

**PENGARUH *DOUBLE TRACK* TERHADAP WAKTU
PERJALANAN PADA LINTAS BOGOR - SUKABUMI**

KERTAS KERJA WAJIB

Diajukan Dalam Rangka Penyelesaian Program Studi
Diploma III Guna Memperoleh Sebutan Ahli Madya



**DIAJUKAN OLEH :
ARI PURNOMO
NOTAR : 19.03.012**

**POLITEKNIK TRANSPORTASI DARAT INDONESIA – STTD
PROGRAM STUDI DIPLOMA III MANAJEMEN
TRANSPORTASI PERKERETAAPIAN
BEKASI
2022**

**PENGARUH *DOUBLE TRACK* TERHADAP WAKTU
PERJALANAN PADA LINTAS BOGOR - SUKABUMI**

KERTAS KERJA WAJIB

Diajukan Dalam Rangka Penyelesaian Program Studi
Diploma III Guna Memperoleh Sebutan Ahli Madya



**DIAJUKAN OLEH :
ARI PURNOMO
NOTAR : 19.03.012**

**POLITEKNIK TRANSPORTASI DARAT INDONESIA – STTD
PROGRAM STUDI DIPLOMA III MANAJEMEN
TRANSPORTASI PERKERETAAPIAN
BEKASI
2022**

HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS

Kertas Kerja Wajib (KKW) ini adalah hasil karya saya sendiri, dan semua sumber baik yang dikutip maupun dirujuk telah saya nyatakan dengan benar.

Nama : ARI PURNOMO
Nomor Taruna : 19.03.012
Tanda Tangan :
Tanggal : 28 Juli 2022

KERTAS KERJA WAJIB

**PENGARUH DOUBLE TRACK TERHADAP WAKTU
PERJALANAN KERETA API PADA LINTAS
BOGOR – SUKABUMI**

Yang Dipersiapkan dan Disusun Oleh

ARI PURNOMO

Nomor Taruna : 19.03.012

Telah di Setujui Oleh:

PEMBIMBING UTAMA



Ir. YUNANDA RAHARJANTO., ST., MT., IPM.

Tanggal: 28 Juli 2022

PEMBIMBING PENDAMPING



Ir. TOTOK LUKITO, MSt

Tanggal: 28 Juli 2022

KERTAS KERJA WAJIB

**PENGARUH *DOUBLE TRACK* TERHADAP WAKTU
PERJALANAN PADA LINTAS BOGOR – SUKABUMI**

Diajukan Untuk Memenuhi Persyaratan Kelulusan
Program Studi Diploma III Manajemen Transportasi Perkeretaapian Oleh:

NAMA: ARI PURNOMO

Nomor Taruna: 19.03.012

**TELAH DIPERTAHANKAN DI DEPAN DEWAN PENGUJI
PADA TANGGAL 03 AGUSTUS 2022
DAN DINYATAKAN TELAH LULUS DAN MEMENUHI SYARAT**

PEMBIMBING



Ir. Yunanda Raharjanto, ST. MT. IPM
NIP. 19810626 200604 1 001

Tanggal: 3 Agustus 2022

PEMBIMBING



Ir. Totok Lukito, MM

Tanggal: 3 Agustus 2022

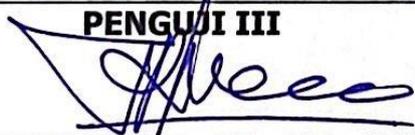
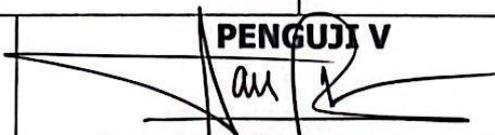
PROGRAM STUDI DIPLOMA III
MANAJEMEN TRANSPORTASI PERKERETAAPIAN
POLITEKNIK TRANSPORTASI DARAT INDONESIA – STTD
BEKASI, 2022

KERTAS KERJA WAJIB
PENGARUH *DOUBLE TRACK* TERHADAP WAKTU
PERJALANAN PADA LINTAS BOGOR – SUKABUMI

Yang dipersiapkan dan disusun oleh:

ARI PURNOMO
NOTAR: 19.03.012

TELAH DIPERTAHANKAN DI DEPAN DEWAN PENGUJI
PADA TANGGAL 03 AGUSTUS 2022
DAN DINYATAKAN TELAH LULUS DAN MEMENUHI SYARAT
DEWAN PENGUJI

PENGUJI I  <u>UTUT WIDYANTO, M.SC</u> NIP. 19840408 200604 1 002	PENGUJI II  <u>IR. TOTOK LUKITO, MM</u>
PENGUJI III  <u>IR. YUNANDA R., ST., MT., IPM</u> NIP. 19810626 200604 1 000	PENGUJI IV  <u>Ir. ELI JUMAELI, M.Ti</u> NIP. 19660722 199303 2 001
PENGUJI V  <u>Drs. AAN SUNANDAR, MM</u> NIP. 19611009 198203 1 003	

MENGETAHUI,
KETUA PROGRAM STUDI
MANAJEMEN TRANSPORTASI PERKERETAAPIAN


Ir. BAMBANG DRAJAT, MM
NIP. 19581228 198903 1 002

HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI TUGAS AKHIR UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS

Sebagai civitas akademik Politeknik Transportasi Darat Indonesia – STTD, saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Ari Purnomo

Notar : 19.03.012

Program Studi : D-III Manajemen Transportasi Perkeretaapian

Jenis Karya : Tugas Akhir

Demi meningkatkan serta mengembangkan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan Politeknik Transportasi Darat Indonesia-STTD hak Bebas Royalti (*Non-Exclusive Royalty-Free Right*) atas karya ilmiah yang berjudul:

PENGARUH *DOUBLE TRACK* TERHADAP WAKTU PERJALANAN PADA LINTAS BOGOR – SUKABUMI

Beserta Perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti Non Exclusive ini Politeknik Transportasi Darat Indonesia-STTD berhak menyimpan, mengalih media/formatkan, mengelola dalam bentuk pengakalan data serta Merawat dan mempublikasi Tugas Akhir Saya selama tetap mencantumkan saya sebagai penulis dan sebagai pemilik Hak Cipta. Demikian pernyataan ini saya buat dengan materai.

Dibuat di : Bekasi

Pada Tanggal 28 Juli 2022

Yang Menyatakan:


(Ari Purnomo)

ABSTRACT

To realize a reliable and operationally feasible rail transportation, a large investment is required. This is none other than to increase the competitiveness and carrying capacity of railway infrastructure and facilities, both through government and private financing. Investment in railway infrastructure is the responsibility of the Government (stations, rail roads, bridges, signals, and money orders). Meanwhile, investment in railway facilities (locomotives, passenger trains, carriages, and power trains) is the responsibility of the operator.

One of the current plans for the development of the railway network is the construction of a double track between Bogor - Sukabumi (the development is located in the Jakarta Operational Area I area). Where for the physical construction of Bogor Paledang to Cicurug along 26,715 km, it has been 100% completed, but has not yet been operated because the operational feasibility test has not been carried out. In the existing condition that uses a single track, it has characteristics related to the travel time and frequency of trains where the more trains travel, the higher the travel time in the traffic. With the construction of the Double track, it will affect the travel time which was originally limited to be faster to travel, the existing traffic capacity will also change to be larger than before.

If later the physical construction of the Bogor - Sukabumi double track has been completed 100%, the travel time that could originally be taken for 2 hours 2 minutes will be more optimal, namely 1 hour 58 minutes.

Keywords: Train, Double Track, time.

KATA PENGANTAR

Puji syukur saya panjatkan pada Tuhan Yang Maha Esa, karena atas berkat dan rahmat- Nya, saya bisa menyelesaikan Laporan Tugas Akhir ini. Penulisan Kertas Kerja Wajib (KKW) ini dilakukan untuk memenuhi salah satu syarat mencapai gelar Ahli Madya pada program studi Diploma III Manajemen Transportasi Perkeretaapian Politeknik Transportasi Darat Indonesia – STTD. Saya menyadari bahwa, tanpa bantuan dan bimbingan dari berbagai pihak selama masa perkuliahan hingga pada penyusunan Kertas Kerja Wajib ini. Oleh karena itu, saya ingin menyampaikan ucapan terima kasih yang sebesar – besarnya kepada:

1. Orang tua dan Keluarga saya selalu ada untuk mendukung menyelesaikan Kertas Kerja Wajib ini.
2. Bapak Ir. Yunanda Raharjanto, ST. MT. IPM, dan Bapak Ir. Totok Lukito, MM sebagai dosen pembimbing yang telah memberikan bimbingan dan arahan langsung terhadap penulisan Kertas kerja Wajib ini;
3. Bapak Ahmad Yani, A. TD.,M.T selaku Direktur Politeknik Transportasi Darat Indonesia – STTD;
4. Bapak Ir. Bambang Drajat, MM selaku kepala prodi D-III Manajemen Teknik Perkeretaapian;
5. Ibu Erni Basri, ST., M. Eng., selaku Kepala Balai Teknik Perkeretaapian Wilayah Jawa Bagian Barat;
6. Seluruh Pegawai dan Karyawan Balai Teknik Perkeretaapian Wilayah Jawa Bagian Barat;
7. Kakak-Kakak alumni Politeknik Transportasi Darat Indonesia – STTD yang berada di lingkungan kerja Balai Teknik Perkeretaapian Wilayah Jawa Bagian Barat;
8. Rekan-rekan Tim PKL Balai Teknik Perkeretaapian Wilayah Jawa Bagian Barat yang sudah turut membantu dalam pembuatan Kertas Kerja Wajib ini; dan
9. Rekan-rekan Taruna/i program studi Diploma III Manajemen Transportasi Perkeretaapian Politeknik Transportasi Darat Indonesia – STTD Angkatan XLI.

Penulis menyadari sepenuhnya bahwa Kertas Kerja Wajib ini masih jauh dari kata sempurna, oleh karena itu diharapkan kritik dan saran yang bersifat membangun untuk dapat menjadi perbaikan. Semoga Kertas Kerja Wajib ini bermanfaat bagi semua pihak yang membutuhkannya.

Bekasi, Agustus 2022

Penulis

ARI PURNOMO

Nomor Taruna : 19.03.012

DAFTAR ISI

ABSTRACT	vi
KATA PENGANTAR	vii
DAFTAR ISI	ix
DAFTAR TABEL	xi
DAFTAR GAMBAR	xiii
BAB I PENDAHULUAN	1
A. Latar Belakang	1
B. Identifikasi Masalah	3
C. Rumusan Masalah	3
D. Maksud dan Tujuan	3
E. Batasan Masalah	4
BAB II GAMBARAN UMUM	5
A. Kondisi Transportasi	5
B. Kondisi Wilayah Kajian	15
BAB III KAJIAN PUSTAKA	21
A. Perkeretaapian	21
B. Operasi Kereta Api.....	22
C. Grafik Perjalanan Kereta Api (GAPEKA).....	23
D. Peramalan (<i>Forecasting</i>)	30
E. Peningkatan Kapasitas Jaringan KA	31
BAB IV METODE PENELITIAN	32
A. Alur Pirkir	32
B. Bagan Alir Penelitian.....	33
C. Teknik Pengumpulan Data.....	34
D. Teknis Analisis Data	34
E. Lokasi dan jadwal penelitian	35
BAB V ANALISIS DATA DAN PEMECAHAN MASALAH	36
A. Analisis <i>Forecasting</i>	36
B. Analisis Waktu Tempuh.....	41
C. Analisis Kecepatan Rata-Rata	42

D. Analisis Headway	49
E. Analisis Kapasitas Lintas	54
F. Analisis Kapasitas Stasiun	57
G. Analisis Waktu Perjalanan Setelah Jalur Ganda Untuk Penyusunan Gapeka Baru	57
BAB VI PENUTUP	63
A. Kesimpulan	63
B. Saran	63
DAFTAR PUSTAKA	
LAMPIRAN	

DAFTAR TABEL

Tabel II. 1 Data Kondisi Jalan Rel Lintas Bogor – Sukabumi	6
Tabel II. 2 Kondisi Bantalan Lintas Bogor – Sukabumi	7
Tabel II. 3 Kondisi Penambat Lintas Bogor – Sukabumi	8
Tabel II. 4 Data Jembatan Lintas Bogor - Sukabumi	9
Tabel II. 5 Jumlah Lengkung Lintas Bogor - Sukabumi	9
Tabel II. 6 Klasifikasi Kelas Stasiun Lintas Bogor – Sukabumi.....	10
Tabel II. 7 Sistem Persinyalan Lintas Bogor - Sukabumi	11
Tabel II. 8 Sistem Jalur Lintas Bogor - Sukabumi.....	12
Tabel II. 9 Volume Penumpang KA Lintas Bogor – Sukabumi	13
Tabel II. 10 Jadwal Perjalanan KA Pangrango	14
Tabel II. 11 Jumlah Penduduk Kabupaten/Kota Di Lintas Bogor – Sukabumi ...	18
Tabel II. 12 Data Jumlah Penduduk Kab. Bogor.....	18
Tabel II. 13 Data Jumlah Penduduk Kab. Sukabumi.....	19
Tabel II. 14 Data Jumlah Penduduk Kota Bogor.....	19
Tabel II. 15 Data Jumlah Penduduk Kota Sukabumi.....	20
Tabel III. 1 Rumus Headway	27
Tabel V. 1 Hasil Perhitungan Aritmatika.....	37
Tabel V. 2 Hasil Perhitungan Geometrik	38
Tabel V. 3 Hasil Perhitungan Least Sqaure.....	39
Tabel V. 4 Hasil Perhitungan Forecasting	40
Tabel V. 5 Hasil Perhitungan Waktu Tempuh.....	42
Tabel V. 6 Hasil Analisis Kecepatan Rata-Rata Jalur Tunggal.....	44
Tabel V. 7 Hasil Analisis Waktu Tempuh Murni.....	46
Tabel V. 8 Hasil Analisis Kecepatan Rata-Rata Eksisting	47
Tabel V. 9 Data Jenis Hubungan Blok Dan Sistem jalur	50
Tabel V. 10 Hasil Analisis Headway Jalur Tunggal.....	52
Tabel V. 11 Hasil Analisis Headway Jalur Ganda.....	53
Tabel V. 12 Hasil Analisis Headway Eksisting	54
Tabel V. 13 Hasil Analisis Kapasitas Lintas Jalur Tunggal.....	55
Tabel V. 14 Hasil Analisis Kapasitas Lintas Jalur Ganda.....	56

Tabel V. 15 Waktu Naik Turun Penumpang	58
Tabel V. 16 Perubahan Jadwal Asumsi Bogor Paledang-Cicurug Jalur Ganda....	60
Tabel V. 17 Perubahan Jadwal Rencana Jalur Ganda.....	61

DAFTAR GAMBAR

Gambar II. 1 Lintas Kereta Api Bogor - Sukabumi	15
Gambar IV. 1 Alur Pikir	32
Gambar IV. 2 Bagan Alir Penelitian	33
Gambar V. 1 Diagram Perbandingan Kecepatan	49
Gambar V. 2 Perbandingan Waktu Perjalanan	59
Gambar V. 3 Perubahan Gapeka Asumsi Bogor Paledang-Cicurug Jalur Ganda	60
Gambar V. 4 Perubahan Gapeka Rencana Jalur Ganda.....	62
Gambar V. 5 Gapeka 2021.....	62

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Perkeretaapian merupakan salah satu moda transportasi yang mempunyai karakteristik dan keunggulan khusus, terutama dalam kemampuannya mengangkut secara massal, baik barang maupun penumpang. Kelebihan lainnya, kereta api hemat energi, efisien dalam penggunaan ruang, memiliki faktor keamanan tinggi, tingkat pencemaran yang rendah serta lebih efisien dibandingkan moda transportasi lainnya.

Keunggulan dan karakteristik perkeretaapian tersebut perlu dimanfaatkan dalam upaya mengembangkan sistem transportasi secara terpadu. Dalam penyelenggaraannya, mulai dari perencanaan dan pembangunan, perusahaan, perawatan, pemeriksaan, dan pengujian, serta pengoperasiannya perlu diatur sebaik-baiknya hingga pada akhirnya mampu meningkatkan penyediaan jasa angkutan kereta api bagi mobilitas orang serta barang dengan selamat, aman, nyaman cepat, tepat teratur, dengan biaya yang terjangkau oleh daya beli masyarakat.

Seiring dengan meningkatnya perkembangan ekonomi Indonesia, pergerakan manusia dan barang pun ikut mengalami peningkatan yang tentu saja harus didukung oleh ketersediaan prasarana dan sarana transportasi yang memadai. Perkeretaapian merupakan salah satu moda transportasi yang memegang peranan penting dalam melayani pergerakan penumpang dan barang yang dapat menjadi tulang punggung angkutan darat.

Untuk mewujudkan transportasi kereta api yang handal dan laik operasi, diperlukan investasi yang besar. Ini tak lain untuk meningkatkan daya saing dan daya dukung prasarana dan sarana perkeretaapian, baik melalui pembiayaan Pemerintah, maupun Swasta. Investasi di bidang prasarana perkeretaapian menjadi tanggung jawab pemerintah (stasiun, jalan rel, jembatan, sinyal). Sedangkan investasi di bidang sarana perkeretaapian (lokomotif, kereta penumpang, gerbong) itu menjadi tanggung jawab operator.

Pembangunan transportasi perkeretaapian nasional juga diharapkan mampu menjadi urat nadi perkeekonomian serta menjadi tulang punggung angkutan barang dan angkutan penumpang, sehingga dapat membantu perkembangan

perekonomian Indonesia. Rencana Induk Perkeretaapian Nasional (RIPNAS Periode 2011-2030). sepatutnya dijadikan acuan dalam penataan penyelenggaraan perkeretaapian nasional secara menyeluruh. Dengan demikian dapat dicapai tujuan dari penyelenggaraan perkeretaapian sebagaimana yang diamanatkan dalam Undang-undang Nomor 23 tahun 2007 tentang Perkeretaapian dan Peraturan Pemerintah nomor 56 tahun 2009 tentang Penyelenggaraan Perkeretaapian.

Double track di lintas pelayanan perkeretaapian baik yang berada di pulau Jawa maupun pulau Sumatera saat ini sedang dibangun dan dikembangkan oleh Pemerintah Pusat (Direktorat Jendral Perkeretaapian Kementerian Perhubungan). *Double track* adalah jalur kereta yang jumlahnya dua yang masing-masing jalur digunakan untuk arah berbeda. Hal ini dilakukan untuk menghindari kecelakaan kepala dengan kepala istilahnya adalah *head to head* dan untuk mengurangi waktu perjalanan. Di samping itu juga merupakan solusi, bila terjadi gangguan terhadap salah satu jalur.

Salah satu rencana pengembangan jaringan perkeretaapian saat ini yaitu pembangunan *double track* antara Bogor – Sukabumi (pembangunan tersebut berada pada wilayah Daerah Operasi I Jakarta). Dimana untuk pembangunan fisik Bogor Paledang sampai Cicurug sepanjang 26,715 km sudah selesai 100%, namun belum dioperasikan dikarenakan belum dilakukan pengujian test kelaikan operasi. Pada kondisi eksisting yang menggunakan jalur tunggal memiliki karakteristik yang berkaitan dengan waktu perjalanan dan frekuensi kereta api dimana semakin banyak perjalanan kereta api maka semakin tinggi waktu perjalanan di lintas. Dengan diadakannya pembangunan *Double track* akan berpengaruh pada waktu tempuh yang semula terbatas menjadi lebih cepat untuk ditempuh, kapasitas lintas yang ada juga akan berubah menjadi lebih besar dari sebelumnya. Berkaitan dengan penjelasan diatas maka dibuatlah penelitian dengan judul "**PENGARUH *DOUBLE TRACK* TERHADAP WAKTU PERJALANAN KERETA API PADA LINTAS BOGOR - SUKABUMI**"

B. Identifikasi Masalah

Berdasarkan identifikasi permasalahan diatas, maka rumusan masalahnya adalah:

1. Adanya rencana pengembangan jaringan perkertaapian terkait pembangunan *double track* pada lintas Bogor – Sukabumi;
2. kecepatan rata-rata yang tidak optimal;
3. Kapasitas lintas dan waktu perjalanan kereta api pada lintas Bogor – Sukabumi yang tidak optimal;

C. Rumusan Masalah

1. Bagaimana waktu perjalanan KA dengan adanya *double track* pada lintas Bogor – Sukabumi?;
2. Bagaimana kecepatan rata-rata kereta api dengan adanya *double track*?;
3. Bagaimana pengaruh *double track* terhadap kapasitas lintas pada lintas Bogor – Sukabumi?.

D. Maksud dan Tujuan

Sebagai dasar dalam pelaksanaan penelitian harus dilandasi suatu maksud dan tujuan yang dijadikan acuan penelitian ini. Maksud penelitian pada peneelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Pengidentifikasian pengaruh jalur ganda terhadap kapasitas lintas di lintas Bogor – Sukabumi;
2. Pengidentifikasian kecepatan rata-rata yang dapat mempengaruhi waktu perjalanan kereta api karena adanya *double track*;
3. Pengidentifikasian waktu perjalanan kereta api setelah *double track* Bogor – Sukabumi.

Dan tujuan dari penulisan kertas kerja wajib ini adalah sebagai berikut:

1. Mengetahui bagaimana kapasitas lintas Bogor – Sukabumi setelah selesainya pembangunan *double track*;
2. Mengetahui bagaimana kecepatan rata-rata KA yang melewati lintas Bogor – Sukabumi setelah *double track*;
3. Membandingkan waktu perjalanan KA pada lintas Bogor – Sukabumi sebelum dan setelah *double track*.

E. Batasan Masalah

Mengingat luasnya permasalahan dalam pengkajian penelitian ini serta keterbatasan waktu yang ada, maka penelitian ini dibatasi yaitu mencakup:

1. Penelitian ini dilakukan pada lintas Bogor – Sukabumi, pada periode waktu bulan Februari 2022 sampai dengan bulan Juni 2022;
2. Menghitung secara teoritis (bukan dengan KA ukur) kecepatan rata-rata KA Pangrango saat jalur KA masih *Single Track* dan saat jalur KA sudah *double track*;
3. Menghitung secara teoritis kapasitas lintas pada lintas Bogor – Sukabumi saat masih *Single Track* dan saat sudah *Double Track*;
4. Menghitung waktu tempuh perjalanan KA Pangrango;
5. Pada pembahasan ini tidak membahas biaya dan peramalan jumlah sarana yang dibutuhkan kedepannya.

BAB II

GAMBARAN UMUM

A. Kondisi Transportasi

Transportasi publik adalah sebuah sarana penunjang yang diperuntukkan untuk masyarakat yang memiliki mobilitas sebagai aktifitasnya sehari-hari. Sebagai alat transportasi publik yang digunakan oleh masyarakat luas dan memiliki tugas melayani masyarakat yang salah satunya adalah transportasi kereta api.

Perkeretaapian merupakan salah satu moda transportasi yang memiliki karakteristik dan keunggulan khusus, terutama dalam kemampuannya mengangkut secara massal, baik penumpang maupun barang. Berdasarkan data Angkutan Penumpang PT KAI DAOP 1 Jakarta, jumlah pengguna jasa KA pada tahun 2019 sebesar 1.388.319 dan mengalami penurunan pada tahun 2020 sebesar 282.636 karena pandemi.

1. Kondisi Prasarana

Kondisi Prasarana Perkeretaapian lintas pelayanan Bogor – Sukabumi sepanjang 57,173 Km dimana 30,458 Km masih menggunakan jalur tunggal walaupun sudah dibangunnya jalur ganda pada lintas pelayanan Bogor Paledang – Cicurug. Pembangunan fisik Bogor Paledang sampai Cicurug sepanjang 26,715 km sudah selesai 100%, namun belum dioperasikan dikarenakan belum dilakukan pengujian test kelaikan operasi.

a. Kondisi jalan dan jembatan

1) Jalan rel

Rel adalah struktur balok menerus yang diletakkan di atas tumpuan bantalan yang berfungsi sebagai penuntun dan mengarahkan pergerakan roda kereta api. Jenis rel yang digunakan pada lintas Bogor – Sukabumi adalah R54.

Tabel II. 1 Data Kondisi Jalan Rel Lintas Bogor – Sukabumi

NO	RESOR	ANTARA	JALUR	JENIS REL KM'SP
				R.54
1	1.17 BOO	BOO-MSG	HULU	14,974
2	1.17 BOO	BOO-MSG	HILIR	14,974
3	1.18 CGB	MSG-CGB	HULU	4,622
4	1.18 CGB	MSG-CGB	HILIR	4,622
5	1.18 CGB	CGB-CCR	HULU	7,093
6	1.18 CGB	CGB-CCR	HILIR	7,093
7	1.18 CGB	CCR-PRK	TUNGGAL	7,685
8	1.19 SI	PRK-SI	TUNGGAL	15,000
JUMLAH				76,063

Sumber: PT. KAI DAOP 1 Jakarta, diolah oleh peneliti

2) Bantalan

Bantalan adalah salah satu komponen dalam sistem struktur jalan rel yang memiliki fungsi utama untuk mengikat rel sehingga kedudukan rel menjadi kokoh dan kuat.

Fungsi dan persyaratan umum bantalan adalah:

- a) Memberi tumpuan dan tempat pemasangan pada kaki rel dan penambat;
- b) Untuk menahan beban – beban rel dan menyalurkan serta mungkin ke ballast;
- c) Sebagai penahan lebar jalan rel dan kemiringan rel;
- d) Untuk memberikan isolasi yang memadai antara kedua rel;
- e) Tahan pengaruh mekanis dan cuaca dalam jangka waktu yang lama;
- f) Menghindarkan kontak langsung antara rel dengan air tanah;

Berdasarkan Peraturan Menteri Perhubungan Nomor PM 60 Tahun 2012 Tentang Persyaratan Teknis Jalur Kereta Api, bantalan berfungsi

meneruskan beban dari rel ke ballast, menahan lebar jalan rel dan stabilitas kearah luar jalan rel.

Jenis bantalan yang digunakan pada lintas Bogor – Sukabumi menurut data yang didapatkan Sebagian besar menggunakan bantalan beton. Sedangkan pada sambungan BH kecil menggunakan bantalan kayu berikut :

Tabel II. 2 Kondisi Bantalan Lintas Bogor – Sukabumi

NO	RESOR	ANTARA	JALUR	JENIS BANTALAN	
				BETON	KAYU
1	1.17 BOO	BOO-MSG	HULU	14,974	12
2	1.17 BOO	BOO-MSG	HILIR	14,974	12
3	1.18 CGB	MSG-CGB	HULU	4,539	8
4	1.18 CGB	MSG-CGB	HILIR	4,539	8
5	1.18 CGB	CGB-CCR	HULU	7,082	11
6	1.18 CGB	CGB-CCR	HILIR	7,082	11
7	1.18 CGB	CCR-PRK	TUNGGAL	7,623	13
8	1.19 SI	PRK-SI	TUNGGAL	23,552	29
JUMLAH				84,365	104

Sumber: PT KAI DAOP 1 Jakarta, 2021

3) Penambat

Penambat adalah komponen yang menambatkan rel pada bantalan sehingga kedudukan rel adalah tetap, kokoh dan tidak bergeser.

Berikut adalah jenis penambat yang terdapat pada lintas pelayanan Bogor – Sukabumi:

Tabel II. 3 Kondisi Penambat Lintas Bogor – Sukabumi

NO	RESOR	ANTARA	JALUR	JENIS PENAMBAT	
				E-CLIP	KAKU
1	1.17 BOO	BOO-MSG	HULU	15,000	0
1	1.17 BOO	BOO-MSG	HILIR	15,000	0
2	1.18 CGB	MSG-CGB	HULU	4,496	126
3	1.18 CGB	MSG-CGB	HILIR	4,496	126
4	1.18 CGB	CGB-CCR	HULU	7,051	42
5	1.18 CGB	CGB-CCR	HILIR	7,051	42
6	1.18 CGB	CCR-PRK	TUNGGAL	7,580	105
7	1.19 SI	PRK-SI	TUNGGAL	24,000	0
JUMLAH				84,674	441

Sumber: PT KAI DAOP 1 Jakarta, 2021

4) Jembatan

Jembatan merupakan kesatuan konstruksi yang dibuat dari baja, beton dan konstruksi lain yang menghubungkan tepi sungai, jurang dan lain-lain untuk ketentuan lalu lintas. Untuk mengetahui secara rinci jenis jembatan dan jumlah jembatan pada lintas pelayanan Bogor – Sukabumi bisa dilihat pada table di bawah ini.

Tabel II. 4 Data Jembatan Lintas Bogor - Sukabumi

NO	KELAS	BH	JEMBATAN	T. BETANG (M)
			(Unit)	
1	Jembatan Baja	23	58	649,19
2	Jembatan Beton	13	19	64,40
3	Bangunan Hikmat (BH) Kecil	319	327	250,90

Sumber: PT KAI DAOP 1 Jakarta, 2021

b. Lengkung

Di bawah ini data jumlah lengkung sepanjang lintas pelayanan Bogor – Sukabumi:

Tabel II. 5 Jumlah Lengkung Lintas Bogor - Sukabumi

NO	RESOR	JUMLAH LENGKUNG		
		R < 300 M	R < 1000 M	R > 1000 M
1	1.17 BOO	41	11	0
2	1.18 CGB	31	3	0
3	1.19 SI	11	5	7

Sumber: PT KAI DAOP 1 Jakarta, 2021

c. Stasiun

Stasiun kereta api adalah tempat kereta api untuk berhenti dan berangkat, selain itu tempat melayani naik turunnya penumpang dan/atau bongkar muat barang dan/atau keperluan operasional kereta api.

Pada lintas pelayanan Bogor – Sukabumi terdapat 11 stasiun dapat dilihat dalam tabel berikut:

Tabel II. 6 Klasifikasi Kelas Stasiun Lintas Bogor – Sukabumi

NO	NAMA STASIUN	SINGKATAN	KELAS	KETINGGIAN (M)
1	BOGOR PALEDANG	BOP	KECIL	+246
2	BATU TULIS	BTT	KECIL	+299
3	CIOMAS	CS	KECIL	+349
4	MASENG	MSG	KECIL	+425
5	CIGOMBONG	CGB	KECIL	+699
6	CICURUG	CCR	KECIL	+478
7	PARUNGKUDA	PRK	KECIL	+396
8	CIBADAK	CBD	KECIL	+380
9	KARANG TENGAH	KE	KECIL	+477
10	CISAAT	CSA	KECIL	+567
11	SUKABUMI	SI	BESAR	+584

Sumber: PT KAI DAOP 1 Jakarta, 2021

2. Fasilitas Operasi KA

Sebagaimana dalam Peraturan Menteri Perhubungan Nomor PM 44 Tahun 2018 Tentang Persyaratan Teknis Peralatan Persinyalan bahwasanya peralatan persinyalan perkeretaapian terdiri atas:

a. Sinyal

Sinyal merupakan alat atau perangkat yang digunakan untuk menyampaikan perintah bagi pengatur perjalanan kereta api dengan peragaan, warna dan/atau bentuk informasi lain.

b. Tanda

Tanda merupakan isyarat yang berfungsi untuk memberi peringatan atau petunjuk kepada petugas yang mengendalikan pergerakan sarana kereta api.

c. Marka

Marka merupakan informasi berupa gambar atau tulisan yang berfungsi sebagai peringatan atau petunjuk tentang kondisi tertentu pada suatu tempat yang terkait dengan perjalanan kereta api.

Tabel II. 7 Sistem Persinyalan Lintas Bogor - Sukabumi

Resor	Stasiun	Letak KM	Sistem Persinyalan	
			Mekanik	Elektrik
Resort STL 1.21 Bogor	Stasiun Bogor	00+00		√
	Stasiun Bogor Paledang	0+200		√
	Stasiun Batutulis	4+378		√
	IB Ciomas	9+306		√
	Stasiun Maseng	14+096		√
	IB Cigombong	19+622		√
Resort STL 1.22 Cibadak	Stasiun Cicurug	26+715		√
	Stasiun Parungkuda	34+359	√	
	Stasiun Cibadak	39+884	√	
	Stasiun Karang Tengah	44+774	√	
	Stasiun Cisaat	52+352	√	
	Stasiun Sukabumi	57+173	√	

Sumber: PT KAI DAOP 1 Jakarta, 2021

3. Operasi KA

a. Sistem jalur

Sistem jalur yang digunakan pada lintas Bogor – Sukabumi masih jalur tunggal walaupun sudah dibangun jalur ganda pada lintas pelayanan Bogor Paledang – Cicurug. Pembangunan fisik Bogor Paledang sampai Cicurug sepanjang 26,715 km sudah selesai 100%, namun belum dioperasikan dikarenakan belum dilakukan pengujian test kelaikan operasi. Berikut merupakan sistem jalur yang digunakan di lintas Bogor – Sukabumi dan rencana perubahan sistem jalurnya.

Tabel II. 8 Sistem Jalur Lintas Bogor - Sukabumi

NO	PETAK JALAN	SISTEM JALUR	
		EKSISTING	RENCANA
1	BOGOR PALEDANG	GANDA	GANDA
2	BATU TULIS	GANDA	GANDA
3	CIOMAS	GANDA	GANDA
4	MASENG	GANDA	GANDA
5	CIGOMBONG	GANDA	GANDA
6	CICURUG	GANDA	GANDA
7	PARUNGKUDA	TUNGGAL	GANDA
8	CIBADAK	TUNGGAL	GANDA
9	KARANG TENGAH	TUNGGAL	GANDA
10	PARUNGKUDA	TUNGGAL	GANDA
11	SUKABUMI	TUNGGAL	GANDA

Sumber: PT KAI DAOP 1 Jakarta, 2021

b. Penumpang

Stasiun yang ada pada lintas studi tidak seluruhnya melayani pemberhentian dan naik turun penumpang. Untuk lintas Bogor – Sukabumi volume penumpang sering mengalami peningkatan meskipun sempat tidak beroperasi pada tahun 2020 dan 2021 karena pandemic. Jumlah tempat duduk yang di sediakan selalu penuh terutama ketika akhir pekan atau hari libur nasional.

Tabel II. 9 Volume Penumpang KA Lintas Bogor – Sukabumi

NO	STASIUN	TAHUN					
		2015	2016	2017	2018	2019	2020
1	BOGOR	384600	379690	455472	435887	481791	94370
2	BATUTULIS	5627	7410	5986	8429	10472	2169
3	CIBADAK	47034	51466	65538	59462	60694	11534
4	CIOMAS	TIDAK BERHENTI					
5	CICURUG	15890	16174	24991	21612	17374	3739
6	CIGOMBONG	5511	6467	8245	7796	6314	1393
7	CISAAT	37825	37875	54610	57107	73977	13734
8	KARANGTENGAH	9938	14013	11728	13980	16801	3374
9	MASENG	1729	1655	2166	1974	2061	397
10	PARUNGKUDA	23231	26161	31998	29218	26512	5412
11	SUKABUMI	328892	534872	589612	592479	692323	146514
TOTAL		860277	1075783	1250346	1227944	1388319	282636

Sumber: PT KAI DAOP 1 Jakarta, 2021

Dari tabel di atas menunjukkan jumlah volume penumpang dari tahun 2015 sampai dengan 2020. Volume penumpang mulai tahun 2015 hingga 2019 mengalami peningkatan, sedangkan dari tahun 2019 ke tahun 2020 mengalami penurunan dikarenakan KA Pangrango tidak beroperasi akibat dampak dari pandemi.

c. Jadwal Perjalanan

Pada Lintas Bogor – Sukabumi KA Pangrango hanya melayani 6 kali perjalanan. Adapun jadwal perjalanan sebagai berikut:

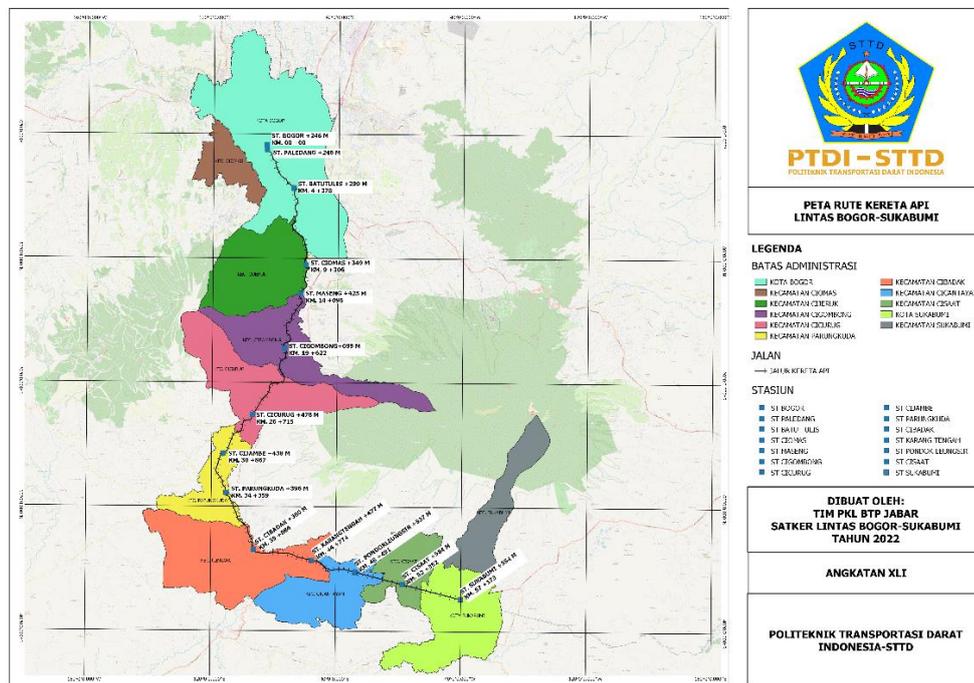
Tabel II. 10 Jadwal Perjalanan KA Pangrango

No KA Lintas Bogor Paledang – Sukabumi			Stasiun		No KA Lintas Sukabumi – Bogor Paledang		
216	218	214			213	215	217
08.34	14.34	20.04	BOP	SI	05.30	11.30	17.00
08.44	14.44	20.14	BTT	CSA	05.41	11.42	17.11
09.04	15.04	20.34	MSG	KE	05.56	11.56	17.26
09.15	15.15	20.48	CGB	CBD	06.06	12.06	17.36
09.30	15.30	20.59	CCR	PRK	06.19	12.19	17.49
09.46	15.46	21.15	PRK	CCR	06.35	12.35	18.05
09.59	15.59	21.28	CBD	CGB	06.49	12.49	18.19
10.08	16.08	21.38	KE	MSG	07.01	13.01	18.31
10.24	16.24	21.54	CSA	BTT	07.21	13.21	18.51
10.34	16.34	22.04	SI	BOP	07.30	13.30	19.00

Sumber: PT KAI DAOP 1 Jakarta, 2022

B. Kondisi Wilayah Kajian

1. Gambaran umum lintas Bogor – Sukabumi



Gambar II. 1 Lintas Kereta Api Bogor - Sukabumi

Sumber: Laporan Umum Tim PKL BTP Jawa Barat, 2022

Proyek *double track* kereta api lintas Bogor – Sukabumi merupakan salah satu Proyek Strategis Nasional termasuk kedalam Daerah Operasi I Jakarta, yang memiliki panjang lintasan 57,173 Km (St. Bogor KM. 00 + 00 – St. Sukabumi KM 57 + 173) yang membentang melewati 2 Kabupaten dan 2 Kota, yaitu Kabupaten Bogor, Kabupaten Sukabumi, Kota Bogor, dan Kota Sukabumi. 12 Kecamatan dan 11 stasiun.

Kondisi jalur rel kereta api lintas Bogor – Sukabumi berupa lengkung, tanjakan dan turunan, sebab lintas Bogor – Sukabumi berada di daratan tinggi dengan titik tertinggi terletak di stasiun Cigombong dengan ketinggian 699 mdpl. Dilihat dari kondisi wilayah yang dilintasi jalur ganda Bogor – Sukabumi, wilayah ini merupakan sektor pemukiman padat penduduk, pertanian dan perindustrian. Dengan adanya pembangunan proyek *double track* ini diharapkan mampu memperlancar perpindahan manusia dan barang yang ada di wilayah ini. Lintas Bogor – Sukabumi juga menawarkan

pemandangan sangat indah sebab melintasi daerah Gunung Salak dan Pangrango.

2. Kondisi Geografis

Lintas kereta api Bogor – Sukabumi terletak di Provinsi Jawa Barat memiliki posisi geografis yang sangat strategis karena berbatasan langsung dengan Ibu Kota Negara Jakarta dan Ibu Kota Provinsi Bandung, serta menghubungkan transportasi dari perkotaan menuju pemukiman pedesaan dan barang produksi dari pedesaan menuju perkotaan. Letak geografis lintas berbatasan dengan wilayah provinsi lain dengan batas administrasi wilayah sebagai berikut:

- a. Sebelah Utara : Berbatasan dengan Provinsi DKI Jakarta
- b. Sebelah Selatan : Berbatasan dengan Samudra Hindia
- c. Sebelah Barat : Berbatasan dengan Provinsi Banten
- d. Sebelah Timur : Berbatasan dengan Kabupaten Cianjur dan Ibu Kota Provinsi Bandung

Wilayah Kabupaten Bogor memiliki luas $\pm 2.664 \text{ km}^2$. secara geografis terletak di antara $6^{\circ}47'10''$ Lintang Selatan dan $106^{\circ}23'45'' - 107^{\circ}13'30''$ Bujur Timur, dengan tipe morfologi wilayah yang bervariasi, dari dataran yang relative rendah di bagian utara hingga dataran tinggi di bagian selatan, dataran rendah sekitar 29,28% berada pada ketinggian 15 – 100 meter di atas permukaan laut (dpl), merupakan kategori ekologi hilir. Dataran bergelombang sekitar 43,62% berada pada ketinggian 100-500 meter dpl, merupakan kategori ekologi tengah. Sekitar 19,53% daerah pegunungan berada pada ketinggian 500-1000 meter dpl, merupakan kategori ekologi hulu. Daerah pegunungan tinggi sekitar 8,43% berada pada ketinggian 1.000 – 2.000 mdpl, merupakan kategori ekologi hulu dan 0,22% berada pada ketinggian 2.000-2.500 meter dpl, merupakan kategori hulu.

Wilayah Kabupaten Sukabumi terletak antara $106^{\circ}45'50''$ Bujur Timur dan $106^{\circ}45'10''$ Bujur Timur, $6^{\circ}50'44''$ Lintang Selatan dengan batas wilayah administrative sebagai berikut:

Disebelah utara dengan Kabupaten Bogor, sebelah Selatan dengan Samudra Indonesia, sebelah Barat dengan Kabupaten Lebak, sebelah Timur dengan Kabupaten Cianjur. Batas wilayah tersebut 40% berbatasan dengan lautan 60% merupakan daratan. Wilayah Kabupaten Sukabumi

memiliki area yang cukup luas yaitu ±419.970 ha. Pada tahun 1993 tata guna tanah di wilayah ini adalah sebagai berikut: Pekarangan/perkampungan 18.814 Ha (4,48 %), sawah 62.083 Ha (14,78 %), Tegalan 103.443 Ha (24,63 %), perkebunan 95.378 Ha (22, 71%), Danau/Kolam 1. 486 Ha (0, 35 %), Hutan 135. 004 Ha (32,15 %), dan penggunaan lainnya 3.762 Ha (0,90 %).

Provinsi Jawa Barat memiliki kondisi alam dengan struktur geologi yang kompleks. Kawasan utaranya merupakan daratan rendah sedangkan bagian tengahnya merupakan daerah pegunungan, atau rangkaian dari pegunungan yang membentang dari barat hingga timur Pulau Jawa. Adapun kawasan selatan merupakan daerah berbukit dengan sedikit pantai. Jawa Barat memiliki lahan yang subur yang berasal dari endapan vulkanis dan dialiri oleh banyak aliran sungai yaitu sungai Cisadane, Sungai Ciliwung, Sungai Cisande, Sungai Cimandiri, Sungai Citarum, Sungai Cimanuk, dan Sungai Citanduy sehingga sebagian besar lahannya digunakan untuk pertanian.

Seperti daerah lain di Indonesia, iklim di Provinsi Jawa barat adalah tropis, dengan suhu 9°C di Puncak Gunung Pangrango dan 34°C di Pantai Utara. Adapun rata-rata memiliki curah hujan 2.000 mm per tahun, namun di beberapa daerah pegunungan terjadi curah hujan antara 3.000 sampai 5.000 mm per tahun.

3. Kondisi Demografis

Wilayah lintas kereta api Bogor – Sukabumi merupakan Lintas KA yang melewati dua Kabupaten dan Kota padat penduduk, Dari data Badan Pusat Statistik (BPS) Provinsi Jawa Barat tahun 2022, Kabupaten Bogor merupakan kabupaten dengan jumlah penduduk terbanyak di Jawa Barat dengan 5.489.537 penduduk, Kabupaten Sukabumi dengan 2.761.477 penduduk, Kota Bogor 1.052.359 penduduk.

Tabel II. 11 Jumlah Penduduk Kabupaten/Kota Di Lintas Bogor – Sukabumi

Kabupaten/Kota	Jumlah Penduduk				
	2017	2018	2019	2020	2021
Kab. Bogor	5715008	5840912	5965412	5427073	5489537
Kab. Sukabumi	2453503	2460690	2466278	2725455	2761477
Kota Bogor	1081012	1096832	1112082	1043071	1052359
Kota Sukabumi	323793	326284	328683	346328	350798

Sumber: Badan Pusat Statistik Provinsi Jawa Barat, 2022

Dengan Kondisi Penduduk yang sangat banyak maka ruang publik dan pergerakan perpindahan manusia menjadi permasalahan utama wilayah ini, Berikut Kepadatan Penduduk Per.Km2 Berdasarkan Kabupaten dan Kota yang dilintasi Jalur KA Bogor – Sukabumi:

a. Kondisi demografi Kabupaten Bogor

Kabupaten Bogor terdiri atas 40 kecamatan, dan hanya 4 kecamatan saja yang dilintasi oleh jalur Kereta Api Bogor – Sukabumi yaitu Kabupaten Bogor sebelah selatan dan kegiatan produksi masyarakatnya bergerak disektor pertanian dan industri. Berikut Jumlah penduduk di Kabupaten Bogor berdasarkan Kecamatan yang dilintasi jalur KA Bogor – Sukabumi:

Tabel II. 12 Data Jumlah Penduduk Kab. Bogor

Kecamatan	Jumlah Penduduk Kab. Bogor				
	2017	2018	2019	2020	2021
Ciomas	180604	184664	188624	170486	172340
Cijeruk	87357	88175	88900	91662	92840
Cigombong	102923	104613	106212	97651	98390
Caringin	124905	125800	126549	131012	132480

Sumber: Badan Pusat Statistik Provinsi Jawa Barat, 2022

b. Kondisi demografi Kabupaten Sukabumi

Kabupaten Sukabumi memiliki total 47 Kecamatan dan hanya 6 kecamatan yang dilintasi jalur KA Bogor Sukabumi. Berikut Jumlah penduduk di Kabupaten Sukabumi berdasarkan Kecamatan yang dilintasi Jalur KA Bogor – Sukabumi:

Tabel II. 13 Data Jumlah Penduduk Kab. Sukabumi

Kecamatan	Jumlah Penduduk Kab. Sukabumi				
	2017	2018	2019	2020	2021
Cicurug	128961	130862	131360	137020	138220
Parung Kuda	70360	72556	73720	78040	78810
Cibadak	112985	116291	118280	122290	123600
Cicantayan	56599	57930	58020	60990	61750
Cisaat	121196	123656	125090	129640	131060
Sukabumi	48676	49222	49470	51510	51960

Sumber: Badan Pusat Statistik Provinsi Jawa Barat, 2022

c. Kondisi demografi Kota Bogor

Kota Bogor memiliki total 6 kecamatan padat penduduk, dan Kegiatan produksinya bergerak di sektor industri rumahan dan perkantoran. Berikut Jumlah penduduk di Kota Bogor berdasarkan Kecamatan:

Tabel II. 14 Data Jumlah Penduduk Kota Bogor

Kecamatan	Jumlah Penduduk Kota Bogor				
	2017	2018	2019	2020	2021
Bogor Selatan	201618	203869	201593	204030	206217
Bogor Utara	196051	199200	187935	186720	188240
Bogor Tengah	104853	104947	106150	96260	96180
Bogor Timur	106029	107259	103582	104330	105188
Bogor Barat	239860	243293	238830	233640	220764

Sumber: Badan Pusat Statistik Provinsi Jawa Barat, 2022

d. Kondisi Demografi Kota Sukabumi

Kota Sukabumi memiliki total 7 kecamatan, dan Kegiatan produksi masyarakatnya bergerak di sektor industri rumahan dan Perkantoran. Berikut Jumlah penduduk di Kota Sukabumi berdasarkan Kecamatan:

Tabel II. 15 Data Jumlah Penduduk Kota Sukabumi

Kecamatan	Jumlah Penduduk Kota Sukabumi				
	2017	2018	2019	2020	2021
Baros	32399	32694	32978	37734	38576
Lembur Situ	37204	37573	37931	41432	42196
Cibeureum	42969	44105	45252	44961	46025
Citamiang	49686	49791	49875	53049	53517
Warudoyong	55781	55966	56159	58972	59511
Gunung Puyuh	48236	48731	49209	48292	48685
Cikole	57542	57421	57276	61885	62294

Sumber: Badan Pusat Statistik Provinsi Jawa Barat, 2022

BAB III

KAJIAN PUSTAKA

A. Perkeretaapian

Menurut Undang-Undang No 23 Tahun 2007 Tentang Perkeretaapian Perkeretaapian adalah salah satu kesatuan sistem yang terdiri atas prasarana, sarana dan sumber daya manusia, serta norma, kriteria, persyaratan dan prosedur untuk penyelenggaraan transportasi kereta api. Adapun bagian dari perkeretaapian sebagai berikut:

1. Kereta api adalah sarana perkeretaapian dengan tenaga gerak, baik berjalan maupun dirangkaikan dengan sarana perkeretaapian lainnya, yang akan ataupun sedang bergerak di jalan rel yang terkait dengan perjalanan kereta api;
2. Jalur rel kereta api adalah jalur yang terdiri atas rangkaian petak jalan rel 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;
3. Jaringan jalur kereta api adalah seluruh jalur kereta api yang terkait satu dengan yang lain yang menghubungkan berbagai tempat sehingga merupakan satu sistem;
4. Fasilitas operasi kereta api adalah segala fasilitas yang diperlukan agar kereta api dapat dioperasikan;
5. Sarana perkeretaapian adalah kendaraan yang dapat bergerak di jalan rel;
6. Lalu lintas kereta api adalah segala gerak sarana perkeretaapian di jalan rel;
7. Angkutan kereta api adalah kegiatan pemindahan orang dan/barang dari satu tempat ke tempat lain dengan menggunakan kereta api.

Perkeretaapian diselenggarakan dengan tujuan untuk meperlancar perpindahan orang dan/barang secara masal dengan selamat, aman, nyaman, cepat dan lancar, tepat, tertib dan teratur, efisien, serta menunjang pemerataan, pertumbuhan, stabilitas, pendorong dan penggerak pembangunan nasional. Pengoperasian kereta api menggunakan prinsip berlalu

lintas satu arah pada jalur tunggal dan jalur ganda atau lebih dengan ketentuan:

1. Setiap jalur pada satu petak blok hanya diizinkan dilewati oleh satu kereta api.
2. Jalur kanan digunakan kereta api untuk jalur ganda atau lebih.

Pengoperasian kereta api yang dimulai dari stasiun keberangkatan, bersilang, bersusulan, dan berhenti di stasiun tujuan diatur berdasarkan grafik perjalanan kereta api. Pengaturan perjalanan kereta api sebagaimana dimaksud pada ayat (1) dilakukan oleh petugas pengatur perjalanan kereta api yang memenuhi kualifikasi yang ditetapkan oleh Menteri.

B. Operasi Kereta Api

Operasi kereta api dalam arti luas merupakan semua aktifitas atau kegiatan yang berkaitan dengan jalannya kereta api. Dalam arti sempit operasi kereta api merupakan pengendalian terhadap masalah yang timbul karena adanya gerakan dari penggunaan sarana. Prinsip-prinsip pengoperasian kereta api yaitu sebagai berikut:

1. Usahakan kereta api berjalan terus dalam keadaan isi;
2. Kecepatan KA mempengaruhi waktu perjalanan;
3. Unit-unit prasarana, sarana, dan operasi saling tergantung antara satu dengan lainnya;
4. Angkutan KA akan menguntungkan untuk angkutan jarak jauh dengan muatan maksimum;
5. Potensi kapasitas angkut tidak tetap, tergantung metode atau strategi yang digunakan;
6. Pengoperasian sarana yang melebihi kebutuhan akan menambah biaya;
7. Waspada terhadap angkutan puncak;
8. Perencanaan yang realistis dapat mencapai hasil yang baik;
9. Kehandalan dan kepercayaan adalah faktor utama.

Dalam pengoperasian kereta api harus sesuai dengan ketentuan yang ada yaitu pada satu petak blok hanya diizinkan dilewati oleh satu kereta api pada waktu yang sama. Untuk pengoperasian pada jalur ganda kereta berada di sebelah kanan kecuali terjadi hal lain yang memungkinkan kereta berjalan pada jalur kiri. Dalam pengoperasian kereta api, kecepatan maksimum ditentukan

berdasarkan kemampuan prasarana dan sarana. Operasi kereta api tidak boleh melebihi kapasitas lintas yang dilalui.

C. Grafik Perjalanan Kereta Api (GAPEKA)

Grafik Perjalanan Kereta Api adalah pedoman pengaturan pelaksanaan perjalanan kereta api yang digambarkan dalam bentuk garis yang menunjukkan stasiun, waktu, jarak kecepatan, dan posisi perjalanan kereta api mulai dari berangkat, bersilang, bersusulan, dan berhenti yang digambarkan secara grafis untuk pengendalian perjalanan kereta api.

Jadwal antara kereta satu dengan kereta lainnya tidak dapat berdiri sendiri karena sangat erat kaitannya dengan jadwal perjalanan lainnya, terutama pada jalur tunggal dimana kereta yang satu hampir pasti harus berpotongan dengan kereta lainnya.

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

Bentuk Gapeka adalah berupa suatu grafik 2 dimensi yang terdiri dari waktu sebagai sumbu X dan stasiun sebagai sumbu Y. Dalam Gapeka, perjalanan dari suatu rangkaian kereta api dimodelkan sebagai garis linier dengan kemiringan 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.

1. Waktu Tempuh

Menurut Uned S. (2008) Waktu tempuh sebagai hasil perhitungan dari unsur kecepatan, jarak, percepatan perlambatan. Pada jalur tunggal, semakin rendah urutan tingkat kelas kereta api akan semakin lama waktu perjalanannya dan semakin menambah waktu perjalanan. Apabila waktu perjalanan sudah melebihi 30 persen sebaiknya dijadikan jalur ganda.

Dalam bukunya juga yang berjudul "Perencanaan Perjalanan Kereta Api dan Pelaksanaannya" menerangkan bahwa ada kemungkinan - kemungkinan terjadi kesalahan dalam perhitungan waktu tempuh, maka dari itu untuk

menghindari kesalahan tersebut, terdapat beberapa perhitungan yang sebaiknya digunakan dalam membuat perencanaan perjalanan kereta api, antara lain:

a. Sistem Konvensional

Sistem perhitungan ini sangat sederhana dan masih diterapkan. Perhitungan ini tidak memperhitungkan adanya pembatas kecepatan tetap, tanjakan, turunan, wesel dan sebagainya karena hanya didasarkan oleh:

- 1) Jarak antar dua stasiun yang berdekatan (petak jalan); Puncak kecepatan grafis untuk masing-masing kereta api yang didasarkan pada puncak kecepatan terendah diantara puncak kecepatan sarana dengan puncak kecepatan prasarana; dan
- 2) Tambahan waktu setiap kereta api yang mulai berangkat/gerak sebagai percepatan dan tambahan waktu setiap kereta yang berhenti sebagai perlambatan.

b. Sistem Manual

Sistem manual ini lebih detail dari sistem konvensional karena dalam perhitungannya menggunakan pengetahuan dasar dalam menghitung waktu tempuh perjalanan kereta api. Persyaratan dan data-data yang diperlukan adalah sebagai berikut:

- 1) Jarak antar dua stasiun yang berdekatan (petak jalan);
- 2) Puncak kecepatan grafis untuk masing-masing kereta api yang didasarkan pada puncak kecepatan terendah diantara puncak kecepatan sarana dengan puncak kecepatan prasarana;
- 3) Tambahan waktu setiap kereta api yang mulai berangkat/gerak sebagai percepatan dan tambahan waktu setiap kereta yang berhenti sebagai perlambatan; dan
- 4) Tambahan waktu akibat adanya waktu hilang karena pembatas kecepatan tetap.

c. Sistem Komputerisasi

Sistem ini lebih mendetil dan lebih akurat karena data yang diperlukan lebih mendetil dari pada sistem manual. Semua perhitungan dilakukan oleh komputer sehingga akan lebih cepat pengerjaanya. Data-data tersebut yaitu:

- 1) Data teknis lokomotif;
- 2) Data kerta/gerbang;
- 3) Data kereta api;
- 4) Data jalan rel dan persinyalan;
- 5) Data stasiun.

Pada dasarnya waktu tempuh dihitung dengan rumus berikut:

$$\text{Waktu tempuh (t)} = \frac{60 \times \text{jaarak (s)}}{\text{Kecepatan (v)}}$$

Sumber: Supriadi, 2008

Keterangan:

- | | | |
|------------------|---|---|
| Waktu Tempuh (t) | : | Waktu tempuh, dalam satuan menit atau detik |
| 60 | : | Konversi Waktu untuk menghasilkan menit |
| Jarak (s) | : | Jarak, dalam satuan kilometer (km) |
| Kecepatan (v) | : | Kecepatan, dalam satuan km/jam |

2. Kecepatan rata-rata

Kecepatan rata rata yaitu keremampuan kereta untuk melakukan perjalanan dari satu tempat ke tempat lain yang disesuaikan dengan kondisi sarana maupun prasana sehingga Kecepatan rata rata dapat dicari menggunakan rumus berikut:

$$V_{rata - rata} = \frac{(\sum KA_{pnp} \times V_{pnp}) + (\sum KA_{brg} \times V_{brg})}{\sum KA_{pnp} + \sum KA_{brg}}$$

Sumber: Supriadi, 2008

Keterangan	:	
V rata-rata	:	Kecepatan rata-rata (km/jam)
$\sum KA_{pnp}$:	Jumlah KA penumpang
V _{pnp}	:	Kecepatan KA Penumpang (km/jam)
$\sum KA_{brg}$:	Jumlah KA Barang
V _{brg}	:	Kecepatan KA Barang (km/jam)

Dalam melakukan perhitungan pada penelitian ini untuk wilayah kajian studi pada lintas Bogor – Sukabumi masih menggunakan jalur tunggal dengan dengan persinyalan elektrik untuk lintas pelayan Bogor Paledang – Cicurug dan sinyal mekanik pada lintas pelayangan Parungkuda – Sukabumi.

3. Headway

Headway merupakan istilah dari interval atau selang waktu antara saat dimana bagian depan kereta api melalui satu titik sampai dengan bagian depan kereta api berikutnya melalui titik yang sama antara dua stasiun, satuannya menit per kereta api.

Besarnya *headway* dipengaruhi oleh jenis hubungan blok yang digunakan pada lintas tersebut karena setiap jenis hubungan blok akan menggunakan perhitungan yang berbeda. Untuk mencari headway adalah dengan rumus versi Uned Supriadi sebagai berikut:

Tabel III. 1 Rumus Headway

NO	ITEM	JALUR TUNGGAL	JALUR GANDA
Manual Mekanik			
1	Telegraf, Elektro Mekanik	$H = \frac{60 \times Sab + 180}{V} + 1$	$H = \frac{60 \times Sab + 180}{V} + 1$
2	Blok Pos	$H = \frac{60 \times Sab + 180}{V} + 1$	$H = \frac{120 \times Sab + 180}{V} + 1$
Otomatik Tertutup			
1	Pelayanan sinyal terjauh didahulukan	$H = \frac{60 \times Sab + 180}{V} + 1,5$	$H = \frac{60 \times Sab + 150}{V} + 0,25$
2	Dipasang sinyal blok	$H = \frac{60 \times Sab + 180}{V} + 1$	$H = \frac{60 \times Sab + 150}{V} + 0,25$
3	Pelayanan sinyal terdekat didahulukan	$H = \frac{60 \times Sab + 180}{V} + 1,5$	$H = \frac{60 \times Sab + 90}{V} + 0,25$
4	Dipasang Sinyal Blok	$H = \frac{60 \times Sab + 180}{V} + 1$	$H = \frac{60 \times Sab + 90}{V} + 0,25$
Otomatik Terbuka			
1	Setiap KA hanya 1 aspek hijau	$H = \frac{60 \times Sab + 180}{V} + 1$	$H = \frac{120 \times B + 150}{V} + 0,25$
2	Setiap KA hanya 2 aspek hijau	$H = \frac{60 \times Sab + 180}{V} + 1$	$H = \frac{180 \times B + 150}{V} + 0,25$

Sumber: Supriadi, 2008

Headway minimum dalam suatu petak jalan/blok dapat dihitung dengan cara simulasi pada diagram waktu atau grafik dengan berdasarkan data-data sarana dan prasarana dilapangan. Headway sangat ditentukan oleh:

- a. Waktu tempuh antara dua stasiun atau blok yang ditentukan, waktu tempuh ini ditentukan oleh kecepatan dan jarak;

- b. Waktu minimal selang waktu blok yaitu hasil penjumlahan waktu pelayanan blok, sinyal; dan
- c. Waktu perjalanan dari sebelum sinyal setelah pelayanan blok sampai dengan stasiun atau blok yang ditentukan, dengan demikian untuk meningkatkan kapasitas jalan rel adalah hanya dengan mempersingkat Headway.

4. Kapasitas Lintas

Menurut Uned S. (2008), kapasitas jalur rel (lintas) adalah kemampuan suatu lintas jalan kereta api untuk menampung operasi perjalanan kereta api dalam periode satuan kurun waktu 1440 menit (24 jam) yang dapat dilaksanakn di lintas yang bersangkutan, dengan demikian satuan yang dipergunakan adalah jumlah kereta api per satuan waktu (umumnya 24 jam). Kapasitas suatu lintas ditentukan oleh kapasitas petak jalan (di jalur tunggal) atau petak blok (di jalur ganda) terkecil dilintas yang bersangkutan dengan syarat-syarat tertentu sesuai dengan sistem persinyalannya, jika petak jalan di jalur tunggal dan petak blok di jalur ganda puncak kecepatannya sama, maka tentunya jarak yang terjauh yang menentukan. Kapasitas lintas dapat dihitung dengan rumus sebagai berikut:

Jalur Tunggal	Jalur Ganda
$C = \frac{1440}{H} \times 0,6$	$C = \frac{1440}{H} \times 0,7 \times 2$

Sumber: Supriadi, 2008

Keterangan:

- C : Kapasitas lintas
- 1440 : Total waktu selama 24 jam (24×60)
- H : Headway
- 0,6 (60%) : Waktu yang dapat digunakan untuk operasi KA di jalur tunggal hanya 60%, karena 20% merupakan waktu hilangkarena sulit atau jarang sekali dapat meminimalkan waktubaik dalam headway minimum untuk dua kereta api atau lebih

kereta api searah dan sulit meminimalkan waktu untuk menunggu persinlangan dan atau penyusulan.

0,7 (70%) : waktu yang dapat digunakan untuk operasi KA di jalur ganda hanya 70%, 20% untuk perawatan jalan dan 10% merupakan waktu hilang karena tidak bisa meminimalkan waktu dalam headway minimum untuk dua kereta api atau lebih kereta api searah.

Kapasitas untuk jalan kereta api juga ditentukan oleh beberapa hal, yaitu:

- a. Kerapatan minimum atau selang waktu minimum antara dua kereta api yang searah (*headway*) ditentukan oleh kereta muka masuk ke petak blok berikutnya dan kereta api belakangnya baru boleh masuk ke petak blok bekas kereta api muka dan, untuk dua kereta api yang berlawanan arah di jalur tunggal ditentukan oleh waktu minimum persilangan;
- b. Kecepatan kereta apinya, puncak kecepatan kereta api ditentukan puncak kecepatan terendah di antara puncak kecepatan sarana dengan prasarana;
- c. Faktor pelayanan perangkat persinyalan, yang terdiri dari pelayanan hubungan blok dan pelayanan sinyal;
- d. Di jalur ganda jarak petak blok atau di jalur tunggal jarak petak jalan.

5. Kapasitas Stasiun

Menurut PM 110 tahun 2017 Kapasitas stasiun adalah kemampuan maksimum stasiun untuk dapat menampung sejumlah perjalanan kereta api dalam waktu 24 jam atau dalam waktu tertentu.

$$Ks = \frac{1440}{Hs} + \eta$$

Sumber: Supriadi, 2008

Keterangan:

- Ks : Kapasitas Stasiun selama periode 24 jam
Hs : Headway rata-rata stasiun
 η : Presentase waktu yang layak digunakan (0,7)

6. Frekuensi Kereta Api

Frekuensi Perjalanan Kereta Api adalah jumlah perjalanan kereta api pada suatu lintas dalam waktu 24 jam atau periode waktu tertentu dengan jumlah kereta api dalam satuan waktu sebagai hasil satuan perhitungannya.

D. Peramalan (*Forecasting*)

Prediksi atau peramalan terkait dengan jumlah penumpang dalam tahun-tahun yang akan datang perlu jika ingin merencanakan suatu perjalanan kereta api dimasa mendatang. Hal tersebut ditujukan untuk proyeksi jumlah kebutuhan angkutan kereta api dimasa mendatang. Oleh karena itu diperlukan suatu metode yang dapat digunakan untuk memprediksi jumlah penumpang dimasa yang akan datang.

Metode yang digunakan untuk meramalkan jumlah penumpang di masa yang akan datang ada beberapa metode yang bisa dilakukan, salah satu rumus yang digunakan adalah rumus *Compounding Factor*. Rumus ini digunakan saat data yang akan dianalisis merupakan data yang berurutan sesuai dengan waktunya, rumus ini dapat digunakan untuk rasio perkembangan geometris yang memberikan tingkat pertumbuhan konstan selama periode waktu tertentu, oleh karena itu perlu diketahui tingkat pertumbuhan rata-rata dari data yang telah diketahui, dengan demikian data yang dihasilkan diasumsikan akan berganda dengan sendirinya. Persamaan yang digunakan dalam perhitungan tersebut adalah sebagai berikut:

$$P_t = P_o \times (1 + i)^n$$

Sumber: Harinaldi,

Keterangan:

- P_t : Jumlah tahun target
- P_o : Jumlah tahun dasar
- i : Tingkat pertumbuhan
- n : Jumlah tahun

E. Peningkatan Kapasitas Jaringan KA

Dalam RIPNAS 2030 disebutkan bahwa pengembangan ini bertujuan untuk mengoptimalkan kapasitas sehingga dapat melayani sebesar-besarnya kebutuhan transportasi penumpang dan barang dengan memanfaatkan teknologi. Salah satu dari beberapa cara dilakukan untuk pengembangan ini yaitu dengan dibangunnya jalur ganda. Pengaruh dari jalur ganda yaitu:

1. Meningkatkan Kapasitas Lintas;
2. Meningkatkan Kecepatan rata-rata kereta api dalam beroperasi;
3. Mengurangi waktu berhenti (Persilangan dan Persusulan); dan
4. Meningkatkan waktu tempuh kereta api.

Membangun jalur ganda yang semula jalur tunggal sangat membantu dalam peningkatan kapasitas jaringan kereta api khususnya terhadap kapasitas lintas dan juga pada pengurangan waktu perjalanan. Namun apabila pola operasi berubah baik akibat perubahan yang umumnya mengenai jam keberangkatan atau pengurangan jumlah kereta api yang melewati di lintas yang bersangkutan, maka ini akan memindahkan kemacetan ke lintas lain.

Membangun jalur ganda yang semula jalur tunggal sangat membantu dalam peningkatan kapasitas jaringan kereta api khususnya terhadap kapasitas lintas dan juga pada pengurangan waktu perjalanan, khusus di kasus ini adalah lebih dari 40 persen dari waktu perjalanan normal di lintas yang bersangkutan. Namun harus diingat bahwa apabila pola operasi berubah baik akibat perubahan cukup besar pada umumnya mengenai jam pemberangkatan atau pengurangan jumlah kereta api yang melewati di lintas yang bersangkutan, maka ini akan memindahkan kemacetan ke lintas lain.

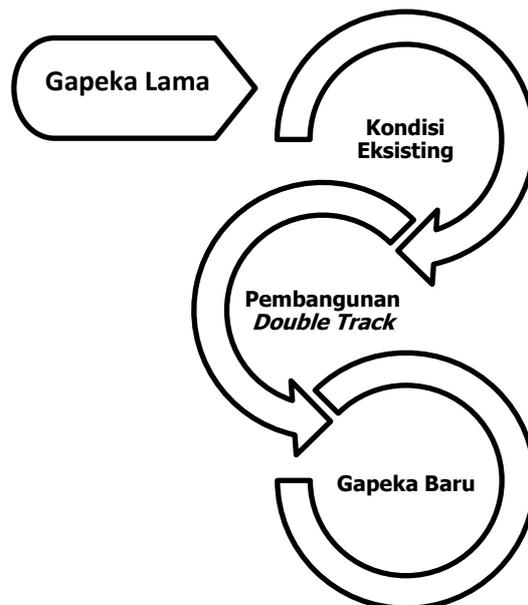
BAB IV

METODE PENELITIAN

A. Alur Pirkir

Langkah awal dalam rencana penelitian ini adalah dengan melakukan pengumpulan data baik bersifat kuantitatif maupun kualitatif. Data tersebut terdiri dari data sekunder dan data primer. Adapun alur pikir dalam penelitian ini sebagai berikut:

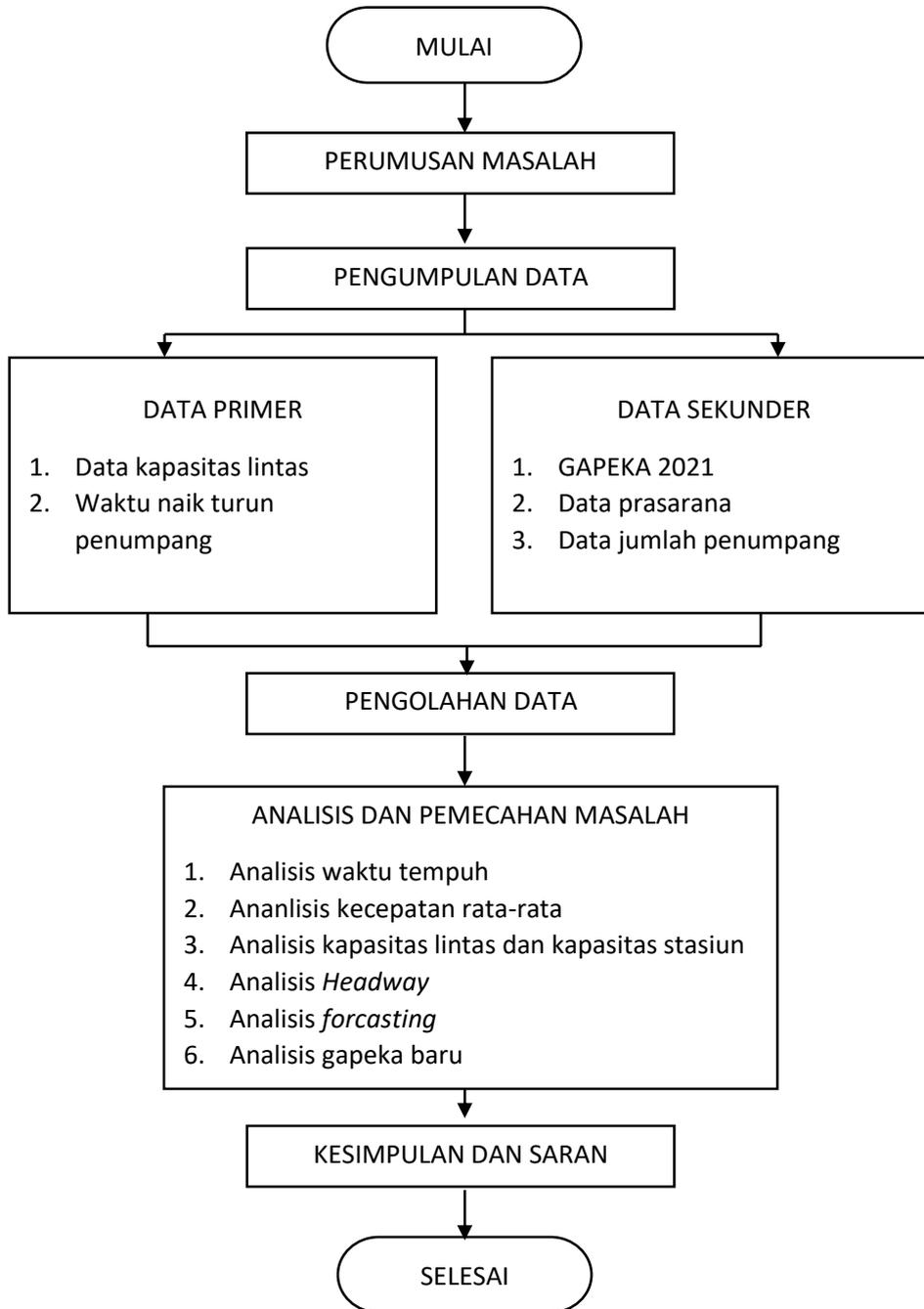
1. Menentukan maksud dan tujuan dilakukannya Analisa serta menentukan ruang lingkup dan batasan masalah;
2. Mengumpulkan data-data yang diperlukan serta mendukung penelitian yang dilakukan baik data sekunder maupun data primer;
3. Mengidentifikasi permasalahan yang ada dan melakukan pengolahan data dengan melihat kondisi eksisting di lapangan;
4. Mengajukan usulan pemecahan masalah berdasarkan hasil Analisa yang telah dilakukan;
5. Melakukan evaluasi dari hasil pemecahan masalah berdasarkan hasil Analisa yang telah dilakukan;
6. Menetapkan kesimpulan dan memberikan saran serta hasil analisis juga pemecahan permasalahan yang telah dilakukan.



Gambar IV. 1 Alur Pikir

B. Bagan Alir Penelitian

Dalam pembuatan suatu penelitian dibutuhkan sebuah bagan alir untuk mengetahui lebih jelas seperti apa tahapan yang akan dilakukan dalam pembuatan penelitian ini. Berikut adalah gambar dari bagan alir penelitian:



Gambar IV. 2 Bagan Alir Penelitian

C. Teknik Pengumpulan Data

Teknik pengumpulan data yang digunakan dalam penelitian ini merupakan teknik pengumpulan data secara langsung, yaitu teknik dokumentasi. Teknik penumpulan data dengan dokumentasi didapat dari dokumen resmi dan dokumen pribadi, dokumen resmi yang dimaksud seperti dokumen yang berasal dari Daerah Operasi 1 Jakarta, dan untuk dokumentasi pribadi berupa hasil analisis dan perhitungan data.

Dalam dilakukannya penelitian diperlukannya data sebagai bahan untuk analisis lebih lanjut, pengumpulan data dibagi menjadi 2 yaitu data sekunder dan data primer.

1. Data Sekunder

Data sekunder merupakan data yang diperoleh dari beberapa instansi atau beberapa sumber yang ada kaitannya dengan data yang diperlukan dalam penelitian, antara lain:

- a. GAPEKA 2021;
- b. Data prasarana;
- c. Data jumlah penumpang.

2. Data Primer

Data Primer merupakan data yang diperoleh langsung melalui pengamatan di stasiun – stasiun pada lintas Bogor – Sukabumi. Data primer yang dikumpulkan meliputi:

- a. Kapasitas lintas;
- b. Waktu naik turun penumpang;

D. Teknis Analisis Data

1. Analisis waktu tempuh

Analisis waktu tempuh pada lintas pelayanan Bogor – Sukabumi dilakukan untuk mengetahui waktu tempuh eksisting dan waktu tempuh setelah *double track*. Analisis dimaksudkan untuk mengetahui pengaruh penambahan waktu perjalanan yang dapat dilihat dari waktu tempuh rata-rata.

2. Analisis kapasitas lintas

Analisis kapasitas lintas ini dilakukan untuk membahas pada 2 kondisi yaitu pada saat eksisting dan setelah menjadi jalur ganda. Setelah itu

diketahui bagaimana penggunaan kapasitas lintas untuk lintas pelayanan Bogor – Sukabumi.

3. Analisis kecepatan rata-rata

Analisis kecepatan rata-rata bertujuan untuk mengetahui perbedaan antara kecepatan rata-rata pada saat jalur tunggal (eksisting) dan setelah menjadi jalur ganda.

4. Analisis *Headway*

Analisis *headway* pada penelitian ini digunakan untuk menghitung jarak waktu antar waktu perjalanan KA pada kondisi eksisting dan setelah dibangun jalur Ganda

5. Analisis *forecasting*

Digunakan sebagai dasar perencanaan serta untuk memproyeksikan pertumbuhan penumpang untuk 5 tahun yang akan datang.

6. Analisis stasiun

Digunakan untuk mengetahui kemampuan maksimum stasiun untuk dapat menampung sejumlah perjalanan kereta api dalam waktu 24 jam atau dalam waktu tertentu.

7. Analisis waktu perjalanan Setelah *Double Track*.

Analisis waktu perjalanan setelah *double track* adalah untuk mengetahui perbedaan jumlah waktu perjalanan yang dibutuhkan pada saat jalur tunggal dan setelah menjadi jalur ganda.

E. Lokasi dan jadwal penelitian

1. Tempat Penelitian

Tempat penelitian adalah lokasi daerah studi dimana penelitian dilakukan. Adapun tempat penelitian dilakukan adalah di wilayah Daerah Operasi 1 Jakarta Lintas Bogor – Sukabumi.

2. Waktu penelitian

Waktu penelitian adalah suatu masa, tempo atau lamanya dalam melakukan penelitian. Adapun penelitian ini dilakukan selama kegiatan Praktek Kerja Lapangan (PKL) yaitu dari tanggal 28 februari 2022 sampai dengan 17 juni 2022.

BAB V

ANALISIS DATA DAN PEMECAHAN MASALAH

A. Analisis *Forecasting*

1. Perhitungan peramalan (*forecasting*) digunakan untuk meramalkan atau memprediksi penumpang dimasa yang akan datang. Seiring dengan meningkatnya penumpang maka juga ditingkatkan tingkat pelayanan kereta api pada lintas Bogor – Sukabumi. Peramalan merupakan salah satu teknik Analisis perhitungan yang didapat dengan pendekatan kualitatif ataupun kuantitatif untuk memprediksi suatu hal yang akan datang dengan menggunakan referensi data-data pada masa lalu. Perhitungan *forecasting* dilakukan dengan beberapa metode sebagai berikut:

- a. Metode Aritmatik

$$P_n = P_o + K_a (T_n - T_o)$$

Sumber: Harinaldi, 2005

$$K_a = \frac{(P_{21} - P_{17})}{2019 - 2015}$$

Sumber: Harinaldi, 2005

Keterangan:

K_a : Kenaikan rata-rata penumpang per tahun (pnp/tahun)

P_n : Jumlah penumpang pada tahun ke-n (pnp)

P_o : Jumlah penumpang pada awal tahun (pnp)

T_n : Tahun ke-n

T_o : Tahun awal

Berdasarkan rumus diatas didapat hasil analisis menggunakan metode aritmatika sebagai berikut:

Tabel V. 1 Hasil Perhitungan Aritmatika

Tahun	Eksisting	Aritmatika
2015	860.277	860.277
2016	1.075.783	1.207.794
2017	1.250.346	1.514.367
2018	1.227.944	1.623.976
2019	1.388.319	1.916.361
Jumlah	5.802.669	7.122.774
R ²		0,95993
R		0,97976
St.D		528.042

Sumber: Hasil Analisis, 2022

Berdasarkan hasil analisis diatas didapat nilai standar deviasi sebesar 528.042 dan untuk nilai koefisien kolerasi sebesar 0,97976 yang didapatkan dengan menggunakan metode aritmatika. Analisis ini dilakukan dari tahun 2015 sampai dengan 2019, 2020 dan 2021 tidak dianalisis dikarenakan pada saat itu terjadi pandemic covid dan KA pangrango tidak beroperasi.

b. Metode Geometrik

$$P_n = P_o(1 + r)^{T_n - T_o}$$

Keterangan:

P_n : Jumlah penumpang pada tahun ke-n (pnp)

P_o : Jumlah penumpang pada awal tahun (pnp)

T_n : Tahun ke-n

T_o : Tahun awal

r : Rasio

Tabel V. 2 Hasil Perhitungan Geometrik

Tahun	Eksisting	Geometrik
2015	860.277	860.277
2016	1.075.783	1.217.104
2017	1.250.346	1.600.427
2018	1.227.944	1.778.227
2019	1.388.319	2.274.578
Jumlah	5.802.669	7.730.613
R ²		0,93780
R		0,96840
St.D		834.824

Sumber: Hasil Analisis, 2022

Berdasarkan hasil analisis diatas didapat nilai standar deviasi sebesar 834.824 dan untuk nilai koefisien kolerasi sebesar 0,93780 yang didapatkan dengan menggunakan metode geometrik.

c. Metode Least Square

$$y = a + bx$$

Keterangan:

- y : perubah tidak bebas
- a : konstanta regresi
- b : Koefisien regresi
- x : perubah bebas

Tabel V. 3 Hasil Perhitungan Least Square

Tahun	Eksisting	Least Square
2015	860.277	798.060
2016	1.075.783	918.885
2017	1.250.346	1.039.709
2018	1.227.944	1.160.534
2019	1.388.319	1.281.358
Jumlah	5.802.669	5.198.547
R ²		0,98327
R		0,99160
St.D		241.649

Sumber: Hasil Analisis, 2022

Berdasarkan hasil analisis diatas didapat nilai standar deviasi sebesar 241.649 dan untuk nilai koefisien kolerasi sebesar 0,98327 yang didapatkan dengan menggunakan metode *last square*.

Dari hasil analisis dengan 3 metode perhitungan diatas disimpulkan bahwa analisis *forecasting* yang digunakan adalah metode *least squer* karena dihasilkan standar deviasi terkecil yaitu sebesar 241.649 dengan nilai koefisien kolerasi yang mendekati angka 1 dengan hasil analisis sebesar 0,98327. Adapun hasil analisis *forecasting* sampai dengan tahun 2024 sebagai berikut:

Tabel V. 4 Hasil Perhitungan Forecasting

No	Tahun	Jumlah Penumpang	Jumlah Penumpang Rata-Rata Perhari	Keterangan
1	2015	860.277	2.357	Data Sekunder
2	2016	1.075.783	2.947	Data Sekunder
3	2017	1.250.346	3.426	Data Sekunder
4	2018	1.227.944	3.364	Data Sekunder
5	2019	1.388.319	3.804	Data Sekunder
6	2020	1.402.183	3.842	Hasil Prediksi
7	2021	1.523.007	4.173	Hasil Prediksi
8	2022	1.643.832	4.504	Hasil Prediksi
9	2023	1.764.656	4.835	Hasil Prediksi
10	2024	1.885.481	5.166	Hasil Prediksi

Sumber: Hasil Analisis, 2022

Dari hasil analisis peramalan penumpang tersebut, diketahui bahwa volume penumpang KA Pangrango lintas Bogor – Sukabumi selalu ada peningkatan setiap tahunnya. Kebutuhan masyarakat akan transportasi yang cepat, nyaman, murah, dan tepat waktu mendorong moda transportasi kereta api menjadi pilihan masyarakat. Dengan peningkatan volume penumpang kereta api seiring dengan pembangunan jalur ganda, harapannya permintaan penumpang dan peningkatan jumlah penumpang dapat terlayani dengan baik.

B. Analisis Waktu Tempuh

Lintas Bogor – Sukabumi merupakan lintas yang dilalui kereta api Penumpang. Kondisi lintas yang masih sepenuhnya menggunakan jalur tunggal dikarenakan masih belum selesainya pembangunan jalur ganda. Dalam hal ini waktu tempuh murni merupakan waktu perjalanan yang dapat ditempuh kereta api tanpa adanya waktu berhenti di stasiun disesuaikan dengan kondisi di lapangan, sedangkan waktu tempuh eksisting merupakan waktu perjalanan yang disertai dengan waktu berhenti di stasiun baik untuk melakukan persilangan maupun naik turun penumpang. Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui pengaruh penambahan waktu perjalanan yang dapat dilihat dari waktu tempuh rata-rata tiap kereta. Analisis waktu tempuh ini untuk mengetahui pengaruh waktu tunggu terhadap waktu tempuh kereta api lintas Bogor – Sukabumi. Berikut merupakan Analisis waktu tempuh di lintas Bogor – Sukabumi:

V Grafis = Kecepatan puncak prasarana x 85%

V Grafis = 40 km/jam x 85%
= 34 km/jam

$$\begin{aligned}\text{Waktu tempuh Lintas Bogor – Sukabumi} &= \frac{60 \times \text{Jarak}}{v} \\ &= \frac{60 \times 57,173}{34} \\ &= 101 \text{ menit}\end{aligned}$$

Secara teoritis, lintas Bogor – Sukabumi dapat ditempuh dengan waktu 101 menit. Perhitungan ini menggunakan kecepatan grafis yang diijinkan untuk lintas Bogor – Sukabumi sesuai dengan Gapeka 2021. Berikut merupakan hasil analisis waktu tempuh lintas Bogor – Sukabumi tiap petak jalan:

Tabel V. 5 Hasil Perhitungan Waktu Tempuh

No	Petak Jalan	Jarak (Km)	Waktu Tempuh Murni	Waktu Tempuh Tunggal	Waktu Tempuh Eksisting
1	BOP-BTT	4,378	7	8	7
2	BTT-CS	4,928	8	9	8
3	CS-MSG	4,790	8	8	8
4	MSG-CGB	5,526	9	10	9
5	CGB-CCR	7,093	12	13	12
6	CCR-PRK	7,644	13	13	13
7	PRK-CBD	5,525	9	10	10
8	CBD-KE	4,890	8	9	9
9	KE-CSA	7,578	13	13	13
10	CSA-SI	4,821	8	8	8
Jumlah		57,173	95	101	97

Sumber: Hasil Analisis, 2022

Berdasarkan hasil analisis diatas, waktu perjalanan yang dapat ditempuh KA Pangrango dengan asumsi masih jalur tunggal adalah 102 menit, namun apabila menggunakan waktu tempuh murni yaitu selama 95 menit dan jika menggunakan waktu tempuh eksisting selama 98 menit. Dalam hal ini terdapat selisih waktu perjalanan waktu tempuh murni dengan waktu tempuh jalur tunggal selama 7 menit, dan selisih waktu tempuh jalur tunggal dengan waktu tempuh eksisting sebesar 4 menit.

C. Analisis Kecepatan Rata-Rata

Kecepatan rata-rata yang akan diteliti pada lintas Bogor – Sukabumi yaitu kecepatan rata-rata tiap petak jalan pada kondisi jalur tunggal, eksisting, serta jalur ganda dapat menggunakan perhitungan waktu tempuh murni (waktu

tempuh normal). Dalam hal ini, waktu tempuh dapat mempengaruhi besarnya kecepatan rata-rata kereta yang dapat dilewati dalam satu petak jalan.

1. Kecepatan Rata-rata Jalur Tunggal per Petak Jalan

Kondisi lintas Bogor – Sukabumi yang masih menggunakan jalur tunggal sesuai Gapeka 2021. Kecepatan rata-rata pada jalur tunggal dapat dihitung dengan rumus sebagai berikut:

$$V_{ka} = \frac{60 \times \text{Jarak}}{WT}$$

Sumber: Supriadi, 2008

Dibawah ini merupakan hasil analisis kecepatan rata-rata jalur tunggal di setiap petak jalan lintas Bogor – Sukabumi.

a. Bogor Paledang – Batutulis

$$\begin{aligned} \text{Vrata-rata KA penumpang} &= \frac{60 \times 4,378}{8} \\ &= 32,83 \text{ km/jam} \end{aligned}$$

b. Batutulis – Ciomas

$$\begin{aligned} \text{Vrata-rata KA penumpang} &= \frac{60 \times 4,928}{9} \\ &= 32,85 \text{ km/jam} \end{aligned}$$

c. Ciomas – Maseng

$$\begin{aligned} \text{Vrata-rata KA penumpang} &= \frac{60 \times 4,790}{8} \\ &= 35,92 \text{ km/jam} \end{aligned}$$

d. Maseng – Cigombong

$$\begin{aligned} \text{Vrata-rata KA penumpang} &= \frac{60 \times 5,526}{10} \\ &= 33,15 \text{ km/jam} \end{aligned}$$

e. Cigombong – Cicurug

$$\begin{aligned} \text{Vrata-rata KA penumpang} &= \frac{60 \times 7,093}{13} \\ &= 32,73 \text{ km/jam} \end{aligned}$$

f. Cicurug – Parungkuda

$$\begin{aligned} \text{Vrata-rata KA penumpang} &= \frac{60 \times 7,644}{13} \\ &= 35,28 \text{ km/jam} \end{aligned}$$

g. Parungkuda – Cibadak

$$\begin{aligned} \text{Vrata-rata KA penumpang} &= \frac{60 \times 5,525}{10} \\ &= 33,15 \text{ km/jam} \end{aligned}$$

h. Cibadak – Karangtengah

$$\begin{aligned} \text{Vrata-rata KA penumpang} &= \frac{60 \times 4,890}{9} \\ &= 32,6 \text{ km/jam} \end{aligned}$$

i. Karangtengah – Cisaat

$$\begin{aligned} \text{Vrata-rata KA penumpang} &= \frac{60 \times 7,578}{13} \\ &= 34,97 \text{ km/jam} \end{aligned}$$

j. Cisaat – Sukabumi

$$\begin{aligned} \text{Vrata-rata KA penumpang} &= \frac{60 \times 4,821}{8} \\ &= 36,15 \text{ km/jam} \end{aligned}$$

Dari hasil analisis diatas maka dapat disimpulkan kecepatan rata-rata lintas Bogor – Sukabumi saat diasusmsikan sebagai jalur tunggal sebagai berikut:

Tabel V. 6 Hasil Analisis Kecepatan Rata-Rata Jalur Tunggal

No	Petak Jalan	Jarak (Km)	Waktu Tempuh	Kecepatan Rata-rata Jalur Tunggal
1	BOP-BTT	4,378	1	32,83
2	BTT-CS	4,928	2	32,85
3	CS-MSG	4,790	3	35,92
4	MSG-CGB	5,526	4	33,15
5	CGB-CCR	7,093	5	32,73
6	CCR-PRK	7,644	6	35,28
7	PRK-CBD	5,525	7	33,15
8	CBD-KE	4,890	8	32,6
9	KE-CSA	7,578	9	34,97
10	CSA-SI	4,821	10	36,15

Sumber: Hasil Analisis, 2022

Dari hasil analisis diatas dapat didapattkann bahwa kecepatan rata-rata eksisting pada lintas Bogor – Sukabumi adalah 33,63 km/jam.

2. Kecepatan Rata-rata *Double track* per Petak Jalan

Waktu tempuh murni dapat digunakan untuk menentukan kecepatan rata-rata tiap petak jalan yang dapat dilalui kereta api ketika *double track*. Hal ini dikarenakan, waktu berhenti di stasiun untuk menunggu persilangan tidak termasuk ke dalam waktu tempuh murni. Dilakukan analisis kecepatan rata-rata *double track* per petak jalan pada lintas Bogor – Sukabumi sebagai berikut:

a. Bogor Paledang – Batutulis

$$\begin{aligned}\text{Vrata-rata KA penumpang} &= \frac{60 \times 4,378}{7} \\ &= 37,52 \text{ km/jam}\end{aligned}$$

b. Batutulis – Ciomas

$$\begin{aligned}\text{Vrata-rata KA penumpang} &= \frac{60 \times 4,928}{8} \\ &= 36,96 \text{ km/jam}\end{aligned}$$

c. Ciomas – Maseng

$$\begin{aligned}\text{Vrata-rata KA penumpang} &= \frac{60 \times 4,790}{8} \\ &= 35,92 \text{ km/jam}\end{aligned}$$

d. Maseng – Cigombong

$$\begin{aligned}\text{Vrata-rata KA penumpang} &= \frac{60 \times 5,526}{9} \\ &= 36,84 \text{ km/jam}\end{aligned}$$

e. Cigombong – Cicurug

$$\begin{aligned}\text{Vrata-rata KA penumpang} &= \frac{60 \times 7,093}{12} \\ &= 35,46 \text{ km/jam}\end{aligned}$$

f. Cicurug – Parungkuda

$$\begin{aligned}\text{Vrata-rata KA penumpang} &= \frac{60 \times 7,644}{13} \\ &= 35,28 \text{ km/jam}\end{aligned}$$

g. Parungkuda – Cibadak

$$\begin{aligned}\text{Vrata-rata KA penumpang} &= \frac{60 \times 5,525}{9} \\ &= 36,83 \text{ km/jam}\end{aligned}$$

h. Cibadak – Karangtengah

$$\begin{aligned}\text{Vrata-rata KA penumpang} &= \frac{60 \times 4,890}{8} \\ &= 36,67 \text{ km/jam}\end{aligned}$$

i. Karangtengah – Cisaat

$$\begin{aligned} \text{Vrata-rata KA penumpang} &= \frac{60 \times 7,578}{13} \\ &= 34,97 \text{ km/jam} \end{aligned}$$

j. Cisaat – Sukabumi

$$\begin{aligned} \text{Vrata-rata KA penumpang} &= \frac{60 \times 4,821}{8} \\ &= 36,15 \text{ km/jam} \end{aligned}$$

Tabel V. 7 Hasil Analisis Waktu Tempuh Murni

No	Petak Jalan	Jarak (Km)	Waktu Tempuh	Kecepatan Rata-rata Murni
1	BOP-BTT	4,378	7	37,52
2	BTT-CS	4,928	8	36,96
3	CS-MSG	4,790	8	35,92
4	MSG-CGB	5,526	9	36,84
5	CGB-CCR	7,093	12	35,46
6	CCR-PRK	7,644	13	35,28
7	PRK-CBD	5,525	9	36,83
8	CBD-KE	4,890	8	36,67
9	KE-CSA	7,578	13	34,97
10	CSA-SI	4,821	8	36,15

Sumber: Hasil Analisis, 2022

Dari hasil analisis diatas dapat disimpulkan bahwa kecepatan rata-rata murni tanpa pemberhentian pada lintas Bogor – Sukabumi adalah 36,10 km/jam.

3. Kecepatan Rata-rata Eksisting Per Petak Jalan

Pada kondisi eksisting untuk lintas Bogor – Sukabumi Sebagian lintas pelayanan sudah menggunakan jalur ganda yaitu lintas pelayanan Bogor Paledang – Cicurug. adapun hasil analisis yang didapat sebagai berikut:

Tabel V. 8 Hasil Analisis Kecepatan Rata-Rata Eksisting

No	Petak Jalan	Jarak (Km)	Waktu Tempuh	Kecepatan Rata-rata Eksisting
1	BOP-BTT	4,378	1	37,52
2	BTT-CS	4,928	2	36,96
3	CS-MSG	4,790	3	35,92
4	MSG-CGB	5,526	4	36,84
5	CGB-CCR	7,093	5	35,46
6	CCR-PRK	7,644	6	35,28
7	PRK-CBD	5,525	7	33,15
8	CBD-KE	4,890	8	32,6
9	KE-CSA	7,578	9	34,97
10	CSA-SI	4,821	10	36,15

Sumber: Hasil Analisis, 2022

Dari hasil analisis diatas dapat disimpulkan bahwa kecepatan rata-rata eksisting pada lintas Bogor – Sukabumi adalah 35,08 km/jam

4. Kecepatan Puncak Maksimum Jalur tunggal

Sesuai Gapeka 2021, puncak kecepatan maksimum Prasarana Jalan adalah 40 km/jam. Dengan memperhatikan kecepatan maksimum prasarana,

puncak kecepatan grafis jalur tunggal didapat dari 85% puncak kecepatan maksimum terendah. Maka diperoleh puncak kecepatan maksimum dan puncak kecepatan grafis sebagai berikut:

Puncak kecepatan maksimum:

KA penumpang: 6 KA, V_{maks} 40 km/jam

Puncak kecepatan grafis:

Puncak kecepatan grafis = Kecepatan puncak prasarana x 85%

$$\begin{aligned} \text{Puncak kecepatan Grafis} &= 40 \text{ km/jam} \times 85\% \\ &= 34 \text{ km/jam} \end{aligned}$$

5. Kecepatan Puncak Maksimum Rencana Jalur Ganda

Lintas Bogor – Sukabumi direncanakan akan dibangun *double track*. Untuk lintas pelayanan Bogor Paledang – Cicurug sudah dibangun jalur ganda namun belum dioperasikan yang akan dilanjutkan pembangunan jalur ganda pada lintas pelayanan Parungkuda – Sukabumi. Kecepatan puncak maksimum untuk rencana *double track* lintas Bogor – Sukabumi dapat dihitung sebagai berikut:

Puncak kecepatan maksimum:

KA penumpang: 6 KA, V_{maks} 40 km/jam

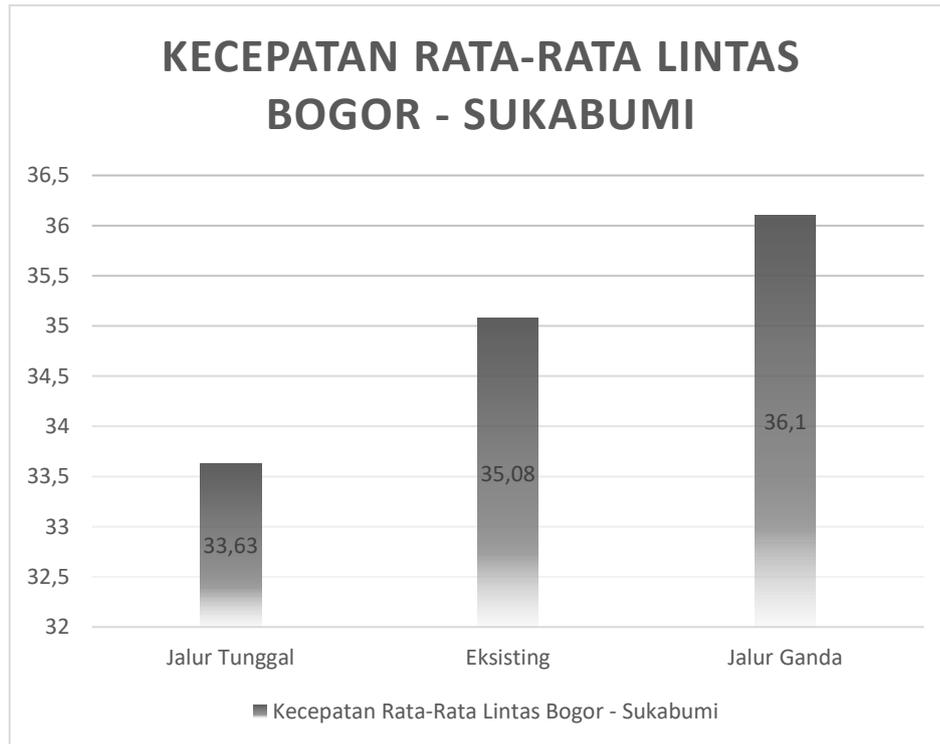
Puncak kecepatan grafis:

Puncak kecepatan grafis = Kecepatan puncak prasarana x 90%

$$\begin{aligned} \text{Puncak kecepatan grafis} &= 40 \text{ km/jam} \times 90\% \\ &= 36 \text{ km/jam} \end{aligned}$$

6. Perbandingan kecepatan

Setelah dilakukan analisis mengenai kecepatan rata-rata maka dapat dilihat perbandingan kecepatan rata-rata Lintas Bogor - Sukabumi pada saat diasumsikan kondisi jalur tunggal, eksisting dan *double track* sebagai berikut:



Gambar V. 1 Diagram Perbandingan Kecepatan

Sumber: Hasil Analisis, 2022

Pada gambar V.1 dapat dilihat bahwa perbandingan kecepatan saat jalur tunggal, Eksisting dan sesudah *double track* tiap petak jalan pada lintas Bogor – Sukabumi mengalami perubahan, ini membuktikan bahwa dengan dibangunnya jalur ganda akan berdampak pada waktu tempuh juga kecepatan rata-ratanya.

D. Analisis Headway

Pada lintas Bogor – Sukabumi yang memiliki jarak petak jalan sepanjang 57,173 km. pada petak jalan antara Bogor Paledang sampai dengan Cicurug telah menggunakan jenis persinyalan elektrik dengan hubungan blok otomatis tertutup, sedangkan pada petak jalan antara Parungkuda sampai dengan Sukabumi masih menggunakan jenis persinyalan mekanik.

Tabel V. 9 Data Jenis Hubungan Blok Dan Sistem jalur

No	Petak Jalan	Jarak (Km)	Sistem Jalur	Jenis Hub. Blok
1	BOP-BTT	4,378	Ganda	Ototmatik Tertutup
2	BTT-CS	4,928		
3	CS-MSG	4,790		
4	MSG-CGB	5,526		
5	CGB-CCR	7,093		
6	CCR-PRK	7,644	Tunggal	Mekanik
7	PRK-CBD	5,525		
8	CBD-KE	4,890		
9	KE-CSA	7,578		
10	CSA-SI	4,821		

Sumber: Hasil Analisis, 2022

1. Analisis headway jalur tunggal

Pada kondisi eksisting lintas Bogor – Sukabumi yang masih menggunakan jalur tunggal sesuai Gapeka 2021. Adapun perhitungan *headway* jalur tunggal pada tiap petak jalan lintas Bogor – Sukabumi sebagai berikut:

a. Bogor Paledang – Batutulis

$$H = \frac{60 \times Sab + 180}{V} + 1$$

$$H = \frac{60 \times 4,378 + 180}{34} + 1 = 14,02 \text{ menit}$$

b. Batutulis – Ciomas

$$H = \frac{60 \times Sab + 180}{V} + 1$$

$$H = \frac{60 \times 4,928 + 180}{34} + 1 = 14,99 \text{ menit}$$

c. Ciomas – Maseng

$$H = \frac{60 \times Sab + 180}{V} + 1$$

$$H = \frac{60 \times 4,790 + 180}{40} + 1 = 14,74 \text{ menit}$$

d. Maseng – Cigombong

$$H = \frac{60 \times Sab + 180}{V} + 1$$

$$H = \frac{60 \times 5,526 + 180}{34} + 1 = 16,04 \text{ menit}$$

e. Cigombong – Cicurug

$$H = \frac{60 \times Sab + 180}{V} + 1$$

$$H = \frac{60 \times 7,093 + 180}{34} + 1 = 18,81 \text{ menit}$$

f. Cicurug – Parungkuda

$$H = \frac{60 \times Sab + 180}{V} + 1$$

$$H = \frac{60 \times 7,644 + 180}{34} + 1 = 19,78 \text{ menit}$$

g. Parungkuda – Cibadak

$$H = \frac{60 \times Sab + 180}{V} + 1$$

$$H = \frac{60 \times 5,525 + 180}{34} + 1 = 16,04 \text{ menit}$$

h. Cibadak – Karangtengah

$$H = \frac{60 \times Sab + 180}{V} + 1$$

$$H = \frac{60 \times 4,890 + 180}{34} + 1 = 14,92 \text{ menit}$$

i. Karangtengah – Cisaat

$$H = \frac{60 \times Sab + 180}{V} + 1$$

$$H = \frac{60 \times 7,578 + 180}{34} + 1 = 19,66 \text{ menit}$$

j. Cisaat – Sukabumi

$$H = \frac{60 \times Sab + 180}{V} + 1$$

$$H = \frac{60 \times 4,821 + 180}{34} + 1 = 14,80 \text{ menit}$$

Tabel V. 10 Hasil Analisis Headway Jalur Tunggal

No	Petak Jalan	Jarak (km)	Headway	Pembulatan (menit)
1	BOP-BTT	4,378	14,02	14
2	BTT-CS	4,928	14,99	15
3	CS-MSG	4,790	14,74	15
4	MSG-CGB	5,526	16,04	16
5	CGB-CCR	7,093	18,81	19
6	CCR-PRK	7,644	19,78	20
7	PRK-CBD	5,525	16,04	16
8	CBD-KE	4,890	14,92	15
9	KE-CSA	7,578	19,66	20
10	CSA-SI	4,821	14,80	15

Sumber: Hasil Analisis, 2022

Dari hasil analisis diatas, dapat disimpulkan headway minimum yang digunakan untuk lintas Bogor – Sukabumi ditentukan dari jarak petak terjauh yaitu petak jalan Batutulis – Maseng dengan *headway* yang didapat sebesar 20 menit. *Headway* yang masih panjang ini dikarenakan pada lintas Bogor – Sukabumi masih menggunakan jalur tunggal.

2. Analisis headway jalur ganda

Analisis *headway* untuk rencana jalur ganda pada lintas Bogor – Sukabumi. Adapun rumus *headway* jalur ganda per petak jalan dapat dihitung sebagai berikut:

$$H = \frac{60 \times Sab + 90}{V} + 0,25$$

Sumber: Supriadi, 2008

Adapun contoh perhitungan *headway* jalur ganda pada petak jalan Bogor Paledang sampai dengan Batutulis sebagai berikut:

Bogor Paledang – Batutulis

$$H = \frac{60 \times Sab + 90}{V} + 0,25$$

$$H = \frac{60 \times 4,378 + 90}{36} + 0,25$$

$$H = 10,04$$

Tabel V. 11 Hasil Analisis Headway Jalur Ganda

No	Petak Jalan	Jarak (km)	Headway	Pembulatan (menit)
1	BOP-BTT	4,378	10,04	10
2	BTT-CS	4,928	10,96	11
3	CS-MSG	4,790	10,73	11
4	MSG-CGB	5,526	11,96	12
5	CGB-CCR	7,093	14,57	15
6	CCR-PRK	7,644	15,49	15
7	PRK-CBD	5,525	11,95	12
8	CBD-KE	4,890	10,90	11
9	KE-CSA	7,578	15,38	15
10	CSA-SI	4,821	10,78	11

Sumber: Hasil Analisis, 2022

3. Analisis headway eksisting

Pada kondisi eksisting lintas Bogor – Sukabumi yang Sebagian lintas sudah jalur ganda yaitu petak jalan antara Bogor Paledang sampai dengan Cicurug. Adapun hasil analisis headway eksisting sebagai berikut:

Tabel V. 12 Hasil Analisis Headway Eksisting

No	Petak Jalan	Jarak (km)	Headway	Pembulatan (menit)
1	BOP-BT T	4,378	10,04	10
2	BTT-CS	4,928	10,96	11
3	CS-MSG	4,790	10,73	11
4	MSG-CGB	5,526	11,96	12
5	CGB-CCR	7,093	14,57	15
6	CCR-PRK	7,644	19,78	20
7	PRK-CBD	5,525	16,04	16
8	CBD-KE	4,890	14,92	15
9	KE-CSA	7,578	19,66	20
10	CSA-SI	4,821	14,80	15

Sumber: Hasil Analisis, 2022

E. Analisis Kapasitas Lintas

1. Analisis kapasitas lintas jalur tunggal

Lintas Bogor – Sukabumi yang masih menggunakan jalur tunggal maka kapasitas lintas dapat dihitung dengan rumus sebagai berikut:

$$C = \frac{1440}{H} \times 0,6$$

Sumber: Supriadi, 2008

Adapun contoh perhitungan Kapasitas Lintas jalur tunggal pada petak jalan Bogor Paledang sampai dengan Batutulis sebagai berikut:

Bogor Paledang – Batutulis:

$$C = \frac{1440}{H} \times 0,6$$

$$C = \frac{1440}{14} \times 0,6 = 62 \text{ KA}$$

Tabel V. 13 Hasil Analisis Kapasitas Lintas Jalur Tunggal

No	Petak Jalan	Jarak (km)	Headway (menit)	Kapasitas Lintas (KA)
1	BOP-BTT	4,378	14	62
2	BTT-CS	4,928	15	58
3	CS-MSG	4,790	15	58
4	MSG-CGB	5,526	16	54
5	CGB-CCR	7,093	19	45
6	CCR-PRK	7,644	20	43
7	PRK-CBD	5,525	16	54
8	CBD-KE	4,890	15	58
9	KE-CSA	7,578	20	43
10	CSA-SI	4,821	15	58

Sumber: Hasil Analisis, 2022

2. Analisis kapasitas lintas jalur ganda

Dengan adanya rencana pembangunan jalur ganda pada lintas Bogor – Sukabumi dan peningkatan persinyalan yang telah dijelaskan sebelumnya, hal ini akan mempengaruhi perubahan *headway* dan juga kapasitas lintas jalur, kapasitas lintas jalur ganda bisa diketahui dengan perhitungan sebagai berikut:

$$C = \frac{1440}{H} \times 0,7 \times 2$$

Sumber: Supriadi, 2008

Adapun contoh perhitungan Kapasitas Lintas jalur ganda pada petak jalan Bogor Paledang sampai dengan Batutulis sebagai berikut:

Bogor Paledang – Batutulis:

$$C = \frac{1440}{H} \times 0,7 \times 2$$

$$C = \frac{1440}{10} \times 0,7 \times 2 = 202 \text{ KA}$$

Tabel V. 14 Hasil Analisis Kapasitas Lintas Jalur Ganda

No	Petak Jalan	Jarak (km)	Headway (menit)	Kapasitas Lintas (KA)
1	BOP-BTT	4,378	10	202
2	BTT-CS	4,928	11	183
3	CS-MSG	4,790	11	183
4	MSG-CGB	5,526	12	168
5	CGB-CCR	7,093	15	134
6	CCR-PRK	7,644	15	134
7	PRK-CBD	5,525	12	168
8	CBD-KE	4,890	11	183
9	KE-CSA	7,578	15	134
10	CSA-SI	4,821	11	183

Sumber: Hasil Analisis, 2022

3. Analisis kapasitas lintas eksisting

Kondisi eksisting pada lintas Bogor – Sukabumi sebagian petak jalan sudah jalur ganda yaitu antara petak jalan Bogor Paledang sampai dengan Cicurug dan untu petak jalan Parungkuda sampai dengan Sukabumi pada kondisi eksisting masih menggunakan jalur tunggal. Adapun didapat hasil analisis kapasitas lintas eksisting sebagai berikut:

a. Jalur Ganda antara Bogor Paledang – Cicurug

$$C = \frac{1440}{H} \times 0,7 \times 2$$

$$C = \frac{1440}{15} \times 0,7 \times 2 = 134 \text{ KA}$$

b. Jalur tunggal antara Cicurug – Sukabumi

$$C = \frac{1440}{H} \times 0,6$$

$$C = \frac{1440}{20} \times 0,6 = 43 \text{ KA}$$

F. Analisis Kapasitas Stasiun

Menurut PM 110 tahun 2017 Kapasitas stasiun adalah kemampuan maksimum stasiun untuk dapat menampung sejumlah perjalanan kereta api dalam waktu 24 jam atau dalam waktu tertentu. Adapun rumus yang digunakan adalah sebagai berikut:

$$K_s = \frac{1440}{H_s} + \eta$$

Sumber: Supriadi, 2008

Dari rumus tersebut Maka didapat hasil analisis kapasitas stasiun sebagai berikut:

$$\begin{aligned} K_s &= \frac{1440}{H_s} + \eta \\ &= \frac{1440}{15} + 0,7 \\ &= 97 \text{ KA} \end{aligned}$$

G. Analisis Waktu Perjalanan Setelah Jalur Ganda Untuk Penyusunan

Gapeka Baru

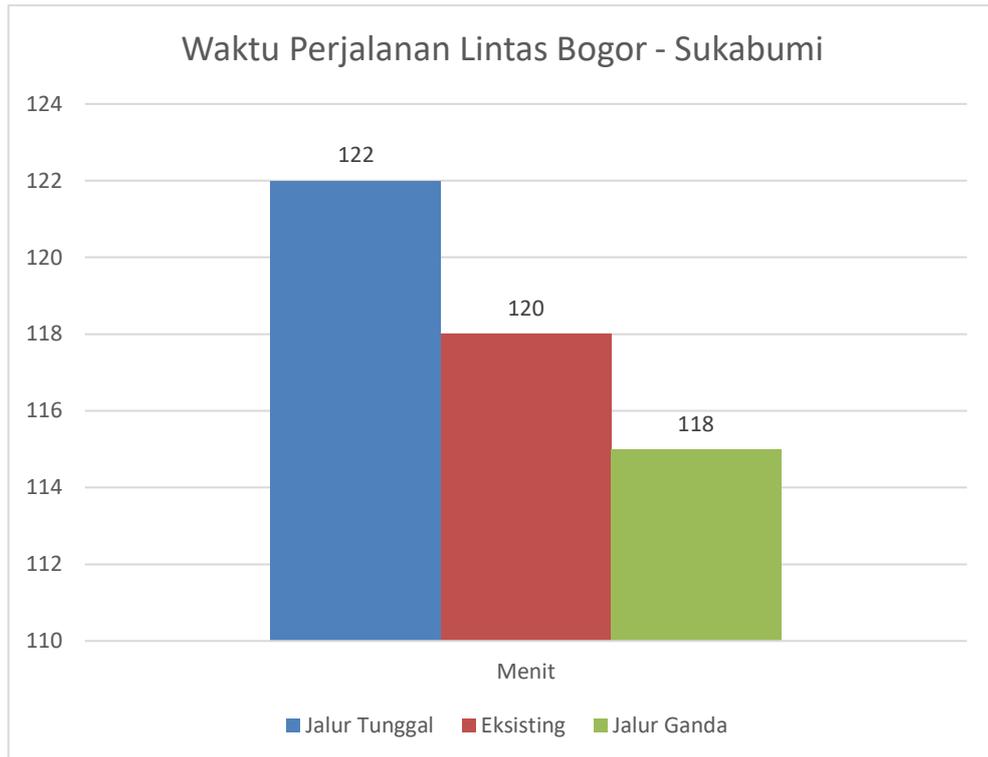
Jalur ganda dibangun bertujuan untuk mengurangi waktu perjalanan dengan menghilangkan persilangan dan juga mengurangi penyusulan. Akibatnya waktu datang dan berangkat kereta api akan berubah disetiap stasiun. Pada lintas Bogor sampai dengan Sukabumi ada stasiun yang tidak melayani naik turunnya penumpang. Adapun waktu naik turun penumpang di setiap stasiun sebagai berikut:

Tabel V. 15 Waktu Naik Turun Penumpang

NO	NAMA STASIUN	SINGKATAN	Waktu Naik Turun Penumpang
1	BOGOR PALEDANG	BOP	1 menit
2	BATU TULIS	BTT	1 menit
3	CIOMAS	CS	TIDAK BERHENTI
4	MASENG	MSG	1 menit
5	CIGOMBONG	CGB	1 menit
6	CICURUG	CCR	1 menit
7	PARUNGKUDA	PRK	1 menit
8	CIBADAK	CBD	1 menit
9	KARANG TENGAH	KE	1 menit
10	CISAAT	CSA	1 menit
11	SUKABUMI	SI	1 menit

Sumber: Hasil Analisis, 2022

Waktu perjalanan yang dapat ditempuh KA Pangrango tiap petak jalan jika dengan memperhatikan waktu naik turun penumpang pada kondisi yang diasumsikan jalur tunggal adalah selama 2 jam 2 menit, namun Ketika diasumsikan pada kondisi eksisting petak jalan antara Bogor Paledang sampai dengan Cicurug jalur ganda sudah dioperasikan waktu perjalanan yang didapat selama 2 jam dan jika menggunakan waktu perjalanan rencana jalur ganda lintas Bogor – Sukabumi selama 1 jam 58 menit. Dalam hal ini terdapat selisih waktu perjalanan rencana jalur ganda dengan asumsi jalur tunggal selama 4 menit, dan selisih waktu perjalanan asumsi jalur tunggal dengan eksisting sebesar 2 menit. Adapun perbandingan tersebut disajikan dalam bentuk diagram sebagai berikut:



Gambar V. 2 Perbandingan Waktu Perjalanan

Sumber: Hasil Analisis, 2022

Perubahan waktu perjalanan yang terjadi akibat meningkatnya kecepatan akan mempengaruhi jadwal kedatangan dan keberangkatan KA pada lintas Bogor – Sukabumi, dengan begitu akan terjadi perubahan pada gambar Gapeka.

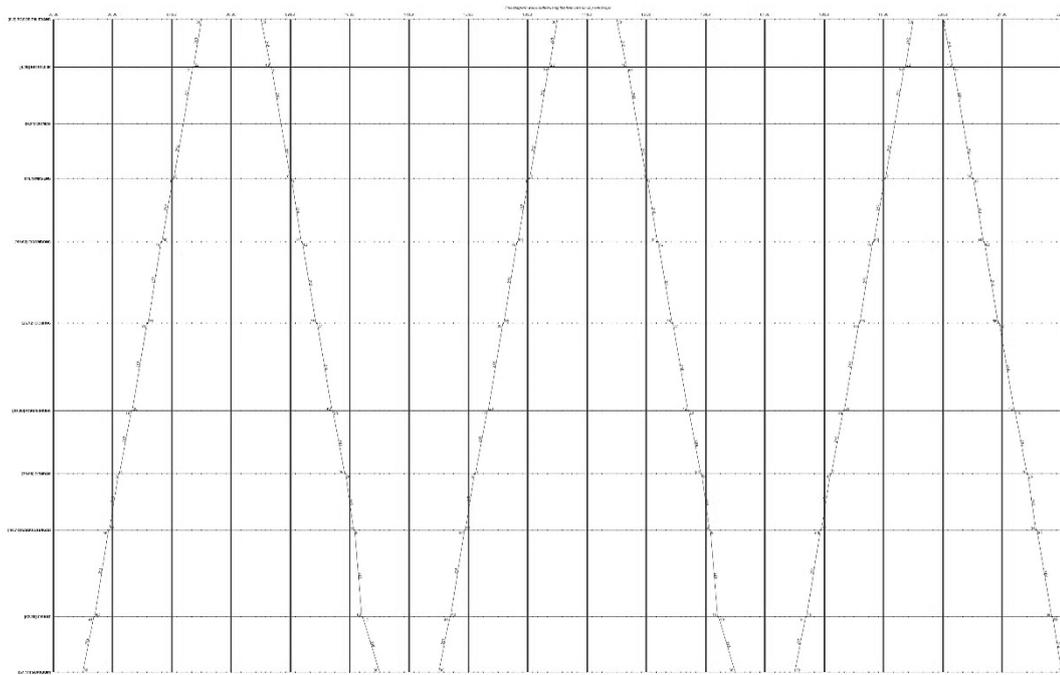
1. Asumsi eksisting jalur ganda Bogor Paledang – Cicurug sudah dioperasikan.
 Pada lintas Bogor – Sukabumi sudah mulai dibangun jalur ganda yaitu pada petak jalan antara Bogor Paledang sampai dengan Cicurug, walaupun belum dioperasikan nantinya pembangunan jalur ganda ini akan berpengaruh pada jadwal kedatangan dan keberangkatan KA yang melintas. Adapun perubahan jadwal kedatangan dan keberangkatan sebagai berikut:

Tabel V. 16 Perubahan Jadwal Asumsi Bogor Paledang-Cicurug Jalur Ganda

No KA Lintas Bogor Paledang – Sukabumi			Stasiun		No KA Lintas Sukabumi – Bogor Paledang		
216	218	214			213	215	217
08.30	14.30	20.00	BOP	SI	05.30	11.30	17.30
08.40	14.40	20.10	BTT	CSA	05.41	11.41	17.41
09.00	15.00	20.30	MSG	KE	05.56	11.56	17.56
09.11	15.11	20.41	CGB	CBD	06.06	12.06	17.06
09.26	15.26	20.56	CCR	PRK	06.19	12.19	18.19
09.42	15.42	21.12	PRK	CCR	06.35	12.35	18.35
09.55	15.55	21.25	CBD	CGB	06.49	12.49	18.49
10.04	16.04	21.34	KE	MSG	07.01	13.01	19.01
10.12	16.20	21.50	CSA	BTT	07.21	13.21	19.21
10.30	16.30	21.00	SI	BOP	07.30	13.30	19.30

Sumber: Hasil Analisis, 2022

Dari perubahan jadwal keberangkatan dan kedatangan diatas maka didapatkan gambar Gapeka sebagai berikut:



Gambar V. 3 Perubahan Gapeka Asumsi Bogor Paledang-Cicurug Jalur Ganda

Sumber: Hasil Analisis, 2022

2. Rencana jalur ganda lintas Bogor – Sukabumi

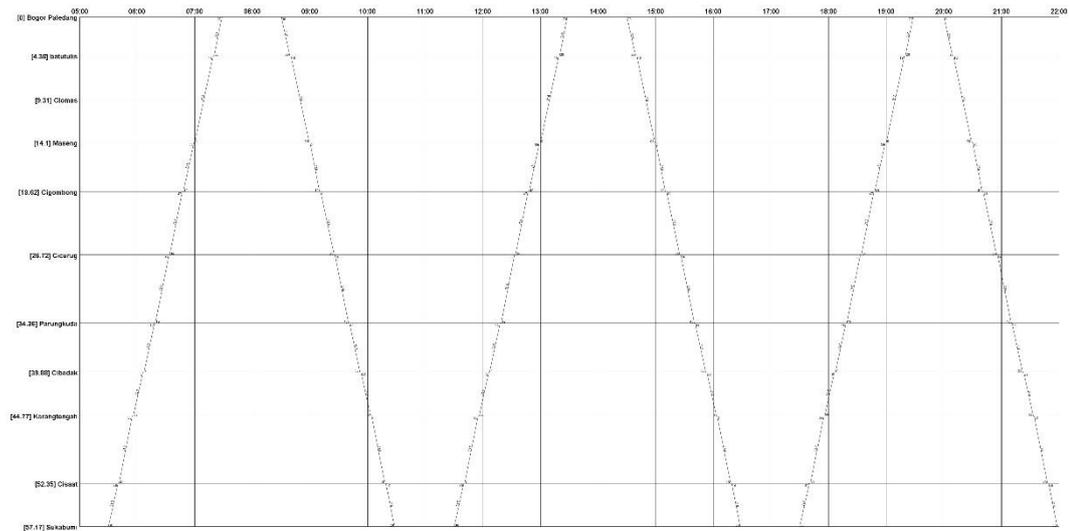
Dari hasil analisis yang telah didapat, rencana jalur ganda pada lintas Bogor – Sukabumi akan mempengaruhi jadwal keberangkatan dan kedatangan KA. Adapun perubahan jadwal keberangkatan dan kedatangan KA rencana jalur ganda sebagai berikut:

Tabel V. 17 Perubahan Jadwal Rencana Jalur Ganda

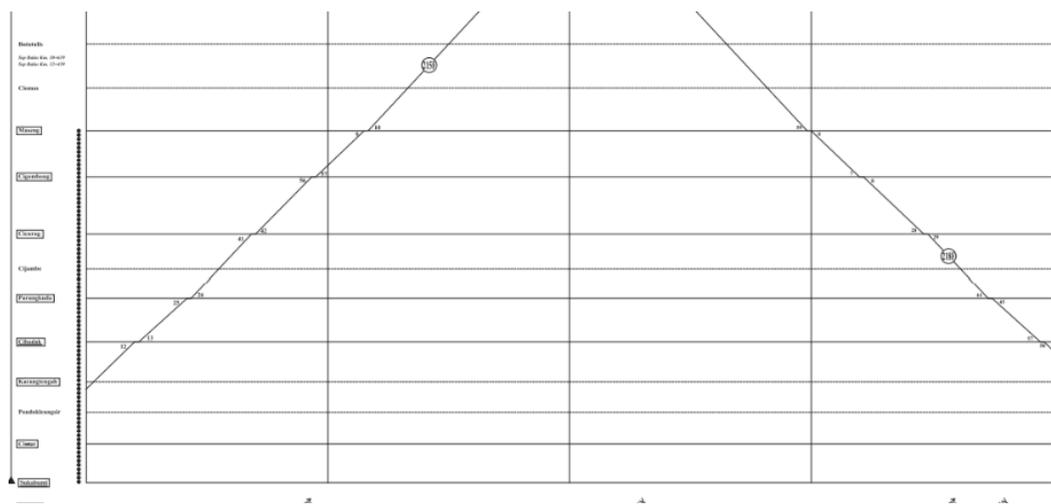
No KA Lintas Bogor Paledang – Sukabumi			Stasiun		No KA Lintas Sukabumi – Bogor Paledang		
216	218	214			213	215	217
08.30	14.30	20.00	BOP	SI	05.30	11.30	17.30
08.39	14.39	20.09	BTT	CSA	05.40	11.40	17.40
08.59	14.59	20.29	MSG	KE	05.55	11.55	17.55
09.11	15.11	20.41	CGB	CBD	06.06	11.06	18.06
09.25	15.25	20.55	CCR	PRK	06.18	12.18	18.18
09.40	15.40	21.10	PRK	CCR	06.33	12.33	18.33
09.52	15.52	21.22	CBD	CGB	06.47	12.47	18.47
10.03	16.03	21.33	KE	MSG	06.59	12.59	18.59
10.18	16.18	21.48	CSA	BTT	07.19	13.19	19.19
10.28	16.28	22.58	SI	BOP	07.28	13.28	19.28

Sumber: Hasil Analisis, 2022

Dari perubahan jadwal keberangkatan dan kedatangan diatas maka didapatkanlah gambar Gapeka sebagai berikut:



Gambar V. 4 Perubahan Gapeka Rencana Jalur Ganda
Sumber: Hasil Analisis, 2022



Gambar V. 5 Gapeka 2021
Sumber: PT KAI DAOP 1 Jakarta

BAB VI

PENUTUP

A. Kesimpulan

Berdasarkan hasil analisis yang dilakukan pada lintas Bogor – Sukabumi dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut:

1. Dengan adanya jalur ganda waktu perjalanan kereta api lintas Bogor – Sukabumi dapat teroptimalkan, yang semula membutuhkan waktu selama 2 jam 2 menit setelah dibangunnya jalur ganda waktu perjalanan menjadi lebih cepat yaitu 1 jam 58 menit.
2. Dengan adanya jalur ganda dapat meningkatkan kecepatan rata-rata lintas Bogor – Sukabumi yang saat masih jalur tunggal kecepatan rata-rata KA Pangrango sebesar 33,63 km/jam , setelah jalur ganda meningkat menjadi 36,1 km/jam.
3. Dengan adanya jalur ganda, kapasitas lintas semakin bertambah besar pada lintas Bogor – Sukabumi. Kapasitas lintas yang semula jalur tunggal sebesar 43 KA, setelah jalur ganda meningkat menjadi sebesar 134 KA.

B. Saran

Berdasarkan hasil analisis yang dilakukan, didapat beberapa rekomendasi yang bisa dilakukan dalam pemecahan masalah penelitian ini. Adapun saran yang dapat dilakukan sebagai berikut:

1. Pembangunan jalur ganda pada lintas Bogor – Sukabumi sebaiknya dijadikan prioritas agar pembangunan rencana jalur ganda ini dapat terselesaikan dengan cepat sehingga waktu perjalanan kereta api dapat berkurang sesuai hasil analisis yang didapat.
2. Pada lintas Bogor – Sukabumi yang mengalami peningkatan kapasitas lintas setelah dibangun jalur ganda, penambahan perjalanan kereta api akan bisa lebih optimal dan efektif.
3. Untuk penelitian selanjutnya dapat mengarah pada kebutuhan Sarana, karena dengan dibangunnya jalur ganda harus diimbangi dengan peningkatan jumlah Sarana.

DAFTAR PUSTAKA

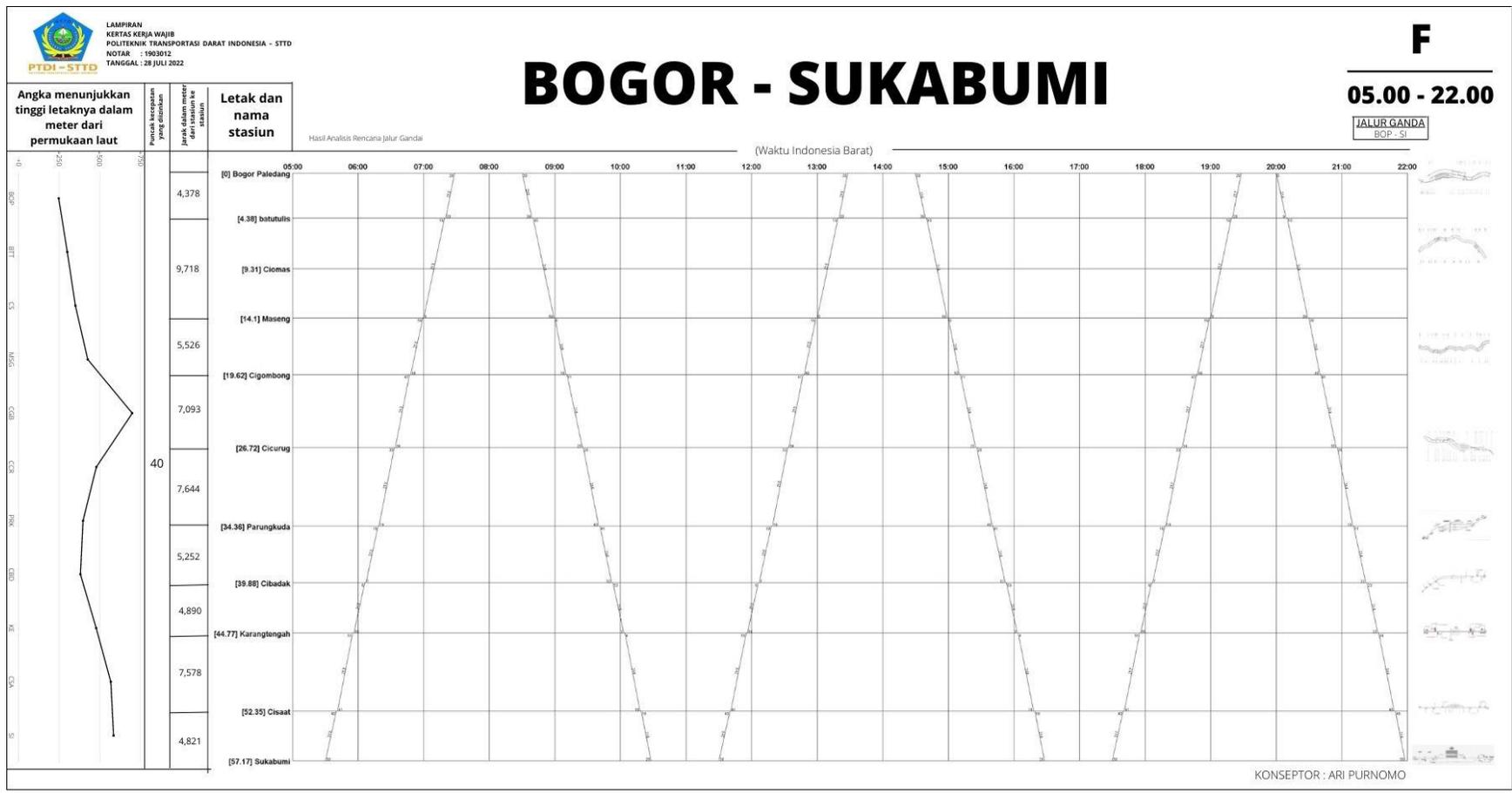
- _____, 2007, Undang – Undang Nomor 23 Tahun 2007 tentang *Perkeretaapian*.
- _____, 2009, Peraturan Pemerintah Nomor 56 Tahun 2009 tentang *Penyelenggaraan Perkeretaapian*.
- _____, 2009, Peraturan Pemerintah Nomor 72 Tahun 2009 tentang *lalu lintas dan angkutan kereta api*.
- _____, 2011, Rencana Induk Perkeretaapian Nasional tentang *Rencana Pengembangan Jaringan Perkeretaapian Nasional Tahun 2030*, Jakarta.
- _____, 2016, Peraturan Pemerintah Nomor 61 Tahun 2006 tentang *lalu lintas dan angkutan kereta api*.
- _____, 2017, Peraturan Menteri Perhubungan Nomor 110 Tahun 2017 tentang *Tata Cara Dan Grafik Perjalanan Kereta Api*.
- Kusuma, Intan, 2019 *Pengaruh Double Track Terhadap Operasi Kereta Api Lintas Kroya-Gombong* Politeknik Transportasi Darat Indonesia Bekasi.
- Raharjanto, Yunanda, 2022, *Sistem Persinyalan Di Indonesia*. CV. Cakrawala Milenia Jaya, Jakarta.
- Supriadi, Uned, 2008, *Perencanaan Perjalanan KA Dan Pelaksanaannya*, PT. Kereta Api (Persero), Bandung.
- Supriadi, Uned, 2008, *Kapasitas Lintas Dan Permasalahannya*. PT Kereta Api (Persero), Bandung.
- Winardi, Aris, 2014, *Analisis Kapasitas Lintas pada Lintas Medan - Araskabu Terkait dengan Operasi Kereta Api Bandara*. Sekolah Tinggi Transportasi Darat, Bekasi.

LAMPIRAN



POLITEKNIK TRANSPORTASI DARAT INDONESIA - STTD PROGRAM STUDI DIPLOMA III MANAJEMEN TRANSPORTASI PERKERETAAPIAN

GAPEKA RENCANA JALUR GANDA LINTAS BOGOR – SUKABUMI





PTDI - STTD
POLITEKNIK TRANSPORTASI DARAT INDONESIA

KARTU ASISTENSI

PROGRAM STUDI DIPLOMA III MANAJEMEN TRANSPORTASI PERKERETAAPIAN TAHUN AKADEMIK 2021/2022

NAMA : ARI PURNOMO

NOTAR : 1903 012

DOSEN : 1. Ir. YUNANDA R., ST., MT
2. Ir. TOTOK LUKITO

JUDUL KKW: pengaruh doubletrack terhadap waktu perjalanan kereta api pada lintas Bogor - Sukabumi

NO	TGL	KETERANGAN	PARAF	NO	TGL	KETERANGAN	PARAF
1.	29/6/22	Asistensi BAB I perihal identifikasi masalah, rumusan masalahnya dan analisis - analisis yang dibutuhkan.		1	01/07/2022	Perbaikan TOR KKW	
2.	15/7/22	1. penambahan analisis 2. penambahan data		2	03/07/2022	BAB I KKW oke	
3.	26/7/22	1. penambahan analisis 2. pembuatan 2 gapeta		3.	20/07/2022	BAB II, dan III kkw oke	

