

**TUGAS AKHIR**

**ANALISIS KARAKTERISTIK ANGKUTAN KERETA API STASIUN  
BANDAR TINGGI - KUALA TANJUNG  
(STUDI KASUS)**

*Diajukan Untuk Memenuhi Syarat-Syarat Memperoleh  
Gelar Sarjana Teknik Sipil Pada Fakultas Teknik  
Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara*



**UMSU**

Unggul | Cerdas | Terpercaya

**Oleh :**

**Nama : SRI HARJONO**  
**NPM : 1407210059**  
**Program Studi : TEKNIK SIPIL**

**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA  
MEDAN  
2019**



UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA  
FAKULTAS TEKNIK

Jl. Kapten Mukhtar Basri No.3 Medan 20238 Telp.(061) 6623301  
Website: <http://www.umsu.ac.id> Email: [rektor@umsu.ac.id](mailto:rektor@umsu.ac.id)

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

LEMBAR PERSETUJUAN PEMBIMBING

Tugas Akhir ini diajukan oleh:

Nama : Sri Harjono

NPM : 1407210059

Program Studi : Teknik Sipil

Judul Skripsi : Analisis karakteristik angkutan kereta api stasiun Bandar Tinggi-  
Kuala Tanjung.  
(studi kasus)

Bidang Ilmu : Transportasi

Disetujui Untuk Disampaikan Kepada  
Panitia Ujian

Medan, 13 Maret 2019

Dosen Pembimbing I / Penguji

Hj. Irma Dewi S.T., M.si

Dosen Pembimbing II / Peguji

Ir. Zurkiyah M.T

## HALAMAN PENGESAHAN

Tugas Akhir ini diajukan oleh:

Nama : Sri Harjono

NPM : 1407210059

Program Studi : Teknik Sipil

Judul Skripsi : Analisis karakteristik angkutan kereta api stasiun Bandar Tinggi-Kuala Tanjung.  
(studi kasus)

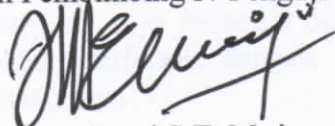
Bidang ilmu : Transportasi

Telah berhasil dipertahankan di hadapan Tim Penguji dan diterima sebagai salah satu syarat yang diperlukan untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.

Medan, Februari 2019

Mengetahui dan menyetujui:

Dosen Pembimbing I / Penguji



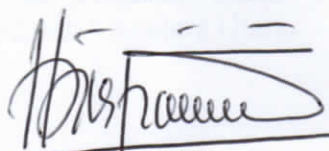
Hj. Irma Dewi S.T, M.si

Dosen Pembimbing II / Peguji



Ir. Zulkriyah M.T

Dosen Pembanding I / Penguji



Ir. Sri Asfiati. M.T

Dosen Pembanding II / Peguji

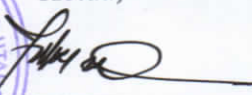


DR. Fahrizal Zulkarnain. S.T, M.Sc



Program Studi Teknik Sipil

Ketua,



DR. Fahrizal Zulkarnain. S.T, M.Sc

## SURAT PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama Lengkap : Sri Harjono

Tempat /Tanggal Lahir: Jatirejo/27 Agustus 1991

NPM : 1407210059

Fakultas : Teknik

Program Studi : Teknik Sipil,

menyatakan dengan sesungguhnya dan sejujurnya, bahwa laporan Tugas Akhir saya yang berjudul:

“Analisis karakteristik angkutan kereta api stasiun Bandar tinggi-kuala tanjung (studi kasus)”,

bukan merupakan plagiarisme, pencurian hasil karya milik orang lain, hasil kerja orang lain untuk kepentingan saya karena hubungan material dan non-material, ataupun segala kemungkinan lain, yang pada hakekatnya bukan merupakan karya tulis Tugas Akhir saya secara orisinil dan otentik.

Bila kemudian hari diduga kuat ada ketidaksesuaian antara fakta dengan kenyataan ini, saya bersedia diproses oleh Tim Fakultas yang dibentuk untuk melakukan verifikasi, dengan sanksi terberat berupa pembatalan kelulusan/kesarjanaan saya.

Demikian Surat Pernyataan ini saya buat dengan kesadaran sendiri dan tidak atas tekanan ataupun paksaan dari pihak manapun demi menegakkan integritas akademik di Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.

Medan, Februari 2019

Saya yang menyatakan,



Sri Harjono

## ABSTRAK

### ANALISIS KARAKTERISTIK ANGKUTAN KERETA API STASIUN BANDAR TINGGI - KUALA TANJUNG (STUDI KASUS)

Sri Harjono

1407210059

Hj. Irma Dewi, S.T, M.Si.

Ir. Zurkiyah, M.T.

Kereta api adalah sarana perkeretaapian dengan tenaga gerak, baik berjalan sendiri maupun dirangkaikan dengan sarana perkeretaapian lainnya, yang akan ataupun sedang bergerak di jalan rel yang terkait dengan perjalanan kereta api. Pelabuhan Kuala Tanjung yang merupakan calon pelabuhan terbesar di Provinsi Sumatera Utara yang akan menggantikan pelabuhan Belawan untuk pintu keluar masuk barang dan orang dari dan ke Provinsi Sumatera Utara. Karakteristik angkutan kereta api Bandar Tinggi - Kuala Tanjung dapat dilihat dari waktu tempuh perjalanan, beban jalan tahunan dan jenis angkutan yang melintas. Hasil dari penelitian ini menunjukkan bahwa waktu tempuh yang dibutuhkan untuk setiap perjalanan dari stasiun Bandar Tinggi ke stasiun Pelabuhan Kuala Tanjung baik untuk Kereta Api Penumpang maupun Kereta Api Barang adalah 19 menit 7,5 detik. Jalan rel lintas Bandar Tinggi - Kuala Tanjung termasuk tipe kelas IV (Klasifikasi jalan rel PD-10 PT.KAI) dengan daya angkut lintas yang melewati jalan rel sebesar  $4,71 \times 10^6$  Ton/tahun. Jenis angkutan yang melintas di jalur kereta api lintas Bandar Tinggi - Pelabuhan Kuala Tanjung yaitu angkutan penumpang dan angkutan barang.

Kata Kunci: Karakteristik Angkutan, Waktu Tempuh, *Passing Tonnage*, Jenis Angkutan

## **ABSTRACT**

### **ANALYSIS OF THE TRAIN CHARACTERISTICS BANDAR TINGGI STATION - KUALA TANJUNG (CASE STUDY)**

Sri Harjono  
1407210059  
Hj. Irma Dewi, S.T, M.Si.  
Ir. Zurkiyah, M.T.

*A train is a railroad vehicle with motion, both running alone and coupled with other railway facilities, which will or is moving on railways associated with rail travel. Kuala Tanjung Port, which is the largest prospective port in North Sumatra Province, will replace Belawan port for goods and people to and from North Sumatra Province. The characteristics of Bandar Tinggi - Kuala Tanjung railroad transportation can be seen from the travel time, annual road loads and types of passing transportation. The results of this study indicate that the travel time needed for each trip from Bandar Tinggi Station to Kuala Tanjung Port Station for both Passenger Railways and freight trains is 19 minutes 7.5 seconds. The Bandar Tinggi - Kuala Tanjung cross railroad road is a class IV type (PD-10 PT. KAI railroad classification) with a cross-haulage that passes the railroad at  $4,71 \times 10^6$  Tons / year. Types of transportation that cross the railway line across Bandar Tinggi - Kuala Tanjung Port, namely passenger transportation and freight transportation.*

*Keywords: Transportation Characteristics, Travel Time, Passing Tonnage, Transport Type*

## KATA PENGANTAR

Dengan segala kerendahan hati penulis panjatkan puji dan syukur kehadirat Tuhan Yang Maha Esa yang telah melimpahkan rahmat dan hidayah-Nya sehingga penulisan tugas akhir ini dapat terselesaikan dengan baik. Tugas akhir ini berjudul “Analisis Karakteristik Angkutan Kereta Api Stasiun Bandar Tinggi - Kuala Tanjung (Studi Kasus)” penulisan tugas akhir ini masih jauh dari kesempurnaan, untuk itu penulis mengharapkan kritik dan saran dari berbagai pihak demi kesempurnaan tulisan ini.

Penulisan tugas akhir ini tidak akan dapat terselesaikan tanpa bimbingan dan bantuan dari berbagai pihak, dan terimakasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Ibu Hj. Irma Dewi, S.T, M.Si selaku Pembimbing I dan selaku Sekretaris Program Studi Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara yang telah banyak memberikan motivasi dan bantuan kepada penulis dalam menyelesaikan tugas akhir ini.
2. Ibu Ir. Zurkiyah M.T selaku Pembimbing II yang telah banyak memberikan koreksi, masukan, dan bantuan dalam menyelesaikan tugas akhir ini.
3. Ir. Sri Asfiati. M.T selaku Pembimbing I Yang telah memberikan koreksi yang baik dan masukan saran dalam menyelesaikan tugas akhir ini.
4. DR. Fahrizal Zulkarnain. S.T, M.Sc selaku Pembimbing II dan selaku Ketua Program Studi Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara yang baik dalam memberikan penilaian tugas akhir saya.
5. Bapak Munawar Alfansury Srg, S.T, M.T selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
6. Seluruh Dosen/staff pengajar dan pegawai Fakultas Teknik Program Studi Sipil Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
7. Kedua orang tua yaitu Ayahanda Suratno dan Ibunda Sainem serta Istriku Yusri Anggraini Sitorus Amd.Kom tercinta yang telah memberikan dukungan dan membantu baik secara doa, nasihat untuk menyelesaikan tugas akhir ini.
8. Seluruh Keluarga yang telah memberikan semangat dan dukungan untuk menyelesaikan tugas akhir ini.

9. Bapak Mochammad Taufan Lagke selaku Assisten Manager Program Jalan Rel dan Jembatan Divre I SU yang telah memberikan izin dan masukan data setiap saya bimbingan skripsi.
10. Seluruh rekan-rekan mahasiswa Teknik Sipil angkatan 2014 dan 2015 yang telah banyak membantu dalam penyelesaian tugas akhirini.

Saya menyadari sepenuhnya bahwa tugas akhir ini belum sempurna dan memerlukan perbaikan-perbaikan, oleh sebab itu, penulis sangat mengharapkan kritik dan saran yang membangun untuk kesempurnaan tugas akhir ini.

Akhir kata dan harapan semoga penulisan ini dapat bermanfaat hendaknya bagi penulis, pembaca, dan kedisiplinan ilmu Teknik Sipil.

Medan, Februari 2019

Sri Harjono  
1407210059



## DAFTAR ISI

LEMBAR PERSETUJUAN PEMBIMBING	ii
HALAMAN PENGESAHAN	iii
SURAT PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR	iv
ABSTRAK	v
<i>ABSTRACT</i>	vi
KATA PENGANTAR	vii
DAFTAR ISI	ix
DAFTAR TABEL	xi
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR SIMBOL DAN SINGKATAN	xiii
BAB 1 PENDAHULUAN	
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Rumusan Masalah	2
1.3. Ruang Lingkup	3
1.4. Tujuan Penelitian	3
1.5. Manfaat Penelitian	3
1.6. Sistematika Penulisan	4
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA	
2.1. Kereta Api	6
2.2. Jenis Kereta Api	6
2.3. Angkutan Kereta Api	9
2.4. Sifat dan Karakteristik Kereta Api	13
2.5. Penumpang	14
2.6. Sarana dan Prasarana Kereta Api	15
2.6.1. Lokomotif ( <i>Locomotive</i> )	15
2.6.2. Kereta ( <i>Car/Coach</i> ) dan Gerbong ( <i>Wagon</i> )	17
2.6.3. Prasarana Kereta Api	19
2.7. Frekuensi Perjalanan	24
2.8. <i>Headway</i> dan Keselamatan Perjalanan Kereta Api	25
2.9. Grafik Perjalanan Kereta Api (GAPEKA)	25

2.10. Stam Formasi	26
2.11. Kecepatan	27
2.12. Kapasitas Lintas	28
2.13. Daya Angkut Lintas ( <i>Passing Tonnage</i> )	30
<b>BAB3</b> METODOLOGI PENELITIAN	
3.1. Bagan Alir Penelitian	35
3.2. Lokasi dan Waktu Penelitian	36
3.3. Pengambilan Data	36
3.3.1. Data Primer	36
3.3.2.1. Data Prasarana Jalan Rel Kereta Api	37
3.3.2.2. Data Jenis Angkutan Kereta Api Bandar Tinggi - Kuala Tanjung	37
3.3.2. Data Sekunder	38
3.3.2.1. Data Tonase Sarana Kereta Api	38
3.3.2.2. Data Kelas Jalan Kereta Api Bandar Tinggi - Kuala Tanjung	40
3.3.3. Data Teknis Kereta Api	43
<b>BAB4</b> ANALISA DATA	
4.1. Perhitungan Waktu Tempuh	46
4.2. Perhitungan Beban Tahunan Jalan Kereta Api ( <i>Passing Tonnage</i> )	47
4.3. Menentukan Jenis Angkutan	54
<b>BAB5</b> KESIMPULAN DAN SARAN	
5.1. Kesimpulan	55
5.2. Saran	56
<b>DAFTAR PUSTAKA</b>	
<b>LAMPIRAN</b>	
<b>DAFTAR RIWAYAT HIDUP</b>	

## DAFTAR TABEL

Tabel 2.1	: Tangen sudut simpang arah, nomor wesel dan kecepatan ijin	22
Tabel 2.2	: Kecepatan maksimum yang diijinkan di Indonesia	27
Tabel 2.3	: Klasifikasi untuk kelas jalan rel	34
Tabel 3.1	: Data berat lokomotif	39
Tabel 3.2	: Data berat kereta	39
Tabel 3.3	: Data Gerbong	40
Tabel 3.4	: Klasifikasi kelas jalan rel kereta api	41
Tabel 3.5	: Klasifikasi kelas jalan rel kereta api	42
Tabel 3.6	: Kuantitas komponen rel terpasang tahun 2018	43
Tabel 3.7	: Daftar kereta penumpang yang melintas jalur Bandar Tinggi - Kuala Tanjung	44
Tabel 3.8	: Daftar kereta Barang yang melintas jalur Bandar Tinggi - Kuala Tanjung	44
Tabel 3.9	: Datateknis kelas jalan rel Bandar Tinggi - Kuala Tanjung	45
Tabel 4.1	: Rekapitulasi hasil perhitungan beban kereta api penumpang - lintas Bandar Tinggi - Kuala Tanjung	49
Tabel 4.2	: Rekapitulasi hasil perhitungan beban kereta api Barang lintas Bandar Tinggi - Kuala Tanjung	50

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Lokomotif tipe BB 301 25	16
Gambar 2.2	Lokomotif tipe CC 201 56	16
Gambar 2.3	Lokomotif tipe CC 201 83 70	17
Gambar 2.4	Kereta penumpang kelas tkonomi	18
Gambar 2.5	Gerbong barang	18
Gambar 2.6	Bogie TB-398 yang termasuk tipe K-5	19
Gambar 2.7	Jalan rel kereta api	20
Gambar 2.8	Stasiun kereta api	20
Gambar 2.9	Emplasemen stasiun kereta api	21
Gambar 2.10	Wesel	22
Gambar 2.11	Persilangan kereta api	23
Gambar 2.12	Sinyal keluar stasiun jenis sinyal legan aspek warna	24
Gambar 2.13	Grafik perjalanan kereta api	26
Gambar 3.1	Bagan alir penelitian	35
Gambar 3.2	Peta lokasi penelitian	36
Gambar 3.3	Penampang melintang jalan	40

## DAFTAR SIMBOL DAN SINGKATAN

E	= Modulus elastisitas rel = $2,1 \times 10^6$
GAPEKA	= Grafik perjalanan kereta api
GK	= Gerbong tanki
I	= Inersia rel ( $\text{cm}^4$ )
k	= Modulus kekakuan track ( $180 \text{ kg/cm}^2$ )
K	= Faktor k faktor volume lalu lintas jam sibuk (%)
K1	= Koefisien yang besarnya ditentukan sebesar 1,4
Kb	= Koefisien yang besarnya bergantung pada beban gandar (ton)
KMP	= Kereta Restorasi
M	= Momen akibat superposisi beberapa gandar (kg.cm)
Mmaks	= Momen maksimal (kg.cm)
Pd	= Beban lintas harian kereta Api (ton)
S	= Koefisien yang besarnya bergantung pada kualitas lintas (km/jam)
T	= Kapasitas angkut lintas (ton/tahun)
T1	= Tonase lokomotif harian (ton)
Tb	= Tonase barang dan gerbong harian (ton)
TE	= Tonase ekuivalen (ton/hari)
Tp	= Tonase penumpang dan kereta harian (ton)
Vr	= Kecepatan rencana (Km/jam)
y	= Jarak tepi bawah kaki rel ke garis netral (mm)
$\lambda$	= <i>Dumping factor</i>
c	= Koefisien yang ditentukan besarnya 1,25
Ni	= Jumlah kereta api yang lewat
Vi	= Kecepatan operasi
N	= Kapasitas lintas (KA/hari)
1440	= Jumlah menit dalam satu hari / 24 jam
T	= Waktu tempuh
C1	= Waktu pelayanan blok mekanik (menit)
C2	= Waktu pelayanan sinyal mekanik (menit)

$\eta$	= Factor efisiensi (untuk sepur tunggal 60%, untuk sepur ganda - 70%)
T	= Waktu tempuh
D	= Jarak antar stasiun (km)
V	= Kecepatan rata-rata (km/jam)
$V_p$	= Kecepatan KA penumpang (km/jam)
$V_b$	= Kecepatan KA barang (km/jam)
$N_p$	= Jumlah KA penumpang
$N_b$	= Jumlah KA barang
$M'_{sp}$	= Meter sepur
$Km'_{sp}$	= Kilometer sepur
Stamformasi	= Susunan rangkaian kereta api
Waktu Unset	= Waktu yang dibutuhkan dari keadaan diam sampai kecepatan - stabil

# **BAB 1**

## **PENDAHULUAN**

### **1.1 Latar Belakang**

Transportasi merupakan bagian yang tidak dapat terpisahkan dari kehidupan manusia. Transportasi memiliki hubungan yang erat dengan jangkauan dan lokasi kegiatan manusia, barang-barang, jasa bahan hasil industri. Jika dihubungkan dengan kehidupan dan kegiatan manusia, transportasi juga mempunyai peranan yang signifikan dalam aspek-aspek sosial, ekonomi, lingkungan, politik dan pertahanan keamanan. (R.S. Damardjati. 1995)

Tersedianya transportasi yang baik dalam kehidupan masyarakat merupakan harapan besar demi tercapainya peningkatan ekonomi masyarakat. Sistem transportasi dalam masyarakat dapat dikatakan baik apabila transportasi tersebut dapat memberikan pelayanan yang aman, nyaman, cepat dan efisien. Terciptanya sistem transportasi yang baik tersebut akan dapat tercapai apabila ada kesesuaian antara penyediaan sarana dan prasarananya. Alasannya sarana dan prasarana transportasi merupakan hal yang saling berkaitan dan tidak akan dapat dipisahkan. Sarana transportasi yang baik tidak akan berfungsi secara efektif jika tidak didukung dengan prasarana yang baik pula. Dengan terciptanya sebuah sistem transportasi yang baik, maka masyarakat akan lebih tertarik menggunakan moda transportasi publik. Semakin besar jumlah masyarakat yang lebih menggunakan moda transportasi publik, maka angka kemacetan, sembrautnya lalu lintas akibat peningkatan angkutan pribadi dan tingkat polusi akan semakin berkurang. (Eko Soemino. 2007)

Kereta api sebagai salah satu moda transportasi publik, merupakan sarana transportasi yang belakangan ini menjadi alternatif pemilihan moda yang sangat efektif dalam kehidupan masyarakat. Alasannya kereta api dianggap sebagai salah satu moda transportasi yang memiliki karakteristik dan keunggulan khusus, terutama dalam kemampuannya untuk mengangkut, baik orang maupun barang secara masal, menghemat energi, menghemat penggunaan ruang, tingkat

pencemaran yang rendah, serta lebih efisien dibandingkan dengan moda transportasi jalan untuk angkutan jarak jauh dan untuk daerah yang padat lalu lintasnya seperti angkutan perkotaan.

Provinsi Sumatera Utara merupakan salah satu daerah yang menggunakan moda transportasi kereta api dengan panjang lintas operasional 267,611 kilometer. Jalan rel ini menghubungkan stasiun Medan sebagai stasiun pusat dan stasiun Rantau Prapat sebagai stasiun terjauh dalam operasional jalan rel di Sumatera Utara. Dalam meningkatkan sinergi angkutan antar moda saat ini PT Kereta Api Indonesia (Persero) Divisi regional I Sumatera Utara mendapatkan mandate tambahan sebagai operator kereta api ke pelabuhan Kuala Tanjung yang berada di Kabupaten Batubara.

Pelabuhan Kuala Tanjung yang merupakan calon pelabuhan terbesar di Provinsi Sumatera Utara yang akan menggantikan pelabuhan Belawan untuk pintu keluar masuk barang dan orang dari dan ke Provinsi Sumatera Utara. Sehingga membuka kesempatan kepada seluruh stake holder yang akan bersaing untuk memanfaatkan pelabuhan Kuala Tanjung.

PT Kereta Api Indonesia (Persero) dalam hal ini dibawah kementerian perhubungan Direktorat Jendral Perkereta apian Sumatera Bagian Utara sedang membangun prasarana yang menghubungkan jalur Kereta Api regular menuju Pelabuhan Kuala Tanjung dengan panjang 21,5 Km yang menghubungkan stasiun Bandar Tinggi dan Stasiun Pelabuhan Kuala Tanjung.

## **1.2 Rumusan Masalah**

Dengan latar belakang tersebut di atas, maka yang menjadi permasalahan adalah sebagai berikut:

1. Waktu yang dibutuhkan dalam setiap perjalanan dari stasiun Bandar Tinggi ke stasiun pelabuhan Kuala Tanjung ?
2. Passing Tonage (beban tahunan Jalan Kereta Api) menuju Stasiun pelabuhan Kuala Tanjung ?
3. Jenis angkutan yang melintas pada jalur Bandar Tinggi ke pelabuhan Kuala Tanjung ?



### **1.3 Ruang Lingkup**

Agar pembahasan dan penyusunan Tugas Akhir terarah dan tidak menyimpang dari pokok permasalahan adapun Ruang lingkup dalam studi ini adalah:

1. Lokasi analisa yang dipilih dalam penelitian ini adalah jalan rel lintas Bandar Tinggi – Kuala Tanjung.
2. Masyarakat pengguna angkutan Kereta Api Bandar Tinggi – Kuala Tanjung.
3. Mekanisme pembahasan dilakukan berdasarkan perencanaan Angkutan Kereta Api Bandar Tinggi – Kuala Tanjung.
4. Karakteristik sosial dan budaya masyarakat Sumatera Utara.
5. Dalam Analisa ini membahas mengenai waktu tempuh dan biaya yang dibutuhkan dalam operasional Kereta Api Bandar Tinggi – Kuala Tanjung.

### **1.4 Tujuan Penelitian**

Berdasarkan perumusan masalah di atas, maka tujuan penelitian ini adalah:

1. Untuk mengetahui berapa lama waktu yang dibutuhkan dalam setiap perjalanan dari Stasiun Bandar Tinggi menuju Stasiun Pelabuhan Kuala Tanjung.
2. Untuk mengetahui tonase angkutan yang sesuai dengan beban jalan Kereta Api.
3. Untuk mengetahui jenis angkutan yang melintas pada jalur Bandar Tinggi ke Kuala Tanjung.

### **1.5 Manfaat Penelitian**

Hasil analisa ini diharapkan dapat menjadi bahan referensi mengenai pengoperasian Kereta Api dari stasiun Bandar Tinggi menuju Stasiun Kuala Tanjung, memberikan wacana dalam aplikasi ilmu pengetahuan khususnya ilmu bidang transportasi dalam mekanisme sistem perencanaan pengoperasian Kereta Api Bandar Tinggi ke Pelabuhan Kuala Tanjung, serta memberikan bahan pertimbangan pada pihak terkait khususnya PT. Kereta Api Indonesia (Persero) dan Direktorat Jendral Perkeretaapian serta masyarakat khususnya yang terkait

dengan aktifitas ekonomi disekitar Pelabuhan Kuala Tanjung, mengenai kesesuaian waktu tempuh, jadwal dan biaya operasional Kereta Api Bandar Tinggi menuju Pelabuhan Kuala Tanjung.

## **1.6 Sistematika Penulisan**

Sistematika penulisan disusun agar pembahasan lebih terarah dan tetap menjurus pada pokok permasalahan dan kerangka isi. Dalam tugas akhir ini sistematika penulisan disusun dalam 5 (Lima) bab yang secara berurutan menerangkan hal-hal sebagai berikut:

### **BAB. 1: Pendahuluan**

Dalam bab ini dibahas latar belakang, rumusan masalah, ruang lingkup, tujuan penelitian, manfaat penelitian, sistematika penulisan.

### **BAB. 2: Studi Pustaka**

Merupakan bab yang menguraikan uraian dari beberapa teori yang diambil dari berbagai literatur yang relevan dari berbagai sumber bacaan yang mendukung analisa permasalahan yang berkaitan dengan tugas akhir ini.

### **BAB. 3: Metodologi Penelitian**

Merupakan bab yang membahas tentang pendeskripsian dan langkah-langkah kerja serta tata cara yang akan dilakukan untuk mengetahui waktu tempuh perjalanan, beban tahunan jalan dan jenis angkutan yang melintas pada jalur Bandar Tinggi – Kuala Tanjung.

### **BAB. 4: Hasil dan Pembahasan**

Merupakan bab yang membahas tentang hasil-hasil yang diperoleh dari pengumpulan data-data yang diperlukan, selanjutnya data-data yang didapat mengenai waktu tempuh, daya angkut lintas dan jenis angkutan yang melintas pada jalur Bandar Tinggi-Kuala Tanjung diolah dengan menggunakan metode analisa yang digunakan.

## BAB. 5: Kesimpulan dan Saran

Dalam bab ini mengenai kesimpulan mengenai hasil penelitian dan analisis. Sebagai pelengkap laporan disertakan juga beberapa data hasil analisis sebagai lampiran.

## **BAB 2**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **2.1. Kereta Api**

Menurut Peraturan Menteri Nomor 47 Tahun 2014, kereta api adalah sarana perkeretaapian dengan tenaga gerak, baik berjalan sendiri maupun dirangkaikan dengan sarana perkeretaapian lainnya, yang akan ataupun sedang bergerak di jalan rel yang terkait dengan perjalanan kereta api. Sedangkan perkeretaapian adalah satu kesatuan sistem yang terdiri atas prasarana, sarana, dan sumber daya manusia, serta norma, kriteria, persyaratan, dan prosedur untuk penyelenggaraan transportasi kereta api.

KA (kereta api) merupakan salah satu alat transportasi yang dapat mengangkut penumpang dalam jumlah besar (masal), memiliki kenyamanan keselamatan perjalanan yang lebih baik dan lebih sedikit halangannya dibandingkan dengan transportasi lain. Dalam upaya meningkatkan layanan jasa angkutan jalan rel pemerintah menempuh kebijakan sebagai berikut:

- a. Mengarahkan pengembangan perkeretaapian sebagai angkutan masal dan jarak jauh untuk mengurangi kemacetan dan kerusakan jalan antara lain dengan kereta api berteknologi tinggi.
- b. Mengembangkan kapasitas jaringan kereta api secara bertahap menuju rel ganda dan mengaktifkan fungsi lintas yang potensial.
- c. Meningkatkan kemudahan dan kenyamanan dalam pelayanan bagi penumpang, penjual karcis dan penambahan fasilitas umum pada kereta api dan Stasiun.
- d. Meningkatkan efisiensi dan perbaikan pelayanan angkutan penumpang antar kota.

## 2.2. Jenis Kereta Api

Menurut perkembangannya kereta api terus mengalami peningkatan dan bahkan dari jenis - jenis kereta api semakin banyak perubahan. Adapun beberapa jenis kereta api yang digunakan saat ini dapat dibedakan dari beberapa jenis yaitu:

- a) Dari segi propulsi (tenaga penggerak) kereta api terbagi menjadi :
  - Kereta api uap yaitu kereta api dengan penggerak lokomotif uap. Kereta api ini merupakan kereta api pertama yang dioperasikan di Indonesia, seiring perkembangan jama dan kemajuan teknologi kereta api jenis ini sudah tidak dipergunakan lagi. Saat ini kereta api ini hanya bisa dijumpai untuk kereta api wisata heritage yang berada di stasiun ambara, stasiun solo dan stasiun bukit tinggi.
  - Kereta api diesel yaitu kereta api dengan penggerak lokomotif diesel. Untuk kereta api diesel juga terbagi lagi menjadi dua yaitu kereta api dengan rangkaian yang dapat terpisah dan kereta api train set dimana lokomotif dan rangkaiannya menjadi satu kesatuan kereta api.
  - Kereta api listrik yaitu kereta api dengan penggerak tenaga listrik. Kereta api ini biasa disebut juga dengan kereta api rel listrik (KRL), di Indonesia kereta api ini hanya bisa dijumpai di kawasan jabodetabek yang saat ini dioperasikan oleh anak perusahaan PT. Kereta APi Indonesia (persero) yaitu PT. Kereta Kommuter Indonesia.
  - Kereta api magnetic levitation yaitu kereta api magnet yang saat ini masih dikembangkan di Negara China, dimana kereta api ini memiliki kecepatan yang sangat tinggi.
- b) Dari segi rel kereta api terbagi menjadi:
  - Kereta api rel konvensional yaitu kereta api yang biasa kita jumpai. Menggunakan rel yang terdiri dari dua batang baja yang diletakkan di bantalan kayu jati yang keras. Di daerah tertentu yang memiliki tingkat ketinggian curam, digunakan rel bergerigi yang diletakkan di tengah tengah rel tersebut serta menggunakan lokomotif khusus yang memiliki roda gigi, dan hanya ada di pulau Pulau Sumatera dan Jawa.

- Kereta api monorel yaitu kereta api yang jalurnya tidak seperti jalur kereta yang biasa dijumpai. Rel kereta ini hanya terdiri dari satu batang besi. Letak kereta api didesain menggantung pada rel atau di atas rel.
- c) Dari segi keberadaan lintasan kereta api terbagi menjadi:
- Kereta api permukaan (surface) yaitu Kereta api berjalan di atas permukaan tanah. Biaya pembangunan untuk kereta permukaan adalah yang termurah dibandingkan yang di bawah tanah atau yang layang.
  - Kereta api layang (elevated) yaitu Kereta api layang berjalan di atas dengan bantuan tiang-tiang, hal ini untuk menghindari persilangan sebidang, agar tidak memerlukan pintu perlintasan kereta api. Biaya yang dikeluarkan sekitar 3 kali dari kereta permukaan dengan jarak yang sama. Di Jakarta ada satu lintasan dari Manggarai ke Kota lewat stasiun Gambir.
  - Kereta api bawah tanah yaitu kereta api yang berjalan di bawah permukaan tanah. Disebut pula Subway, Underground, Metro dan MRT. Kereta jenis ini dibangun dengan membangun terowongan-terowongan di bawah tanah sebagai jalur kereta api. Biasanya digunakan pada kota-kota besar (metropolitan) seperti New York, Tokyo, Paris, Seoul, Moskwa, dan Jakarta (dalam tahap pembangunan). Selain itu ia juga digunakan dalam skala lebih kecil pada daerah pertambangan. Biaya yang dikeluarkan sangat mahal, karena untuk menembus 20 meter di bawah permukaan perlu biaya 7 kali lipat daripada kereta permukaan. Di Jepang pembangunan lintas subway telah dimulai sejak tahun 1905. Di Jakarta sendiri pembangunan kereta bawah tanah (MRT) baru dimulai pada 2013 dan akan selesai 2018.
- d) Dari segi penggunaan/angkutan kereta api terbagi menjadi:
- Kereta api penumpang yaitu kereta api yang mengangkut penumpang dari satu stasiun ke stasiun tujuan. Kereta api penumpang dibagi menjadi 3 kelas yakni kelas eksekutif, kelas bisnis dan kelas ekonomi.
  - Kereta api barang yaitu kereta api yang mengangkut barang dari satu stasiun ke stasiun tujuan baik barang cair, padat dan lainnya tergantung dari bentuk gerbong pengangkut yang digunakan. Untuk kereta api barang sendiri banyak sekali jenis - jenisnya sesuai dengan permintaan pasar

terkait barang yang akan di angkut misalnya BBM, Peti Kemas, CPO, Minyak Goreng, Batu Bara, dan barang industri lainnya.

### **2.3. Angkutan Kereta Api**

Sarana angkutan kereta api merupakan salah satu bentuk jasa angkutan yang mempunyai peranan penting dalam melakukan hubungan antar daerah, mempercepat proses pemindahan manusia maupun barang dalam jumlah besar - dari tempat-tempat yang jaraknya relatif berjauhan. (Biro Riset LM-FEUI, 2014: 42-44).

Kereta api sebagai salah satu moda transportasi darat mampu memberikan sumbangan yang besar bagi perkembangan ekonomi dan masyarakat. Kereta apilah yang memulai angkutan barang dalam jumlah yang besar dengan biaya yang rendah sehingga dapat merangsang pertumbuhan industri, pertambangan, perdagangan, dan kegiatan lainnya di masyarakat. Banyak kota-kota tumbuh dan berkembang setelah adanya jaringan kereta api. (Purbasari, 2014: 12).

Beberapa keunggulan-keunggulan angkutan kereta api dibandingkan moda transportasi lainnya adalah sebagai berikut: (Biro Riset LM-FEUI, 2014: 22-23).

- a. Mampu mengangkut muatan dalam jumlah yang besar. Lokomotif sebagai tenaga penggerak mampu menarik serangkaian gerbong, yang setiap gerbongnya berkapasitas 15 ton. Jika dalam satu rangkaian terdapat 30 gerbong, maka volume berat barang yang diangkut mencapai kurang lebih 450 ton atau sama dengan 30 kendaraan truk.
- b. Mampu menempuh jarak yang jauh. Semakin bertambah jauh jarak yang ditempuh kereta api maka semakin efisien dan biayanya semakin rendah.
- c. Jadwal perjalanan dengan frekuensi tinggi dapat dilaksanakan.
- d. Jarang sekali terjadi kongesti karena semua fasilitas dimiliki oleh satu perusahaan dalam hal ini PT. Kereta Api Indonesia (KAI) sehingga penyediaan jasa lebih terjamin kelancarannya.
- e. Dapat memberikan tingkat pelayanan yang lebih baik daripada bus.

Perusahaan angkutan rel umumnya berbentuk monopoli yang dikuasai oleh pemerintah. Hal ini disebabkan oleh beberapa faktor. (Prakarsa, 2010: 27-30)

- a. Bersifat *public utility*, yaitu jasa angkutan ini dibutuhkan oleh masyarakat banyak dan merupakan angkutan massa.
- b. Bersifat strategis karena mengangkut barang-barang kebutuhan pokok masyarakat, seperti beras, pupuk, semen, minyak dan sebagainya.
- c. Membutuhkan modal/investasi yang sangat besar karena seluruh peralatan basis (rel, bantalan, jembatan, sinyal, dan lain-lain) dan seluruh peralatan operasi (lokomotif, gerbong, dan peralatan penunjang) dimiliki, dipelihara, dan dioperasikan sendiri oleh perusahaan .

Semakin meningkatnya pendapatan masyarakat dan tersedianya berbagai jenis moda transportasi, diperlukan peningkatan kualitas pelayanan yang meliputi: keselamatan, keandalan, ketepatan waktu, kemudahan pelayanan, kenyamanan, kecepatan, energi, dan produktivitas. (Santosa, 2010: 1-2)

- a. Keselamatan Perjalanan

Semakin diperkecilnya gangguan bagi penumpang dan barang yang dimulai sejak awal perjalanan sampai dengan tibanya sampai di tempat tujuan. Dalam istilah perkereta api disebut PLH (Peristiwa Luar biasa Hebat), yaitu suatu gangguan perjalanan yang mungkin disebabkan oleh anjloknya kereta api (*derailment*), kecelakaan pada pintu perlintasan sebidang (antara kereta api dengan kendaraan jalan kereta api), tabrakan antar kereta api, ataupun kecelakaan yang disebabkan hal-hal lain. (Munawar, 2007: 3-4)

- b. Keandalan (*reliability*)

Keandalan banyak didasari atas sistem pemeliharaan dan tingkat teknologi dalam hal ini kemampuan personel kereta api untuk menanganinya. (Kuswati, 2010: 24-27)

- c. Ketepatan Waktu

Persyaratan masyarakat pengguna jasa yang memungkinkan mereka mampu merencanakan kegiatan yang berkaitan dengan kegiatan yang berada pada lokasi tujuan. Pengaturan yang terencana sangat dibutuhkan masyarakat. Hal ini dimulai dengan sadar waktu (*time consciousness*), sebagai salah satu ciri masyarakat maju. (Kuswati, 2010: 45-48)



#### d. Kemudahan Pelayanan

Kemudahan pelayanan adalah sebagai suatu kepastian pelayanan yang memungkinkan untuk dapat dilayani, baik dari penumpang maupun barang. Bagi penumpang, kepastian dalam mendapatkan pelayanan ditingkat manapun yang dipilihnya ataupun dalam memperoleh karcis perjalanan sangat didambakan, juga kemudahan dalam mendapatkan ruang kendaraan angkut untuk mengirimkan - suatu barang, sebagai pencerminan memperoleh kemudahan pelayanan. (Budi Utomo dkk, 2015: 2-4)

#### e. Kenyamanan

Perubahan tingkat kualitas hidup masyarakat Indonesia, menuntut pula suatu pelayanan yang lebih baik daripada keadaan yang sekarang. Tingkat kebersihan, kebisingan, geronjalan, goyangan (vertikal maupun horizontal), adalah beberapa persyaratan umum yang perlu diperhatikan. Beberapa elemen yang mendukung kenyamanan adalah sebagai berikut: (Kuswati, 2010: 22-23)

- 1) kapasitas penumpang kereta api,
- 2) akomodasi dan ergonomi tempat duduk,
- 3) temperatur dan eliminasi,
- 4) kenyamanan perjalanan (*riding comfort, train vibration*),
- 5) penampilan (*appearance*), dan
- 6) kebersihan (terhadap kotoran, debu, sampah, dan sebagainya).

#### f. Kecepatan

Seiring dengan perubahan tata nilai dan mobilitas masyarakat, tingkat kecepatan perkeretaapian untuk kurun waktu 15 tahun mendatang harus dapat dicapai 150 km per jam. Hal ini sesuai dengan tingkat pendapatan masyarakat saat itu dan disesuaikan dengan kekuatan ekonominya. Jenis angkutan untuk meningkatkan kecepatan sangat terkait dengan biaya energi, keselamatan perjalanan, biaya perawatan, dan pendapatan masyarakatnya. Perubahan nilai kebutuhan masyarakat tersebut didasari atas prakiraan pertumbuhan ekonomi sosial, yang dalam jangka panjang mampu mengubah struktur ekonomi masyarakat.

#### g. Energi

Energi merupakan suatu sarana untuk mengembangkan kesejahteraan dan kemajuan bagi kemanusiaan. Perkembangan teknologi telah membuktikan bahwa tidak ada suatu kemajuan tanpa melibatkan energi sebagai sarana penggerak setiap aktivitas usaha. Jadi penggunaan energi harus seefisien mungkin.

#### h. Peningkatan Produktivitas

Peningkatan produktivitas merupakan upaya dalam memperbaiki efisiensi dan efektivitas usaha. Sejalan dengan pencanangan efisiensi maka harus mampu menyumbang pangsa yang dipikunya. (Budi Utomo dkk, 2015: 12)

Beberapa aspek penting yang dapat mempengaruhi tingkat pelayanan yaitu: (Kuswati, 2010: 17-18)

- 1) waktu perjalanan atau kecepatan,
- 2) keterandalan (*reliability*),
- 3) kenyamanan (*comfort*),
- 4) keamanan,
- 5) biaya.

Dibandingkan dengan angkutan jalan kereta api, keunggulan lain dari angkutan kereta api adalah keteraturan dalam pelayanan operasinya, artinya kereta api dapat menyelenggarakan rencana-rencana perjalanan segera teratur dan dapat diandalkan, mempunyai jalur atau jaringan sendiri, tidak mengalami antrian, tundaan, dan kemacetan di jalan seperti halnya angkutan jalan kereta api pada umumnya.

Adapun kerugian-kerugian angkutan kereta api yaitu angkutan kereta api tidak dapat dipakai sefleksibel angkutan darat lainnya karena kegiatan terbatas pada jaringan rel yang ada dan pelayanannya terikat oleh jadwal yang ketat.

Salah satu tolak ukur pertimbangan pembangunan dan peningkatan sarana dan prasarana kereta api adalah harus mempertimbangkan kondisi dan kepentingan ekonomi berkaitan dengan kegiatan masyarakat yang menggunakan jasa kereta api maupun kegiatan perekonomian lainnya mengingat pengadaannya memerlukan biaya yang cukup besar.

## 2.4. Sifat dan Karakteristik Angkutan Kereta Api

Kereta api dapat dibedakan menurut sifatnya masing-masing, berikut ini adalah jenis-jenis kereta api yang dibedakan dari sifatnya antara lain:

- a. Kereta api biasa, adalah kereta api yang perjalanannya tertulis di dalam grafik perjalanan kereta api, tertulis dalam daftar waktu dan berjalan setiap hari yang ditentukan dalam grafik dan dalam daftar waktu.
- b. Kereta api fakultatif, adalah kereta api yang perjalanannya tidak tertulis di dalam grafik perjalanan kereta api dan tertulis dalam daftar waktu tetapi hanya dijalankan apabila dibutuhkan.
- c. Kereta api luar biasa, adalah kereta api yang perjalanannya tidak tertulis di dalam grafik perjalanan kereta api dan tidak tertulis di dalam daftar waktu tetapi ditetapkan menurut keperluan.

Moda angkutan kereta api memiliki keunggulan dan kelemahan dalam melakukan fungsinya sebagai salah satu moda angkutan untuk barang dan atau orang. Adapun keuntungan angkutan kereta api dapat dijelaskan, antara lain:

- a. Moda angkutan jalan rel adalah tipe moda angkutan yang memungkinkan jangkauan pelayanan orang /barang dalam jarak pendek, sedang dan jauh dengan kapasitas yang besar (angkutan masal).
- b. Energi yang digunakan relatif kecil, bahkan dengan dikembangkan tenaga penggerak baterai dari sumber listrik yang memungkinkan penggunaan hemat energi.
- c. Keandalan waktu yang cukup tinggi sehingga kecepatan lebih relatif konstan dan keselamatan perjalanan akan lebih baik dibandingkan moda lain, karena mempunyai jalur (*track*) dan fasilitas terminal tersendiri.
- d. Biaya total variabel (biaya operasional) perhitungan perhari cukup tinggi, namun biaya variabel dalam per ton tiap km sangat rendah (karena kapasitas angkut cukup besar) dibandingkan dari perkembangan moda.

Di dalam keuntungan, kereta api juga memiliki kerugian antara lain:

- a. Memerlukan fasilitas dan infrastruktur khusus yang tidak bisa digunakan oleh moda angkutan lain, sebagai konsekuensinya perlu penyediaan alat angkut yang khusus (gerbong dan lokomotif).

- b. Investasi yang dikeluarkan cukup tinggi karena kereta api memerlukan perlakuan khusus dalam proses perawatan.
- c. Pelayanan jasa orang/barang hanya terbatas pada jalurnya (tidak *door to door*).
- d. Bila ada hambatan (kecelakaan) pada jalur tersebut, maka tidak dapat segera dialihkan ke jalur lainnya.

## **2.5. Penumpang**

Menurut Damardjati (1995) pengertian penumpang adalah Setiap orang yang diangkut ataupun yang harus diangkut di dalam Kereta Api ataupun alat - pengangkutan lainnya, atas dasar persetujuan dari perusahaan ataupun badan yang menyelenggarakan angkutan tersebut. Menurut Yoeti (1999) pengertian penumpang adalah pembeli produk dan jasa pada suatu perusahaan adalah pelanggan perusahaan barang dan jasa mereka dapat berupa seseorang (individu) dan dapat pula sebagai suatu perusahaan. Penumpang bisa dikelompokkan dalam dua kelompok:

1. Penumpang yang naik suatu mobil tanpa membayar, apakah dikemudikan oleh pengemudi atau anggota keluarga.
2. Penumpang umum adalah penumpang yang ikut dalam perjalanan dalam suatu wahana dengan membayar, wahana bisa berupa taxi, bus, kereta api, kapal ataupun pesawat terbang.

Pengertian penumpang dapat disimpulkan yang dimaksud dengan penumpang dapat diartikan seseorang (individu) dan satu perusahaan (kelompok) yang menggunakan jasa angkutan untuk suatu perjalanan tertentu dengan mengeluarkan sejumlah uang sebagai imbalan bagi pengangkut dengan kata lain dapat didefinisikan orang telah membeli tiket, berarti orang yang melakukan perjalanan dengan menggunakan alat transportasi yang disediakan oleh pihak pengangkutan atau perusahaan niaga dan terikat kontrak dan persetujuan dengan pengangkut tertera di dalam tiket dengan pengangkut selama perjalanan.

Pemeliharaan jalan rel merupakan kegiatan pengawasan, pemeriksaan dan perbaikan yang dilakukan oleh PT Kereta Api Indonesia untuk mempertahankan, memulihkan dan meningkatkan kualitas pelayanan struktur jalan rel agar tetap dapat beroperasi.

Pemeliharaan yang dilakukan oleh PT Kereta Api terbagi atas dua kategori utama, yaitu pemeliharaan berkala dan perbaikan untuk mengembalikan fungsi. Pemeliharaan berkala adalah tindakan pencegahan (*Preventif*) yang terdiri dari pemeliharaan harian, bulanan dan tahunan. Pemeliharaan untuk mengembalikan fungsi dilakukan apabila komponen pada lintas jalan rel dianggap tidak lagi memenuhi atau dapat mengganggu operasional kereta api sehingga diperlukan penggantian ataupun penambahan komponen guna penyesuaian kebutuhan lintas operasi (Peraturan Menteri Perhubungan No.32 Tahun 2011).

## **2.6. Sarana dan Prasarana Kereta Api**

Sarana angkutan kereta api konvensional merupakan rangkaian yang terdiri dari lokomotif dan sejumlah rangkaian gerbong atau kereta untuk mengangkut orang dan atau barang. Kereta api adalah sarana perkeretaapian dengan tenaga gerak baik berjalan sendiri maupun dirangkaikan dengan sarana perkeretaapian lainnya, yang akan ataupun sedang bergerak di jalan rel yang terkait dengan perjalanan kereta api. Adapun yang dimaksudkan dengan sarana kereta api adalah sebagai berikut:

### **2.6.1. Lokomotif (*locomotive*)**

Lokomotif merupakan sumber penggerak utama yang terdiri dari lok tenaga uap, diesel dan elektrik. Perkembangan teknologi selanjutnya tidak hanya dipusatkan pada satu jenis lokomotif saja melainkan dibagi pada beberapa jenis kereta seperti Kereta Rel Diesel (KRD) dan Kereta Rel Listrik (KRL). Jenis lokomotif di Indonesia dibedakan sesuai dengan penggunaan jumlah gandarnya. Jenis lokomotif dibedakan berdasarkan:

#### **1. Lokomotif BB**

Lokomotif ini berarti beban bertumpu oleh dua *bogie* yang masing-masing *bogie* terdiri dari dua gandar. Satu gandar disini terdiri dari dua roda yang saling tersambung, dan berat lokomotif jenis BB hanya memiliki berat 81 ton dan bergandar A1A serta hanya memiliki 4 traksi saja. Lokomotif tipe BB 301 25 dapat dilihat pada Gambar 2.1.



## 2. Lokomotif CC

Lokomotif ini memiliki dua *bogie* yang terdiri dari masing-masing tiga gandar. Setiap gandar terdiri dari dua roda. Perhitungan distribusi gaya berat lokomotif CC menjadi beban gandar seperti halnya perhitungan pada lokomotif BB. Lokomotif tipe CC 201 56 dapat dilihat pada Gambar 2.2 dan lokomotif tipe CC 201 83 70 dapat dilihat pada Gambar 2.2.



Gambar 2.2: Lokomotif tipe CC 201 56 (Peraturan Menteri Perhubungan Republik Indonesia nomor: KM 31 tahun 2011).



Gambar 2.3: Lokomotif tipe CC 201 83 70 (Peraturan Menteri Perhubungan Republik Indonesia nomor: KM 31 tahun 2011).

### 2.6.2. Kereta (*Car/Coach*) dan Gerbong (*Wagon*)

Pengertian dari kereta sendiri adalah kendaraan yang sebagian atau seluruhnya dipergunakan untuk mengangkut penumpang, bagasi, dan kiriman pos. Gerbong adalah kendaraan yang khusus dipergunakan untuk mengangkut barang dan atau binatang. Terdapat tiga gerbong yang banyak dipakai yaitu gerbong tertutup, tangki dan datar.

Terdapat berbagai tipe kereta dan gerbong yang pemakaiannya tergantung pada jumlah dan jenis orang/barang yang diangkut. Bagian terpenting dari kereta adalah badan kereta/gerbong, kerangka dasar dan *bogie*. Adapun kegunaan dari Kereta (*Car/Coach*) yaitu fasilitas sarana Kereta Api yang digunakan untuk mengangkut penumpang yang memiliki bangku-bangku penumpang dan dilengkapi dengan Toilet sedangkan Gerbong (*wagon*) hanya digunakan untuk mengangkut barang dan memiliki berbagai bentuk menurut jenis barang yang akan diangkut seperti jenis barang cair dan padat. Kereta (*Car/Coach*) dapat dilihat pada gambar 2.4 dan Gerbong (*Wagon*) untuk barang padat dapat dilihat pada gambar 2.5.



Gambar 2.4: Kereta Penumpang Kelas Ekonomi Premium (Peraturan Menteri Perhubungan Republik Indonesia nomor: KM 31 tahun 2011).



Gambar 2.5: Gerbong Barang (Peraturan Menteri Perhubungan Republik Indonesia nomor: KM 31 tahun 2011).

*Bogie* merupakan bagian kereta atau gerbong yang menghubungkan kerangka/badan kereta/gerbong dengan jalan rel. *Bogie* berfungsi sebagai pengaman perjalanan sekaligus memberikan kenyamanan kepada penumpang dan peredam energi diantara badan kereta/gerbong dengan rel. Biasanya *Bogie* memiliki dua gandar yang masing-masing gandar memiliki dua roda, biasanya dalam satu Kereta/Gerbong terdapat dua *Bogie* dapat dilihat pada gambar 2.6.





Gambar 2.6: Bogie TB-398 yang termasuk tipe K-5(Peraturan Menteri Perhubungan Republik Indonesia nomor: KM 31 tahun 2011)..

### 2.6.3. Prasarana Kereta Api

Fasilitas penunjang kereta api adalah segala sesuatu yang melengkapi penyelenggaraan angkutan kereta api yang dapat memberikan kemudahan serta kenyamanan bagi pengguna jasa angkutan kereta api. Prasarana perkeretaapian adalah jalur kereta api, stasiun kereta api, dan fasilitas operasi kereta api agar kereta api dapat dioperasikan. Sedangkan untuk mendukung pengoperasian sarana kereta api diperlukan prasarana kereta api yang meliputi:

#### 1. Jalan Kereta Api (Jalan Rel)

Jalan kereta api, yaitu jalur yang terdiri atas rangkaian petak jalan rel dimana jalan rel adalah satu kesatuan konstruksi yang terbuat dari baja, beton, atau konstruksi lain yang terletak di permukaan, di bawah, dan di atas tanah atau bergantung beserta perangkatnya. Fungsinya untuk mengarahkan jalannya kereta api, yang meliputi ruang manfaat jalur kereta api, ruang milik jalur kereta api, dan ruang pengawasan jalur kereta api, termasuk bagian atas dan bawahnya yang diperuntukkan bagi lalu lintas kereta api seperti jembatan, bangunan hikmat untuk drainase, *underpass* dan *fly over* dan terowongan. Jalan rel terdiri dari beberapa jenis diantaranya jalur tunggal atau jalur ganda bahkan

di Daop 1 Jakarta sudah mulai dibangun jalur Double-Double Track. Jalan Rel Kereta Api dapat dilihat pada gambar 2.7.



Gambar 2.7: Jalan Rel Kereta Api (Peraturan Menteri Perhubungan Republik Indonesia nomor: KM 31 tahun 2011)..

## 2. Stasiun

Stasiun adalah tempat kereta api berangkat atau berhenti untuk melayani naik dan turunnya penumpang dan bongkar muat barang. Selain itu, stasiun juga berfungsi sebagai tempat pengendali dan pengatur lalu lintas kereta api. Stasiun yang besar sering pula menjadi tempat perawatan kereta dan lokomotif. Stasiun dapat dilihat pada gambar 2.8.



Gambar 2.8: Stasiun Kereta Api (Peraturan Menteri Perhubungan Republik Indonesia nomor: KM 31 tahun 2011).

### 3. Emplasemen

Emplasemen yaitu kumpulan jalan rel di area stasiun dengan batas-batas tertentu dan dilengkapi dengan alat pengaman. Pada lintas antara Tanjung Karang sampai dengan Kertapati terdapat 48 stasiun dengan panjang empalsemen yang terbagi atas 3 kategori yang dapat dijelaskan sebagai berikut:

- a. Emplasemen super panjang  $> 1200$  m,
- b. Emplasemen panjang dengan panjang 700-1200 m,
- c. Emplasemen pendek dengan panjang  $< 700$  m.

Emplasemen dapat dilihat pada gambar 2.9.



Gambar 2.9: Emplasemen Stasiun Kereta Api (Peraturan Menteri Perhubungan Republik Indonesia nomor: KM 31 tahun 2011).

### 4. Wesel

Wesel merupakan penghubung antara dua jalan rel dan berfungsi untuk mengalihkan/mengantarkan kereta api dari suatu sepur ke sepur yang lain. Panjang wesel sebaiknya merupakan kelipatan dari panjang rel, sehingga akan memudahkan wesel kedalam sepur yang telah ada tanpa harus melakukan pemotongan rel pada sepur yang telah ada. Untuk memindahkan rel, digunakan wesel yang digerakkan secara manual ataupun dengan menggunakan motor listrik. Pada kereta api kecepatan tinggi dibutuhkan transisi yang lebih panjang sehingga dibutuhkan pisau yang lebih panjang dari pada lintasan untuk kereta

api kecepatan rendah. Adapun jenis tangen sudut wesel dapat dilihat pada table 2.1 dan gambar 2.10.

Tabel 2.1: Tangen Sudut Simpang Arah, Nomor Wesel dan Kecepatan Ijin (Peraturan Dinas Perkeretaapian No.1986)

tg. A	1 : 8	1 : 10	1 : 12	1 : 14	1 : 16	1 : 18
Nomor Wesel	W8	W10	W12	W14	W16	W18
Kecepatan Ijin (km/jam)	25	35	45	50	60	70



Gambar 2.10: Wesel (Peraturan Menteri Perhubungan Republik Indonesia nomor: KM 31 tahun 2011).

## 5. Persilangan

Apabila dua jalan rel dari dua arah yang terletak pada satu bidang saling berpotongan, di tempat perpotongan tersebut harus dibuat suatu konstruksi yang memungkinkan roda dapat lewat. Konstruksi tersebut disebut dengan persilangan. Berdasarkan sudut perpotongannya, terdapat dua jenis persilangan, yaitu:

- a. Persilangan siku-siku, yaitu apabila sudut perpotongannya  $90^\circ$ .
- b. Persilangan miring, yaitu apabila sudut perpotongannya  $< 90^\circ$ .

Persilangan miring dibagi menjadi dua, yaitu:

- a. Persilangan tajam, yaitu apabila sudut perpotongannya  $< 40^\circ$ .
- b. Persilangan tumpul, yaitu apabila sudut perpotongannya  $> 40^\circ$ .

Persilangan dapat dilihat pada gambar 2.11.



Gambar 2.11: Persilangan Kereta Api (Peraturan Menteri Perhubungan Republik Indonesia nomor: KM 31 tahun 2011).

## 6. Sistem Persinyalan

Persinyalan adalah seperangkat fasilitas seperti jaringan instalasi sinyal baik manual, mekanik maupun elektrik, rumah sinyal, tiang sinyal, kawat sinyal, saluran kawat sinyal dan tanda-tanda dan semboyan persinyalan. Yang digunakan untuk memberikan isyarat berupa bentuk, warna, dan cahaya yang memberikan isyarat untuk mengatur dan mengontrol pengoperasian kereta api. Sistem persinyalan saat ini masih menggunakan sistem blok mekanik dan untuk mendukung keamanan perjalanan kereta api, semua stasiun dengan emplasemen super panjang diupayakan menggunakan sinyal muka cahaya. Sistem persinyalan dapat dilihat pada gambar 2.12.



Gambar 2.12: Sinyal Keluar Stasiun Jenis Sinyal Lengan Aspek Warna (Peraturan Dinas No.3 Perkertaapian Tahun 2010)

## 7. Telekomunikasi

Telekomunikasi adalah seperangkat fasilitas seperti jaringan dan instalasi pesawat telepon TOKA-PABX, dan tower radio yang digunakan untuk menyampaikan informasi dan komunikasi guna membantu keamanan, keselamatan dan kelancaran pengoperasian kereta api.

8. Listrik aliran atas, jaringan, dan tiang-tiangnya.
9. Perlintasan, seperti jalan, pintu, gardu, dan panel sel tenaga surya.

### 2.7. Frekuensi Perjalanan

Frekuensi perjalanan adalah jumlah perjalanan sebenarnya yang telah melewati jalur tertentu. Banyaknya frekuensi yang terjadi dalam satu jalur dapat kita lihat pada Grafik Perjalanan Kereta Api (GAPEKA). Frekuensi keberangkatan rangkaian kereta api bergantung pada tingkat kedatangan dari penumpang ataupun barang yang diangkut. Semakin tinggi tingkat kedatangan

maka frekuensi keberangkatan juga akan semakin tinggi. Frekuensi perjalanan kereta api dapat dibagi menjadi 3 yaitu:

1. Frekuensi rendah ialah maksimum 2 kereta api tiap jam.
2. Frekuensi sedang ialah maksimum 3–5 kereta api tiap jam.
3. Frekuensi tinggi ialah maksimum 6 atau lebih kereta api tiap jam.

## **2.8. Headway dan Keselamatan Perjalanan Kereta Api**

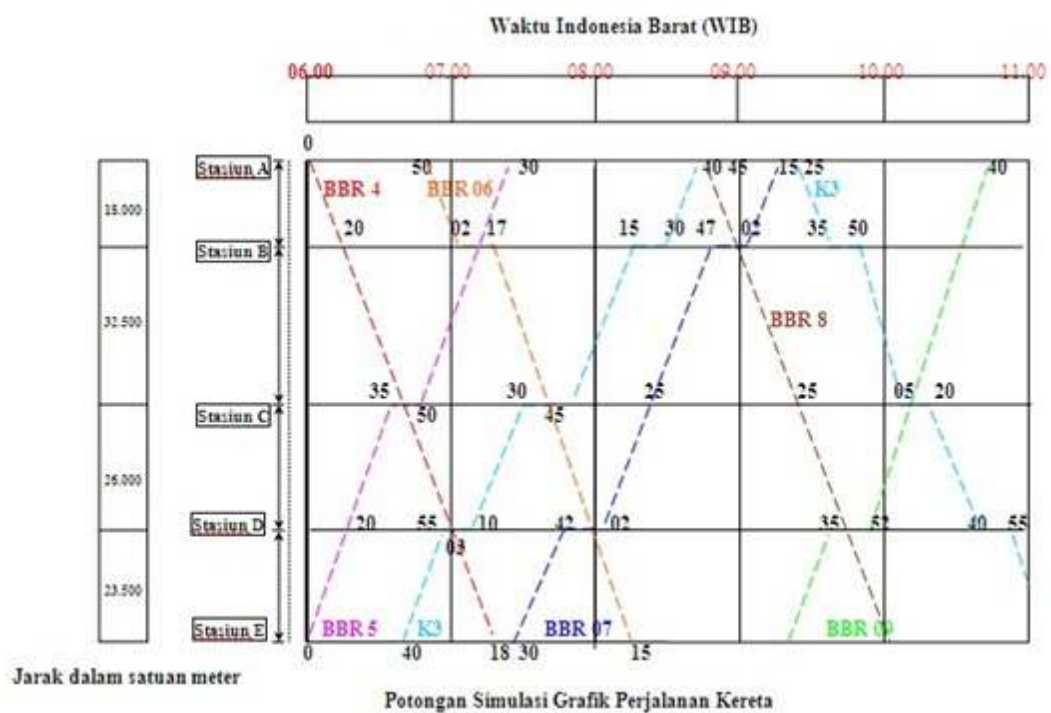
Keselamatan merupakan faktor utama dalam perjalanan kereta api. Prinsip keselamatan perjalanan kereta api adalah dengan membagi suatu ruas jalan rel menjadi beberapa blok yang dibatasi oleh sinyal. Tiap blok hanya boleh ditempati oleh satu kereta pada suatu selang waktu tertentu. Sebelum kereta api memasuki suatu blok sinyal, lampu maupun *semaphore* menunjukkan keadaan blok yang dimasuki. Satuan *headway* adalah menit per kereta api (menit/KA). *Headway* minimum dalam suatu jarak dalam suatu petak jalan/blok dapat dihitung dengan cara simulasi pada diagram waktu-ruang atau grafik berdasarkan data sarana dan prasarana di lapangan.

## **2.9. Grafik Perjalanan Kereta Api (GAPEKA)**

Gapeka merupakan daftar perjalanan kereta api dalam bentuk grafis. Jadwal antara satu dengan jadwal kereta lainnya tidak dapat berdiri sendiri karena sangat erat kaitannya dengan jadwal perjalanan lainnya, terutama pada sepertunggal dimana kereta yang satu hampir pasti harus berpotongan dengan jadwal kereta lainnya.

Pada jaringan sepur ganda juga terdapat kaitan antara perjalanan kereta dengan kereta lainnya, karena yang berjalan lebih lambat akan disusul oleh kereta yang lebih cepat di stasiun. Sehingga cara terbaik dalam merencanakan perjalanan kereta api adalah dengan menggambarkan garis perjalanan kereta pada sebuah grafik dua dimensi, dengan demikian dapat diketahui tempat persilangan antara perjalanan kereta.

Bentuk Gapeka adalah berupa suatu grafik 2 dimensi yang terdiri dari waktu sebagai sumbu X dan tempat pemberhentian sebagai sumbu Y. Dalam Gapeka, perjalanan dari suatu rangkaian kereta api dimodelkan sebagai garis linier dengan kemiringan tertentu dan bentuk tertentu untuk setiap perjalanan kereta api. Kemiringan ini dipengaruhi oleh kecepatan dari suatu perjalanan kereta api, semakin besar sudut kemiringan yang dibentuk menunjukkan bahwa kecepatan kereta api semakin tinggi. Contoh grafik perjalanan kereta api dapat dilihat pada Gambar 2.13.



Gambar 2.13: Grafik perjalanan kereta api (PT.KAI 2015).

## 2.10. Stam Formasi

Stam formasi kereta merupakan susunan rangkaian kereta api yang telah disusun untuk melayani jalur tertentu. Untuk hal-hal tertentu seperti adanya penumpang yang lebih banyak maka perlu adanya penambahan jumlah kereta dalam rangkaian. Tetapi juga rangkaian menjadi lebih pendek karena adanya kereta yang rusak. Penentuan stam formasi ini sangat penting untuk jadwal perjalanan kereta api.



## 2.11. Kecepatan

Dalam transportasi kereta dikenal ada empat kecepatan, yaitu seperti berikut :

1. Kecepatan rencana, yaitu kecepatan yang digunakan dalam merencanakan struktur jalan rel, dan perancangan geometri jalan rel.

- a. Untuk perencanaan struktur jalan rel  $V \text{ rencana} = 1,25 \times V \text{ maks}$

- b. Untuk perencanaan peninggian

$$V \text{ rencana} = c \times \sum N_i \cdot V_i \quad (2.1)$$

dimana :

$$c = 1,25$$

$N_i$  = jumlah kereta api yang lewat

$V_i$  = kecepatan operasi

- c. Untuk perencanaan jari-jari lengkung lingkaran dan lengkung peralihan

$$V \text{ rencana} = V \text{ maks}$$

2. Kecepatan maksimum, yaitu kecepatan tertinggi yang diijinkan dalam suatu operasi rangkaian kereta api pada suatu lintasan tertentu. Kecepatan maksimum ini dapat digunakan untuk mengejar keterlambatan yang terjadi karena gangguan-gangguan di perjalanan.

Tabel 2.2: Kecepatan Maksimum yang Diijinkan di Indonesia (Perencanaan - Konstruksi Jalan rel, 1986)

Kelas Jalan	Kecepatan (km/jam)
I	120
II	110
III	100
IV	90
V	80

3. Kecepatan operasi adalah kecepatan rerata kereta api pada petak jalan tertentu. Kecepatan operasi ini bergantung pada kondisi jalan rel dan kereta/kendaraan rel yang beroperasi diatas jalan rel yang dimaksud.

4. Kecepatan komersil, merupakan kecepatan rata-rata kereta api sebagai hasil pembagian jarak tempuh dengan waktu tempuh yang mana untuk menghitung waktu tempuh dapat dilakukan dengan metode Train Plan dimana jarak dibagi dengan kecepatan dan ditambah waktu unset 1 (satu) menit dan 1 (satu) menit jika Kereta Api Berhenti distasiun antara.

## 2.12. Kapasitas Lintas

Kapasitas jalu rel (lintas) adalah kemampuan suatu lintas jalan kereta api untuk menampung operasi perjalanan kereta api dalam periode atau kurun waktu 1440 menit (24 jam) di lintas yang bersangkutan. Satuan yang dipergunakan untuk kapasitas lintas adalah jumlah kereta api per satuan waktu (umunya 24 jam).

Kapasitass lintas adalah banyaknya atau jumlah kereta api yang dapat lewat atau di jalankan dengan tertib dan aman pada suatu lintas atau petak jalan tertentu dan dalam waktu tertentu.

Kapasitas lintas diartikan sebagai frekuensi tertinggi yang dapat dicapai satu lintas pada satu kurun waktu tertentu. Dari segi operasional, pemakaian sepenuhnya merupakan hal yang diinginkan untuk dicapai selama pasar mendukung.

Kapasitas untuk jalan rel ditentukan oleh beberapa hal, yaitu :

- *Headway*, yaitu kerapatan minimum atau selang waktu minimum antara dua kereta api.
- Kecepatan kereta api, puncak kecepatan kereta api ditentukan puncak kecepatan terendah diantara puncak kecepatan sarana dengan prasarana.

Sesuai dengan keadaan jalan rel dalam penelitian ini yang berupa jalur tunggal serta diperkirakan panjang satu rangkaian kereta yang cukup besar dan lebih dari 50 gerbong untuk kereta barang atau lebih dari 500 meter, maka digunakan rumus:

### 1. Perhitungan Kapasitas Lintas (Kaplin)

$$N = \frac{1440}{T + (C1 + C2) \times \eta} \quad (2.2)$$

Keterangan :

N = kapasitas lintas (KA/hari)

1440 = jumlah menit dalam satu hari / 24 jam

T = waktu tempuh

C1 = waktu pelayanan blok mekanik (menit)

C2 = waktu pelayanan sinyal mekanik (menit)

$\eta$  = factor efisiensi (untuk sepur tunggal 60%, untuk sepur ganda 70%)

### 2. Perhitungan Waktu Tempuh (T)

$$T = \frac{D}{V} \quad (2.3)$$

Keterangan :

T = waktu tempuh

D = jarak antar stasiun (km)

V = kecepatan rata-rata (km/jam)

### 3. Perhitungan Waktu Tempuh Perjalanan /Trainplan (T perjalanan)

$$T \text{ perjalanan} = T + \text{Waktu Unset} + \text{Waktu Pemberhentian} \quad (2.4)$$

Keterangan :

Tperjalanan = waktu tempuh perjalanan

T = waktu tempuh

Waktu Unset = waktu dari berhenti sehingga mencapai kecepatan jalan (menit)

Waktu Pemberhentian = waktu pemberhentian di stasiun antara ditetapkan 1 menit

#### 4. Perhitungan Kecepatan Rata-Rata

$$V = \frac{V_p \times N_p + V_b \times N_b}{N_p + N_b} \quad (2.5)$$

Keterangan :

- V = kecepatan rata-rata (km/jam)
- V<sub>p</sub> = kecepatan KA penumpang (km/jam)
- V<sub>b</sub> = kecepatan KA barang (km/jam)
- N<sub>p</sub> = jumlah KA penumpang
- N<sub>b</sub> = jumlah KA barang

#### 2.13. Daya Angkut Lintas (*Passing Tonnage*)

Perencanaan konstruksi jalur kereta api harus direncanakan sesuai persyaratan teknis sehingga dapat dipertanggung jawabkan secara teknis dan ekonomis. Secara teknis diartikan konstruksi jalur kereta api tersebut harus aman dilalui oleh sarana perkeretaapian dengan tingkat kenyamanan tertentu selama umur konstruksinya. Secara ekonomis diharapkan agar pembangunan dan pemeliharaan konstruksi tersebut dapat diselenggarakan dengan tingkat harga yang sekecil mungkin dengan *output* yang dihasilkan kualitas terbaik dan tetap menjamin keamanan dan kenyamanan. Perencanaan konstruksi jalur kereta api dipengaruhi oleh jumlah beban, kecepatan maksimum, beban gandar dan pola operasi. Atas dasar ini diadakan klasifikasi jalur kereta api sehingga perencanaan dapat dibuat secara tepat guna.

Pola distribusi gaya vertikal beban kereta api dapat dijelaskan secara umum sebagai berikut:

1. Beban dinamik diantara interaksi roda kereta api dan rel merupakan fungsi dari karakteristik jalur, kendaraan dan kereta, kondisi operasi dan lingkungan. Gaya yang dibebankan pada jalur oleh pergerakan kereta api merupakan kombinasi beban statik dan komponen dinamik yang diberikan kepada beban statik. Beban dinamik diterima oleh rel dimana terjadi tegangan kontak

diantara kepala rel dan roda, oleh sebab itu, sangat berpengaruh dalam pemilihan mutu baja rel.

2. Beban ini selanjutnya didistribusikan dari dasar rel ke bantalan dengan perantara pelat andas ataupun alas karet.
3. Beban vertikal dari bantalan akan didistribusikan ke lapisan balas dan subbalas menjadi lebih kecil dan melebar. Pola distribusi beban yang melebar dan menghasilkan tekanan yang lebih kecil yang dapat diterima oleh lapisan tanah dasar.

Prinsip pola distribusi gaya pada struktur rel bertujuan untuk menghasilkan reduksi tekanan kontak yang terjadi diantara rel dan roda ( $\pm 6000 \text{ kg/cm}^2$ ) menjadi tekanan yang sangat kecil pada tanah dasar ( $\pm 2 \text{ kg/cm}^2$ ).

Daya angkut lintas adalah jumlah angkutan anggapan yang melewati suatu lintas dalam jangka waktu satu tahun. Daya angkut lintas mencerminkan jenis serta jumlah total dan kecepatan kereta api yang lewat dilintasan bersangkutan, dengan satuan ton/tahun. Peningkatan daya angkut pada lintas utama meliputi, yaitu:

- a. Peningkatan dan perluasan prasarana, memperkecil jumlah tikungan atau memperbesar radius lengkungan
- b. Peningkatan metode operasi
- c. Penambahan dan mempertinggi frekuensi untuk mampu mempertinggi kapasitas angkutnya

Tonase angkut lintas banyak tergantung dari:

- Kapasitas lintas,
- Besar tekanan gandar yang mampu dipikul,
- Banyaknya rangkaian,
- Jumlah gandar setiap satuan lokomotif, kereta dan gerbong.

Pada satu operasi tertentu, tonase angkut lintas tersebut dapat ditingkatkan dengan menaikkan kapasitas lintasnya. Daya angkut lintas dan keadaan serta karakteristik tanah pada satu lingkup lintas sangat menentukan teknologi sarana dan prasarana yang perlu direncanakan dan diterapkan pada sistem operasi

tersebut. Daya angkut lintas jalan rel dapat dinyatakan dengan Pers. 2.6. (Perencanaan Konstruksi Jalan Rel, 1986):

$$\text{Beban Lintas (Pd)} = (T1) + (Tp) \quad (2.6)$$

Dimana:

Pd = Beban Lintas Harian Kereta Api (ton)

Tb = Tonase barang dan gerbong harian (ton)

Tp = Tonase penumpang dan kereta harian (ton)

Untuk menghitung daya angkut lintas, PT Kereta Api Indonesia (Persero) menggunakan persamaan (Perencanaan Konstruksi Jalan Rel, 1986) ditunjukkan pada Pers. 2.7 dan Pers. 2.8:

$$T = 360 \times S \times TE \quad (2.7)$$

$$TE = Tp + (Kb \times Tb) + (K1 \times T1) \quad (2.8)$$

Dimana:

T = Kapasitas angkut lintas (ton/tahun),

TE = Tonase ekivalen (ton/hari),

Tp = Tonase penumpang dan kereta harian,

Tb = Tonase barang dan gerbong harian,

T1 = Tonase Lokomotif harian,

S = Koefisien yang besarnya bergantung pada kualitas lintas, yaitu :

1,1 untuk lintas dengan kereta penumpang yang memiliki  $V_{maks}$  120 km/jam

S = 1,0 untuk lintas tanpa kereta penumpang

Kb = Koefisien yang besarnya bergantung pada beban gandar, yaitu : Kb = 1,5 untuk beban gandar < 18 ton

Kb = 1,3 untuk beban gandar > 18 ton

K1 = Koefisien yang besarnya ditentukan sebesar 1,4

Analisis tegangan pada komponen struktur jalan rel, rel dianggap sebagai suatu balok tidak berhingga panjangnya, pembebanan yang terjadi dianggap terpusat dengan modulus elastisitas jalan rel (*track stiffness* = k). Persamaannya dapat dilihat pada Pers. 2.9 sampai Pers. 2.13 (Perencanaan Konstruksi Jalan Rel, 1986):

$$V_r = 1.25 V_{maks} \quad (2.9)$$

$$P_d = P \left[ \frac{1}{1.61} + (V_r - 5) \right] \quad (2.10)$$

$$\lambda = \sqrt[4]{J} \frac{k}{4EI} \quad (2.11)$$

M = maks: jika  $(\cos \lambda x - \sin \lambda x) = 1$

$$M = M_{maks} = \frac{P_d}{4\lambda} = \frac{P_d \cdot x}{u} \quad (2.12)$$

Dimana:

k = Modulus kekakuan track (180kg/cm<sup>2</sup>)

P<sub>d</sub> = Beban dinamis roda

P = Beban roda statis

V<sub>r</sub> = Kecepatan rencana (Km/jam)

λ = *Dumpingfactor*

E = Modulus elastisitas rel = 2,1 x 10<sup>6</sup>

➤ Tegangan ijin (σ)

$$(\sigma) = \frac{M \cdot y}{I} \quad (2.13)$$

Dimana:

σ = Kekuatan tanah

M = Akibat super posisi beban gandar

I = Momen inersia terhadap sumbu x

Tabel 2.3: Klasifikasi untuk kelas jalan rel (Peraturan Menteri No.60 Tahun 2012 Tentang Persyaratan Teknis Jalan KA)

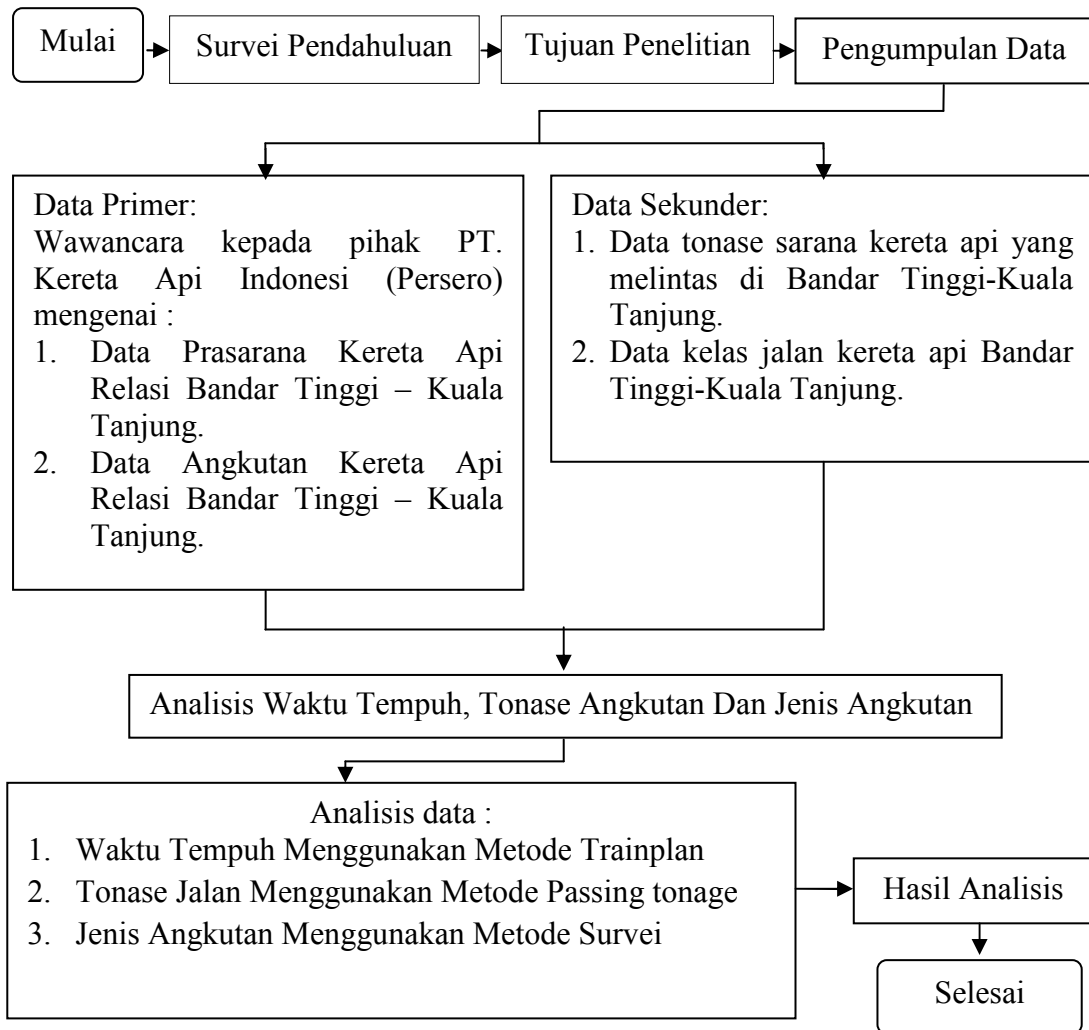
Kelas	Rel	Tegangan (kg/cm <sup>2</sup> )	Tegangan Izin (Kg/cm <sup>2</sup> ) (Menurut JNR)
II	R.54	1146	1325
	R.50	1236	
III	R.54	1097	1663
	R.50	1183	
	R.42	1474	
IV	R.54	1048	1843
	R.50	1130	
	R.42	1409	
V	R.42	1343	1843



**BAB 3**  
**METODOLOGI PENELITIAN**

**3.1. Bagan Alir Penelitian**

Penelitian ini sifatnya deskriptif, penelitian ini hanya mengkaji dan mengevaluasi waktu tempuh perjalanan dari Stasiun Bandar Tinggi – Pelabuhan Kuala Tanjung, Passing Tonnage dan Jenis Angkutan yang Melintas dari Stasiun Bandar Tinggi – Kuala Tanjung. Adapun langkah-langkah penelitian dapat dilihat pada Gambar 3.1.



Gambar 3.1: Bagan alir penelitian.

### 3.2. Lokasi dan Waktu Penelitian

Lokasi yang dipilih untuk penelitian yaitu pada ruas jalur kereta api Bandar Tinggi – Kuala Tanjung. Lokasi penelitian dapat dilihat pada Gambar 3.2.



Gambar 3.2: Peta lokasi penelitian.

### 3.3. Pengambilan Data

Dalam suatu penelitian tentunya harus memiliki dasar-dasar pembahasan dari suatu objek yang akan diteliti, hal ini sangat berkaitan dengan data-data yang akan dikumpulkan untuk menunjang hasil penelitian tersebut. Data-data yang diperlukan dengan tugas akhir terbagi menjadi dua, yaitu sebagai berikut:

1. Data primer.
2. Data sekunder.

#### 3.3.1. Data Primer

Data primer adalah data yang diperoleh melalui wawancara kepada Unit Jalan Rel & Jembatan dan Unit Komersil PT. KAI (Persero) Divre I Sumatera Utara terkait data kereta api dan data penunjang lainnya yang berhubungan dengan

karakteristik angkutan kereta api stasiun Bandar Tinggi – Kuala Tanjung yang terdiri dari:

1. Data Prasarana Jalan Rel Kereta Api lintas Bandar Tinggi – Kuala Tanjung.
2. Data Jenis Angkutan Kereta Api lintas Bandar Tinggi – Kuala Tanjung.

#### **3.3.1.1. Data Prasarana Jalan Rel Kereta Api.**

Adapun data Prasarana Jalan Rel Kereta Api lintas Bandar Tinggi – Kuala Tanjung yang diperoleh dari hasil wawancara dengan Asisten Manager Jalan rel & Jembatan dari unit Jalan Rel & Jembatan Divisi Regional I Sumatera Utara berupa:

1. Panjang jalur Kereta Api dari Bandar Tinggi – Kuala Tanjung terbentang dari Km. 00+000 yang terletak di stasiun Bandar Tinggi sampai Km.21+500 yang terletak di stasiun Pelabuhan Kuala Tanjung. Adapun total panjang jalur Kereta Api Bandar Tinggi – Kuala Tanjung  $\pm$  21.500 Meter.
2. Jenis material jalan rel yang digunakan untuk mengetahui kelas jalan pada jalur kereta api yang nantinya akan berhubungan dengan kecepatan ijin dan waktu tempuh perjalanan dari stasiun kereta api Bandar Tinggi ke Kuala Tanjung. Adapun material yang digunakan sebagai berikut :
  - Jenis Rel R.54 Buatan RRC tahun 2015.
  - Jenis Bantalan Beton R.54.
  - Jenis Penambat E-clip R.54.
  - Tebal Balas dibawah bantalan 30 cm.
  - Jenis Jembatan RM18 dengan tekanan gandar maksimal 18 ton.

#### **3.3.1.2. Data Jenis Angkutan Kereta Api Bandar Tinggi – Kuala Tanjung.**

Data Jenis Angkutan Kereta Api lintas Bandar Tinggi – Kuala Tanjung yang diperoleh dari Senior Supervisor Marketing unit Komersil Divisi Regional I Sumatera Utara yaitu berupa:

1. Angkutan penumpang yang melintas adalah kereta api penumpang relasi Medan – Kuala Tanjung sebanyak 4 KA perhari dengan stamformasi setiap

rangkaian Kereta Api adalah 1 Lokomotif CC 201 + 2 Kereta Penumpang Eksekutif + 4 Kereta Penumpang Bisnis + 1 Kereta Pembangkit +1 Kereta Bagasi.

2. KA Barang pengangkut minyak goreng dari PT Industri Nabati Lestari dengan potensi angkutan 1.000 ton/hari relasi Sei Mangkei – Kuala Tanjung sebanyak 6 KA dengan stamformasi setiap rangkaian Kereta Api adalah 1 Lokomotif CC 201 + 18 Gerbong GK.
3. KA Barang pengangkut CPO PT Wilmar dengan potensi angkutan CPO 1.000 ton/hari relasi Rantau Prapat – Kuala Tanjung sebanyak 6 KA dengan stamformasi setiap rangkaian Kereta Api adalah 1 Lokomotif CC 201 + 18 Gerbong GK.

### **3.3.2. Data Skunder**

Data sekunder adalah data pendukung untuk membantu dalam proses kelancaran menganalisa data primer dalam pengerjaan tugas akhir. Adapun data yang diperoleh :

1. Data tonase sarana kereta api yang melintas di Bandar Tinggi - Kuala Tanjung..
2. Data kelas jalan kereta api Bandar Tinggi - Kuala Tanjung.

#### **3.3.2.1. Data Tonase Sarana Kereta Api**

Sarana kereta api yang melintas di Bandar Tinggi-Kuala Tanjung adalah :

1. Lokomotif
2. Kereta
3. Gerbong

Adapun Data Tonase Sarana Kereta Api yang melintas Bandar Tinggi-Kuala Tanjung sesuai dengan peraturan dinas no.8A yang digunakan oleh PT. Kereta Api Indonesia (Persero) dan dapat dilihat pada tabel 3.1, tabel 3.2 dan tabel 3.3.

Tabel 3.1 : Data Berat Lokomotif (Peraturan Dinas No.8A PT. KAI, 2010)

Jenis Lokomotif	Berat Lok (ton)
Lok CC 201	82
Lok CC 202	108
Lok CC 203	84
Lok CC 204	84
Lok BB 301	52
Lok BB 302	44
Lok BB 303	42,8

Tabel 3.2 : Data Berat Kereta (Peraturan Dinas No.8A PT. KAI, 2010)

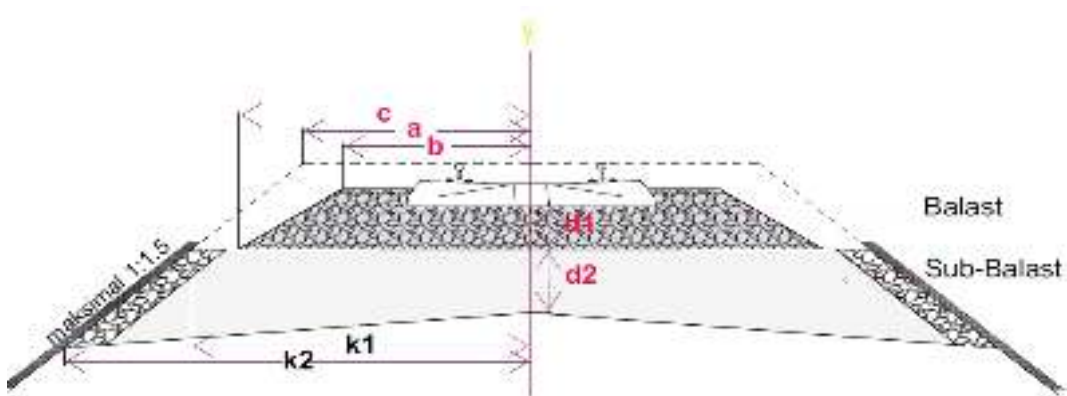
NO	JENIS	URAIAN	BERAT KOSONG (ton)	BERAT MUAT (ton)
1	K1	Kereta yang dilengkapi dengan fasilitas ruang penumpang kelas eksekutif.	32	78
2	K2	Kereta yang dilengkapi dengan fasilitas ruang penumpang kelas Bisnis.	32	144
3	MP2	Kereta yang dilengkapi dengan fasilitas ruang makan dan dapur kelas bisnis serta ruang pembangkit listrik	32	36
4	B	Kereta Bagasi	29,5	37

Tabel 3.3 : Data Gerbong (Peraturan Dinas No.8A PT. KAI, 2010)

NO	KELOMPOK GERBONG	JENIS GERBONG	BERAT KOSONG (ton)	BERAT MUAT (ton)
1	Gerbong Terbuka (GB)	YY, ZZ, KKB	12	42
2	Gerbong Datar (GD)	PP, PPC, PKPK	12	42
3	Gerbong Tertutup (GT)	GG, TT, KKB KLINKER	15	31,5
4	Gerbong Tangki (GK)	KK BBM, KK CPO, KK Semen Curah, KK Minyak Goreng	17	47

### 3.3.2.2. Data Kelas Jalan Kereta Api Bandar Tinggi - Kuala Tanjung

Karena beban gandar dibuat sama untuk setiap kelas, maka klasifikasi hanya didasarkan kepada daya angkut lintas dan atau kecepatan maksimumnya, maka penggolongan kelas akan ditentukan oleh kecepatan maksimum. Selain untuk perencanaan, klasifikasi jalan rel dipakai untuk menentukan siklus perawatan menyeluruh dapat dilihat pada gambar 3.3 dan tabel 3.4 serta tabel 3.5.



Tabel 3.4 : Klasifikasi Kelas Jalan Rel Kereta Api (Peraturan Dinas No.10 PT.KAI, 2010)

Kelas Jalan	V maks (km/jam)	d1 (cm)	b (cm)	c (cm)	k1 (cm)	d2 (cm)	k2 (cm)	a (cm)	Volume Balas (m3)
I	120	30	150	235	265-315	15-50	375	185-237	1,75
II	110	30	150	235	265-315	15-50	375	185-237	1,75
III	100	30	140	225	240-270	15-50	325	170-200	1,65
IV	90	25	140	215	240-250	15-35	300	170-190	1,42
V	80	25	135	210	240-250	15-35	300	170-190	1,38

Tabel 3.5 : Klasifikasi Kelas Jalan Rel Kereta Api (Peraturan Menteri No.60 Tahun 2012 Tentang Persyaratan Teknis Jalan KA)

KELAS JALAN	DAYA ANGKUT LINTAS (ton/tahun)	V maks (km/jam)	P maks gandar (ton)	TIPE REL	JENIS BANTALAN JARAK ANTAR SUMBU BANTALAN	JENIS PENAMBAT	TEBAL BALAS ATAS (cm)	TEBAL BAHU ATAS (cm)
I	$> 20.10^6$	120	18	R.60/R.54	$\frac{\text{Beton}}{60}$	Elastis Ganda	30	60
II	$10.10^6 - 20.10^6$	110	18	R.54/R.50	$\frac{\text{Beton/Kayu}}{60}$	Elastis Ganda	30	50
III	$5.10^6 - 10.10^6$	100	18	R.54/R.50/R.42	$\frac{\text{Beton/Kayu/Baja}}{60}$	Elastis Ganda	30	40
IV	$2,5.10^6 - 5.10^6$	90	18	R.54/R.50/R.42	$\frac{\text{Beton/Kayu/Baja}}{60}$	Elastis Ganda/Tunggal	25	40
V	$< 2.5.10^6$	80	18	R.42	$\frac{\text{Kayu/Baja}}{60}$	Elastis Tunggal	25	35



### 3.3.3. Data Teknis Kereta Api

Adapun data teknis Kereta Api yang diperoleh terdiri dari data teknis jalan rel dan data mengenai kereta api yang melintas baik kereta api penumpang atau kereta barang dan beban gerbong yang melintas dari kereta api yang melintas di jalur Bandar Tinggi - Pelabuhan Kuala Tanjung sebagai dasar perhitungan dan analisa dapat dilihat pada Tabel 3.6, Tabel 3.7, Tabel 3.8, dan Tabel 3.9.

Tabel 3.6: Kuantitas komponen rel terpasang tahun 2018 (Subdit sarana dan prasarana PT KAI Divisi I Sumatera utara).

NO	STA KILOMETER	PANJANG SEPUR (M)	ANTARA STASIUN	JENIS PENAMBAT	JENIS BANTALAN	JENIS REL
1	0+000 - 5+994	5.994	BDT - TGD	PANDROL	BETON K.600	R.54
2	5+994 - 17+000	11.006	TGD - KTJ	PANDROL	BETON K.600	R.54
3	17+000 - 21+500	4.500	KTJ - PKT	PANDROL	BETON K.600	R.54

Tabel 3.7: Daftar kereta penumpang yang melintasi jalur Bandar Tinggi - KualaTanjung (Subdit sarana dan prasarana PT KAI Divisi Regional I Sumatera utara).

No Urut	KERETA PENUMPANG						KETERANGAN
	Lintas	Koridor	Antara	Trayek	No KA	Jenis Rangkaian	
1	2	3	4	5	6	7	8
1	Bdt - Ktj	Bdt - Tgd	Bdt - Tgd	Mdn - Ktj	U86	1Lok + 2K1 + 4K2 + 1KMP2 + 1B	
		Tgd - Ktj	Tgd - Ktj	Ktj - Mdn	U85	1Lok + 2K1 + 4K2 + 1KMP2 + 1B	
				Mdn - Ktj	U88	1Lok + 2K1 + 4K2 + 1KMP2 + 1B	
				Ktj - Mdn	U87	1Lok + 2K1 + 4K2 + 1KMP2 + 1B	

Tabel 3.8: Daftar kereta barang yang melintas jalur Bandar Tinggi - Kuala Tanjung ( Subdit sarana dan prasarana PT KAI Divisi I Sumatera Utara).

No Urut	KERETA BARANG						KETERANGAN
	Lintas	Koridor	Antara	Trayek	No.KA	Jenis Rangkaian	
1	2	3	4	5	6	7	8
1	Bdt - Ktj	Bdt - Tgd Tgd - Ktj	Bdt - Tgd Tgd - Ktj	Smk - Ktj	L2821	1Lok +18 GK	Minyak Goreng Isi
				Ktj - Smk	L2820	1Lok +18 GK	Minyak Goreng Kosongan
				Smk - Ktj	L2823	1Lok +18 GK	Minyak Goreng Isi
				Ktj - Smk	L2822	1Lok +18 GK	Minyak Goreng Kosongan
				Smk - Ktj	L2825	1Lok +18 GK	Minyak Goreng Isi
				Ktj - Smk	L2824	1Lok +18 GK	Minyak Goreng Kosongan
				Rap - Ktj	2919	1Lok +18 GK	CPO Isi
				Ktj - Rap	2920	1Lok +18 GK	CPO Kosongan
				Rap - Ktj	2921	1Lok +18 GK	CPO Isi
				Ktj - Rap	2922	1Lok +18 GK	CPO Kosongan
				Rap - Ktj	2923	1Lok +18 GK	CPO Isi
				Ktj - Rap	2924	1Lok +18 GK	CPO Kosongan

Tabel 3.9: Data Teknis Kelas Jalan Rel Lintas Bandar Tinggi – Kuala Tanjung (Subdit Sarana dan Prasarana PT KAI Divisi I Sumatera utara).

DATA TEKNIS KELAS JALAN REL	NILAI
Kecepatan maksimum (V maks)	80 Km/Jam
Kecepatan rencana (Vr)	100 Km/Jam
Tekanan gandar kereta Dimana 1 Kereta terdiri dari 2 gandar maka Tekanan pada tiap gandar (P)	18 Ton / 2 = 9 Ton (9.000 Kg)
Jenis rel	R 54
Inersia rel (I)	R 54 = 2346 $\text{cm}^4$
Jarak Tepi bawah kaki rel ke garis netral (Iy)	Yb R 54 = 76,20 mm
Modulus elastis rel (E)	$2.1 \times 10^6 \text{ kg/cm}^2$
Modulus kekakuan rel (K)	180 $\text{kg/cm}^2$
Panjang per-batangrel (meter)	R 54 = 24 m

## BAB 4

### ANALISA DATA

#### 4.1. Perhitungan Waktu Tempuh

Perhitungan waktu tempuh perjalanan Kereta Api lintas Bandar Tinggi - Kuala Tanjung dapat dihitung sesuai dengan data jalan rel yang diperoleh dari hasil wawancara dengan pihak PT. Kereta Api Indonesia (Persero). Stasiun Bandar Tinggi berada pada kilometer 0+000 dan stasiun Pelabuhan Kuala Tanjung berada pada kilometer 21+500 maka jarak dari stasiun Bandar Tinggi ke stasiun Pelabuhan Kuala Tanjung adalah 21.500 M'sp atau 21,5 Km'sp dan dari data kelas jalan rel lintas Bandar Tinggi - Kuala Tanjung diketahui Kecepatan Maksimal ( $V_{maks}$ ) adalah 80 km/jam.

Dari data yang diperoleh maka untuk mengetahui waktu tempuh dapat dihitung dengan menggunakan Pers.2.3. dan Pers.2.4. dan merujuk pada tabel 3.9. sebagai berikut:

$$T = \frac{D}{V}$$

Dimana:

$$D = 21,5 \text{ Km}$$

$$V = 80 \text{ Km/Jam}$$

$$T = \dots?$$

Maka :

$$T = \frac{21,5 \text{ Km}}{80 \text{ Km/Jam}}$$

$$T = 0,26875 \text{ Jam} \sim 16 \text{ menit } 7,5 \text{ detik.}$$

$$T = 16 \text{ menit } 7,5 \text{ detik.}$$

Untuk setiap perjalanan sesuai dengan grafik perjalanan ada dua stasiun pemberhentian antara stasiun Bandar Tinggi - stasiun Pelabuhan Kuala Tanjung yaitu di stasiun Tanjung Gading dan stasiun Kuala Tanjung, maka untuk waktu tempuh yang dibutuhkan dari stasiun Bandar Tinggi - stasiun Pelabuhan Kuala Tanjung menggunakan metode Train Plan dimana waktu tempuh ditambah Waktu Unset 1 (satu) menit dan 1 (satu) menit jika Kereta Api Berhenti distasiun antara adalah sebagai berikut:

$$T_{\text{perjalanan}} = T + \text{Waktu Unset} + \text{Waktu Pemberhentian}$$

Dimana:

$$T = 16 \text{ menit } 7,5 \text{ detik}$$

$$\text{Waktu Unset} = 1 \text{ menit}$$

$$\text{Waktu Pemberhentian} = 2 \times 1 = 2 \text{ menit}$$

Maka:

$$T_{\text{perjalanan}} = 16 \text{ menit } 7,5 \text{ detik} + 1 \text{ menit} + (2 \times 1 \text{ menit})$$

$$T_{\text{perjalanan}} = 19 \text{ menit } 7,5 \text{ detik.}$$

Maka waktu tempuh perjalanan yang dibutuhkan untuk setiap perjalanan dari stasiun Bandar Tinggi ke stasiun Pelabuhan Kuala Tanjung baik untuk Kereta Api Penumpang maupun Kereta Api Barang adalah 19 menit 7,5 detik.

#### **4.2. Perhitungan Beban Tahunan Jalan Kereta Api (Passing Tonage)**

Perhitungan beban lintas yang melewati jalan rel untuk lintas Bandar Tinggi – Kuala Tanjung dapat dilihat pada contoh perhitungan menggunakan Pers. 2.6. dan merujuk tabel 3.1, 3.2 serta 3.3.

$$\text{Beban Lintas (Pd)} = (T1) + (Tp)$$

- Perhitungan beban lintas jenis kereta api penumpang lintas Bandar Tinggi – Kuala Tanjung:

Jenis gerbong yang ditarik:

- K1 = 2 x 39 Ton = 78 Ton/hr
- K2 = 4 x 36 Ton = 144 Ton/hr
- KMP = 1 x 36 Ton = 36 Ton/hr
- B = 1 x 37 Ton = 37 Ton/hr
- Total Beban per-hari = 295 Ton/hr (Tp)

Jenis Lokomotif yang digunakan:

- Lokomotif jenis CC201 berat isi 82 ton

Maka total beban yang ditarik untuk 1 jenis kereta api penumpang per hari sebesar:

$$\begin{aligned}\text{Beban Lintas (Pd)} &= (T1) + (Tp) \\ &= 82 \text{ Ton/hr} + 295 \text{ Ton/hr} \\ &= 377 \text{ Ton/hr (untuk satu jenis kereta api penumpang)}\end{aligned}$$

- Perhitungan beban lintas jenis kereta barang lintas Bandar Tinggi - Kuala Tanjung:

Jenis gerbong yang ditarik dengan kondisi bermuatan:

- GK = 18 x 47 ton = 846 Ton/hr
- Total Beban per-hari = 846 Ton/hr (Tb)

Jenis gerbong yang ditarik dengan kondisi tidak bermuatan:

- GK = 18 x 17 ton = 306 Ton/hr
- Total Beban per-hari = 306 Ton/hr (Tb)

Jenis Lokomotif yang digunakan:

- Lokomotif jenis CC 201 berat isi 82 ton

Maka total beban yang ditarik untuk 1 jenis kereta barang dengan kondisi bermuatan per hari sebesar:

$$\begin{aligned}\text{Beban Lintas (Pd)} &= (T1) + (Tb) \\ &= 82 \text{ Ton/hr} + 846 \text{ Ton} \\ &= 928 \text{ Ton/hr (untuk kereta api barang bermuatan)}.\end{aligned}$$

- Lokomotif jenis CC 201 berat isi 82 ton
- Maka total beban yang ditarik untuk 1 jenis kereta barang dengan kondisi tidak bermuatan perhari sebesar:
- $$\begin{aligned} \text{Beban Lintas (Pd)} &= (T1) + (Tb) \\ &= 82 \text{ Ton/hr} + 306 \text{ Ton} \\ &= 388 \text{ Ton/hr (untuk satu jenis kereta api barang -} \\ &\quad \text{kondisi tidak bermuatan).} \end{aligned}$$

Setelah daya angkut lintas dari masing-masing kereta api baik kereta api penumpang ataupun kereta api barang diperoleh, kemudian dihitung daya angkut lintas tahunan jalan rel kereta api. Daya angkut lintas menggambarkan jenis serta jumlah beban total dan kecepatan kereta api yang disarankan pada lintas jalan rel yang akan dilewati.

Berdasarkan perhitungan, total beban lintas keseluruhan kereta api baik kereta api barang dan kereta api penumpang yang melintas di lintas Bandar Tinggi - Kuala Tanjung dapat dilihat pada tabel 4.1 dan 4.2 didapat untuk beban lintas harian dari keseluruhan kereta api penumpang adalah 1.508 Ton/Hari dan untuk beban lintas harian dari keseluruhan kereta api barang adalah 7.896 Ton/Hari.

Tabel 4.1: Rekapitulasi Hasil Perhitungan Beban Kereta Api Penumpang Lintas Bandar Tinggi – Kuala Tanjung (Subdit Saranadan Prasarana PT KAI Divisi I Sumatera utara).

No Urut	KERETA PENUMPANG									KETERANGAN
	Lintas	Koridor	Antara	Trayek	No KA	Jenis Rangkaian	Jumlah			
							FREKWENSI KA	Rangkaian (bh)	Berat (ton)	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1	Bdt - Ktj	Bdt - Tgd	Bdt - Tgd	Mdn - Ktj	U86	1Lok + 2K1 + 4K2 + 1KMP2 + 1B	1	8	377	
					U85	1Lok + 2K1 + 4K2 + 1KMP2 + 1B	1	8	377	
					U88	1Lok + 2K1 + 4K2 + 1KMP2 + 1B	1	8	377	
					U87	1Lok + 2K1 + 4K2 + 1KMP2 + 1B	1	8	377	
JUMLAH							4	32	1508	

Tabel 4.2:Rekapitulasi hasil perhitungan beban kereta api BarangLintas Bandar Tinggi – Kuala Tanjung (Subdit sarana dan prasarana PT KAI Divisi I Sumatera utara).

No Urut	KERETA BARANG									KETERANGAN				
	Lintas	Koridor	Antara	Trayek	No.KA	Jenis Rangkaian	Jumlah							
							FREKWENSI KA	Rangkaian ( bh )	Berat ( ton )					
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11				
1	Bdt - Ktj	Bdt - Tgd Tgd - Ktj	Bdt - Tgd Tgd - Ktj	Smk - Ktj	L2821	1Lok +18 GK	1	18	928	Minyak Goreng Isi				
				Ktj - Smk	L2820	1Lok +18 GK	1	18	388	Minyak Goreng Kos				
				Smk - Ktj	L2823	1Lok +18 GK	1	18	928	Minyak Goreng Isi				
				Ktj - Smk	L2822	1Lok +18 GK	1	18	388	Minyak Goreng Kos				
				Smk - Ktj	L2825	1Lok +18 GK	1	18	928	Minyak Goreng Isi				
				Ktj - Smk	L2824	1Lok +18 GK	1	18	388	Minyak Goreng Kos				
				Rap - Ktj	2919	1Lok +18 GK	1	18	928	CPO Isi				
				Ktj - Rap	2920	1Lok +18 GK	1	18	388	CPO Kosongan				
				Rap - Ktj	2921	1Lok +18 GK	1	18	928	CPO Isi				
				Ktj - Rap	2922	1Lok +18 GK	1	18	388	CPO Kosongan				
				Rap - Ktj	2923	1Lok +18 GK	1	18	928	CPO Isi				
				Ktj - Rap	2924	1Lok +18 GK	1	18	388	CPO Kosongan				
				JUMLAH							12	216	7896	



Dengan demikian, maka daya angkut lintas jalan rel Medan – Bandar Tinggi dapat dihitung menggunakan Pers. 2.7 dan Pers. 2.8.

$$T = 360 \times S \times TE$$

$$TE = T_p + (K_b \cdot T_b) + K_1 \cdot T_1$$

Dimana:

$$T_p = 1.508 \text{ Ton/Hari}$$

$$T_b = 7.896 \text{ Ton/Hari}$$

$$K_b = 1,3 \text{ (Koefisien untuk beban gandar diatas 18 Ton)}$$

$$K_1 = 1,4 \text{ (koefisien yang ditentukan)}$$

$$T_1 = 82 \text{ Ton}$$

$$S = 1,1 \text{ (koefisien lintas dengan KA penumpang } V_{maks} \text{ 120 Km/Jam)}$$

Maka didapat untuk tonase ekivalen:

$$TE = 1.508 + (1,3 \times 7.896) + (1,4 \times 82)$$

$$TE = 11.887,6 \text{ Ton/Hr}$$

Sehingga didapat daya angkut lintas tahunan jalan rel adalah:

$$T = 360 \times S \times TE$$

$$T = 360 \times 1,1 \times 11.887,6$$

$$T = 4.707.489,6 \text{ Ton/Tahun}$$

$$T = 4,71 \text{ juta Ton/Tahun atau } 4,71 \times 10^6 \text{ Ton/Tahun.}$$

Berdasarkan perhitungan Daya Angkut lintas tahunan jalan rel diatas, maka dapat disimpulkan bahwa kelas jalan rel untuk lintas Bandar Tinggi - Kuala Tanjung termasuk dalam kelas IV (Klasifikasi Kelas Jalan Rel Kereta Api Peraturan Menteri No.60 Tahun 2012 Tentang Persyaratan Teknis Jalan KA) dengandayaangkutlintasantara  $2,5 \cdot 10^6$  -  $5 \cdot 10^6$  ton per tahun.

Tipe rel yang digunakan pada jalan rel Bandar Tinggi - Kuala Tanjung ini type rel R.54. Jalan rel untuk lintas Bandar Tinggi - Kuala Tanjung termasuk dalam kategori kelas IV.

Distribusi beban jalan rel dan akibatnya pada type rel dengan kecepatan maksimal ( $V_{maks}$ ) 80 Km/jam, akan dilihat pada analisis berikut dengan menggunakan Pers. 2.9, 2.10, 2.11, 2.12 dan 2.13. sesuai dengan data teknis tabel 3. Kontrol tegangan pada komponen jalan rel dapat dihitung dengan analisis pembebanan sebagai berikut:

➤ Kecepatan rencana ( $V_r$ )

$$V_r = 1,25 V_{maks}$$

Dimana:

$$V_{maks} = 80 \text{ Km/Jam}$$

Maka:

$$V_r = 1,25 \times 80 \text{ Km/jam}$$

$$V_r = 100 \text{ Km/jam}$$

➤ Konsep pembebanan

$$P_d = P \left[ \frac{1}{1,61} + (V_r - 5) \right]$$

Dimana:

$$P = 9 \text{ Ton (9.000 Kg)}$$

$$V_r = 100 \text{ Km/Jam}$$

Maka:

$$P_d = 9000 \left[ \frac{1}{1,61} + (100 - 5) \right]$$

$$P_d = 14140 \text{ Kg} = 14,14 \text{ Ton}$$

➤ *Dumping* Faktor ( $\lambda$ )

$$\lambda = \sqrt[4]{\frac{K}{4EI}}$$

Dimana:

$$K = 180 \text{ kg/cm}^2$$

$$E = 2.1 \times 10^6 \text{ kg/cm}^2$$

$$I = 2346 \text{ cm}^4$$

Maka:

$$\lambda = \sqrt[4]{J \frac{180}{4 \times 2,1 \times 10^6 \times 2346}} = 0,00978$$

➤ Momenmaksimal

$$M_{\text{maks}} = \frac{Pd}{4\lambda}$$

Maka:

$$M_{\text{maks}} = \frac{14140}{4 \times 0,00978} = 361451,94 \text{ kg.cm}$$

➤ Momen akibat superposisi beberapa gandar

$$M = 85\% \cdot M_{\text{maks}}$$

$$= 0,85 \times 361451,94 \text{ kg.cm}$$

$$= 307234,15 \text{ kg.cm}$$

➤ Tegangan ijin menurut JNR ( $\sigma$ )

$$(\sigma) = \frac{M \cdot y}{I}$$

Dimana:

$$M = 307234,15 \text{ kg.cm}$$

$$y = 76,20 \text{ mm (7,62 cm)}$$

$$I = 2346 \text{ cm}^4$$

Maka:

$$(\sigma) = \frac{307234,15 \times 7,62}{2346} = 997,92 \text{ Kg/cm}^2 < 1843 \text{ Kg/cm}^2 \dots \text{OK}$$

Nilai tegangan ijin memenuhi syarat dari JNR yang ditetapkan untuk jalan rel kelas IV sebesar 1843 Kg/cm<sup>2</sup>.

### 4.3. Menentukan Jenis Angkutan

Dari hasil wawancara dan data yang diperoleh dari PT. Kereta Api Indonesia (Persero) Divisi Regional I Sumatera Utara terkait jenis angkutan yang melintas dari stasiun Bandar Tinggi ke stasiun Pelabuhan Kuala Tanjung terdiri dari angkutan penumpang dan angkutan barang. Dari angkutan penumpang dan angkutan barang yang melintas juga bermacam - macam seperti berikut:

- a) Angkutan penumpang terdiri dari penumpang kelas bisnis dan eksekutif yang diangkut dari stasiun besar Medan ke stasiun Pelabuhan Kuala Tanjung sebanyak 2 kali sehari pergi pulang dengan kapasitas 108 orang kelas eksekutif dan 256 orang kelas bisnis. Angkutan penumpang ini menggunakan rangkaian kereta api dengan stamformasi 1 Lokomotif + 2 Kereta Eksekutif + 4 Kereta Bisnis + 1 Kereta Pembangkit + 1 Kereta Bagasi.
- b) Angkutan barang yang saat ini melintas terdiri dari:
  1. Angkutan barang Minyak Goreng yaitu kereta api pengangkut barang berupa Minyak Goreng dari stasiun Sei Mangkei menuju ke stasiun Pelabuhan Kuala Tanjung. Potensi angkutan Minyak Goreng ini sebanyak 1.000 Ton/Hari milik PT. Industri Nabati Lestari dan diangkut menggunakan rangkaian kereta api dengan stamformasi 1 Lokomotif dan 18 Gerbong GK.
  2. Angkutan barang CPO yaitu kereta api pengangkut barang berupa CPO dari stasiun Rantau Prapat menuju ke stasiun Pelabuhan Kuala Tanjung. Potensi angkutan CPO ini sebanyak 1.000 Ton/Hari milik PT. Wilmar dan diangkut menggunakan rangkaian kereta api dengan stamformasi 1 Lokomotif dan 18 Gerbong GK.

Dari data tersebut diatas maka bisa diketahui bahwa ada 2 jenis angkutan yang melintas di jalur kereta api lintas Bandar Tinggi – Pelabuhan Kuala Tanjung yaitu angkutan penumpang dan angkutan barang.

## BAB 5

### KESIMPULAN DAN SARAN

#### 5.1. Kesimpulan

Berdasarkan hasil perhitungan dan analisis karakteristik angkutan kereta api stasiun Bandar Tinggi – Pelabuhan Kuala Tanjung menggunakan metode trainplan, metode *passing tonnage* (beban lintas) dan metode survei, maka dapat disimpulkan:

1. Waktu tempuh yang dibutuhkan dalam setiap perjalanan dari stasiun Bandar Tinggi ke stasiun Pelabuhan Kuala Tanjung dengan jarak 21.500 Meter dan kecepatan 80 Km/Jam adalah 19 menit 7,5 detik dengan pemberhentian di dua stasiun antara Bandar Tinggi - Kuala Tanjung yakni stasiun Tanjung Gading dan stasiun Kuala Tanjung.
2. Jalan rel lintas Bandar Tinggi - Kuala Tanjung merupakan jalan rel kelas IV (Klasifikasi jalan rel PD-10 PT.KAI) dengan daya angkut lintas yang melewati jalan rel sebesar  $4,71 \times 10^6$  Ton/tahun. Jalan rel untuk lintas Bandar Tinggi – Pelabuhan Kuala Tanjung menggunakan komponen rel dengan tipe R.54 bantalan beton. Dengan penggunaan rel tipe R.54 masih sangat layak jika mengacu pada nilai JNR yang ditetapkan untuk jalan rel kelas IV dengan jumlah perjalanan dan tonase angkutan yang melintas.
3. Jenis angkutan yang melintas pada jalur stasiun Bandar Tinggi ke stasiun Pelabuhan Kuala Tanjung adalah:
  - Angkutan Penumpang
  - Angkutan Barang

## 5.2. Saran

1. Pelabuhan Kuala Tanjung sangat berpotensi untuk peningkatan angkutan barang dan orang menggunakan kereta api, sehingga jenis angkutan yang menuju pelabuhan Kuala Tanjung khususnya angkutan barang dapat ditambah jenisnya.
2. Penelitian ini sebagai usulan terhadap PT. Kereta Api Indonesia khususnya Divisi Regional I Sumatera Utara agar menggali lagi potensi angkutan menggunakan kereta api ke pelabuhan Kuala Tanjung, mengingat jaringan rel kereta api di wilayah Sumatera Utara sangat memungkinkan untuk peningkatan kapasitas angkut dan penambahan jenis angkutan misalnya angkutan BBM, angkutan Peti Kemas, dan angkutan industri lainnya. Dilihat dari terhubungnya rel kereta api ke kawasan ekonomi khusus sei mangkei yang seharusnya barang - barang hasil industri dari kawasan sei mangkei yang akan dibawa keluar Sumatera Utara melalui pelabuhan Kuala Tanjung dapat diangkut menggunakan kereta api.

## DAFTAR PUSTAKA

- Anonim, 2009. *Lalu lintas dan Angkutan Kereta Api*, Peraturan Pemerintah Republik Indonesia nomor 72 tahun 2009, Jakarta.
- Anonim, 2010. *Standar Spesifikasi Teknis Lokomotif*, Peraturan Menteri Perhubungan Republik Indonesia nomor KM.40 tahun 2010, Jakarta.
- Anonim, 2011. *Standar Spesifikasi Teknis Kereta yang ditarik Lokomotif*, Peraturan Menteri Perhubungan Republik Indonesia nomor KM.41 tahun 2011, Jakarta.
- Anonim, 2012. *Persyaratan Teknis Jalur Kereta Api*, Peraturan Menteri Perhubungan Republik Indonesia nomor 60 tahun 2012, Jakarta.
- Biro Riset LM-FEUI. *Angkutan Kereta Api. Tahun 2014*, Jakarta.
- Budi Utomo dkk, 2015. *Sistem Pertanian Terpadu di Lahan Pekarangan Mendukung Ketahanan Pangan Keluarga Berkelanjutan: Studi Kasus di Desa Plukaran, Kecamatan Gembong, Kabupaten Pati, Jawa Tengah. Prosiding Seminar Nasional Masyarakat Biodiversitas Indonesia 1(5): 1197-1202.*
- Kuswati. 2010. *Kacang Goats Doe Productivity in Kedungadem sub-District Bojonegoro Regency. Skripsi.* Malang : Brawijaya
- Munawar Ahmad. 2007. *Pengembangan Transportasi Yang Berkelanjutan, disampaikan pada Pidato Pengukuhan Jabatan Guru Besar pada Fakultas Teknik Universitas Gajah Mada.*
- PJKA, 1986. *Perencanaan Konstruksi Jalan Rel (Peraturan Dinas No.10)*, Bandung
- PJKA, 1986. *Penjelasan Perencanaan Konstruksi Jalan Rel (Peraturan Dinas No.10)*, Bandung
- PJKA, 1986. *Spesifikasi Rel dan Bantalan Berdasarkan Peraturan Dinas No. 10*
- PJKA 1986 Sub Direktorat Jalan Jembatan, Bandung.
- PT KAI, 2010. *Perencanaan Jalan Rel*, Jakarta.
- PT KAI, 2017. *Buku Grafik Perjalanan Kereta Api Tahun 2017 (GAPEKA) Divisi Regional I Sumatera Utara Tahun 2017*, Medan.

PT KAI, 2017. *PTDO GAPEKA Divisi Regional I Sumatera Utara Tahun 2017*, Medan.

Peraturan Menteri Perhubungan Republik Indonesia Nomor 47 Tahun 2014 *Tentang Standar Pelayanan Untuk Angkutan Orang Dengan Kereta Api*.

PT KAI, 2010. *Peraturan Dinas 10*, Bandung.

PT KAI, 2010. *Peraturan Dinas 8A*, Bandung.

Purbasari, 2014. *Keunggulan Sarana Transportasi Kereta Api*, Bandung.

Prakarsa, 2010. *Perusahaan Angkutan Rel*, Jakarta

R.S. Damardjati. 1995. *Istilah-Istilah Dunia Pariwisata*. Jakarta : Pradya Pramita. Saputro, Eko Soemino. 2007. *Kebijakan Perkereta-apian, Kemana Hendak Bergulir?*. Jakarta: Gibon Books.

Santoso, Singgih. 2010. *Statistik Parametrik, Konsep dan Aplikasi dengan SPSS. Cetakan Pertama, PT Elex Media Komputindo, Jakarta, PT Gramedia, Jakarta*.

Yoeti, O.A. 1999. *Psikologi Pelayanan Wisata*. Jakarta: PT. Gramedia Pustaka Utama.



## LAMPIRAN

### DAFTAR PERTANYAAN WAWANCARA

Daftar pertanyaan wawancara berfungsi sebagai data primer yang dibutuhkan untuk menjawab rumusan masalah pada studi kasus “Analisa Karakteristik Angkutan Kereta Api Stasiun Bandar Tinggi - Kuala Tanjung”.

Daftar Pertanyaan :

1. Berapa panjang jalur Kereta Api dari stasiun Bandar Tinggi - Kuala Tanjung?
2. Dimana letak kilometer 0 dalam lintas Bandar Tinggi - Kuala Tanjung?
3. Ada berapa stasiun yang dilintasi dari Bandar Tinggi - Kuala Tanjung?
4. Jenis rel apa yang digunakan pada lintas Bandar Tinggi - Kuala Tanjung?
5. Jenis bantalan apa yang digunakan pada lintas Bandar Tinggi - Kuala Tanjung?
6. Jenis penambat apa yang digunakan pada lintas Bandar Tinggi - Kuala Tanjung?
7. Berapa ketebalan desain balas dibawah bantalan?
8. Rencana muatan berapa yang dipergunakan pada jembatan-jembatan di lintas Bandar Tinggi - Kuala Tanjung?
9. Angkutan apa saja yang melintas di Bandar Tinggi - Kuala Tanjung?
10. Jenis lokomotif apa saja yang digunakan pada angkutan di Bandar Tinggi - Kuala Tanjung?
11. Jenis kereta apa saja yang digunakan pada angkutan di Bandar Tinggi - Kuala Tanjung?
12. Jenis gerbong apa saja yang digunakan pada angkutan di Bandar Tinggi - Kuala Tanjung?
13. Berapa rangkaian dalam setiap 1 kali perjalanan pada angkutan Bandar Tinggi - Kuala Tanjung?
14. Berapa ton potensi angkutan barang di lintas Bandar Tinggi - Kuala Tanjung?

## LAPORAN HASIL WAWANCARA

Tanggal : 21 Desember 2018  
Waktu : 14:00 – 15:00 wib  
Narasumber : Mochammad Taufan Lagke  
Jabatan : Assisten Manager Program Jalan Rel & Jembatan Divre I Su

Pertanyaan :

1. Berapa panjang jalur Kereta Api dari stasiun Bandar Tinggi - Kuala Tanjung?
2. Dimana letak kilometer 0 dalam lintas Bandar Tinggi - Kuala Tanjung?
3. Ada berapa stasiun yang dilintasi dari Bandar Tinggi - Kuala Tanjung?
4. Jenis rel apa yang digunakan pada lintas Bandar Tinggi - Kuala Tanjung?
5. Jenis bantalan apa yang digunakan pada lintas Bandar Tinggi - Kuala Tanjung?
6. Jenis penambat apa yang digunakan pada lintas Bandar Tinggi - Kuala Tanjung?
7. Berapa ketebalan desain balas dibawah bantalan?
8. Rencana muatan berapa yang dipergunakan pada jembatan-jembatan di lintas Bandar Tinggi - Kuala Tanjung?

Jawaban :

1. Panjang lintas Bandart Tinggi - Kuala Tanjung  $\pm$  21.500 M'Sp.
2. Letak kilometer 0 berada di stasiun Bandar Tinggi dan letak kilometer akhir 21+500 berada di stasiun Kuala Tanjung.
3. Dari stasiun Bandar Tinggi sampai stasiun Kuala Tanjung terdapat stasiun antara yaitu stasiun Bandar Tinggi, stasiun Tanjung Gading, stasiun Kuala Tanjung dan stasiun Pelabuhan Kuala Tanjung.
4. Lintas Bandar Tinggi - Kuala Tanjung menggunakan jenis Rel tipe R.54.

5. Lintas Bandar Tinggi - Kuala Tanjung menggunakan jenis Bantalan Beton tipe R.54.
6. Lintas Bandar Tinggi - Kuala Tanjung menggunakan jenis E-clip tipe R.54.
7. Desain lintas Bandar Tinggi - Kuala Tanjung dengan ketebalan 30 cm dibawah bantalan.
8. Seluruh jembatan di lintas Bandar Tinggi - Kuala Tanjung sudah menggunakan rencana muatan RM21 dengan beban gandar maksimal 21 Ton.

## LAPORAN HASIL WAWANCARA

Tanggal : 27 Desember 2018  
Waktu : 11:00 – 12:00 wib  
Narasumber : Suharjianto  
Jabatan : Senior Supervisor Marketing And Sales Divre I Su

Pertanyaan :

1. Angkutan apa saja yang melintas di Bandar Tinggi - Kuala Tanjung?
2. Jenis lokomotif apa saja yang digunakan pada angkutan di Bandar Tinggi - Kuala Tanjung?
3. Jenis kereta apa saja yang digunakan pada angkutan di Bandar Tinggi - Kuala Tanjung?
4. Jenis gerbong apa saja yang digunakan pada angkutan di Bandar Tinggi - Kuala Tanjung?
5. Berapa rangkaian dalam setiap 1 kali perjalanan pada angkutan Bandar Tinggi - Kuala Tanjung?
6. Berapa ton potensi angkutan barang di lintas Bandar Tinggi - Kuala Tanjung?

Jawaban :

1. Angkutan yang melintas di Bandar Tinggi - Kuala Tanjung terdiri dari Angkutan Penumpang dan Angkutan Barang.
2. Lokomotif yang digunakan di lintas Bandar Tinggi - Kuala Tanjung yaitu Lokomotif jenis CC.201.
3. Jenis Kereta yang digunakan di lintas Bandar Tinggi - Kuala Tanjung yaitu Kereta kelas Eksekutif, Kereta kelas Bisnis, Kereta Pembangkit dan Kereta Bagasi.
4. Jenis gerbong yang digunakan di lintas Bandar Tinggi - Kuala Tanjung yaitu Gerbong jenis KKW untuk angkutan CPO dan minyak goreng.

5. Dalam 1 kali perjalanan Kereta Api terdiri dari stamformasi :
  - a. 1 Lokomotif + 2 Kereta Eksekutif + 4 Kereta Bisnis + 1 Kereta Pembangkit + 1 Kereta Bagasi untuk 1 rangkaian Kereta Api Angkutan Penumpang.
  - b. 1 Loomotif + 18 Gerbong GK untuk 1 rangkaian Kereta Api Angkutan Barang CPO.
  - c. 1 Loomotif + 18 Gerbong GK untuk 1 rangkaian Kereta Api Angkutan Barang Minyak Goreng.
6. Potensi Angkutan Barang yang melintas dilintas Bandar Tinggi - Kuala Tanjung :
  - a. PT. Industri Nabati Lestari dengan angkutan minyak goreng 1.000 ton per hari relasi Sei Mangkei ke Pelabuhan Kuala Tanjung diangkut sebanyak 3 KA dengan Stamformasi 1 Lokomotif + 18 Gerbong GK.
  - b. PT. Wilmar dengan angkutan CPO 1.000 ton per hari relasi Rantau Prapat ke Pelabuhan Kuala Tanjung diangkut sebanyak 3 KA dengan Stamformasi 1 Lokomotif + 18 Gerbong GK.



Gambar L1 : Wawancara dengan Bapak Mochammad Taufan Lagke



Gambar L2 : Foto Bersama dengan Bapak Mochammad Taufan Lagke



Gambar L3 : Wawancara dengan Bapak Suharjianto



Gambar L4 : Foto Bersama dengan Bapak Suharjianto



Gambar L5 : Jalur KA stasiun Bandar Tinggi – stasiun Tanjung Gading



Gambar L6 : Emplasemen Stasiun Pelabuhan Kuala Tanjung





Gambar L7 : Jalur KA antara Tanjung Gading – Kuala Tanjung



Gambar L8 : Wesel KA di stasiun Tanjung Gading

## DAFTAR RIWAYAT HIDUP



### DATA IDENTITAS DIRI

Nama Lengkap : Sri Harjono  
Tempat, Tanggal Lahir : Jatirejo, 27 Agustus 1991  
Jenis Kelamin : Laki-Laki  
Agama : Islam  
Alamat : Jl. Mawar melati Desa Jatirejo Kec. Pagar Merbau  
Deli Serdang  
Nomor KTP : 1207312708910002  
No. HP/Telp. Seluler : 0852-9793-7942  
Nama Ayah : Suratno  
Nama Ibu : Sainem  
E-Mail : harra200117@gmail.com

### DATA RIWAYAT PENDIDIKAN

Nomor Induk Mahasiswa : 1407210059  
Fakultas : Teknik  
Program Studi : Teknik Sipil  
Perguruan Tinggi : Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara  
Alamat Perguruan Tinggi : Jl. Kapten Muhctar Basri BA. No.3 Medan 10238

No	Tingkat Pendidikan	Nama Dan Tempat	Tahun Kelulusan
1	Sekolah Dasar	SD Negeri 104246 Jati Baru	2003
2	SMP	SMP Negeri 1 Pagar Merbau	2006
3	SMA	SMK Negeri 1 Lubuk Pakam	2009
4	Melanjutkan Kuliah Di Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara Tahun 2014 Sampai 2019		

### DATA RIWAYAT PEKERJAAN

- Bekerja sebagai karyawan BUMN di PT Kereta Api Indonesia (Persero) mulai Tahun 2009 s/d sekarang.