptakan produk alat berat pertama dengan merek Excava 200 yang memiliki kapasitas beban sebesar 20 Ton. Setelahnya, kami memproduksi beberapa varian lain dari ekskavator ini hingga berinovasi melalui Excava Amphibious yang dikenal dengan kemampuannya untuk beroperasi diatas air. Selain itu inovasi terbaru dari lini Excava yaitu Excava 50 lahir sebagai solusi untuk pekerjaan konstruksi ringan pada tahun 2019.

Jasa permesinan didukung dengan fasilitas mesin bubut horizontal dengan kapasitas hingga 6 meter, bubut vertikal hingga diameter 3 meter, double column, milling machine, dengan kapasitas hingga diatas 2 x 4 meter yang dioperasikan secara komputerisasi (CNC).





Gambar 2. 8 Produk Alat Berat PT. Pindad (Persero) [4]

## 5. Infrastruktur Perhubungan

Divisi Infrastruktur Perhubungan merupakan bagian dari bisnis PT. Pindad (Persero) yang bertujuan untuk memenuhi permintaan dan mendukung pasar lokal maupun ekspor dalam bidang jasa pengecoran logam dan jasa tempa, mendukung pembangunan infrastruktur perkeretaapian Indonesia melalui produk-produk prasarana kereta api, serta mendukung kegiatan perkapalan melalui produk-produk peralatan kapal laut.

Pindad mengawali bisnis dalam bidang Sarana dan Prasarana Kereta Api pada tahun 1983 dan mulai berproduksi pada tahun 1984 dengan memproduksi alat penambat rel tipe DE-Clips (DE-Clips Rail Fastener) yang merupakan lisensi dari Hollandia Kloos dan Ewem AG.

Pada tanggal 23 September 1997, penandatanganan Perjanjian Kerja Sama Antara Pindad dan PT. KA menghasilkan litbang untuk produk alat penambat rel tipe KA-Clip dan hak kepemilikan PT. Kereta Api Indonesia (Persero). Pindad patent no ID 0 007 930 pada 19 April 2000 dikeluarkanlah ijin penggunaan KA-Clip dari Dirjen Perkeretaapian Departemen Perhubungan untuk digunakan pada

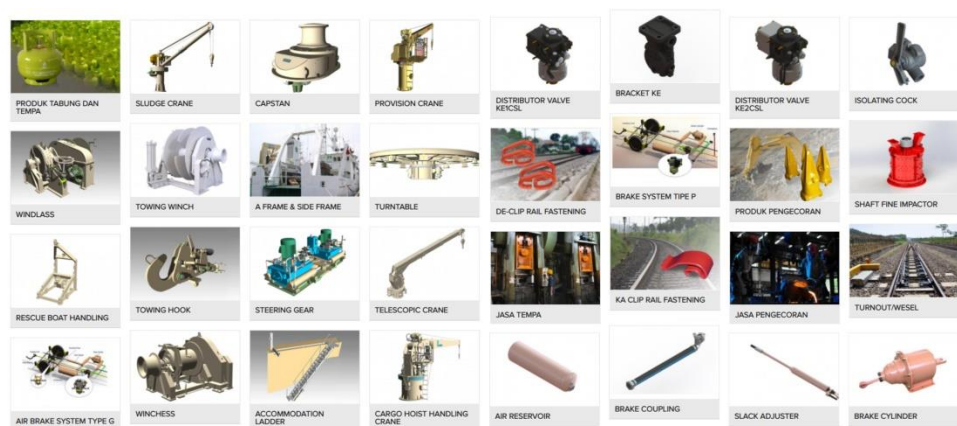
proyek di lingkungan Direktorat Jenderal Perkeretaapian maupun di wilayah kerja PT. Kereta api Indonesia (Persero)

Pada Januari 2008, pengembangan dilakukan kembali dengan memproduksi alat penambat rel tipe e-Clip kemudian dilakukan test track. Hingga pada tahun 2010 mendapat izin penggunaan pengesahan dan rekomendasi pemakaian dari Direktur Jenderal Perkeretaapian Kementerian Perhubungan No. KA.405/SK.10/DJKA/II/10

Alat Penambat Rel (*rail fastener*) produksi Pindad sangat kompetitif, dengan jaminan kualitas pekerjaan yang tinggi dimana dalam proses produksi kami menggunakan Standar International maupun National seperti AREMA/AREA Standard, SNI Standar, serta didukung oleh sumber daya manusia yang telah berpengalaman dengan kemampuan dan keahlian yang sudah teruji.

Produk Peralatan Kapal Laut bermula dari kerja sama yang didirikan bersama Hatlapa. Pindad telah mengembangkan berbagai produk peralatan kapal laut sejak tahun 1991 hingga saat ini dengan nama PinMarine. Dengan dukungan Sumber Daya Manusia, sistem produksi dan kualitas kontrol yang baik, PinMarine mampu menghasilkan produk berkualitas dan kompetitif, serta memenuhi persyaratan klasifikasi Nasional & Internasional, seperti BKI, LR, ClassNK, BV, RINA, GL, ABS, dan lain-lain.

Kualitas hasil produksi yang bermutu tinggi dan kepuasan pelanggan dalam menggunakan produk yang kami hasilkan merupakan tujuan bisnis Pindad. Dengan semangat dan keyakinan yang tinggi kami selalu siap bekerja keras untuk mengembangkan keahlian dan teknologi yang dimiliki agar dapat menawarkan solusi terbaik bagi pelanggan maupun pengguna produk kami.



Gambar 2. 9 Produk Infrastruktur Perhubungan PT. Pindad (Persero) [4]

## 6. Layanan Pertambangan

Salah satu lini produk dari PT Pindad (Persero) adalah Bahan Peledak Komersial. Keahlian dan pengalaman SDM Pindad di bidang persenjataan dan bahan peledak membuat Pindad mengembangkan produk dan layanannya yang diakomodir oleh Divisi Layanan Pertambangan (*Mining Service*). Sejak tahun 1991, Pindad telah memulai memproduksi bahan peledak komersial seperti:

1. *Booster* ( RenEx T)
2. *Booster* ( RenEx P)
3. *Seismic Explosive* (geoPENTOSEIS)
4. *Seismic Detonator* (geoDETOSEIS)
5. Detonator Listrik (SUPERdet)

Layanan Bisnis yang ditawarkan oleh Divisi Layanan Pertambangan antara lain :

1. Importir, Produsen dan Distributor Bahan Peledak Komersial
2. Jasa *Drilling* dan *Blasting*
3. Pemusnahan Bahan Peledak

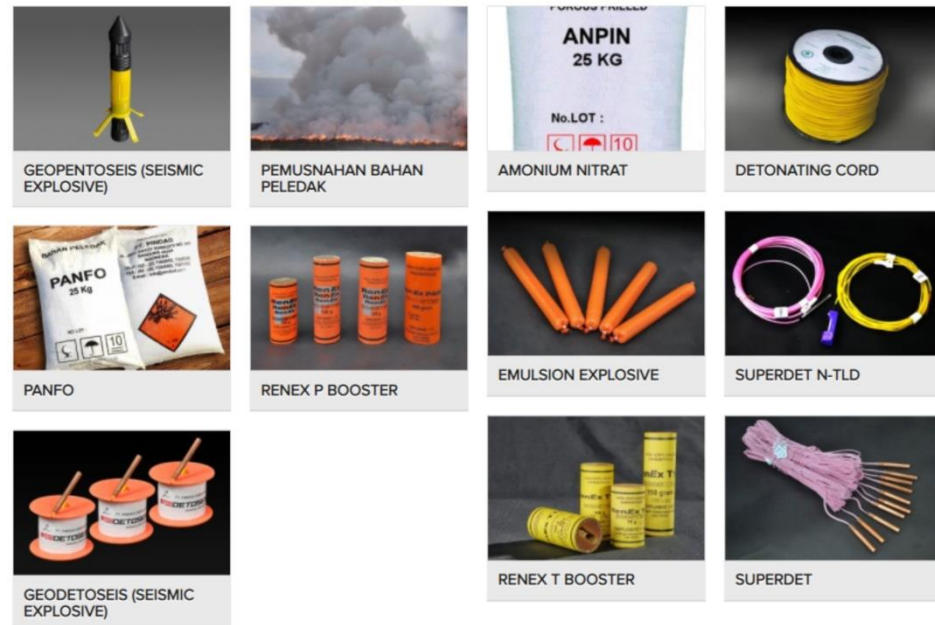
Bahan peledak yang disediakan oleh Divisi Layanan Pertambangan dipergunakan di bidang pertambangan umum dan migas. Adapun produk pertambangan umum antara lain :

1. PANFO (*Pindad Ammonium Nitrate Fuel Oil*)
2. *Ammonium Nitrate*
3. *Emulsion Explosive*
4. Booster RenEx P
5. Booster RenEx T
6. *Detonating Cord*
7. SUPERdet (*Electric Detonator*)
8. NONEL Detonator

Produk Pertambangan Migas antara lain :

1. geoDETOSEIS (*Detonator Seismic*)
2. geoPENTOSEIS (*Booster Seismic*)
3. Shaped Charges

Dengan kemampuan Pindad memproduksi bahan peledak komersial, maka Pindad siap memberikan pelayanan berupa produk dan jasa produksi pertambangan dengan metode peledakan sesuai kebutuhan pelanggan.



Gambar 2. 10 Layanan Pertambangan PT. Pindad (Persero) [4]

## 7. Cyber Security

Dalam UU No 3 Tahun 2002 tentang Pertahanan Negara, telah ditetapkan bahwa ancaman dalam sistem pertahanan negara terdiri dari ancaman militer dan ancaman non militer, termasuk diantaranya ancaman siber.

Ancaman serangan *cyber* menjadi sangat serius, berdasarkan data *Indonesia Security Incident Response Team on Internet Infrastructure (IDSIRTII)* terdapat 48,8 juta serangan Internet sepanjang tahun 2015 di Indonesia. Tingginya angka kejahatan dan peretas di bidang Internet ini menjadi ancaman di tengah masifnya pertumbuhan pengguna internet di Indonesia. Serangan *cyber* mengancam di berbagai sektor antara lain Pelayanan Publik, Ekonomi, Pertahanan, Keamanan, dan Energi. Pertahanan *cyber* tidak mengenal batas teritorial negara serangan bisa datang dari dalam maupun dari luar.

Sebagai industri pertahanan strategis PT. PINDAD (PERSERO) menyadari untuk tetap konsisten menjalankan *core* sebagai industri pertahanan dengan inovasi produk dan layanan *Cyber Security* dengan tiga mata rantai

### 1. Solusi Peningkatan Kompetensi Sumber daya manusia (*PEOPLE*)

2. Solusi Penataan Proses Tata Kelola Keamanan Informasi (*PROCESS*)
3. Solusi Teknologi sebagai *Solution Integrator* dan Pengembangan Produk (*TECHNOLOGY*)



Gambar 2. 11 Layanan *Cyber Security* PT. Pindad (Persero) [4]

*( halaman ini sengaja dikosongkan )*

## BAB III

### PELAKSANAAN MAGANG

#### 3.1 Pelaksanaan dan Ketentuan Magang Industri

##### 3.1.1 Waktu dan Tempat Pelaksanaan

Magang Industri dilakukan pada waktu dan tempat sebagai berikut:

Waktu : 3 Februari – 3 April 2022

Tempat : Divisi Inovasi, Departemen BPPKK, PT. Pindad  
(Persero), Jalan Terusan Gatot Subroto No.517  
Kebon Kangkung, Sukapura, Kec. Kiaracondong,  
Kota Bandung, Jawa Barat 40285.

##### 3.1.2 Ketentuan Pelaksanaan Magang Industri

Pelaksanaan Magang Industri di PT. Pindad (Persero) dilakukan dengan sistem *offline* yaitu peserta melakukan kunjungan ke tempat magang pada hari dan jam kerja. Dalam kondisi pandemi ini, pelaksanaan tidak dilakukan setiap hari kerja, melainkan dilakukan setiap dua hingga tiga kali seminggu dengan protokol kesehatan yang ketat. Selain itu peserta magang wajib menaati peraturan dan *Safety Induction* yang telah ditentukan oleh PT. Pindad (Persero)

#### 3.2 Jadwal dan Kegiatan Magang

Tabel 3. 1 Jadwal dan Kegiatan Magang

Hari Ke-	Hari dan Tanggal	Waktu		Kegiatan
		Jam Mulai	Jam Selesai	
1	Kamis, 3 Februari 2022	08.00	10.00	Pengurusan administrasi masuk, kartu akses, dan pengenalan peraturan perusahaan
2	Jumat, 4 Februari 2022	08.00	11.30	Pengurusan administrasi izin masuk gawai laptop dan inspeksi gawai
3	Senin, 7 Februari 2022	08.00	11.00	Pengenalan lingkungan perusahaan
4	Selasa, 8 Februari 2022	08.00	12.00	Pengarahan ke proyek kendaraan khusus
5	Rabu, 9 Februari 2022	08.00	11.00	WFH, studi literatur pengenalan perusahaan melalui website
6	Kamis, 10 Februari	08.00	14.00	Pengarahan dengan

	2022			pembimbing lapangan, pengenalan bengkel.
7	Jumat, 11 Februari 2022	08.00	13.00	Penugasan design Master Bumper rantis
8	Senin, 14 Februari 2022	08.00	16.00	WFH, pendesainan Master Bumper rantis
9	Selasa, 15 Februari 2022	07.30	16.30	WFH pendesainan Master Bumper rantis
10	Rabu, 16 Februari 2022	08.00	14.00	Pengumpulan data dan proses designing
11	Kamis, 17 Februari 2022	08.00	14.00	WFH, pendesainan Master Bumper rantis
12	Jumat, 18 Februari 2022	08.00	14.00	Diskusi penugasan dan revisi
13	Senin, 21 Februari 2022	08.00	16.00	WFH, pendesainan Master Bumper rantis
14	Selasa, 22 Februari 2022	08.00	16.00	WFH, pendesainan Master Bumper rantis
15	Rabu, 23 Februari 2022	08.00	14.00	Diskusi penugasan dan revisi design
16	Kamis, 24 Februari 2022	08.00	16.00	WFH, pendesainan Master Bumper rantis
17	Jumat, 25 Februari 2022	08.00	14.00	Pengumpulan redesign Master Bumper
18	Senin, 28 Februari 2022	08.00	15.00	WFH, pencarian literatur opsi tema laporan magang industri
19	Selasa, 1 Maret 2022	08.00	15.00	WFH, pencarian literatur opsi tema laporan magang industri
20	Rabu, 2 Maret 2022	07.30	15.00	WFH, pencarian literatur opsi tema laporan magang industri
21	Kamis, 3 Maret 2022	08.00	14.00	WFH, studi literatur analisis traksi kendaraan
22	Jumat, 4 Maret 2022	08.00	11.30	WFH, studi literatur gaya hambat pada kendaraan
23	Senin, 7 Maret 2022	08.00	10.00	Pendiskusian judul laporan magang dan kebutuhan PT. Pindad (Persero)
24	Selasa, 8 Maret 2022	08.00	13.00	Pengumpulan data laporan
25	Rabu, 9 Maret 2022	07.30	16.00	Pengumpulan data laporan
26	Kamis, 10 Maret 2022	07.30	14.00	WFH, rekapitulasi data perhitungan
27	Jumat, 11 Maret 2022	08.00	14.00	Diskusi kajian teori dan spesifikasi kendaraan
28	Senin, 14 Maret 2022	08.00	15.00	WFH, perhitungan gaya hambat pada kendaraan
29	Selasa, 15 Maret	08.00	14.00	WFH, perhitungan traksi



	2022			kendaraan
30	Rabu, 16 Maret 2022	08.00	16.00	Diskusi hasil perhitungan data dan revisi data
31	Kamis, 17 Maret 2022	08.00	15.00	WFH, perhitungan ulang data laporan
32	Jumat, 18 Maret 2022	08.00	14.00	Diskusi penugasan dan revisi data laporan
33	Senin, 21 Maret 2022	08.00	14.00	WFH, perhitungan ulang data laporan
34	Selasa, 22 Maret 2022	08.00	14.00	Pengumpulan redesign rasio transmisi dan traksi redesign
35	Rabu, 23 Maret 2022	08.00	14.00	WFH, analisa perhitungan traksi ratis
36	Kamis, 24 Maret 2022	08.00	14.00	WFH, analisa perhitungan traksi ratis
37	Jumat, 25 Maret 2022	08.00	14.00	Diskusi penugasan dan revisi hasil analisa laporan
38	Senin, 28 Maret 2022	08.00	16.00	WFH, Pengerjaan dan penyusunan laporan magang industri
39	Selasa, 29 Maret 2022	08.00	14.00	Asistensi dan pengajuan laporan akhir magang industri
40	Rabu, 30 Maret 2022	08.00	15.00	WFH, pengerjaan dan penyusunan ulang laporan magang industri
41	Kamis, 31 Maret 2022	08.00	16.00	Pengajuan akhir laporan magang industri
42	Jumat, 1 April 2022	08.00	15.00	Pengajuan akhir laporan magang industri dan pengurusan administrasi keluar atau selesai magang

*( halaman ini sengaja dikosongkan )*

## BAB IV

### HASIL MAGANG

#### 4.1 Kinerja Traksi Kendaraan

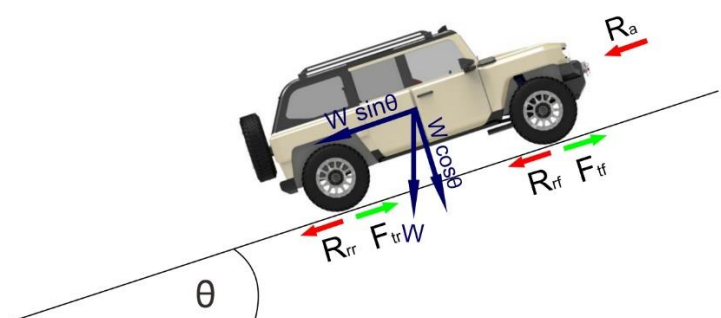
Secara umum, kinerja dari sebuah kendaraan dapat dibedakan menjadi 3 jenis kinerja, yaitu kinerja traksi kendaraan, kestabilan arah, serta kinerja pengaman kendaraan. Secara umum, kinerja traksi kendaraan dapat diartikan sebagai kemampuan kendaraan untuk melaju melawan gaya hambat yang ada pada saat kendaraan beroperasi. Gaya-gaya hambat tersebut adalah gaya hambat angin, gaya hambat tanjakan, serta gaya hambat rolling yang terjadi pada komponen kendaraan yang bergerak [5].

Kemampuan kendaraan tersebut sangat dipengaruhi oleh kemampuan mesin kendaraan, pemilihan tingkat rasio transmisi, serta jenis transmisi yang dipakai [6]. Pada umumnya, informasi mengenai karakteristik traksi sebuah kendaraan ditampilkan dalam sebuah grafik yang menampilkan data kecepatan kendaraan, gaya dorong kendaraan (pada masing-masing gigi), gaya hambat kendaraan, serta pengaruh kondisi jalan terhadap gaya hambat.

#### 4.2 Dinamika kendaraan

##### 4.2.1 Gaya Hambat Kendaraan

Gaya hambat kendaraan adalah gaya yang bekerja pada kendaraan ketika kendaraan melaju pada kecepatan dan kondisi jalan tertentu. Gaya – gaya yang bekerja pada kendaraan ketika melaju dapat digambarkan sebagai berikut:



Gambar 4. 1 Gaya Hambat yang Bekerja Pada Kendaraan

$F_t$  adalah gaya dorong kendaraan oleh mesin pada roda penggerak. Sesuai tujuannya agar dapat memenuhi *driver demand*, pada gambar 4.1  $F_t$  (gaya dorong) dibagi menjadi dua yaitu  $F_{tf}$  (gaya dorong pada roda depan dan  $F_{tr}$  (gaya dorong pada roda belakang). Gaya dorong pada kendaraan kendaraan yang sedang berjalan

dihambat oleh tiga macam gaya hambat yaitu, *drag force*, *rolling resistance* serta gaya hambat kendaraan akibat sudut tanjak [5].

#### 4.2.1.1 Gaya Hambat Aerodinamika

Gaya hambat karena udara pada mobil disebut dengan *drag force*. Pada dasarnya, terdapat beberapa jenis gaya hambat angin pada kendaraan yaitu hambatan bentuk, hambatan pusaran, hambatan tonjolan, serta hambatan aliran dalam [7]. Namun, gaya hambat yang paling besar adalah akibat gaya hambat bentuk dan pusaran. Dengan demikian besarnya gaya hambat angin dapat dihitung dengan persamaan berikut,

$$Ra = \frac{1}{2} \times \rho \times Cd \times Af \times Va^2 \quad \dots (1)$$

dimana,  $Ra$  = hambatan aerodinamika (N)

$\rho$  = densitas udara ( $\text{kg/m}^3$ )

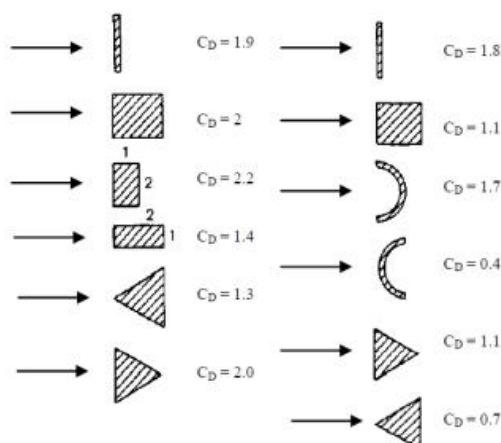
$Cd$  = koefisien *drag*

$Af$  = luas frontal kendaraan efektif ( $\text{m}^2$ )

$Va$  = kecepatan relatif angin terhadap kendaraan  
(m/s)

Hambatan aerodinamika sangat berpengaruh utamanya bagi kendaraan yang melaju pada kecepatan tinggi. Nilai hambatan aerodinamika ( $Ra$ ) terhadap kecepatan kendaraan meningkat secara eksponensial berdasarkan persamaan 1.

Disamping itu, terdapat faktor lain yang menentukan nilai hambatan aerodinamika yaitu koefisien *drag* ( $Cd$ ) dan luasan frontal kendaraan efektif ( $\text{m}^2$ ). Koefisien *drag* didapat dari analisis aliran udara terhadap bentuk *body* kendaraan.



Gambar 4. 2 Nilai Koefisien Drag pada Beberapa Bentuk [8]

Namun, terdapat referensi umum untuk nilai koefisien *drag* terhadap beberapa jenis kendaraan yang ditunjukkan sebagai berikut,

Tabel 4. 1 Nilai Koefisien Drag pada Beberapa Jenis Kendaraan [6]

No.	Jenis Kendaraan	Koefisien Drag
1	Kendaraan penumpang	0,3 – 0,6
2	Kendaraan convertible	0,4 – 0,45
3	Kendaraan balap	0,25 – 0,3
4	Bus	0,6 – 0,7
5	Truk	0,8 - 1
6	Traktor – trailer	0,8 – 1,3
7	Sepeda motor & pengendara	1,8

#### 4.2.1.2 Gaya Hambat Rolling

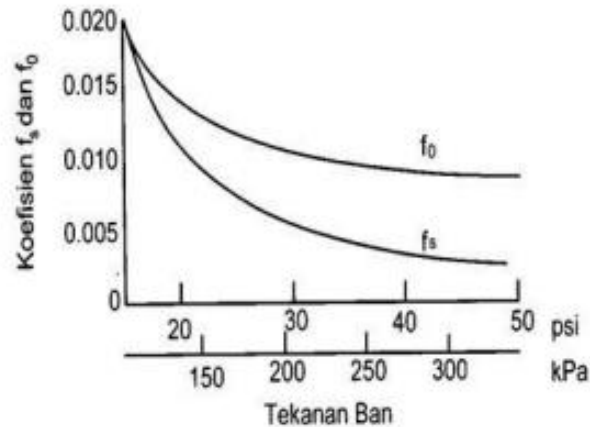
Hambatan rolling yang terjadi pada ban adalah utamanya disebabkan oleh sifat histerisis ban karena adanya defleksi dari ban. Untuk mencari besarnya gaya hambat rolling, pertama kita harus menentukan besarnya koefisien hambatan rolling (*fr*) terlebih dahulu. Besarnya koefisien rolling (*fr*) dapat dicari menggunakan persamaan hasil eksperimen J.J Taborek berikut, [3]

$$fr = fo + fs \times \left(\frac{vk}{100}\right)^{2,5} \quad \dots (2)$$

dimana,  $f_r$  = koefisien hambatan rolling

$f_o$  &  $f_s$  = koefisien yang nilainya didapat dari  
pembacaan pada gambar 4.x

$V_k$  = kecepatan kendaraan (km/jam)



Gambar 4. 3 Plot Nilai  $f_o$  dan  $f_s$  Berdasarkan Tekanan Ban [9]

Namun, untuk kondisi jalan yang berbeda maka nilai dari koefisien rolling juga berbeda. Untuk memudahkan dalam proses perhitungan, maka digunakan referensi umum untuk koefisien rolling pada beberapa kondisi jalan.

Tabel 4. 2 Nilai Koefisien Rolling Terhadap Jenis Kendaraan dan Permukaan Jalan [6]

Jenis Kendaraan	Permukaan Jalan		
	Beton	Keras / Aspal	Pasir
Kendaraan penumpang	0,015	0,08	0,3
Truk	0,012	0,06	0,25
Traktor	0,02	0,04	0,4

Tabel 4. 3 Nilai Koefisien *Rolling* terhadap Jenis Permukaan Jalan pada Kendaraan Penumpang [9]

Road Surface	Rolling Coefficient ( $f_r$ )
--------------	-------------------------------

Firm road surface	Good Concrete Paved Road	0,01 – 0,014
	Good Stone Paving	0,02
	Bad, worn road surface	0,035
	Asphalt	0,06
Unmade road surface	Bad earth track	0,16
	Clamp wheels on acre soil	0,2
	Loose sand	0,25

Setelah mendapatkan nilai koefisien rolling ( $f_r$ ), maka dengan menggunakan persamaan 3 besarnya gaya hambat rolling dapat dicari,

$$R_r = f_r \times W \quad \dots (3)$$

dimana,  $R_r$  = hambatan rolling (N) (untuk 4WD dengan  $R_r = R_{rf} + R_{rr}$ )

$f_r$  = koefisien rolling

$W$  = berat kendaraan (N) ( $W = m \times g$ )

#### 4.2.1.3 Gaya Hambat Tanjak

Gaya hambat yang ketiga adalah gaya hambat tanjakan, yaitu gaya hambat yang diakibatkan adanya sudut tanjak yang dilewati oleh kendaraan sehingga beban kendaraan akan bertambah akibat gaya gravitasi yang muncul. Besarnya gaya hambat akibat sudut tanjak dapat dihitung dengan rumus berikut,

$$R_g = W \times \sin\theta \quad \dots (4)$$

dimana,  $W$  = berat kendaraan (N)

$\theta$  = sudut tanjak yang dilalui kendaraan ( $^\circ$ )

Ketika kendaraan dalam posisi menanjak, digunakan satuan *gradeability* sebagai acuan. *Gradeability* adalah kemampuan suatu kendaraan untuk mendaki suatu tanjakan. Jika kendaraan didesain dengan gradient 30% misalnya, maka

kemampuan kendaraan tersebut harus mampu menanjak dengan gradient sebesar 30%. Jika kendaraan tersebut belum mampu menempuh tanjakan tersebut, maka kendaraan tersebut dikatakan tidak memenuhi kriteria *gradeability* yang disyaratkan.

Perhitungan *gradient* tanjakan ( $G$ ) dapat dilakukan dengan rumus berikut,

$$G = \tan\theta = \frac{\text{vertical projection}}{\text{horizontal projection}} \quad \dots (5)$$

dimana,  $G = \text{gradeability}$

$\theta = \text{sudut tanjak } (^{\circ})$

Dengan demikian, setelah meninjau tiga buah gaya hambat yang bekerja pada kendaraan sesuai penjelasan sebelumnya, maka gaya hambat total pada kendaraan dapat dirumuskan sesuai persamaan (6) dibawah ini,

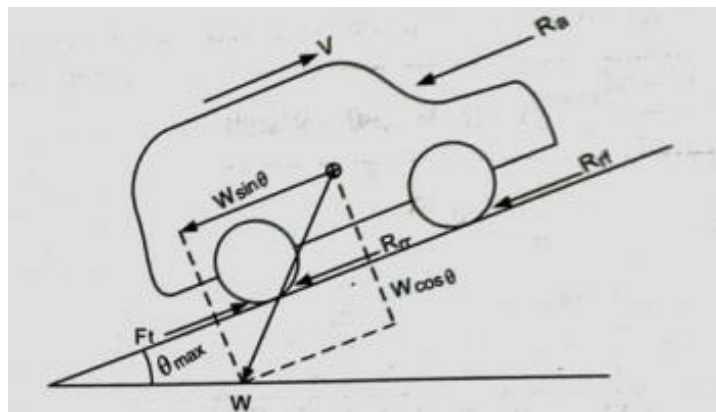
$$Fr = Ra + Rr + Rg \quad \dots (6)$$

dimana,  $Fr = \text{gaya hambat total (N)}$

$Ra = \text{gaya hambat aerodinamik (N)}$

$Rr = \text{gaya hambat rolling (N)}$

$Rg = \text{gaya hambat tanjak (N)}$



Gambar 4. 4 *Free Body Diagram* Kendaraan saat Menanjak [6]

Dengan menganalisa *free body diagram* pada kendaraan ketika melewati medan menanjak, dapat diketahui bahwa terdapat perubahan pada nilai rolling resistance karena perbedaan nilai gaya normal terhadap bidang jalan dimana nilainya saat menanjak lebih kecil daripada saat berjalan mendatar. Pada gambar 4.4 ditunjukkan bahwa besarnya gaya normal dikali dengan  $\cos\theta$  yang merupakan



sudut kemiringan jalan. Sehingga persamaan gaya hambat total sedikit dimodifikasi menjadi,

$$Fr = \left( \frac{1}{2} \times \rho \times Cd \times Af \times Vk^2 \right) + (fr \times W \times \cos\theta) + (W \times \sin\theta) \dots (7)$$

#### 4.2.2 Gaya Dorong Kendaraan

Gaya dorong adalah gaya yang bekerja berlawanan dengan arah gerak gaya hambat kendaraan. Gaya dorong ini dihasilkan dari daya yang dihasilkan oleh mesin kendaraan (*engine*) yang kemudian disalurkan melalui sistem transmisi sehingga akhirnya dapat menggerakkan roda. Untuk menghitung besarnya gaya dorong yang mampu dihasilkan kendaraan, dapat digunakan persamaan 12. Selain melalui metode analitis/ perhitungan, untuk mencari besarnya nilai gaya dorong (Ft) aktual pada kendaraan juga dapat dilakukan dengan cara lain, yaitu dengan melakukan pengujian menggunakan mesin *dynotest* pada mobil.

Torsi mesin pada mobil ( $M_e$ ) dihasilkan langsung oleh pembakaran pada *combustion engine*. Torsi dari *engine* kemudian akan masuk ke *drivetrain*. Setelah melalui *drivetrain*, daya yang disalurkan besarnya akan menurun akibat adanya *loses* pada *drivetrain*, kemudian daya akan langsung disalurkan menuju roda kendaraan, torsi yang muncul pada roda disebut  $T_r$ .  $T_r$  sendiri merupakan kebutuhan torsi untuk menggerakkan kendaraan. Torsi yang muncul pada roda nantinya akan digunakan untuk memutar roda agar bisa bergerak. Pada permukaan roda, ketika berputar akan timbul gaya tangensial. Gaya inilah yang biasa kita sebut dengan gaya dorong (Ft).

Proses transmisi dan transformasi torsi yang dihasilkan oleh mesin menjadi menjadi gaya dorong (Ft) yang terjadi pada roda penggerak dipengaruhi beberapa faktor berikut [6],

1. Perbandingan transmisi

$$it = \frac{ne}{ntr} \dots (8)$$

2. Perbandingan putaran pada gardan

$$ig = \frac{ntr}{np} \dots (9)$$

3. Torsi yang keluar dari transmisi

$$Mtr = it \times Me \dots (10)$$

4. Torsi pada poros penggerak setelah  $Mtr$  ditransmisikan melalui gardan

$$M_p = i_g \times M_{tr} = i_t \times i_g \times M_e \quad \dots (11)$$

Maka, gaya dorong pada roda penggerak ( $F_t$ ) dengan memperhatikan efisiensi ( $\eta$ ) pada semua proses transmisi untuk mobil pada umumnya dirumuskan sebagai berikut [6],

$$F_t = \frac{i_t \times i_g \times M_e}{r} \times \eta_t \quad \dots (12)$$

- dimana,
- $F_t$  =  $F_f + F_r$  = gaya dorong pada kendaraan roda penggerak depan dan belakang (N)
  - $F_t$  =  $F_f$  untuk kendaraan penggerak roda depan (N)
  - $F_t$  =  $F_r$  untuk kendaraan penggerak roda belakang (N)
  - $M_e$  = torsi keluaran dari mesin (Nm)
  - $n_e$  = putaran mesin (rpm)
  - $n_{tr}$  = putaran transmisi (rpm)
  - $n_p$  = putaran poros penggerak (rpm)
  - $r$  = jari-jari roda (m)
  - $\eta_t$  = efisiensi transmisi, (0.88-0.92) untuk mesin yang letaknya memanjang, poros penggerak belakang. (0.91-0.95) untuk mesin yang letaknya melintang
  - $i_t$  = perbandingan gigi transmisi
  - $i_g$  = perbandingan transmisi pada gardan

Pada kendaraan dengan *Automatic Transmission* 4x4, terdapat rasio torsi konverter dan *transfer case*, sehingga perlu ada penambahan pada rumus untuk mempertimbangkan kedua faktor tersebut, maka didapatkan persamaan [6],

$$F_t = \frac{C_{tr} \times i_t \times i_g \times i_{tc} \times M_e}{r} \times \eta_t \times \eta_{tc} \times \eta_{ctr} \quad \dots (13)$$

- dimana,
- $C_{tr}$  = rasio torsi konverter

$itc$  = rasio *transfer case*

$\eta_{ctr}$  = efisiensi torsi konverter

$\eta_{tc}$  = efisiensi *transfer case*

### 4.2.3 Kecepatan dan Percepatan Kendaraan

Kecepatan kendaraan pada setiap tingkat gigi transmisi ( $k$ ) dapat dirumuskan sebagai berikut,

$$V_k = \frac{ne \times 3,6 \times \pi \times r}{30 \times ik \times ig} \quad \dots (14)$$

dimana,  $V_k$  = kecepatan pada tingkat  $k$  (km/h)

$ik$  =  $it$  = rasio transmisi pada tingkat  $k$

$Csr$  = rasio kecepatan pada torsi konverter

Dalam gerakan lurus besarnya percepatan dapat dilakukan oleh kendaraan adalah merupakan faktor penting sebagai parameter kinerja laju kendaraan. Untuk kendaraan yang bergerak dari keadaan diam sampai kecepatan tertentu (percepatan) atau dari kecepatan tertentu sampai berhenti (perlambatan), maka percepatan ( $a$ ), waktu ( $t$ ), dan jarak ( $s$ ) dapat dihitung dengan rumus sebagai berikut,

- a. Untuk percepatan, kendaraan diam hingga mencapai kecepatan akhir ( $V_t$ ),

$$a = \frac{V_t^2}{2 \cdot s} = \frac{V_t}{t} = \frac{2 \cdot s}{t^2} \quad \dots (15)$$

$$t = \frac{V_t}{a} = \frac{2 \cdot s}{V_t} = \sqrt{\frac{2 \cdot s}{a}} \quad \dots (16)$$

$$s = \frac{V_t^2}{2 \cdot a} = \frac{V_t \cdot t}{2} = \frac{2 \cdot t^2}{2} \quad \dots (17)$$

- b. Sedangkan untuk mencari percepatan untuk setiap tingkat gigi ( $k$ ), dapat dirumuskan sebagai berikut:

$$\sum F = m \times a \quad \dots (18.1)$$

$$a_k = \frac{(F_t - R_{rr} - R_a)}{\text{massa penuh}} \quad \dots (18.2)$$

dimana,  $a_k$  = percepatan (m/s)

$F_t$  = gaya dorong (N)

$R_r$  = gaya hambat rolling pada roda

belakang (N)

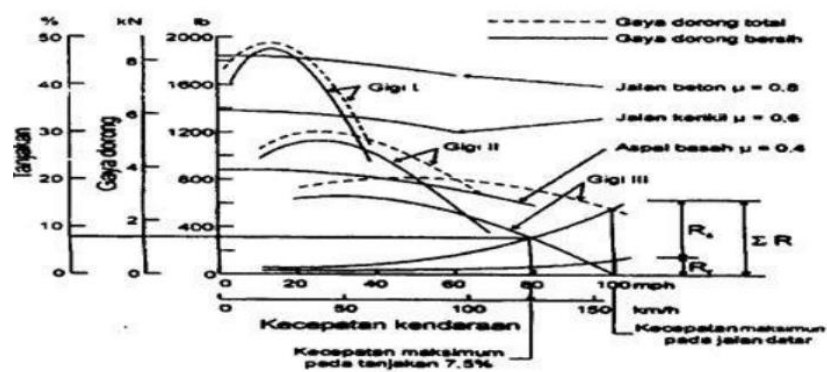
$R_a$  = hambatan aerodinamika (N)

### 4.3 Karakteristik Transmisi Kendaraan

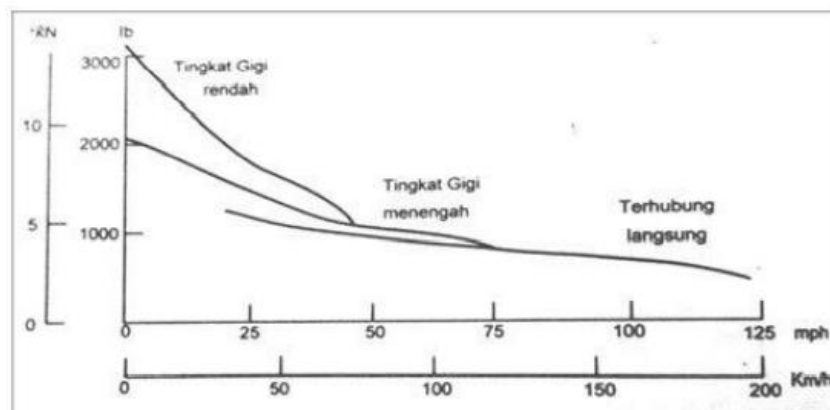
Untuk memudahkan kita mengetahui karakteristik transmisi kendaraan, maka dibuat grafik untuk gaya dorong – kecepatan. Contoh grafik karakteristik kendaraan untuk suatu transmisi 3 tingkat ditunjukkan pada gambar 4.5. Pada gambar tersebut ditunjukkan hambatan rolling ( $R_r$ ) dan hambatan aerodinamik ( $R_a$ ) yang terjadi pada kendaraan, serta gaya dorong total, gaya dorong bersih, dan gaya dorong maksimum yang dapat terjadi pada bidang kontak ban dan jalan dengan asumsi koefisien gesek tertentu. Gaya dorong bersih ( $F_n$ ) yang dimaksudkan adalah gaya dorong total dikurangi hambatan rolling dan hambatan aerodinamika, dirumuskan sebagai berikut:

$$F_n = F_t - R_r - R_a \quad \dots (19)$$

Disamping itu juga pada gambar tersebut ditunjukkan *gradeability* sehingga besarnya kecepatan maksimum yang dapat dicapai kendaraan pada *gradeability* tertentu pada jalan datar. Selanjutnya, apabila kita tinjau grafik karakteristik traksi mobil *Automatic Transmission*, maka grafiknya akan cenderung lebih landai (gambar 4.6) dibandingkan *Manual Transmission*. Hal ini diakibatkan oleh adanya *torsion controller* yang bisa mengatur torsi *output engine* sesuai dengan kebutuhan gaya dorong kendaraan

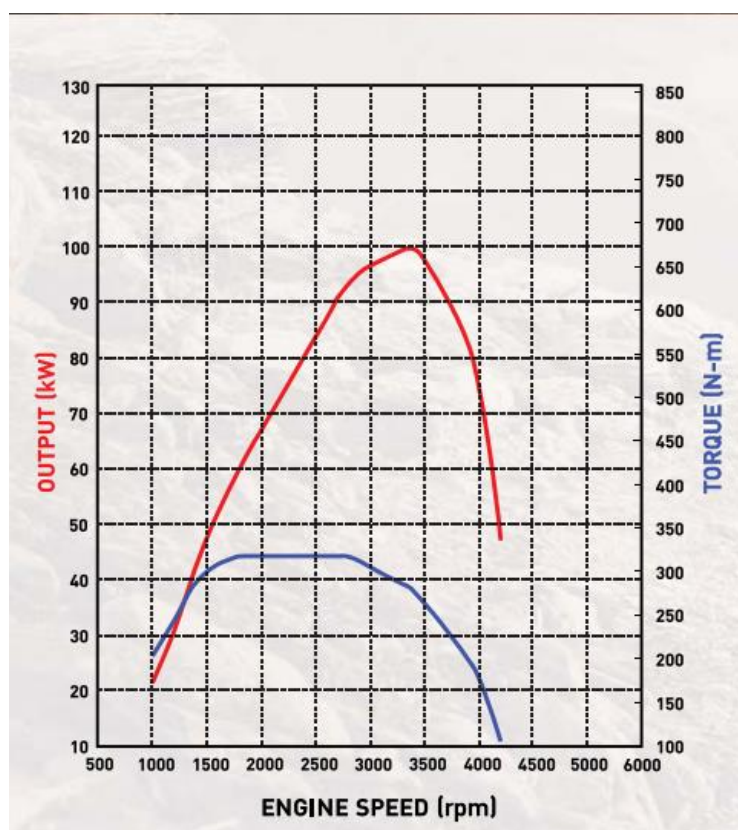


Gambar 4. 5 Grafik Kinerja Transmisi dari Suatu Kendaraan Penumpang MT (*Manual Transmission*) [6]



Gambar 4. 6 Grafik Kinerja Transmisi dari Suatu Kendaraan Penumpang AT (*Automatic Transmission*) [6]

#### 4.4 Karakteristik Kerja Mesin Rantis



Gambar 4. 7 Grafik Kinerja Mesin 4JK1-TC Hi [10]

Dalam merencanakan rasio transmisi, penting untuk memperhatikan karakteristik kinerja mesin yang digunakan untuk menggerakkan kendaraan. Mesin 4JK1-TC Hi adalah mesin yang digunakan pada basis salah satu kendaraan utilitas 4x4. Dari gambar grafik diatas, diketahui bahwa mesin bekerja pada rentang 1000 - 4300 rpm. Mesin mencapai titik keluaran daya maksimum sebesar 136 ps (100 kW) pada posisi 3400 rpm. Dapat dilihat

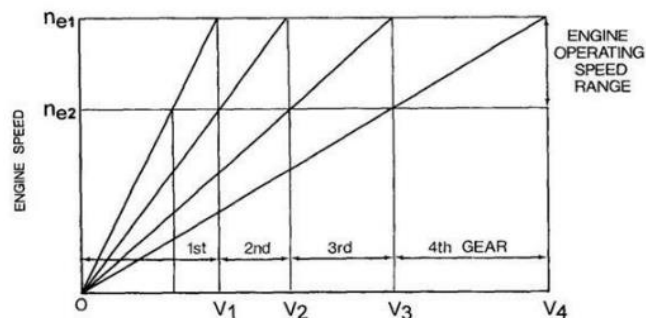
juga bahwa mesin memiliki torsi keluaran mesin maksimal sebesar 320 Nm pada rentang 1800 – 2800 rpm.

Tren melandainya grafik torsi pada saat mencapai titik maksimum dipengaruhi oleh teknologi *Variable Geometry System (VGS) turbochargers* yang membuat mesin mampu mengeluarkan torsi yang sama pada rentang putaran mesin tertentu guna meningkatkan akselerasi dalam berkendara dan traksi ketika berada di medan *off road*.

Setelah mencapai titik maksimum pada rpm 2800, torsi keluaran mesin setelahnya terlihat menurun hingga mencapai 100 Nm pada 4300 rpm. Sama halnya dengan torsi, tren menurun ini juga dialami oleh daya. Setelah mencapai daya keluaran maksimum, setelahnya terlihat menurun tajam hingga mencapai 50 kW pada 4300 rpm atau setengah dari daya maksimum mesin.

#### 4.5 Desain Tingkat Gigi (Progresi Geometri)

Transmisi merupakan bagian dari sistem pemindah tenaga dari sebuah kendaraan, yaitu sistem yang berfungsi mengatur tingkat kecepatan dalam proses pemindahan tenaga dari sumber penggerak ke roda kendaraan. Salah satu cara untuk mencari perbandingan gigi antara tingkat transmisi terendah dan tertinggi adalah dengan cara progresi geometris [6]. Cara ini umumnya dipakai sebagai langkah iterasi awal. Batas kecepatan operasi dari mesin terendah ( $n_{e1}$ ) dan tertinggi ( $n_{e2}$ ) harus ditetapkan terlebih dahulu. Penetapan ini berdasarkan karakteristik torsi dari mesin, batas ini biasa dipilih disekitar torsi maksimum mesin. Konsep dari progresi geometris ditunjukkan pada gambar 4.8, dimana menggambarkan transmisi dengan 4 tingkat kecepatan.



Gambar 4. 8 Bangun progresi geometri untuk rasio transmisi [6]

Berdasarkan gambar 4.8, dengan perbandingan geometris maka untuk transmisi 4 tingkat didapat hubungan perbandingan gigi sebagai berikut :

$$\frac{i_2}{i_1} = \frac{i_3}{i_2} = \frac{i_4}{i_3} = \frac{n_{e2}}{n_{e1}} = Kg \quad \dots (20)$$

dimana,  $i_1, i_2, i_3, i_4$  = perbandingan gigi pada tingkat transmisi I, II, III, IV

$K_g$  = konstanta geometris gigi

Langkah pertama untuk mendesain tingkat transmisi, harus ditentukan terlebih dahulu rasio transmisi pertama dan rasio transmisi terakhir kendaraan. Setidaknya ada 4 pertimbangan yang harus diperhatikan dalam melakukan perancangan rasio gigi yaitu, seluruh gaya hambat yang bekerja pada kendaraan ketika bermanuver, gaya slip ban, percepatan yang dikehendaki, dan regulasi pada negara kendaraan yang akan beroperasi (menyangkut kecepatan maksimum di jalan, beban ijin, dll) (Lakshmanan Sp, 2017). Untuk menentukan rasio transmisi pertama (I), dapat dihitung dengan rumus:

$$i_1 = \frac{F_1 \times r}{M_e \times i_g \times \eta_t} \quad \dots (21)$$

dimana,  $F_1$  = gaya hambat maksimum pada gigi 1 (N)

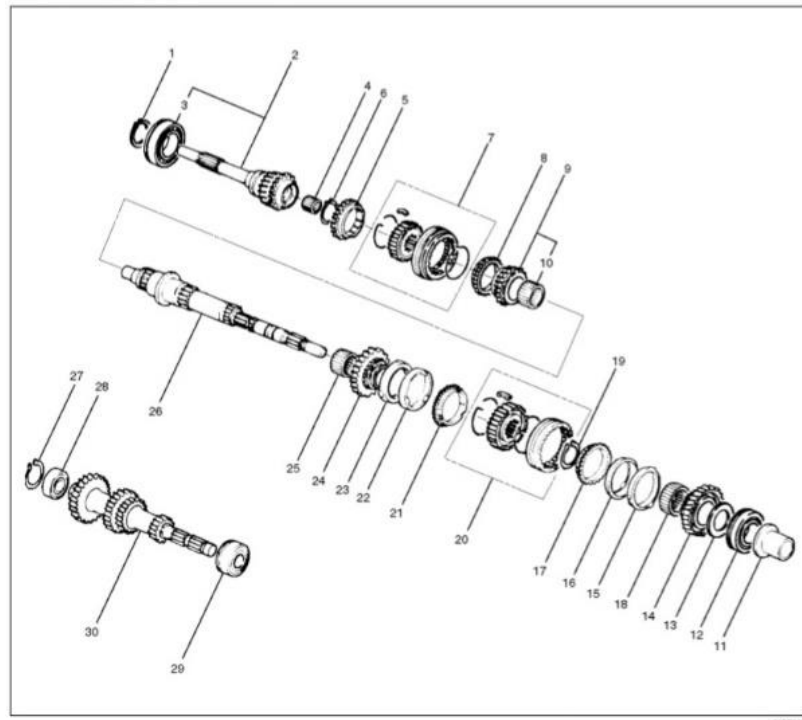
Kemudian, rasio transmisi pada tingkat terakhir (n) dirumuskan sebagai berikut :

$$i_n = \frac{F_n \times r}{M_e \times i_g \times \eta_t} \quad \dots (22)$$

Dengan demikian, nilai faktor  $K_g$  dapat ditentukan dengan rumus 2.21. Selanjutnya, nilai  $K_g$  tersebut digunakan untuk menentukan nilai  $i_2, i_3$ , dst.

$$K_g = \left( \frac{i_n}{i_1} \right)^{\frac{1}{n-1}} \quad \dots (23)$$

#### 4.6 Sistem Transmisi Rantis



Gambar 4. 9 Komponen Gigi pada Transmisi MUA-5G [11]

Kendaraan Taktis PT. Pindad (Persero) mengukung basis dari kendaraan utilitas dengan konfigurasi 4 wheel drive. Transmisi yang terpasang pada kendaraan stock adalah transmisi MUA-5H. Transmisi MUA-5H merupakan transmisi 5 speed yang baru dikembangkan, memiliki perubahan pada rasio gigi ke 5 dibanding pendahulunya yaitu MUA-5G dimana mampu meningkatkan performa kecepatan dan konsumsi bahan bakar ketika sedang melaju di kondisi jalan yang lurus. Berikut ini spesifikasi kedua jenis transmisi,

Tabel 4. 4 Data Rasio Kedua Jenis Transmisi

		MUA-5G	MUA-5H
Gear ratio	1st	4,008	4,008
	2nd	2,301	2,301
	3 <sup>rd</sup>	1,427	1,427
	4 <sup>th</sup>	1,000	1,000
	5 <sup>th</sup>	0,828	0,744
	Rev.	3,651	3,651



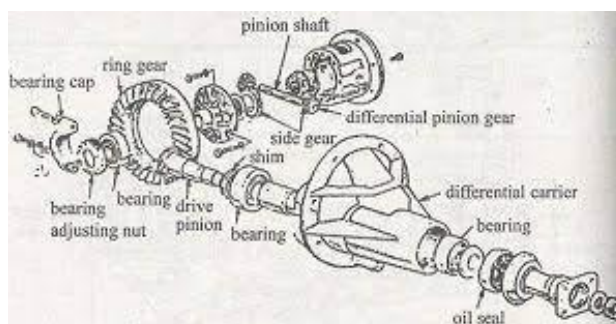
## 4.7 Komponen Penyalur Daya

### 4.7.1 Tipe Penyalur Daya (Drivetrain) Berdasarkan Gerak Roda

Secara umum jenis *drive train* berdasarkan jumlah roda yang dibagi menjadi tiga, yaitu: 2WD (*two wheel drive*), 4WD (*four wheel drive*) dan AWD (*All wheel drive*). Pembagian ini didasarkan pada kemana saja daya dari mesin yang ditransferkan pada setiap roda mobil tersebut. Secara singkat 2WD mentransmisikan daya mesin hanya pada dua roda yang satu poros (*shaft*) pada kendaraan, sementara roda yang lainnya hanya akan mengikuti pergerakan dari kedua roda tersebut. Untuk 4WD, daya mesin akan ditransmisikan ke empat roda dengan memindahkan daya pada poros roda depan dan roda belakang. Namun biasanya 4WD hanya bersifat parsial atau sementara (*part time*). Sedangkan AWD bisa disebut dengan *full time* 4WD, dimana fungsi kerja roda dirancang untuk mampu menghadapi segala jenis permukaan jalan.

Sistem *four wheel* telah dikembangkan mulai dari tahun 1940. Dan pada saat itu diaplikasikan pada kendaraan-kendaraan militer yang sering menghadapi medan yang sulit. Meskipun pada awalnya sistem ini membutuhkan kemampuan pengemudi yang berada di atas rata-rata, namun dengan perkembangannya sistem ini mulai mudah untuk digunakan oleh semua pengemudi. Terdapat beberapa komponen utama yang digunakan pada transmisi 4WD, diantaranya adalah sebagai berikut,

#### 4.7.1.1 Differential



Gambar 4. 10 Komponen pada *Differential* [6]

*Differential* merupakan komponen pada 4WD yang berfungsi untuk meneruskan torsi dari mesin menuju poros penggerak roda. Selain itu, *differential* dapat mengatur putaran pada roda ketika berbelok. Dimana pada kondisi berbelok, roda bagian dalam harus berputar dengan kecepatan yang lebih rendah dari pada roda bagian luar. Pada sistem 4WD, *differential* ditempatkan diantara kedua roda

belakang maupun roda depan. Jenis *differential* pun berbeda-beda, sesuai dengan desain kendaraan yang dipakai.

#### 4.7.1.2 Transfer Case



Gambar 4. 11 *Transfer case* [12]

*Transfer Case* (gambar 4.11) merupakan komponen yang berfungsi untuk membagi daya antara penggerak roda depan dengan penggerak roda belakang. Untuk kondisi berbelok, ketika *differential* mengatur kecepatan roda bagian dalam dan bagian luar, *transfer case* pada sistem 4WD mengunci penggerak depan dengan penggerak roda belakang sehingga menghasilkan kecepatan putar yang sama antara depan dan belakang.

Pada *part-time four wheel drive*, kebanyakan *transfer case* dilengkapi dengan gear-gear tambahan yang memberikan *low range* pada kendaraan. Penambahan gear ini akan memberikan kendaraan torsi tambahan dan kecepatan yang sangat lambat. Dalam penelitian ini, posisi *shifting gear transfer case* berada pada posisi HL, sehingga distribusi daya oleh transfer case pada roda depan dan belakang 50:50.

#### 4.7.1.3 Locking Hub



Gambar 4. 12 *Locking Hub* [13]

*Locking hub* (gambar 4.12) ini berada pada setiap roda. Ketika *four wheel drive* tidak digunakan, *locking hub* ini akan berfungsi sebagai pemutus roda depan dengan *differential*, *half shaft* (penggerak yang menghubungkan *differential* menuju *hub*) dan *driveshaft* (poros penggerak). Sehingga pada kondisi ini kendaraan sedang menggunakan sistem 2WD.

#### 4.8 Spesifikasi Kendaraan Taktis 4x4

Tabel 4. 5 Spesifikasi Kendaraan Taktis 4x4 [14]

Model/Tipe	Kode/Bagian	Keterangan
Engine	4JK1-TC Hi	2.5L Diesel 4-Cyl. Inline, DOHC with 16 valve
Transmission	MUA-5H	
Dimensi		
Panjang		4.480 ± 50 mm
Lebar		2.030 ± 50 mm
Tinggi		1.950 ± 50 mm
Wheelbase		2.845 ± 50 mm
Ground clearance		270 ± 20 mm
Berat kendaraan		3000 kg
Sasis/ Chasis		
Sistem penggerak roda		4x4
Roda	245 / 70R16	Rdyn = 0.28895 m
Transmisi	5 Speed Forward, 1 Speed Reverse	
Rasio transmisi	1st	4.008
	2nd	2.301
	3rd	1.427
	4th	1
	5th	0.744
	Reverse	3.651
	Final Gear	4.1
Suspensi	Depan	Independent coil spring with gas shock absorbers and stabilizer bar
	Belakang	5 link coil spring suspension with gas shock absorbers and stabilizer bar
Mesin/Engine		
Silinder	4-cyl. Inline	
Jenis bahan bakar	Diesel	Pertamina Dexlite
Daya maksimum		136 ps (100kW)
Torsi maksimum		320 Nm (32.6 kgm)
Koefisien drag (Cd)		0.4
Luas frontal		3.4104 m <sup>2</sup>

## 4.9 Perhitungan Gaya Hambat dan Traksi Standar Kendaraan

### 4.9.1 Perhitungan Gaya Hambat

Gaya hambat yang berkerja pada kendaraan dibagi menjadi tiga, yaitu gaya hambat aerodinamika (drag force), gaya hambat rolling (rolling resistance), dan gaya hambat tanjak.

#### 4.9.1.1 Perhitungan Gaya Hambat Aerodinamika

Contoh perhitungan gaya aerodinamika pada kecepatan  $V_a = 10$  km/jam adalah sebagai berikut,

$$Ra = \frac{1}{2} \times \rho \times Cd \times Af \times Va^2$$

Dimana,

$$Va = \frac{10 \text{ km}}{1 \text{ jam}} \times \frac{10^3 \text{ m}}{1 \text{ km}} \times \frac{1 \text{ jam}}{3600 \text{ detik}}$$

$$Va = 2,778 \text{ m/s}$$

Massa jenis udara yang digunakan adalah kondisi standar temperatur dan tekanan (STP) pada 1 atm pada suhu 20°C. Sehingga,

$$\rho_{udara} = 1,204 \text{ kg/m}^3$$

Sehingga berdasarkan persamaan 1, didapatkan gaya aerodinamika pada kecepatan  $v = 10$  km/jam adalah sebagai berikut,

$$Ra = \frac{1}{2} \times \rho_{udara} \times Cd \times Af \times Va^2$$

$$Ra = \frac{1}{2} \times 1.204 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \times 0,4 \times 3,4104 \text{m}^2 \times (2,778 \text{ m/s})^2$$

$$Ra = 0.0063467 \text{ kN}$$

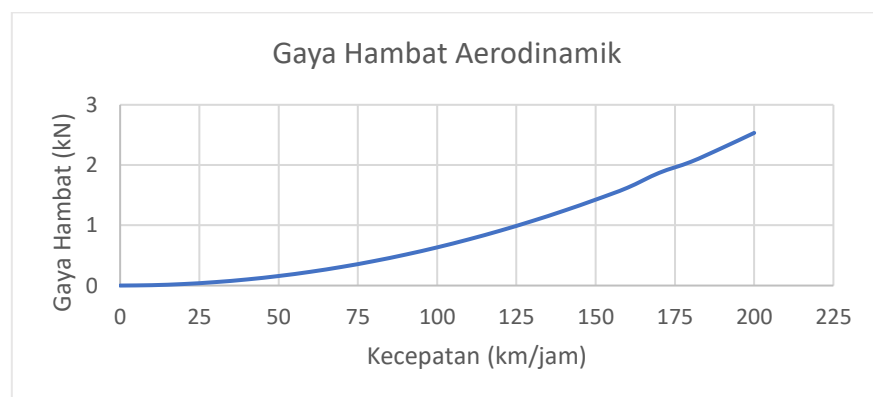
Pada perhitungan hambatan aerodinamika lainnya berdasarkan variasi kecepatan relative kendaraan dapat dilihat pada tabel 4.6.

Tabel 4. 6 Gaya Hambat Drag terhadap Kecepatan Relatif Kendaraan

Kecepatan Relatif (km/jam) ( $V_a$ )	Hambatan Drag (kN)
0	0
10	0.0063467

20	0.025387
30	0.056983
40	0.1013
50	0.1584
60	0.2282
70	0.3103
80	0.4054
90	0.5132
100	0.6337
110	0.7669
120	0.9128
130	1.071
140	1.242
150	1.426
160	1.623
170	1.87
180	2.053
190	2.287
200	2.534

Sehingga, dari data perhitungan pada tabel 4.6 divisualisasikan kedalam grafik didapatkan sebagai berikut,



Grafik 4. 1 Gaya Hambat Aerodinamika terhadap Kecepatan Relatif Kendaraan

Grafik 4.1 menunjukkan hasil perhitungan gaya hambat udara (*drag*) kendaraan saat melaju pada kecepatan tertentu. Berdasarkan grafik 4.1 terdapat

kecenderungan kenaikan nilai gaya hambat udara. Hal ini disebabkan karena peningkatan kecepatan relative berdasarkan persamaan 1 naik secara eksponensial sehingga gaya *drag* yang dialami kendaraan juga meningkat seiring pertambahan kecepatan kendaraan.

#### 4.9.1.2 Perhitungan Gaya Hambat Rolling

Sebagai perbandingan, digunakan dua kasus jalanan untuk mengetahui performa kendaraan yaitu pada medan jalan *good concrete paved road* dan medan jalan bad earth track

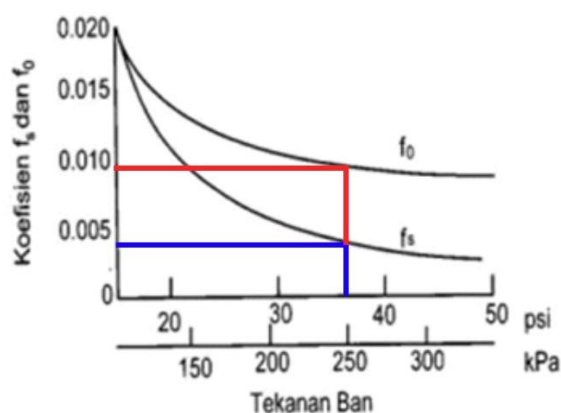
- Perhitungan koefisien rolling pada medan jalan *good concrete paved road*,

$$f_r = f_o + f_s \times \left( \frac{V_k}{100} \right)^{2,5}$$

Dimana,

$V_k$  = kecepatan kendaraan (km/jam)

Sehingga, berdasarkan referensi J.J Taborek pada gambar 4.3 dengan menarik garis pada tekanan ban sebesar 36 psi maka didapatkan,



Gambar 4. 13 Mencari Nilai  $f_o$  dan  $f_s$  berdasarkan tekanan pada ban

Berdasarkan gambar 4.13 didapatkan besarnya nilai  $f_o$  dan  $f_s$  adalah sebesar,

$$f_s = 0,003$$

$$f_o = 0,01$$

Sehingga dengan mensubstitusi nilai-nilai yang ada, didapatkan contoh perhitungan koefisien rolling pada medan jalan *good paved concrete road* adalah sebesar,

$$f_r = f_o + f_s \times \left( \frac{V_k}{100} \right)^{2,5}$$

$$f_r = 0,01 + 0,003 \times \left( \frac{10 \text{ km/jam}}{100} \right)^{2,5}$$

$$f_r = 0.010009$$

- Perhitungan gaya hambat *rolling* pada medan jalan *good concrete paved road*,

Contoh perhitungan gaya hambat *rolling* pada kecepatan  $V_k = 10 \text{ km/jam}$  di medan *good concrete paved road* adalah sebagai berikut,

$$R_r = f_r \times W \times \cos \theta$$

Dimana,

$\theta$  = sudut kemiringan tanjak ( $^\circ$ )

Sehingga,

$$R_r = f_r \times W \times \cos \theta$$

$$R_r = 0.010009 \times (3000 \text{ kg} \times 9,81 \text{ m/s}^2) \times \cos 0$$

$$R_r = 0.2945792 \text{ kN}$$

Pada perhitungan hambatan *rolling* lainnya berdasarkan variasi kecepatan kendaraan dapat dilihat pada tabel 4.7.

Tabel 4. 7 Gaya Hambat Rolling pada Gradient 0%

Kecepatan kendaraan ( $V_k$ ) (km/jam)	Rolling Coefficient ( $f_r$ )	Rolling force (kN) pada $G = 0\%$
0	0.01	0.2943
10	0.010009	0.2945792
20	0.010054	0.2958794
30	0.010148	0.2986523
40	0.010304	0.3032343
50	0.01053	0.3099076
60	0.010837	0.3189201
70	0.01123	0.3304957
80	0.011717	0.3448401
90	0.012305	0.362145
100	0.013	0.38259



110	0.013807	0.4063452
120	0.014732	0.4335723
130	0.015781	0.4644257
140	0.016957	0.4990536
150	0.018267	0.5375986
160	0.019715	0.5801982
170	0.021304	0.6269855
180	0.023041	0.6780892
190	0.024928	0.7336347
200	0.026971	0.7937437

Tabel 4. 8 Gaya Hambat Rolling pada Gradient 15%

Kecepatan kendaraan ( $V_k$ ) (km/jam)	Rolling Coefficient ( $f_r$ )	Rolling force (kN) pada G = 15%
0	0.01	0.2910421
10	0.010009	0.29131821
20	0.010054	0.292604
30	0.010148	0.29534618
40	0.010304	0.29987752
50	0.01053	0.30647694
60	0.010837	0.31538965
70	0.01123	0.32683708
80	0.011717	0.34102277
90	0.012305	0.35813605
100	0.013	0.37835473
110	0.013807	0.40184695
120	0.014732	0.42877262
130	0.015781	0.4592845
140	0.016957	0.4935291
150	0.018267	0.53164741
160	0.019715	0.57377544
170	0.021304	0.62004473

180	0.023041	0.67058278
190	0.024928	0.72551338
200	0.026971	0.78495692

Tabel 4. 9 Gaya Hambat Rolling pada Gradient 30%

Kecepatan kendaraan ( $V_k$ ) (km/jam)	Rolling Coefficient ( $f_r$ )	Rolling force (kN) pada G = 30%
0	0.01	0.28144049
10	0.010009	0.281707577
20	0.010054	0.282950981
30	0.010148	0.285602713
40	0.010304	0.28998446
50	0.01053	0.296366123
60	0.010837	0.304984675
70	0.01123	0.316054574
80	0.011717	0.329772265
90	0.012305	0.346320966
100	0.013	0.365872637
110	0.013807	0.38858995
120	0.014732	0.414627136
130	0.015781	0.444132512
140	0.016957	0.477247363
150	0.018267	0.514108187
160	0.019715	0.554846416
170	0.021304	0.599589262
180	0.023041	0.648459996
190	0.024928	0.70157823
200	0.026971	0.759060761

Tabel 4. 10 Gaya Hambat Rolling pada Gradient 45%

Kecepatan kendaraan ( $V_k$ ) (km/jam)	Rolling Coefficient ( $f_r$ )	Rolling force (kN) pada G = 45%
0	0.01	0.26838007
10	0.010009	0.268634763
20	0.010054	0.269820466
30	0.010148	0.272349143
40	0.010304	0.276527552
50	0.01053	0.28261307
60	0.010837	0.290831673
70	0.01123	0.301387866
80	0.011717	0.314468979
90	0.012305	0.330249727
100	0.013	0.348894091
110	0.013807	0.370557193
120	0.014732	0.395386107
130	0.015781	0.423522269
140	0.016957	0.455100404
150	0.018267	0.490250679
160	0.019715	0.529098426
170	0.021304	0.571764952
180	0.023041	0.61836781
190	0.024928	0.669021059
200	0.026971	0.723836078

Tabel 4. 11 Gaya Hambat Rolling pada Gradient 60%

Kecepatan kendaraan ( $V_k$ ) (km/jam)	Rolling Coefficient ( $f_r$ )	Rolling force (kN) pada G = 60%
0	0.01	0.252264336
10	0.010009	0.252503735
20	0.010054	0.253618239
30	0.010148	0.255995074

40	0.010304	0.259922577
50	0.01053	0.265642671
60	0.010837	0.273367762
70	0.01123	0.283290075
80	0.011717	0.295585691
90	0.012305	0.310418834
100	0.013	0.327943637
110	0.013807	0.34830591
120	0.014732	0.371643893
130	0.015781	0.398090529
140	0.016957	0.427772455
150	0.018267	0.46081202
160	0.019715	0.497327031
170	0.021304	0.53743151
180	0.023041	0.581235951
190	0.024928	0.628847565
200	0.026971	0.680371042

- Perhitungan gaya hambat rolling pada medan jalan *bad earth track*,

Contoh perhitungan gaya hambat rolling pada kecepatan  $V_k = 10$  km/jam di medan *bad earth track* adalah sebagai berikut,

$$R_r = f_r \times W \times \cos \theta$$

Dimana,

$$f_r = 0,2 \text{ (lihat tabel 4.3)}$$

$\theta$  = sudut kemiringan tanjak ( $^\circ$ )

Sehingga dengan mensubstitusi nilai-nilai yang ada, didapatkan contoh perhitungan koefisien rolling pada medan jalan *bad earth track* adalah sebesar,

$$R_r = f_r \times W \times \cos \theta$$

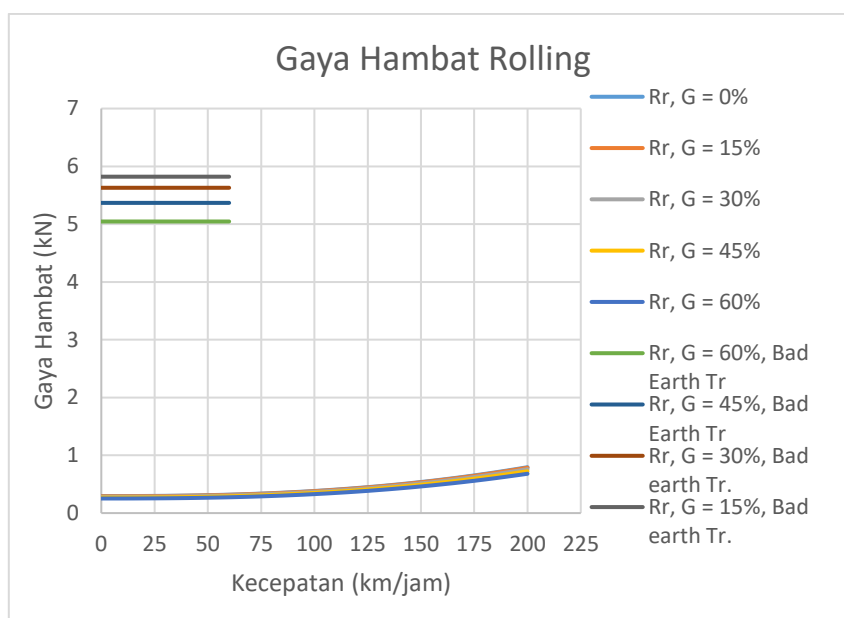
$$R_r = 0,2 \times (3000 \text{ kg} \times 9,81 \text{ m/s}^2) \times \cos 0$$

$$R_r = 5.886 \text{ kN}$$

Tabel 4. 12 Gaya Hambat Rolling pada Medan Bad earth Track

	$f_r$	G = 0%	G = 15%	G = 30%	G = 45%	G = 60%
Gaya Hambat Rolling (kN)	0,2	5.886	5.8208	5.6288	5.3676	5.0452

Sehingga, dari tabel 4.7 – tabel 4.12 data hasil perhitungan divisualisasikan kedalam grafik didapatkan sebagai berikut,



Grafik 4. 2 Gaya Hambat Rolling terhadap Kecepatan Pada Kendaraan

Grafik 4.2 menunjukkan hasil perhitungan gaya hambat *rolling* kendaraan saat melaju pada kecepatan tertentu. Gaya hambat *rolling* didapat dari input data variabel bebas kendaraan berupa koefisien *rolling* yang berbeda pada tiap tingkat kecepatan, yang diperoleh dari tabel hasil uji JJ. Taborek.

Besarnya koefisien ini juga bergantung pada jenis ban dan tekanan dari ban (persamaan 2), pada ban bertekanan 36 psi nilai  $f_o$  sebesar 0.01 dan  $f_s$  sebesar 0.003 (didapat dari gambar 4.13). Berdasarkan grafik, terlihat bahwa semakin besar kecepatan kendaraan maka semakin besar pula hambatan *rolling* yang muncul.

Sebagai variasi, data gaya hambat rolling untuk medan *bad earth track* juga dimasukkan agar nantinya dapat digunakan untuk menganalisis karakteristik traksi dan performa di medan tersebut.

#### 4.9.1.3 Perhitungan Gaya Hambat Tanjak

Gaya hambat tanjak didapat dari analisis free body diagram kendaraan ketika melaju pada medan tanjakan. Dengan input konstan berupa berat kendaraan dan variabel bebas berupa sudut tanjakan yang dilalui. Pada penelitian kali ini digunakan variasi G sebesar 0%, 15%, 30%, 45%, dan 60%.

Contoh perhitungan gaya hambat tanjak pada kemiringan sebesar 15% ( $8,53^\circ$ ),

$$R_g = W \times \sin \theta$$

$$R_g = (3000 \text{ kg} \times 9,81 \text{ m/s}^2) \times \sin 8,53$$

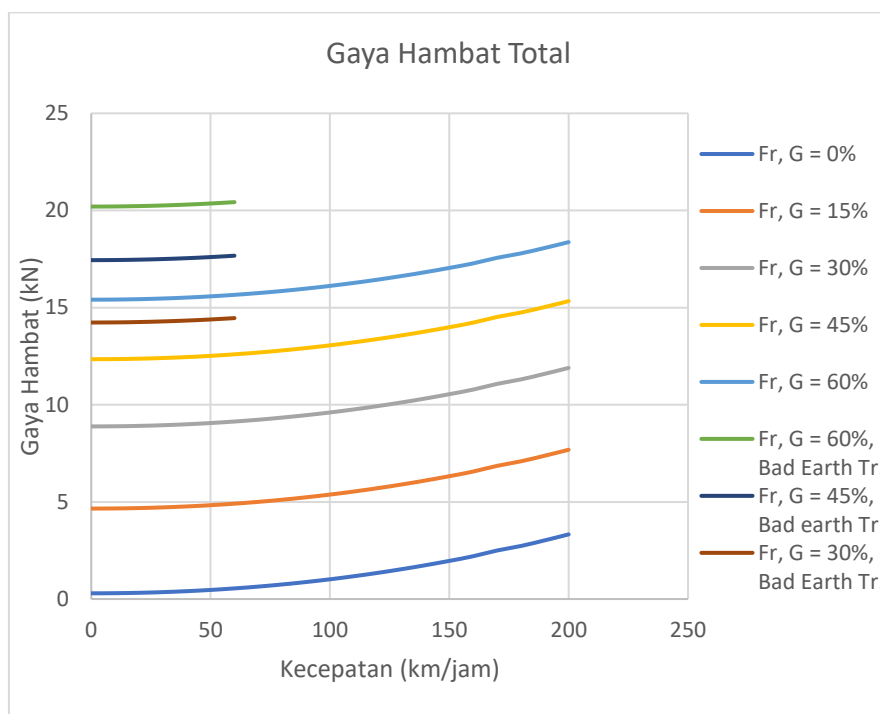
$$R_g = 4,3652 \text{ kN}$$

Pada perhitungan hambatan tanjak lainnya berdasarkan variasi *gradeability*-nya dapat dilihat pada tabel 4.13

Tabel 4. 13 Hasil Perhitungan Gaya Hambat Tanjak

	Gradeability				
	0%	15%	30%	45%	60%
Gaya Hambat (kN)	0	4,3652	8,6044	12,0766	15,157

#### 4.9.1.4 Gaya Hambat Total



Grafik 4. 3 Gaya Hambat Total Kendaraan

Gaya hambat total merupakan penjumlahan antara seluruh gaya hambat yang berlaku pada kendaraan, yaitu gaya hambat *drag*, gaya hambat *rolling*, dan gaya hambat tanjak. Pada penelitian ini, perhitungan *gradeability* dilakukan pada 0-60 % kemiringan dengan kondisi jalan *good paved concrete road* dan 60% *gradeability* dengan kondisi jalan *bad earth track* dan rentang kecepatan 0-60 km/jam.

Dari grafik 4.3 terlihat bahwa semakin besar nilai kemiringan dari tanjakan, maka akan semakin besar pula gaya hambat yang dialami kendaraan seiring bertambahnya kecepatan kendaraan. Agar kendaraan dapat bergerak, maka traksi pada setiap tingkat gigi harus mampu melampaui nilai hambatan dan kemampuan yang diinginkan.

#### 4.9.2 Karakteristik Traksi Transmisi Standar MUA-5H

Untuk melakukan analisis traksi transmisi, maka perlu memuat grafik traksi versus kecepatan terhadap gaya hambat total untuk dapat mengetahui apakah traksi dan performa yang dihasilkan sudah melampaui hambatan yang terjadi pada kendaraan.

- Perhitungan traksi yang dihasilkan pada gigi 1, torsi 210 Nm,

Contoh perhitungan traksi pada gigi 1, torsi 210 Nm pada transmisi MUA-5H adalah sebagai berikut,

$$F_t = \frac{it \times ig \times Me}{r} \times \eta_t$$

Dimana,

$Me$  = torsi yang dihasilkan mesin (Nm) (*lihat gambar 4.7, tabel 4.14*)

$\eta_t$  = efisiensi transmisi (0,9) (*lihat persamaan 12*)

Sehingga,

$$F_t = \frac{it \times ig \times Me}{r} \times \eta_t$$

$$F_t = \frac{4,008 \times 4,1 \times 210}{0,28895} \times 0,9$$

$$F_t = 11,345 \text{ kN}$$

- Perhitungan kecepatan yang dihasilkan pada gigi 1, torsi 210 Nm, Contoh perhitungan kecepatan pada gigi 1, torsi 210 Nm pada transmisi MUA-5H adalah sebagai berikut,

$$V_k = \frac{ne \times 3,6 \times \pi \times r}{30 \times ik \times ig}$$

Dimana,

$ne$  = putaran mesin (rpm) (*lihat gambar 4.7, tabel 4.14*)

$r_{dyn}$  = jari-jari ban (*lihat tabel 4.5*)

Sehingga,

$$V_k = \frac{ne \times 3,6 \times \pi \times r}{30 \times ik \times ig}$$

$$V_k = \frac{1000 \times 3,6 \times \pi \times 0,28895}{30 \times 4,008 \times 4,1}$$

$$V_k = 6,628 \frac{km}{jam}$$

Dengan melakukan perhitungan pada traksi dan kecepatan yang dihasilkan mengikuti karakteristik kerja mesin 4JK1-TC Hi (gambar 4.7) maka didapatkan data

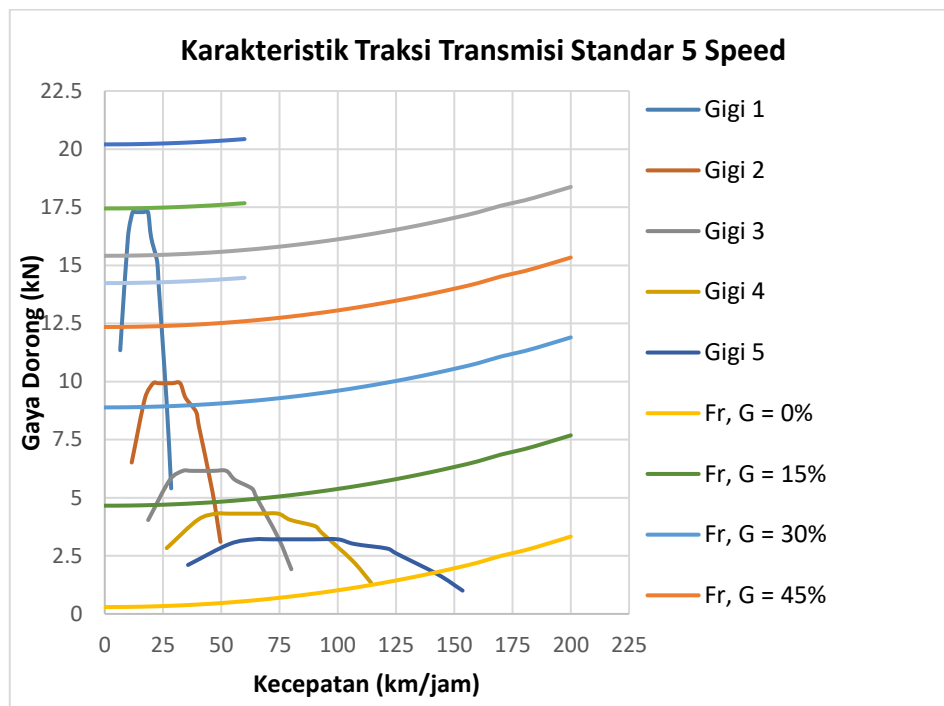


daya dorong dan kecepatan pada masing-masing tingkat gigi pada torsi tertentu. Data ini dapat dilihat pada tabel 4.14

Tabel 4. 14 Analisa Traksi Transmisi MUA-5H pada Mesin 4JK1-TC Hi

Putaran Mesin (rpm)	Torsi (Nm) (Me)	Daya Output Mesin (kW)	Daya Dorong (kN)					Kecepatan Kendaraan (Vk) (km/jam)				
			Gigi 1	Gigi 2	Gigi 3	Gigi 4	Gigi 5	Gigi 1	Gigi 2	Gigi 3	Gigi 4	Gigi 5
1000	210	22	11.345	6.513	4.039	2.83	2.106	6.628	11.546	18.618	26.568	35.71
1500	300	47	16.208	9.305	5.77	4.043	3.008	9.943	17.32	27.927	39.853	53.565
1800	320	61	17.288	9.925	6.155	4.313	3.209	11.932	20.783	33.513	47.823	64.279
2000	320	67	17.288	9.925	6.155	4.313	3.209	13.257	23.093	37.237	53.137	71.421
2500	320	83	17.288	9.925	6.155	4.313	3.209	16.572	28.866	46.545	66.421	89.276
2800	320	94	17.288	9.925	6.155	4.313	3.209	18.56	32.33	52.131	74.392	99.989
3000	300	96	16.208	9.305	5.77	4.043	3.008	19.886	34.639	55.855	79.706	107.131
3400	280	100	15.127	8.684	5.386	3.774	2.808	22.539	39.258	63.303	90.335	121.416
3500	260	98	14.047	8.064	5.001	3.504	2.607	23.201	40.413	65.164	92.99	124.987
4000	170	70	9.184	5.272	3.27	2.291	1.704	26.515	46.186	74.474	106.274	142.842
4300	100	49	5.402	3.101	1.923	1.347	1.002	28.505	49.65	80.059	114.245	153.555

Sehingga, dari tabel 4.14 data hasil perhitungan divisualisasikan kedalam grafik didapatkan sebagai berikut,



Grafik 4. 4 Karakteristik Traksi pada Transmisi Standar MUA-5H

Grafik 4.4 merupakan gabungan dari hambatan total dengan hasil perhitungan traksi pada rasio transmisi standar MUA-5H. Berdasarkan grafik diatas diperoleh beberapa informasi mengenai kinerja yang mampu dihasilkan oleh kendaraan, seperti traksi, kecepatan maksimum, dan tanjakan maksimum yang mampu dilalui. Pada grafik 4.4 terlihat bahwa pada tingkat gigi pertama besarnya traksi maksimum sebesar 17,288 kN pada 1800 – 2800 rpm. Mobil mampu melewati tanjakan dengan *gradeability* 60% pada jalan *good concrete paved road* dengan kecepatan 21 km/jam dan *gradeability* 30% dengan kecepatan 23 km/jam pada jalan *bad earth track*. Kecepatan maksimum kendaraan adalah 143 km/jam.

Namun untuk melewati medan jalan *bad earth track* dengan *gradeability* 60% dan 45 % ( $Fr = 17,450$  kN), traksi maksimum gigi 1 belum mampu untuk melewatinya. Maka dari itu, rasio gigi pada transmisi dinilai perlu untuk dirancang ulang agar kendaraan mampu melewati medan yang diinginkan.

#### 4.10 Perhitungan Rancangan Ulang rasio Transmisi

Untuk melakukan perhitungan rasio transmisi yang baru, dibutuhkan informasi karakteristik *engine* (gambar 4.7). Langkah untuk menentukan rasio transmisi

menggunakan teori progresi geometri adalah adalah pertama, menghitung rasio tingkat gigi pertama, kemudian menentukan rasio tingkat gigi terakhir, dilanjutkan dengan menghitung nilai  $K_g$  (koefisien geometris girasi) agar dapat menentukan rasio tingkatan gigi berdasarkan banyak tingkatan yang diinginkan.

#### 4.10.1 Menentukan Rasio Tingkat Gigi Pertama

Tingkat gigi pertama dirancang dengan mempertimbangkan percepatan yang ingin dicapai pada gigi awal tersebut. Dengan memisalkan kecepatan maksimum design yang akan dicapai mobil pada tingkat gigi pertama adalah 10 km/jam, asumsi saat mobil melaju pada tingkat gigi pertama gaya hambat yang dialami adalah gaya tanjak  $G = 60\%$  pada *bad earth track*, gaya hambat *rolling*, gaya hambat aerodinamik ditambah dengan gaya pada percepatan sebesar  $0.5 \text{ m/s}^2$ . Berat kendaraan kotor (*gross weight*) adalah 3000 kg. Daya maksimum *engine* sebesar 100 kW. Maka besarnya  $F_1$  adalah sebesar,

$$F_1 = Rg + Ra + Rr + (m \times a)$$

Dimana,

$Rg$  = hambatan tanjak (N) (*lihat tabel 4.13*)

$Ra$  = hambatan aerodinamika (N) (*lihat tabel 4.6*)

$Rr$  = hambatan rolling (N) (*lihat tabel 4.12*)

$a$  = percepatan kendaraan yang hendak dicapai ( $\text{m/s}^2$ )

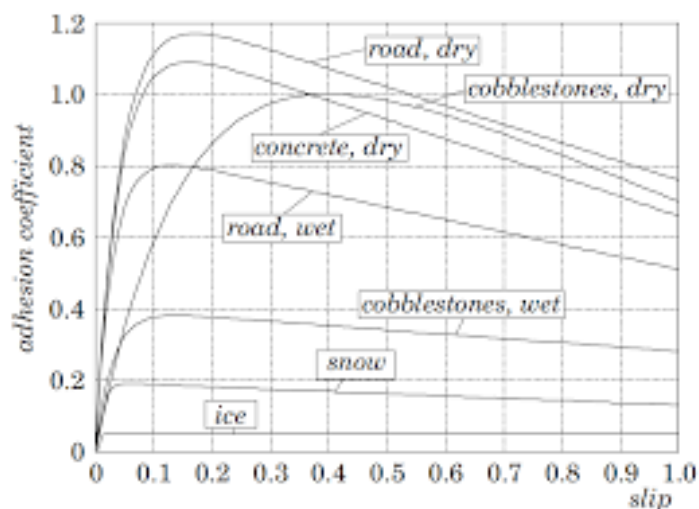
Sehingga,

$$F_1 = Rg + Ra + Rr + (m \times a)$$

$$F_1 = (15.157 \text{ N}) + (6,3467 \text{ N}) + (5.045,2867 \text{ N}) + (3000 \text{ kg} \\ \times 0.5 \text{ m/s}^2)$$

$$F_1 = 21.708,633 \text{ N}$$

Langkah berikutnya adalah meninjau apakah traksi pada pembebanan  $F_1$  tidak menyebabkan slip pada ban. Maka dari itu, perlu dilakukan perhitungan gaya gesek pada kendaraan.



Gambar 4. 14 Koefisien Gesek pada Beberapa Jenis Kontur Jalan

Berdasarkan gambar 4.14 terdapat grafik koefisien gesek terhadap beberapa kontur jalan. Nilai  $\mu$  untuk aspal kondisi kering berada pada angka 1.1 – 1.18 dengan slip sebesar 0.1 - 0.2. Dapat disimpulkan bahwa, nilai  $\mu$  pada kontur jalan *bad earth track* kering seharusnya lebih besar dikarenakan tekstur jalan yang lebih kasar daripada jalan aspal. Namun agar memudahkan dalam perhitungan, maka pendekatan dengan jalan aspal diterapkan

Untuk kendali 4x4 berikut perhitungan gaya geseknya,

$$F_{max} = \mu \times W \times \cos \theta$$

Dimana,

$$\theta = \text{sudut kemiringan maksimum (G = 60\%, 31}^\circ\text{)}$$

Sehingga,

$$F_{max} = \mu \times W \times \cos \theta$$

$$F_{max} = 1.1 \times (3000 \text{ kg} \times 9.81 \text{ m/s}^2) \times \cos(31^\circ)$$

$$F_{max} = 27.749,077 \text{ N}$$

Melihat keadaan traksi maksimal lebih kecil dari gaya maksimal yang mampu ditahan oleh bidang kontak ( $F_1 < F_{max}$ ), maka dapat dipastikan roda tidak mengalami slip. Sehingga, sesuai dengan persamaan 21, rasio pada tingkat transmisi pertama adalah,

$$i_1 = \frac{F_1 \times r_{dyn}}{Me \times ig \times \eta t}$$

Dimana,

$Me$  = torsi maksimum mesin (Nm) (lihat gambar 4.7, tabel 4.14)

$r_{dyn}$  = jari-jari ban (lihat tabel 4.5)

$\eta t$  = efisiensi transmisi (0,9) (lihat persamaan 12)

Sehingga,

$$i_1 = \frac{F_1 \times r_{dyn}}{Me \times ig \times \eta t}$$

$$i_1 = \frac{21.708,633 \text{ N} \times 0,28895 \text{ m}}{320 \text{ Nm} \times 4,1 \times 0,9}$$

$$i_1 = 5,312$$

#### 4.10.2 Menentukan Rasio Gigi Terakhir

Rasio tingkat gigi terakhir ditentukan berdasarkan kecepatan maksimum yang diharapkan mampu dicapai oleh kendaraan. Saat berada pada tingkat gigi terakhir, beban yang dialami kendaraan terdiri dari gaya hambat angin dan gaya hambat *rolling*. Kecepatan desain yang diharapkan adalah 180 km/jam (tanpa hambatan) di jalan lurus dengan kontur *good concrete paved road*. Sehingga besarnya gaya total adalah,

$$F_n = Ra + Rr$$

Dimana,

$Ra$  = hambatan aerodinamika (N) (lihat tabel 4.6)

$Rr$  = hambatan rolling (N) (lihat tabel 4.12)

Sehingga,

$$F_n = Ra + Rr$$

$$F_n = 2053 \text{ N} + 678,089 \text{ N}$$

$$F_n = 2.731,089 \text{ N}$$

Selanjutnya dengan persamaan 22 maka didapat rasio gigi terakhir adalah,

$$i_n = \frac{F_n \times r_{dyn}}{Me \times ig \times \eta t}$$

Dimana,

$Me$  = torsi maksimum mesin (Nm) (lihat gambar 4.7, tabel 4.14)

$r_{dyn}$  = jari-jari ban (lihat tabel 4.5)

$\eta t$  = efisiensi transmisi (0,9) (lihat persamaan 12)

Sehingga,

$$i_n = \frac{F_n \times r_{dyn}}{Me \times ig \times \eta t}$$

$$i_n = \frac{2731,089 \text{ N} \times 0,28895 \text{ m}}{320 \text{ Nm} \times 4,1 \times 0,9}$$

$$i_n = 0,668$$

#### 4.10.3 Menentukan Rasio Gigi

- Perancangan 5 tingkat kecepatan

Mencari koefisien geometrik gigi,

$$K_g = \left(\frac{i_n}{i_1}\right)^{\frac{1}{n-1}}$$

$$K_g = \left(\frac{0,668}{5,312}\right)^{\frac{1}{5-1}}$$

$$K_g = 0,595$$

Contoh perhitungan untuk mencari rasio gigi 2 adalah,

$$i_n = i_{n-1} \times K_g$$

$$i_2 = i_{2-1} \times K_g$$

$$i_2 = i_1 \times K_g$$

$$i_2 = 5,312 \times 0,595$$

$$i_2 = 3,160$$

Sehingga, rasio gigi pada transmisi 5 speed redesign secara keseluruhan adalah,

Gigi 1 : 5,312

Gigi 2 : 3,160

Gigi 3 : 1,880

Gigi 4 : 1,118

Gigi 5 : 0,668

- Perancangan 6 tingkat kecepatan

Mencari koefisien geometrik gigi,

$$K_g = \left(\frac{i_n}{i_1}\right)^{\frac{1}{n-1}}$$

$$K_g = \left(\frac{0,668}{5,312}\right)^{\frac{1}{6-1}}$$

$$K_g = 0,6605$$

Contoh perhitungan untuk mencari rasio gigi 2 adalah,

$$i_n = i_{n-1} \times K_g$$

$$i_2 = i_{2-1} \times K_g$$

$$i_2 = i_1 \times K_g$$

$$i_2 = 5,312 \times 0,6605$$

$$i_2 = 3,508$$

Sehingga, rasio gigi pada transmisi 6 *speed redesign* secara keseluruhan adalah,

Gigi 1 : 5,312

Gigi 2 : 3,508

Gigi 3 : 2,317

Gigi 4 : 1,530

Gigi 5 : 1,010

Gigi 6 : 0,668

- Perancangan 7 tingkat kecepatan

Mencari koefisien geometric gigi

$$K_g = \left(\frac{i_n}{i_1}\right)^{\frac{1}{n-1}}$$

$$K_g = \left(\frac{0,668}{5,312}\right)^{\frac{1}{7-1}}$$

$$K_g = 0,7078$$

Contoh perhitungan untuk mencari rasio gigi 2 adalah,

$$i_n = i_{n-1} \times K_g$$

$$i_2 = i_{2-1} \times K_g$$

$$i_2 = i_1 \times K_g$$

$$i_2 = 5,312 \times 0,7078$$



$$i_2 = 3,759$$

Sehingga, rasio gigi pada transmisi *7 speed redesign* secara keseluruhan adalah,

Gigi 1 : 5,312

Gigi 2 : 3,759

Gigi 3 : 2,661

Gigi 4 : 1,883

Gigi 5 : 1,333

Gigi 6 : 0,943

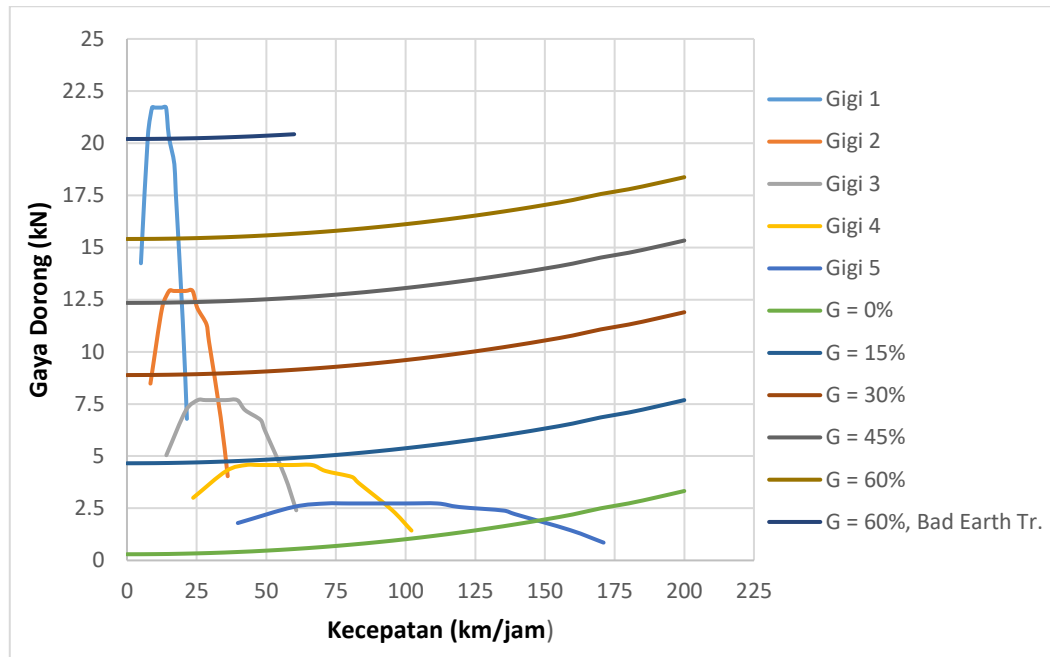
Gigi 7 : 0,668

Tabel 4. 15 Rasio Transmisi Standar dan Redesign

	5 Speed (Standar)	5 Speed (Redesign)	6 Speed (Redesign)	7 Speed (Redesign)
Gigi 1	4.008	5.312	5.312	5.312
Gigi 2	2.301	3.16	3.508	3.759
Gigi 3	1.427	1.88	2.317	2.661
Gigi 4	1	1.119	1.530	1.883
Gigi 5	0.744	0.668	1.0101	1.333
Gigi 6		$K_g = 0,595$	0.668	0.943
Gigi 7			$K_g = 0.6605$	0.668
				$K_g = 0.7078$
		$K_g = \text{koefisien geometris gigi}$		

## 4.11 Karakteristik Traksi Transmisi Redesign

### 4.11.1 Karakteristik Traksi Rantis 5 Kecepatan



Grafik 4. 5 Karakteristik Traksi Redesign 5 Kecepatan

Hasil redesign rasio transmisi dengan menggunakan 5 tingkat kecepatan seperti terlihat pada grafik 4.5 menunjukkan bahwa pada tingkat gigi pertama, berbeda dengan kondisi standar, kecepatan maksimum yang mampu dicapai sebesar 18 km/jam serta traksi maksimum 21,707 kN pada 2800 rpm dengan medan jalan *Good Concrete Paved Road* dan *gradeability* 60%. Untuk kasus medan jalan *Bad Earth Track* dengan *gradeability* 60%, kecepatan maksimum yang dapat dicapai adalah 15 km/jam dengan percepatan sebesar  $0,5 \text{ m/s}^2$ .

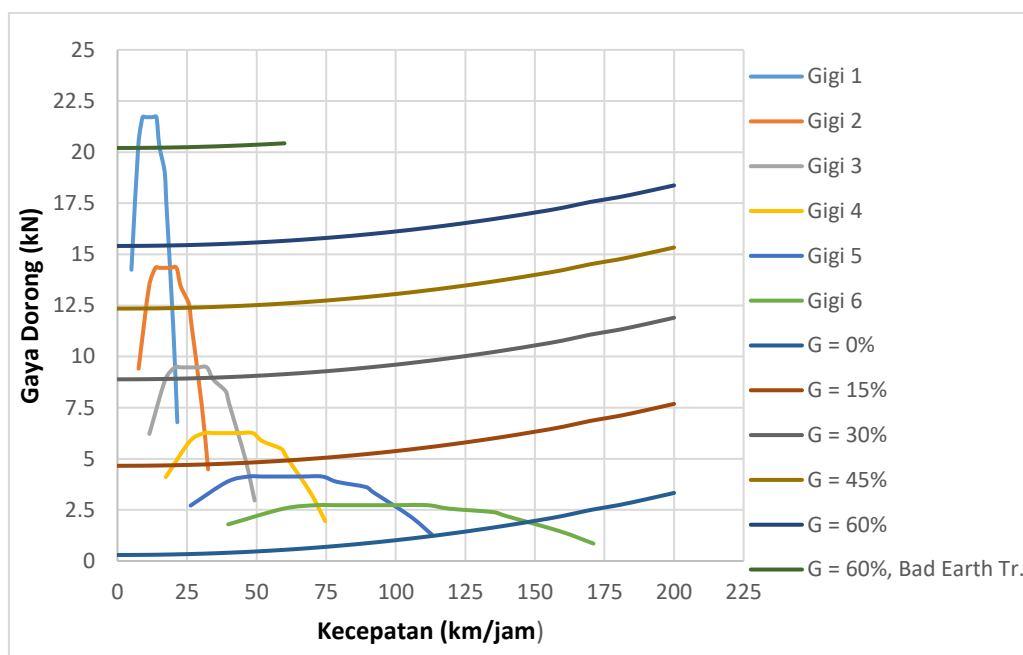
Traksi maksimum pada tingkat gigi kedua sebesar 12,916 kN, tingkat gigi ketiga 7,685 kN, tingkat gigi keempat 4,572 kN dan tingkat gigi ke lima sebesar 2,729 kN dengan kecepatan maksimum yang mampu dicapai sama melebihi kondisi standar yaitu sebesar 148 km/jam.

Secara umum, traksi yang dihasilkan pada masing-masing tingkatan gigi nilainya lebih besar dibandingkan kondisi standar. Namun, pada gigi terakhir, traksi yang dihasilkan lebih kecil mengingat keperluan untuk meningkatkan kecepatan maksimum menyebabkan rasio gigi lima lebih kecil.

Selanjutnya, jika dibandingkan dengan kondisi standar, loses yang di alami ketika perpindahan gigi dari tingkat satu ke tingkat dua pada kecepatan 15 km/jam

adalah 7,434 kN dan perpindahan dari tingkat dua ke tingkat tiga pada kecepatan 21 km/jam mengalami loses sebesar 5,711 kN. Terlihat bahwa loses yang di alami setelah dilakukan redesign semakin besar tetapi permasalahan kemampuan kendaraan melewati *gradeability* 60 % dan 45% pada medan jalan *Bad Earth Track* terselesaikan. Setelah dilakukan redesign transmisi kecepatan maksimum Rantis 4x4 mampu melewati kecepatan kondisi standar yaitu dari 143 km/jam menjadi 148 km/jam.

#### 4.11.2 Karakteristik Traksi Rantis 6 Kecepatan



Grafik 4. 6 Karakteristik Traksi Redesign 6 Kecepatan

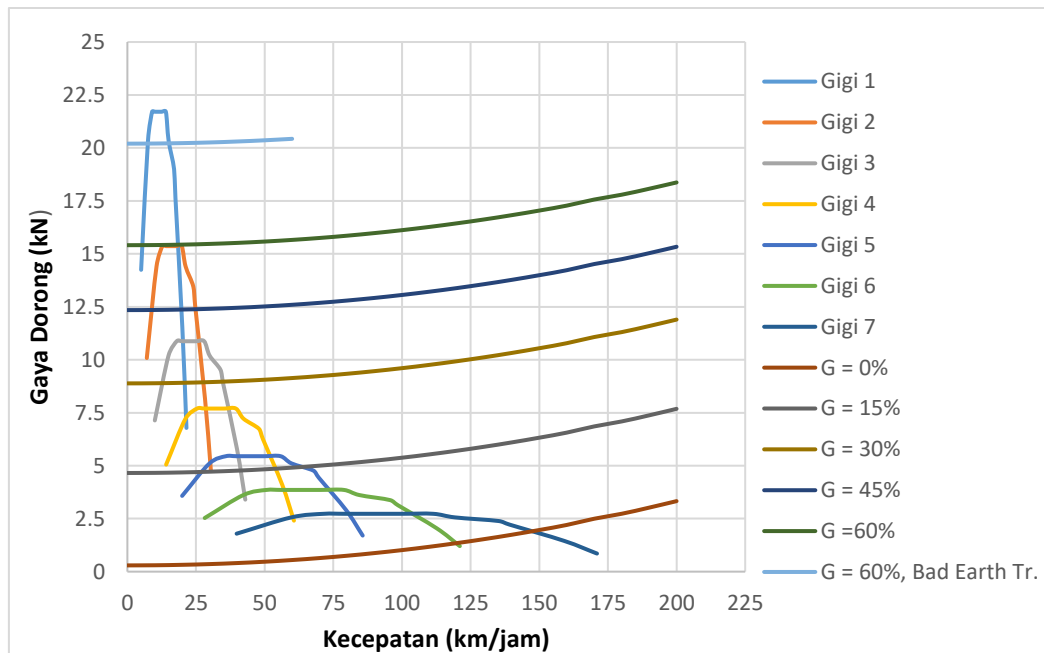
Hasil redesign rasio transmisi dengan menggunakan 6 tingkat kecepatan seperti terlihat pada grafik 4.6 menunjukkan bahwa pada tingkat gigi pertama, berbeda dengan kondisi standar, kecepatan maksimum yang mampu dicapai sebesar 18 km/jam dengan medan jalan *Good Concrete Paved Road* dan *gradeability* 60% serta traksi maksimum gigi satu sebesar 21,707 kN pada 2800 rpm. Untuk kasus medan jalan *Bad Earth Track* dengan *gradeability* 60%, kecepatan maksimum yang dapat dicapai adalah 15 km/jam, torsi 20,35 kN pada 3000 rpm dengan percepatan sebesar  $0,5 \text{ m/s}^2$ .

Traksi maksimum pada tingkat gigi kedua sebesar 14,337 kN, tingkat gigi ketiga 9,47 kN, tingkat gigi keempat 6,255 kN, tingkat gigi ke lima sebesar 4,131

kN, dan tingkat gigi ke enam sebesar 2,729 kN dengan kecepatan maksimum yang mampu dicapai sama melebihi kondisi standar yaitu sebesar 148 km/jam.

Secara umum, karakteristik traksi yang dihasilkan pada gigi satu dan gigi enam traksi redesign enam kecepatan sama dengan traksi pada tingkat gigi yang sama di redesign lima kecepatan, yang berbeda adalah pada gigi dua sampai gigi lima. Selanjutnya, jika dibandingkan dengan kondisi redesign 5 kecepatan, loses yang di alami ketika perpindahan gigi dari tingkat satu ke tingkat dua pada kecepatan 15 km/jam adalah 6,013 kN dan perpindahan dari tingkat dua ke tingkat tiga pada kecepatan 21 km/jam mengalami loses sebesar 4,837 kN. Terlihat bahwa loses yang di alami setelah dilakukan redesign lebih kecil dibandingkan dengan redesign 5 kecepatan. Untuk kecepatan maksimum yang dicapai adalah sama sebesar 148 km/jam.

#### 4.11.3 Karakteristik Traksi Rantis 7 Kecepatan



Grafik 4. 7 Karakteristik Traksi Redesign 7 Kecepatan

Hasil redesign rasio transmisi dengan menggunakan 7 tingkat kecepatan seperti terlihat pada grafik 4.7 menunjukkan bahwa pada tingkat gigi pertama, berbeda dengan kondisi standar, kecepatan maksimum yang mampu dicapai sebesar 18 km/jam dengan medan jalan *Good Concrete Paved Road* dan *gradeability* 60% serta traksi maksimum gigi satu sebesar 21,707 kN pada 2800 rpm. Untuk kasus medan jalan *Bad Earth Track* dengan *gradeability* 60%, kecepatan maksimum yang

dapat dicapai adalah 15 km/jam, torsi 20,35 kN pada 3000 rpm dengan percepatan sebesar  $0,5 \text{ m/s}^2$ .

Traksi maksimum pada tingkat gigi kedua sebesar 15,364 kN, tingkat gigi ketiga 10,875 kN, tingkat gigi keempat 7,697 kN, tingkat gigi ke lima sebesar 5,448 kN, tingkat gigi ke enam sebesar 3,856 kN, dan tingkat gigi ke tujuh sebesar 2,729 kN dengan kecepatan maksimum yang mampu dicapai sama melebihi kondisi standar yaitu sebesar 148 km/jam.

Pada gigi dua, traksi kendaraan maksimum adalah 15,364 kN, sementara untuk hambatan total pada *gradeability* 60% dengan medan *Good Concrete Paved Road* adalah sebesar 15,436 kN. Sehingga jika dipaksakan menggunakan gigi dua untuk menanjak, maka akan terjadi slip.

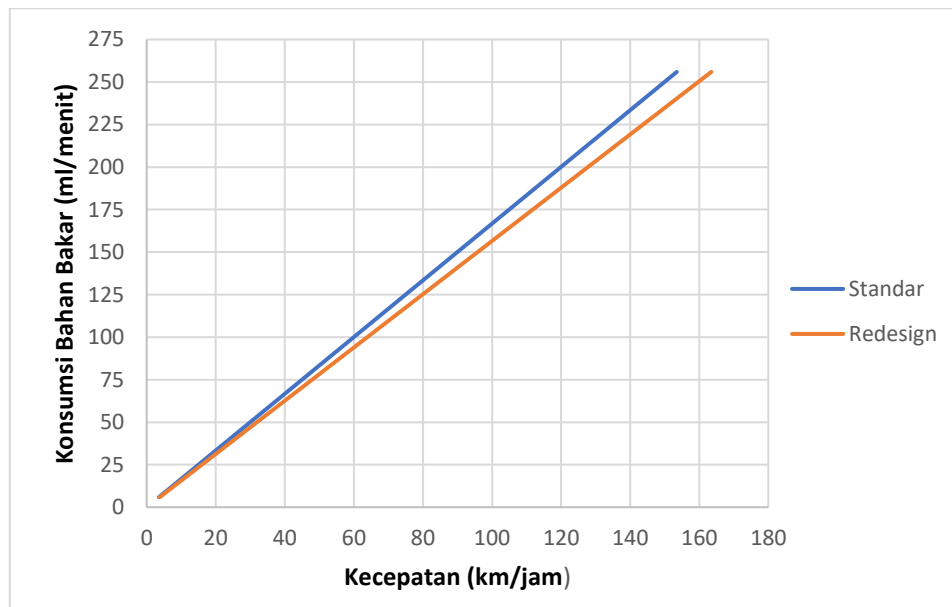
Secara umum, karakteristik traksi yang dihasilkan pada gigi satu dan gigi tujuh traksi redesign tujuh kecepatan sama dengan traksi pada gigi yang sama di redesign enam kecepatan, yang berbeda adalah pada gigi dua sampai gigi enam. Selanjutnya, jika dibandingkan dengan kondisi redesign 6 kecepatan, loses yang di alami ketika perpindahan gigi dari tingkat satu ke tingkat dua pada kecepatan 14 km/jam adalah 6,342 kN dan perpindahan dari tingkat dua ke tingkat tiga pada kecepatan 25 km/jam mengalami loses sebesar 1,608 kN. Terlihat bahwa loses yang di alami setelah dilakukan redesign lebih kecil dibandingkan dengan redesign 5 kecepatan. Untuk kecepatan maksimum yang dicapai adalah sama sebesar 148 km/jam.

Dilihat dari grafiknya, persebaran traksi pada tiap tingkat kecepatan semakin melandai secara geometris. Peningkatan jumlah gigi memberikan kemampuan bagi kendaraan untuk mengurangi losses yang terjadi akibat rasio gigi yang terlalu jauh utamanya antara gigi satu, gigi dua, dan gigi tiga. Namun disisi lain, perubahan rasio gigi redesign yang nilainya lebih besar dari rasio gigi standar mengakibatkan pertambahan pada berat transmisi kendaraan. Disamping itu, semakin banyak gigi berarti pengemudi juga menjadi lebih sering dalam mengganti gigi sebagai akibat pertambahan akselerasi kendaraan. Pengalaman ini akan mengganggu bagi pengemudi utamanya ketika berjalan di area perkotaan dengan lalu lintas ramai lancar.

#### 4.12 Analisis Konsumsi Bahan Bakar

Salah satu pengaruh lain daripada perubahan rasio transmisi adalah konsumsi bahan bakar. Performa kendaraan juga berubah seiring perubahan pada rasio transmisi kendaraan. Kendaraan dengan mesin diesel memiliki keunggulan rasio kompresi yang lebih rendah daripada mesin bensin. Sehingga efisiensi bahan bakar menjadi lebih meningkat.

Mesin diesel bekerja pada rentang rasio kompresi 14:1 hingga 25:1. Berdasarkan data spesifikasi teknik dari PT. Pindad (Persero), Rantis mampu menempuh jarak sejauh 650 km dengan kondisi tangki bahan bakar penuh sebanyak 65 liter. Hal ini mengindikasikan bahwa pada kecepatan rata-rata optimal kendaraan, rasio bahan bakar (liter) dan jarak tempuh (km) adalah 1:10.



Grafik 4. 8 Konsumsi Bahan Bakar Berbanding Kecepatan pada Gigi 5

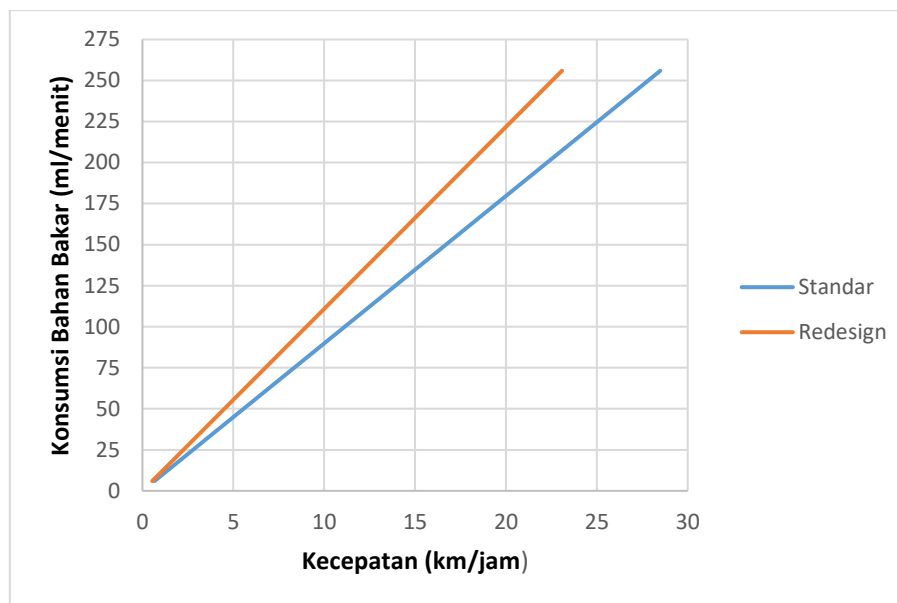
Data pada grafik didapatkan berdasarkan perbandingan linear antara konsumsi bahan bakar terhadap kecepatan pada putaran mesin tertentu. Menyesuaikan dengan kecepatan jelajah rata-rata yang disarankan oleh PT. Pindad (Persero) (sampel yang diambil adalah kecepatan 120 km/jam), maka didapatkan,

Tabel 4. 16 Jarak Tempuh terhadap Kecepatan 120 km/jam

Rasio Gigi 5	Konsumsi BBM/ menit	Fulltank	Waktu tempuh (menit)	Jarak tempuh (km)
Standar	200,01797 ml	65 Liter	324,9708013	649,9416027

Redesign	179,58603 ml	65 Liter	361,9435208	723,8870417
----------	--------------	----------	-------------	-------------

Berdasarkan tabel tersebut, terdapat peningkatan jarak jelajah sebesar 73,945 km pada kecepatan jelajah yang disarankan PT. Pindad (Persero). Pertambahan jarak ini hanya berlaku untuk kecepatan rata-rata 120 km/jam dan lebih banyak berjalan pada rasio gigi 5. Kondisi jalan dan lalu lintas sangat mempengaruhi konsumsi bahan bakar.



Grafik 4. 9 Konsumsi Bahan Bakar Berbanding Kecepatan pada Gigi 1

Berdasarkan grafik 4.9, berbeda dengan saat kondisi gigi 5, konsumsi bahan bakar pada gigi 1 redesign lebih tinggi daripada gigi 1 standar pada kecepatan yang sama. Hal ini dikarenakan meningkatnya rasio gigi sehingga daya yang ada sebagian besar dikonversi menjadi traksi. Itulah mengapa pada kondisi jalanan yang sering menanjak, konsumsi bahan bakar menjadi lebih boros daripada kondisi jalan mendatar. Selain itu, sifat mengendara juga mempengaruhi konsumsi bahan bakar. Pengendara yang sering memacu hingga *redlining* baru berganti gigi atau memacu kendaraan pada rpm tinggi juga berpengaruh terhadap konsumsi bahan bakarnya.

Tabel 4. 17 Biaya Logistik untuk Perjalanan 400 Km dan Kecepatan Rata-Rata 120 km/jam

Rasio Gigi 5	Jumlah BBM (liter)	Harga/liter	Dana (Rupiah)
Standar	40.003594	12.950	518.046,542
Redesign	35,917206	12.950	465.127,817
Selisih Dana (Rupiah)			52.918,725

Tabel 4. 18 Rasio Bahan Bakar Transmisi Standar vs Redesign

	Rasio Bahan Bakar (liter/km)
Standar	1 : 10
Redesign	1 : 11



## BAB V

### PENUTUP

#### 5.1 Kesimpulan

Dari proses analisis karakteristik traksi, performa, dan konsumsi bahan bakar pada kendaraan taktis 4x4 PT Pindad (Persero), dapat disimpulkan bahwa:

1. Pada kondisi standar, Rantis mampu berjalan mencapai kecepatan maksimum sebesar 143 km/jam pada tingkat gigi kelima dengan pertimbangan gaya hambat rolling dan aerodinamika. Sedangkan, traksi yang dihasilkan oleh tingkat gigi pertama tidak mampu melewati jalanan dengan gradeability 60% pada medan *Bad Earth Track*.
2. Pada kondisi standar kendaraan mampu menghasilkan traksi maksimum sebesar 17,288 kN pada rentang 1800-2800 rpm pada tingkat gigi pertama, sehingga percepatan maksimum yang dihasilkan sebesar  $5,762 \text{ m/s}^2$  pada medan mendatar dan  $0,617 \text{ m/s}^2$  pada tanjakan  $G = 60\%$  dengan kontur jalan Good Concrete Paved Road.
3. Antara tingkat gigi pertama menuju tingkat gigi kedua, serta tingkat gigi kedua menuju tingkat gigi ketiga pada kondisi standar, masih terdapat losses traksi yang cukup besar dilihat dari celah yang ada pada grafik karakteristik traksi
4. Hasil redesign rasio transmisi pada tingkat gigi pertama (pada 5,6, dan 7 tingkat kecepatan) menghasilkan traksi kotor yang lebih tinggi dari kondisi standar yaitu sebesar 21,707 kN pada rentang 1800-2800 rpm.
5. Pada kondisi redesign, Rantis mampu berjalan mencapai kecepatan maksimum sebesar 148 km/jam pada tingkat gigi kelima dengan pertimbangan gaya hambat rolling dan aerodinamika. Sedangkan, traksi yang dihasilkan oleh tingkat gigi pertama mampu melewati jalanan dengan gradeability 60% pada medan *Bad Earth Track*.
6. Dari kondisi standar memang setelah dilakukan redesign, losses yang terjadi semakin besar tetapi setelah dilakukan penambahan jumlah gigi maka losses yang terjadi pun semakin kecil. Artinya losses traksi dapat di minimalisir dengan penambahan jumlah gigi.
7. Berdasarkan analisis konsumsi bahan bakar, pada kecepatan yang disarankan (120 km/jam) dengan transmisi standar jarak tempuhnya adalah 649,941 km. Hal ini sejalan dengan klaim PT. Pindad (Persero) pada spesifikasi teknik kendaraan

yang mampu mencapai 650 km pada kondisi *fulltank*. Pada transmisi redesign, mengalami peningkatan jarak tempuh sebesar 73,945 km menjadi 723,887 km sebagai akibat menurunnya rasio gigi 5 redesign. Pada kasus perjalanan 400 km, biaya logistik yang dapat ditekan adalah sebesar Rp. 52.918,72,-

8. Redesign rasio gigi meningkatkan performa traksi, kecepatan maksimum dan jarak tempuh yang dapat dijelajahi kendaraan.

## 5.2 Saran

Saran untuk perancangan ulang rasio transmisi pada kendaraan taktis 4x4 ini adalah:

1. Diperlukan penelitian lebih lanjut mengenai desain detail susunan planetary gear agar rasio hasil redesign dapat dipertimbangkan untuk dapat diproduksi.
2. Perlu dilakukan tinjauan mengenai berat optimal sistem transmisi dan peletakkannya pada kendaraan agar tidak banyak mempengaruhi performa serta *centre of gravity* (CG) kendaraan.
3. Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut untuk metalurgi gigi pada transmisi menyesuaikan dengan sifat mekanis dan karakteristik pembebanan kerja.
4. Perlu dilakukan uji aerodinamika atau *Computational Fluid Dynamics* pada desain frontal kendaraan taktis untuk mendapatkan nilai koefisien *drag* yang lebih optimal dan realistis.
5. Mempertimbangkan perubahan rasio final gear (gardan) agar konversi daya ke traksi tidak terlalu memberatkan rasio gigi satu.
6. Perlu penelitian lanjutan untuk koefisien adhesi pada kontur jalan *Bad Earth Track*, guna standarisasi PT. Pindad (Persero).

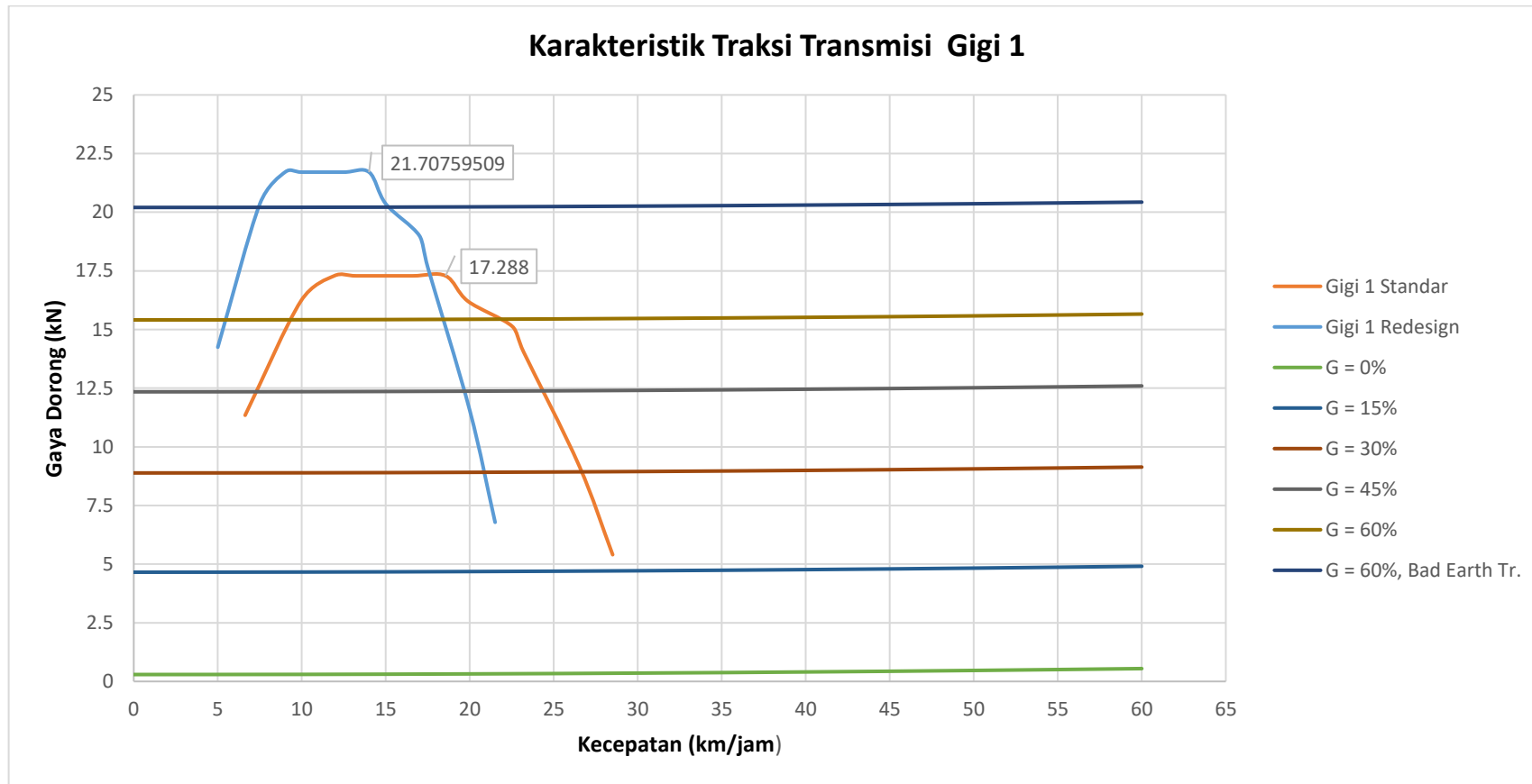
## DAFTAR PUSTAKA

- [1] “Struktur Organisasi,” *pindad.com*, 2022. <https://pindad.com/organization-structure> (accessed Jul. 20, 2022).
- [2] “Logo BUMN,” *bumn.go.id*, 2022. <https://bumn.go.id/about/profile> (accessed Jul. 20, 2022).
- [3] “Budaya Perusahaan,” *pindad.com*, 2022. <https://pindad.com/corporate-culture> (accessed Jul. 20, 2022).
- [4] “Produk dan Jasa,” *pindad.com*, 2022. <https://pindad.com/weapon> (accessed Jul. 20, 2022).
- [5] A. Patankar, R. Kulkarni, S. Kothawade, and S. Ingale, “Design and development of a transmission system for an all terrain vehicle,” *Int. J. Mech. Eng. Technol.*, vol. 7, no. 3, pp. 351–359, 2016.
- [6] I. N. Sutantra and B. Sampurno, *Teknologi Otomotif*, 2nd ed. Surabaya: Guna Widya, 2010.
- [7] D. D. Santoso, “Aerodinamika pada modifikasi bodi kendaraan angkutan pedesaan,” vol. 12, no. 2, pp. 112–127, 2018.
- [8] “Drag coefficient,” *wikipedia.com*, 2022. [https://en.wikipedia.org/wiki/Drag\\_coefficient](https://en.wikipedia.org/wiki/Drag_coefficient) (accessed Jul. 20, 2022).
- [9] J. J. Taborek, *Mechanics of Vehicle*, vol. 35, no. 3. Cleveland, Ohio: Penton Publishing Co., 1957.
- [10] ISUZU, “4JJ1-TC Engine,” *Serv. Train.*, p. 168, 2006.
- [11] *Manual Transmision (MUA Models)*. Tokyo, Japan: Isuzu International Service and Parts.
- [12] Lie, “Cara Kerja Transfercase pada Mobil 4x4,” *fastnlow.net*, 2019. <https://fastnlow.net/cara-kerja-dari-transfercase-pada-mobil-4x4/> (accessed Jul. 20, 2022).
- [13] A. Markel, “Diagnosing Wheel Bearings, Locking Hub,” *tomorrowstechnician.com*, 2019. <https://www.tomorrowstechnician.com/diagnosing-wheel-bearings-locking-hubs/> (accessed Jul. 20, 2022).
- [14] E. J. Hasim, “Spektek MV Cruiser,” Bandung, West Java, 2022.

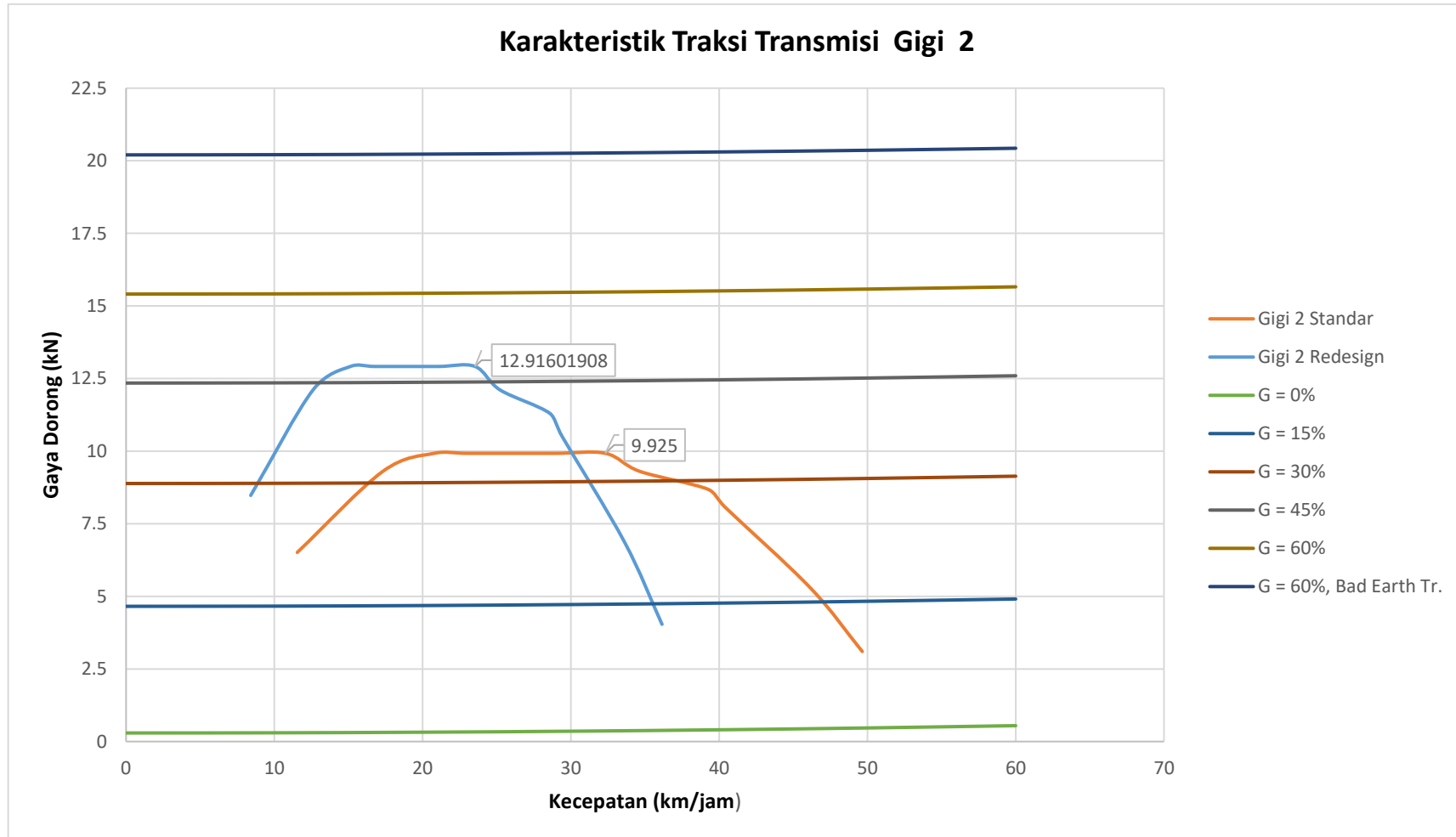
*( halaman ini sengaja dikosongkan )*

## LAMPIRAN

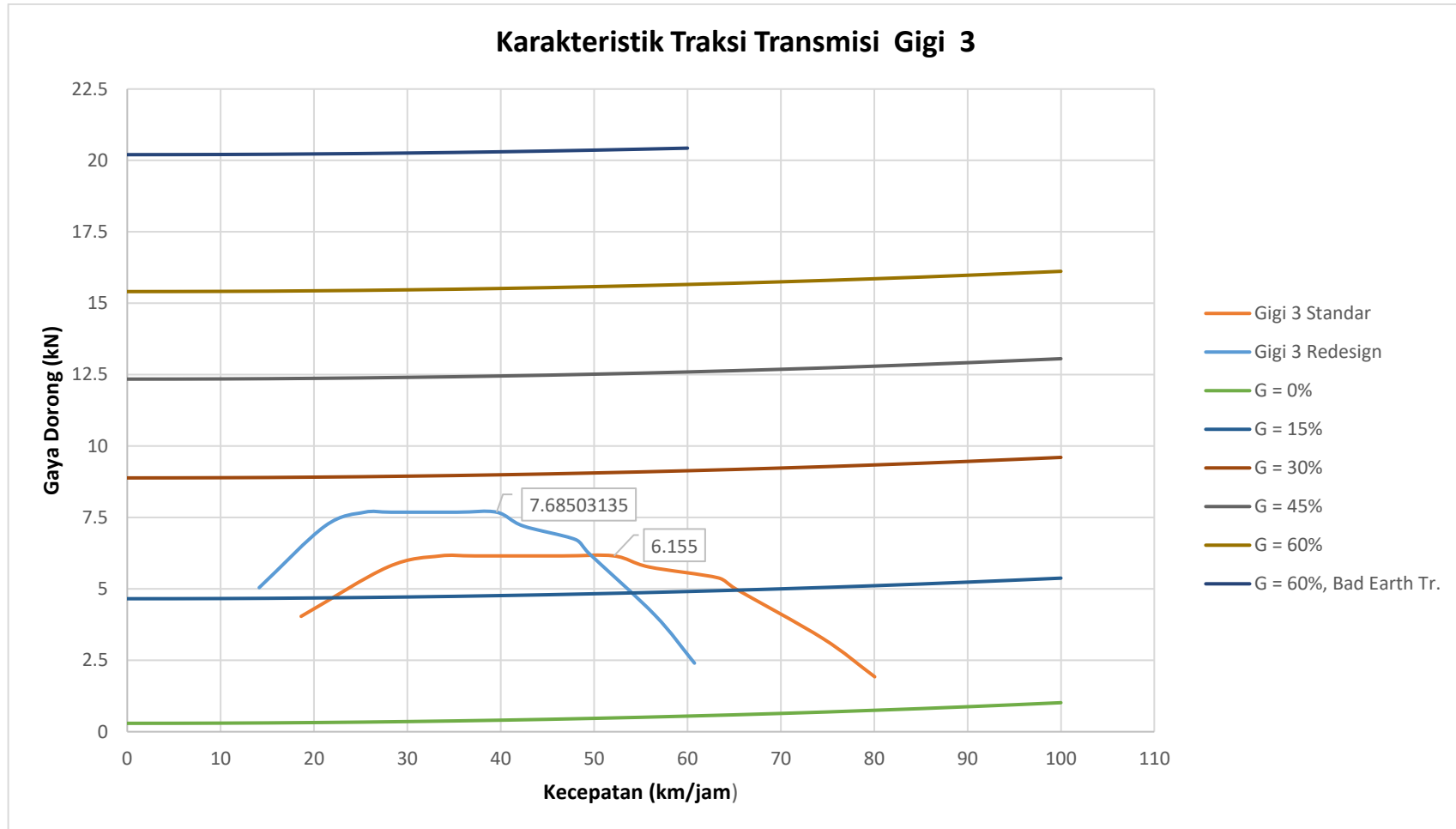
## Perbandingan Traksi Gigi 1



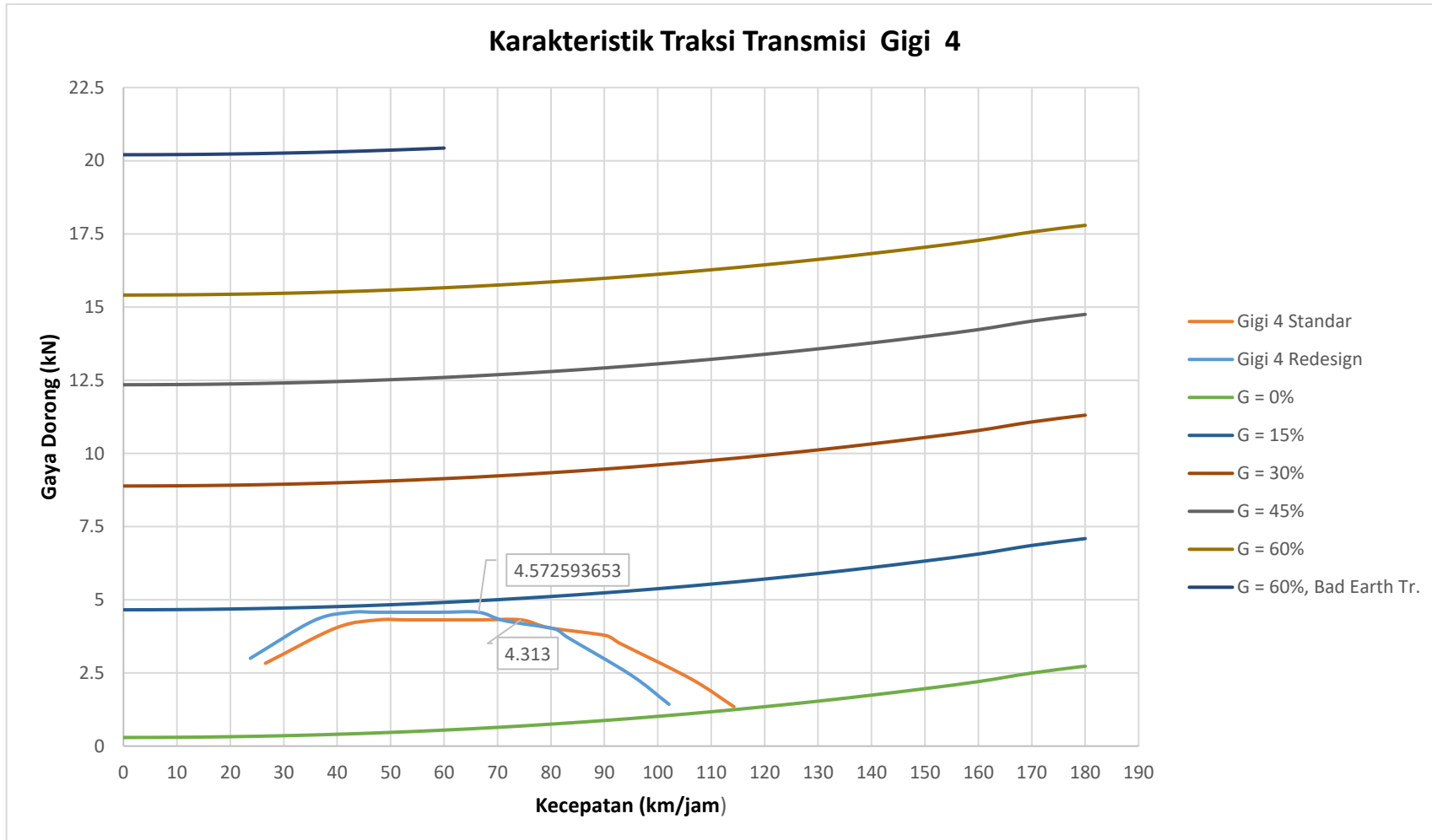
## Perbandingan Traksi Gigi 2



## Perbandingan Traksi Gigi 3

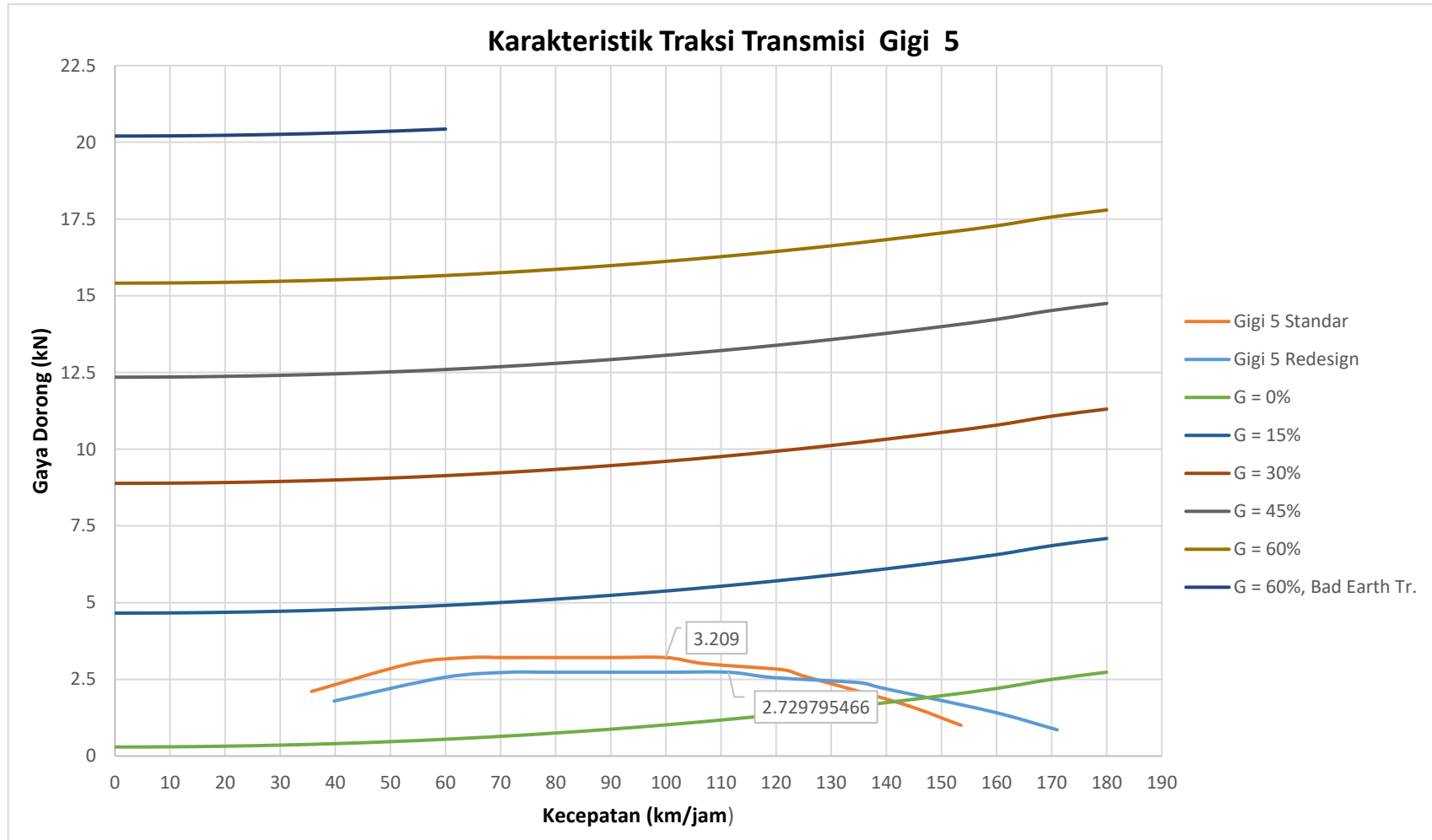


## Perbandingan Traksi Gigi 4





## Perbandingan Traksi Gigi 5



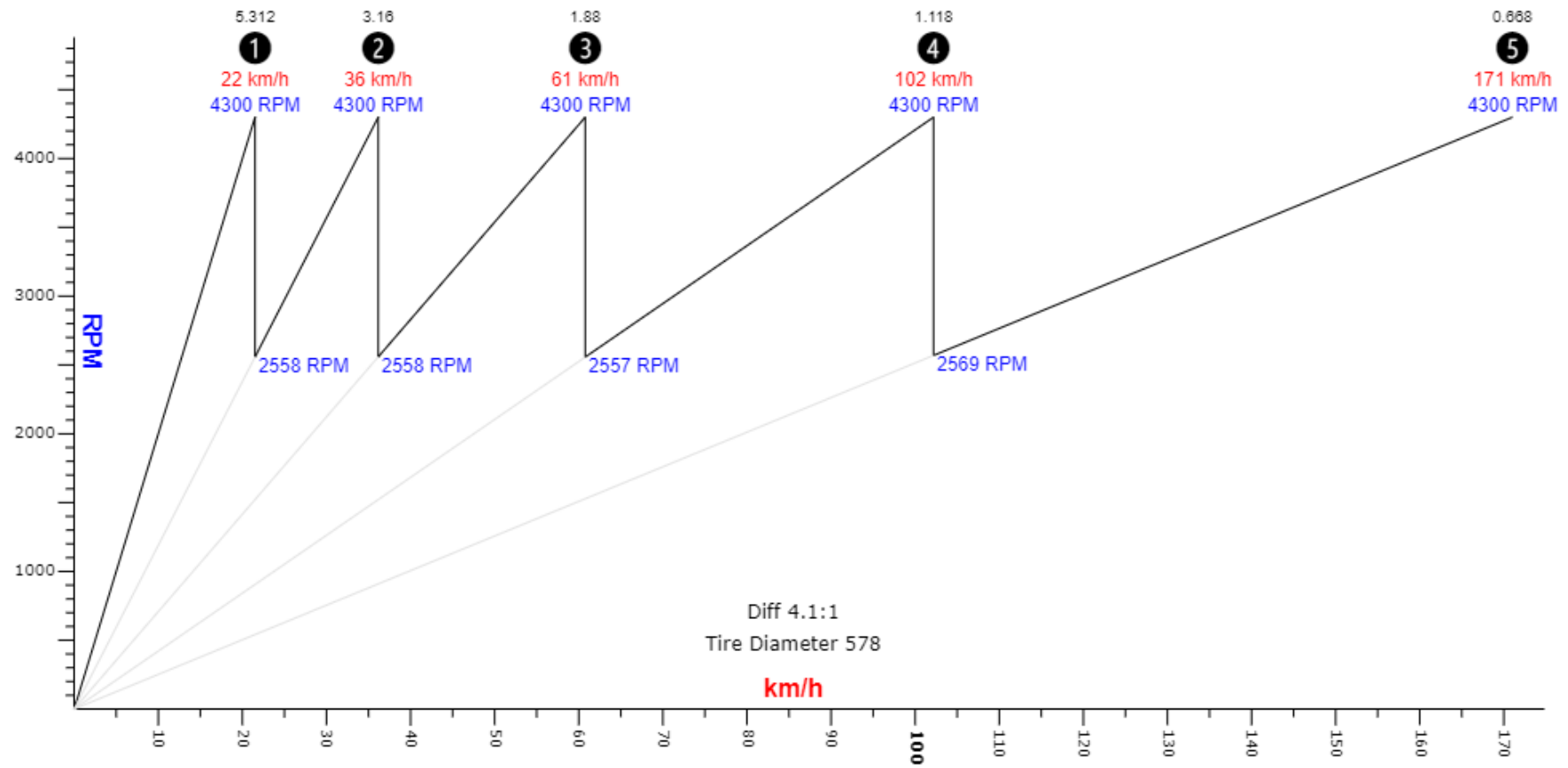
### Perbandingan Konsumsi Bahan Bakar vs Kecepatan Pada Rasio Gigi 5

Per (rpm)	Kecepatan (km/jam) (Standar)	Kecepatan (km/jam) (Redesign)	Konsumsi Bahan Bakar (ml/menit)
100	3.571058998	3.977347147	5.9523
200	7.142117996	7.954694295	11.9046
300	10.71317699	11.93204144	17.8569
400	14.28423599	15.90938859	23.8092
500	17.85529499	19.88673574	29.7615
600	21.42635399	23.86408288	35.7138
700	24.99741299	27.84143003	41.6661
800	28.56847198	31.81877718	47.6184
900	32.13953098	35.79612433	53.5707
1000	35.71058998	39.77347147	59.523
1100	39.28164898	43.75081862	65.4753
1200	42.85270797	47.72816577	71.4276
1300	46.42376697	51.70551292	77.3799
1400	49.99482597	55.68286006	83.3322
1500	53.56588497	59.66020721	89.2845
1600	57.13694397	63.63755436	95.2368
1700	60.70800296	67.6149015	101.1891
1800	64.27906196	71.59224865	107.1414
1900	67.85012096	75.5695958	113.0937
2000	71.42117996	79.54694295	119.046
2100	74.99223896	83.52429009	124.9983
2200	78.56329795	87.50163724	130.9506
2300	82.13435695	91.47898439	136.9029
2400	85.70541595	95.45633154	142.8552
2500	89.27647495	99.43367868	148.8075
2600	92.84753394	103.4110258	154.7598
2700	96.41859294	107.388373	160.7121
2800	99.98965194	111.3657201	166.6644
2900	103.5607109	115.3430673	172.6167
3000	107.1317699	119.3204144	178.569
3100	110.7028289	123.2977616	184.5213
3200	114.2738879	127.2751087	190.4736
3300	117.8449469	131.2524559	196.4259
3400	121.4160059	135.229803	202.3782
3500	124.9870649	139.2071502	208.3305
3600	128.5581239	143.1844973	214.2828
3700	132.1291829	147.1618445	220.2351
3800	135.7002419	151.1391916	226.1874
3900	139.2713009	155.1165387	232.1397
4000	142.8423599	159.0938859	238.092
4100	146.4134189	163.071233	244.0443
4200	149.9844779	167.0485802	249.9966
4300	153.5555369	171.0259273	255.9489

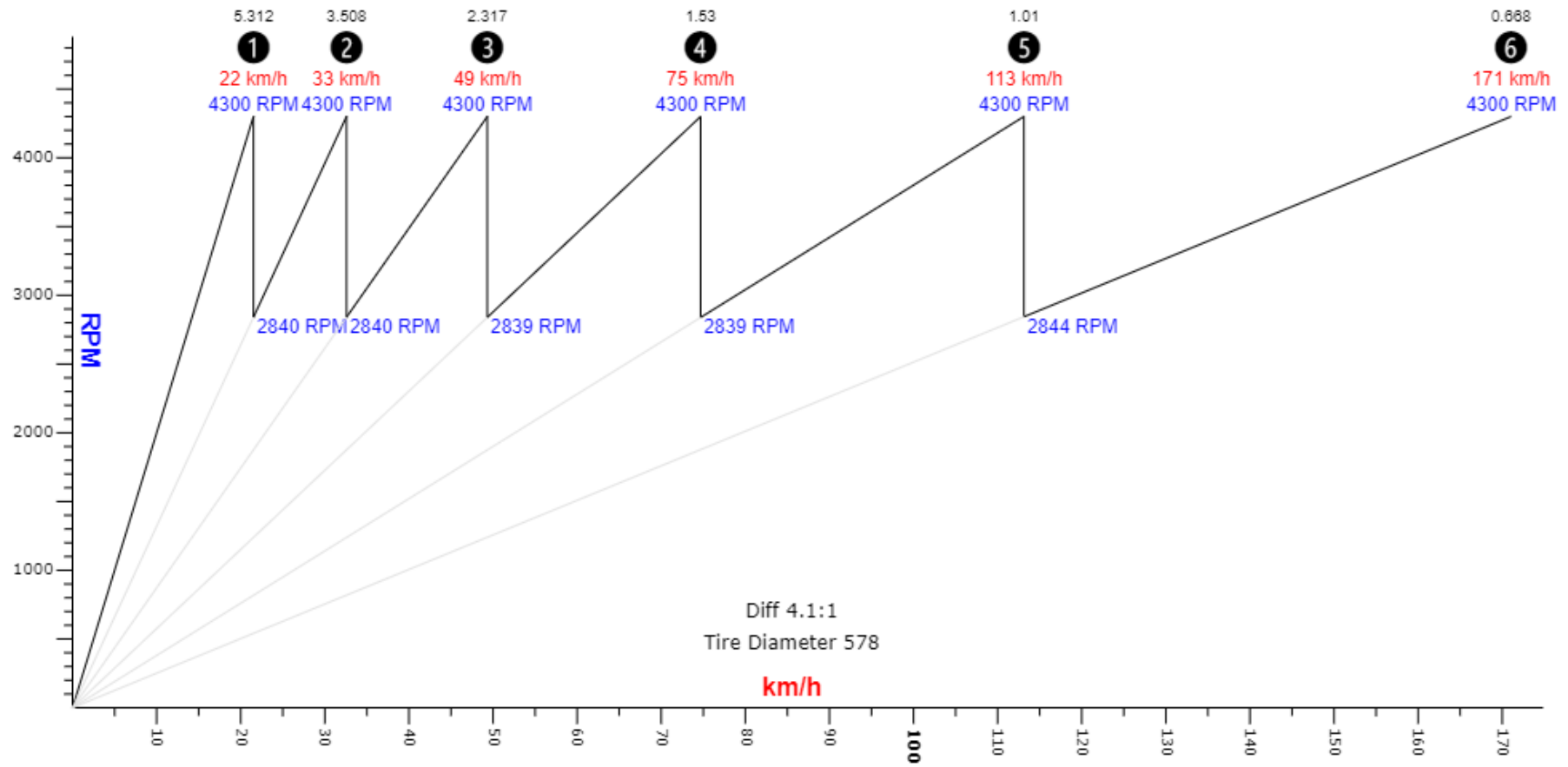
### Perbandingan Konsumsi Bahan Bakar vs Kecepatan Pada Rasio Gigi 1

Per (rpm)	Kecepatan (km/jam) (Standar)	Kecepatan (km/jam) (Redesign)	Konsumsi Bahan Bakar (ml/menit)
100	0.662555134	0.500163384	5.9523
200	1.325110267	1.000326767	11.9046
300	1.987665401	1.500490151	17.8569
400	2.650220535	2.000653535	23.8092
500	3.312775668	2.500816919	29.7615
600	3.975330802	3.000980302	35.7138
700	4.637885935	3.501143686	41.6661
800	5.300441069	4.00130707	47.6184
900	5.962996203	4.501470454	53.5707
1000	6.625551336	5.001633837	59.523
1100	7.28810647	5.501797221	65.4753
1200	7.950661604	6.001960605	71.4276
1300	8.613216737	6.502123989	77.3799
1400	9.275771871	7.002287372	83.3322
1500	9.938327005	7.502450756	89.2845
1600	10.60088214	8.00261414	95.2368
1700	11.26343727	8.502777524	101.1891
1800	11.92599241	9.002940907	107.1414
1900	12.58854754	9.503104291	113.0937
2000	13.25110267	10.00326767	119.046
2100	13.91365781	10.50343106	124.9983
2200	14.57621294	11.00359444	130.9506
2300	15.23876807	11.50375783	136.9029
2400	15.90132321	12.00392121	142.8552
2500	16.56387834	12.50408459	148.8075
2600	17.22643347	13.00424798	154.7598
2700	17.88898861	13.50441136	160.7121
2800	18.55154374	14.00457474	166.6644
2900	19.21409888	14.50473813	172.6167
3000	19.87665401	15.00490151	178.569
3100	20.53920914	15.5050649	184.5213
3200	21.20176428	16.00522828	190.4736
3300	21.86431941	16.50539166	196.4259
3400	22.52687454	17.00555505	202.3782
3500	23.18942968	17.50571843	208.3305
3600	23.85198481	18.00588181	214.2828
3700	24.51453994	18.5060452	220.2351
3800	25.17709508	19.00620858	226.1874
3900	25.83965021	19.50637197	232.1397
4000	26.50220535	20.00653535	238.092
4100	27.16476048	20.50669873	244.0443
4200	27.82731561	21.00686212	249.9966
4300	28.48987075	21.5070255	255.9489

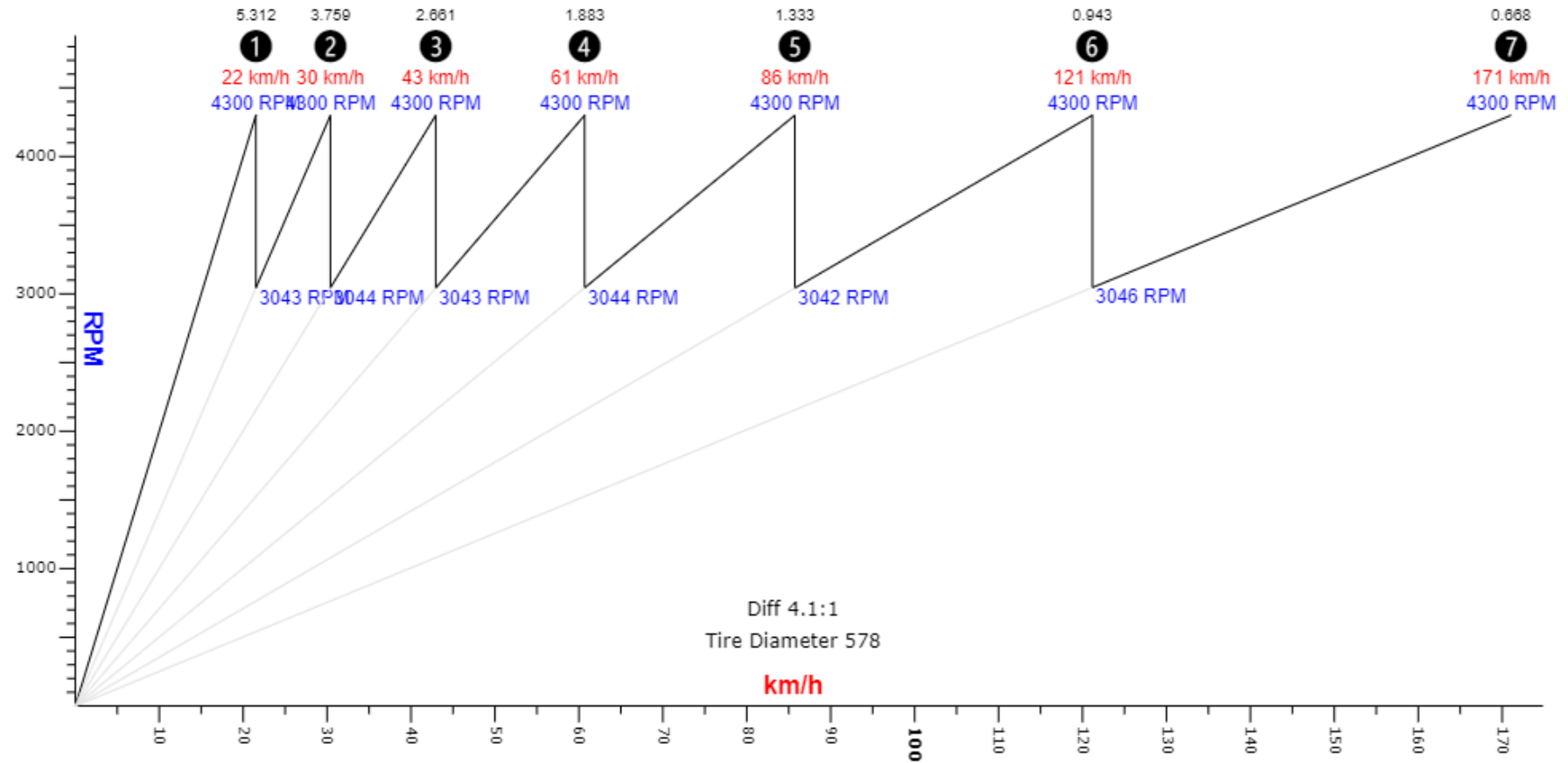
### Progresi Geometri untuk Rasio Transmisi Redesign 5 Speed



### Progresi Geometri untuk Rasio Transmisi Redesign 6 Speed



### Progresi Geometri untuk Rasio Transmisi Redesign 7 Speed



## Form Penilaian Magang Industri

Form Penilaian dari Pembimbing Lapangan / Mitra

Nama Mahasiswa : Imdadudin Prima Sudewa

Nama Mitra/Industri : PT. PINDAD (Persero)

Nama Pembimbing Lapangan: Enjang Jama Hasim

NRP : 10211910010027

Unit Kerja : Divisi Inovasi Dept. BPPKK

Waktu Magang : 3 Februari – 3 April 2022

NO	KOMPONEN	NILAI	KRITERIA PENILAIAN						
			<56	56-60	61-65	66-75	75-85	≥86	
1	Kehadiran	90	<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	90	SKB	KB	CB	B	BS	SBS	
6	Hubungan kerja dengan pegawai/lingkungan	90	SKB	KB	CB	B	BS	SBS	
7	Kerjasama tim	85	SKB	KB	CB	B	BS	SBS	
8	Mutu pelaksanaan pekerjaan	90	SKB	KB	CB	B	BS	SBS	
9	Target pelaksanaan pekerjaan	90	<56%	56-60%	61-65%	66-75%	75-85%	≥86%	
10	Kontribusi peserta terhadap pekerjaan	85	<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	89	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 MAGANG

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

Bandung, 30 Maret 2022

Pembimbing Magang,



### Sertifikat Pelaksanaan Magang Industri



PT. PINDAD (PERSERO)



# Surat Keterangan

NOMOR : Sket / 1 / P / BD / IV / 2022

**Menerangkan Bahwa:**

Nama : Immadudin Prima Sudewa  
Tempat, Tanggal Lahir : Bandar Lampung, 11 November 2001  
Nomor Induk : 10211910010027  
Sekolah/Perguruan Tinggi : Institut Teknologi Sepuluh Nopember

**Telah melaksanakan PRAKERIN/PENELITIAN/RISET di PT. PINDAD (PERSERO) BANDUNG**

Mulai tanggal 3 Februari 2022 sampai dengan 3 April 2022

Pada bidang Teknik Mesin Industri di Divisi Inovasi

Demikian Surat Keterangan ini dibuat untuk dipergunakan sebagaimana mestinya.



Dikeluarkan di Bandung  
Pada tanggal 3 April 2022  
**PT. PINDAD (PERSERO)**  
AN VP. TEKNOLOGI INFORMASI  
*Trisno Mardiyanto*  
**TRISNO MARDIYANTO**  
MANAGER E - LEARNING



## Surat Penerimaan Magang Industri



PT. PINDAD (PERSERO)



Bandung, 5 Januari 2022

Nomor : B/ 46 / P / BD / 1 / 2022  
 Klasifikasi : Biasa  
 Lampiran : -  
 Perihal : Telah Diterima Kerja Praktek

Kepada  
 Yth. Kepala Departemen Teknik  
 Mesin Industri  
 Fakultas Vokasi  
 Institut Teknologi Sepuluh  
 Nopember  
 di  
Tempat

- Berdasarkan Surat dari Kepala Departemen Teknik Mesin Industri Fakultas Vokasi Institut Teknologi Sepuluh Nopember No. B/72298/IT2.IX.7.1.2/PM.02.00/2021 pada tanggal 22 Nopember 2021 perihal Permohonan Praktek Kerja Lapangan.
- Bersama ini disampaikan bahwa PT.Pindad (Persero) dapat memfasilitasi kepada yang dimaksud untuk melaksanakan Kerja Praktek atas nama :

N C	NAMA	NIM	JURUSAN
1	Immanudin Prima Sudewa	10211910010027	Teknik Mesin Industri
2	Dhewana Alnafis Han	10211910010008	Teknik Mesin Industri

Adapun adanya Kerja Praktek akan dilaksanakan pada tanggal 03 Februari 2022 s.d 03 April 2022, bertempat di Divisi Inovasi PT. Pindad (Persero).

- Demikian disampaikan dan agar digunakan sebagaimana mestinya.

PT. PINDAD (PERSERO)  
 AN VP INFORMATION TECHNOLOGY  
 & LEARNING



Head Office  
 J. Gatot Subroto No. 517  
 Bandung 40264  
 Indonesia

P +62 22 7312672  
 F +62 22 7461222  
 E info@pindad.com



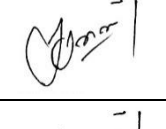


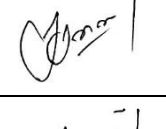

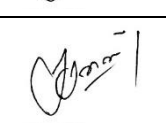




Representative Office

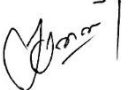




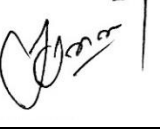
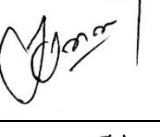
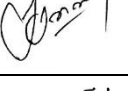
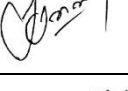
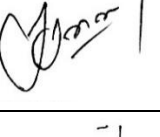
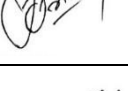
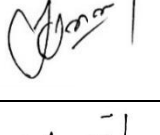
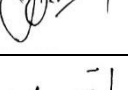
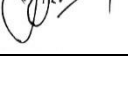
J. Setiabudi No. 28  
 Jakarta 10125  
 Indonesia




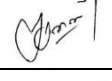










P +62 21 3608029  
 F +62 21 3614039  
 E pindad@pindad.com

www.pindad.com

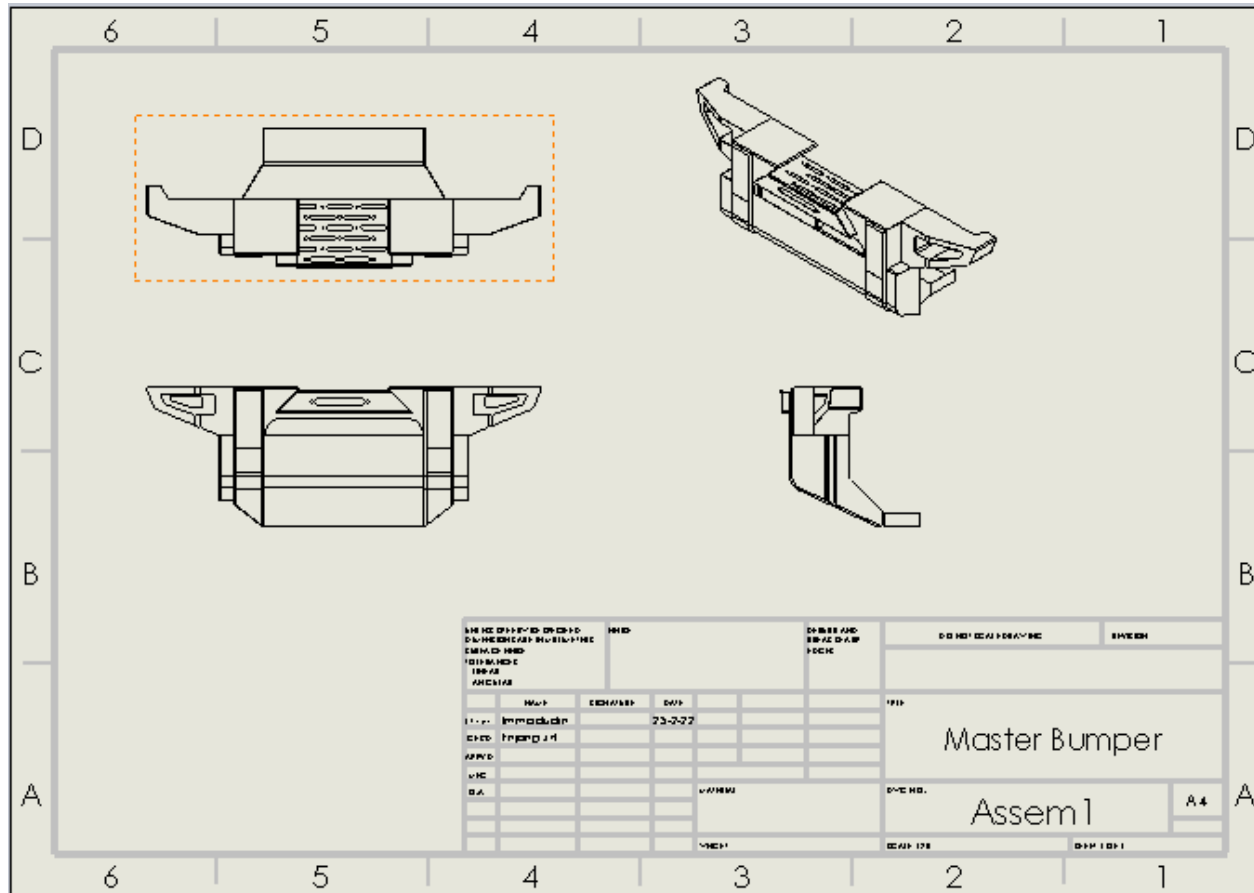
**Logbook Kegiatan Magang**

Hari Ke-	Hari dan Tanggal	Waktu		Kegiatan	TTD
		Jam Mulai	Jam Selesai		
1	Kamis, 3 Februari 2022	08.00	10.00	Pengurusan administrasi masuk, kartu akses, dan pengenalan peraturan perusahaan	
2	Jumat, 4 Februari 2022	08.00	11.30	Pengurusan administrasi izin masuk gawai laptop dan inspeksi gawai	
3	Senin, 7 Februari 2022	08.00	11.00	Pengenalan lingkungan perusahaan	
4	Selasa, 8 Februari 2022	08.00	12.00	Pengarahan ke proyek kendaraan khusus	
5	Rabu, 9 Februari 2022	08.00	11.00	WFH, studi literatur pengenalan perusahaan melalui website	
6	Kamis, 10 Februari 2022	08.00	14.00	Pengarahan dengan pembimbing lapangan, pengenalan bengkel.	
7	Jumat, 11 Februari 2022	08.00	13.00	Penugasan design Master Bumper rantis	
8	Senin, 14 Februari 2022	08.00	16.00	WFH, pendesainan Master Bumper rantis	
9	Selasa, 15 Februari 2022	07.30	16.30	WFH pendesainan Master Bumper rantis	
10	Rabu, 16 Februari 2022	08.00	14.00	Pengumpulan data dan proses designing	
11	Kamis, 17 Februari 2022	08.00	14.00	WFH, pendesainan Master Bumper rantis	
12	Jumat, 18 Februari 2022	08.00	14.00	Diskusi penugasan dan revisi	
13	Senin, 21 Februari 2022	08.00	16.00	WFH, pendesainan Master Bumper rantis	

14	Selasa, 22 Februari 2022	08.00	16.00	WFH, pendesainan Master Bumper rantis	
15	Rabu, 23 Februari 2022	08.00	14.00	Diskusi penugasan dan revisi design	
16	Kamis, 24 Februari 2022	08.00	16.00	WFH, pendesainan Master Bumper rantis	
17	Jumat, 25 Februari 2022	08.00	14.00	Pengumpulan redesign Master Bumper	
18	Senin, 28 Februari 2022	08.00	15.00	WFH, pencarian literatur opsi tema laporan magang industri	
19	Selasa, 1 Maret 2022	08.00	15.00	WFH, pencarian literatur opsi tema laporan magang industri	
20	Rabu, 2 Maret 2022	07.30	15.00	WFH, pencarian literatur opsi tema laporan magang industri	
21	Kamis, 3 Maret 2022	08.00	14.00	WFH, studi literatur analisis traksi kendaraan	
22	Jumat, 4 Maret 2022	08.00	11.30	WFH, studi literatur gaya hambat pada kendaraan	
23	Senin, 7 Maret 2022	08.00	10.00	Pendiskusian judul laporan magang dan kebutuhan PT. Pindad (Persero)	
24	Selasa, 8 Maret 2022	08.00	13.00	Pengumpulan data laporan	
25	Rabu, 9 Maret 2022	07.30	16.00	Pengumpulan data laporan	
26	Kamis, 10 Maret 2022	07.30	14.00	WFH, rekapitulasi data perhitungan	
27	Jumat, 11 Maret 2022	08.00	14.00	Diskusi kajian teori dan spesifikasi kendaraan	
28	Senin, 14	08.00	15.00	WFH, perhitungan	

	Maret 2022			gaya hambatan pada kendaraan	
29	Selasa, 15 Maret 2022	08.00	14.00	WFH, perhitungan traksi kendaraan	
30	Rabu, 16 Maret 2022	08.00	16.00	Diskusi hasil perhitungan data dan revisi data	
31	Kamis, 17 Maret 2022	08.00	15.00	WFH, perhitungan ulang data laporan	
32	Jumat, 18 Maret 2022	08.00	14.00	Diskusi penugasan dan revisi data laporan	
33	Senin, 21 Maret 2022	08.00	14.00	WFH, perhitungan ulang data laporan	
34	Selasa, 22 Maret 2022	08.00	14.00	Pengumpulan redesign rasio transmisi dan traksi redesign	
35	Rabu, 23 Maret 2022	08.00	14.00	WFH, analisa perhitungan traksi ratis	
36	Kamis, 24 Maret 2022	08.00	14.00	WFH, analisa perhitungan traksi ratis	
37	Jumat, 25 Maret 2022	08.00	14.00	Diskusi penugasan dan revisi hasil analisa laporan	
38	Senin, 28 Maret 2022	08.00	16.00	WFH, Pengerjaan dan penyusunan laporan magang industri	
39	Selasa, 29 Maret 2022	08.00	14.00	Asistensi dan pengajuan laporan akhir magang industri	
40	Rabu, 30 Maret 2022	08.00	15.00	WFH, pengerjaan dan penyusunan ulang laporan magang industri	
41	Kamis, 31 Maret 2022	08.00	16.00	Pengajuan akhir laporan magang industri	
42	Jumat, 1 April 2022	08.00	15.00	Pengajuan akhir laporan magang industri & pengurusan administrasi keluar	

**Tugas Khusus Pendesignan Master Bumper Rantis**



**Form Asistensi**

Nama mahasiswa : Immadudin Prima Sudewa

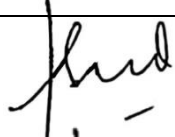
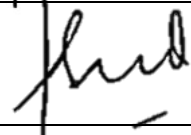
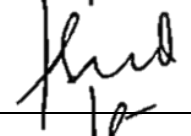
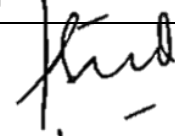
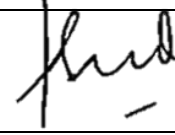
NRP : 10211910010027

Nama Mitra : PT. Pindad Persero

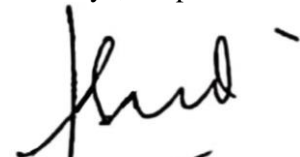
Unit Kerja : Divisi Pengembangan Produk dan Proses Kendaraan Khusus

Nama Pembimbing Lapangan : Enjang Jama Hasim

Nama Pembimbing Departemen : Hendro Nurhadi Dipl.-Ing, Ph.D

No	Tanggal	Materi yang dibahas	Tanda Tangan Pembimbing
1	8 Februari 2022	Perkenalan dan penjelasan cakupan magang industri	
2	22 Februari 2022	Asistensi mengenai tugas khusus pendesainan Master Bumper rantis	
3	9 Maret 2022	Asistensi mengenai redesign transmisi berdasarkan beban traksi	
4	23 Maret 2022	Asistensi laporan magang industri	
5	1 April 2022	Pemaparan hasil akhir dan asistensi laporan magang industri	

Surabaya, 3 April 2022



**Hendro Nurhadi Dipl.-Ing, Ph.D**

NIP. 19751120 100112 1 002

## Form Penilaian Dosen Pembimbing

### PENILAIAN DOSEN PEMBIMBING MAGANG INDUSTRI

Nama Mahasiswa : Immadudin Prima Sudewa  
 NRP : 10211910010027  
 Dosen Pembimbing : Hendro Nurhadi, Dipl.-Ing, Ph.D  
 Nama Industri : PT. PINDAD (Persero)  
 Waktu Magang : 3 Februari 2022 – 3 April 2022

Kriteria	Bobot SKS (setara)	Nilai (0-100)
Luaran 1 (Video Dokumentasi)	3	—
Luaran 2 (Rekomendasi/Desain/Analisis)	3	86
Luaran 3 ( <del>SOP Pekerjaan/Maintenance</del> <i>paper Analisis</i> )	3	86
Proposal Penelitian	2	—
Laporan Eksekutif	2	86
Presentasi Akhir di Tempat Magang	1	90
Total	14	

*magang lain \**

*magang lain \**

$$\text{Nilai Akhir Dosen} = \frac{\sum \text{Nilai} \times \text{Bobot}}{14}$$

Surabaya, 15 Juli 2022  
 Pembimbing Akademik



**Hendro Nurhadi, Dipl.-Ing, Ph.D**  
 NIP. 19751120 200212 1 002