ANALISIS JARAK TAMPAK SINYAL MASUK STASIUN BATUTULIS YANG TERHALANG LERENG

KERTAS KERJA WAJIB

Diajukan Dalam Rangka Penyelesaian Program Studi

Diploma III Manajemen Transportasi Perkeretaapian

Guna Memperoleh Sebutan Ahli Madya

PTDI – STTD
POLITEKNIK TRANSPORTASI DARAT INDONESIA

Diajukan Oleh :

MUHAMMAD MARSHA ULUM

Notar : 19.03.069

POLITEKNIK TRANSPORTASI DARAT INDONESIA – STTD

PROGRAM STUDI DIPLOMA III MANAJEMEN

TRANSPORTASI PERKERETAAPIAN

BEKASI

2022

PTDI – STTD
POLITEKNIK TRANSPORTASI DARAT INDONESIA

ANALISIS JARAK TAMPAK SINYAL MASUK STASIUN BATUTULIS YANG TERHALANG LERENG

KERTAS KERJA WAJIB

Diajukan Dalam Rangka Penyelesaian Program Studi

Diploma III Manajemen Transportasi Perkeretaapian

Guna Memperoleh Sebutan Ahli Madya

Diajukan Oleh :

MUHAMMAD MARSHA ULUM

Notar : 19.03.069

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 benar.

Nama	**: Muhammad Marsha Ulum**
Notar	**: 19.03.069**
Tanda Tangan	:
Tanggal	: Kamis, 11 Agustus 2022

KERTAS KERJA WAJIB

ANALISIS JARAK TAMPAK SINYAL MASUK STASIUN BATUTULIS YANG TERHALANG LERENG

Yang Dipersiapkan dan Disusun Oleh

MUHAMMAD MARSHA ULUM

NOTAR : 19.03.069

Telah disetujui oleh:

PEMBIMBING UTAMA

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

Tanggal : 29 Juli 2022

PEMBIMBING PENDAMPING

NYIMAS ARNITA APRILIA, M.Sc

Tanggal : 29 Juli 2022

KERTAS KERJA WAJIB

ANALISIS JARAK TAMPAK SINYAL MASUK STASIUN BATUTULIS YANG TERHALANG LERENG

Diajukan untuk memenuhi persyaratan kelulusan

Program Studi Diploma III

Oleh:

MUHAMMAD MARSHA ULUM

Nomor Taruna : 19.03.069

TELAH DIPERTAHANKAN DI DEPAN DEWAN PENGUJI

PADA TANGGAL 2 AGUSTUS 2022

DAN DINYATAKAN TELAH LULUS DAN MEMENUHI SYARAT

Pembimbing Utama

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

NIP. 19810626 200604 1 001 Tanggal: Kamis, 11 Agustus 2022

Pembimbing Pendamping

NYIMAS ARNITA APRILIA, M.Sc.

NIP. 19880411 201801 2 001 Tanggal: Kamis, 11 Agustus 2022

PROGRAM STUDI DIII MANAJEMEN TRANSPORTASI PERKERETAAPIAN

POLITEKNIK TRANSPORTASI DARAT INDONESIA – STTD

BEKASI, 2022

KERTAS KERJA WAJIB

ANALISIS JARAK TAMPAK SINYAL MASUK STASIUN BATUTULIS YANG TERHALANG LERENG

Yang dipersiapkan dan disusun oleh:

MUHAMMAD MARSHA ULUM

Nomor Taruna: 19.03.069

TELAH DIPERTAHANKAN DI DEPAN DEWAN PENGUJI
PADA TANGGAL 02 AGUSTUS 2022
DAN DINYATAKAN TELAH LULUS DAN MEMENUHI SYARAT

DEWAN PENGUJI

PENGUJI I

Dr. R. R. GLORIANI NOVITA C, S.T, MT

NIP. 19731104 199703 2 001

PENGUJI II

Ir. BAMBANG WINARTO, MM

PENGUJI III

Ir. YUNANDA R., ST., MT., IPM.

NIP. 19810626 200604 1 001

PENGUJI IV

NYIMAS ARNITA A., M.Sc

NIP. 19880411 201801 2 001

PENGUJI V

YANUAR DWI H., S.Pd., M.Sc

NIP. 19870103 201012 1 006

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	: Muhammad Marsha Ulum
Notar	: 19.03.069
Program Studi	: Diploma III Manajemen Transportasi Perkeretaapian
Jenis Karya	: Tugas Akhir

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan Politeknik Transportasi darat Indonesia – STTD. **Hak Bebas Royalti Non Ekslusif (*Non-exlusive Royalty-Free Right*)** atas karya ilmiah saya yang berjudul:

ANALISIS JARAK TAMPAK SINYAL MASUK STASIUN BATUTULIS YANG TERHALANG LERENG

Beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti Non Ekslusif ini Politeknik Transportasi Darat Indonesia – STTD berhak menyimpan, mengalih media/formatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (*database*), merawat, dan mempublikasi Tugas Akhir saya selama tetap mencantumkan saya sebagai penulis dan sebagai pemilik Hak Cipta. Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya

Dibuat di : Bekasi

Pada Tanggal : 10 Agustus 2022

Yang menyatakan :

(Muhammad Marsha Ulum)

KATA PENGANTAR

Alhamdulillah segala puji bagi Allah SWT atas rahmat dan karunia-Nya, sehingga dapat diselesaikan Kertas Kerja Wajib yang berjudul "Analisis Jarak Tampak Sinyal Masuk Stasiun Batutulis Yang Terhalang Lereng" dengan baik dan tepat pada waktunya. Tidak dipungkiri bahwasanya tanpa bantuan, dukungan dan bimbingan dari banyak pihak dari masa perkuliahan hingga pada penyusunan Kertas Kerja Wajib ini, penulis menyadari tidak akan mudah untuk menyelesaikan Kertas Kerja Wajib ini. Maka dari itu, penulis ingin menyampaikan ucapan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Kedua orang tua dan keluarga yang selalu memberikan doa dan dukungan.
2. Bapak Ahmad Yani, A.TD., M.T selaku Direktur Politeknik Transportasi Darat Indonesia – STTD.
3. Bapak Ir. Yunanda Raharjanto, ST., MT., IPM dan Ibu Nyimas Arnita Aprilia, M.Sc sebagai Dosen Pembimbing yang telah memberikan bimbingan dan arahan terhadap penulisan Kertas Kerja Wajib ini.
4. Bapak Ir. Bambang Drajat, MM, selaku Ketua Prodi Diploma III Manajemen Transportasi Perkeretaapian;
5. Ibu Erni Basri, ST., M. Eng., selaku Kepala Balai Teknik Perkeretaapian Kelas I Wilayah Jawa Bagian Barat;
6. Seluruh Pegawai dan Karyawan Balai Teknik Perkeretaapian Kelas I Wilayah Jawa Bagian Barat;
7. Kakak-kakak alumni Politeknik Transportasi Darat Indonesia – STTD yang berada di wilayah lingkungan kerja Balai Teknik Perkeretaapian Kelas I Wilayah Jawa Bagian Barat;
8. Rekan-rekan Taruna/i Program Diploma III Manajemen Transportasi Perkeretaapian Angkatan XLI dan rekan-rekan Angkatan XLI PTDI-STTD; dan
9. Semua pihak yang telah membantu baik moril maupun materiil yang telah memberi dukungan sehingga Kertas Kerja Wajib Ini dapat terselesaikan.

Penulis menyadari bahwa Kertas Kerja Wajib ini masih jauh dari kesempurnaan dikarenakan pengalaman dan wawasan penulis yang terbatas. Sehingga kritik dan saran dari semua pihak sangat kami harapkan demi terciptanya

Kertas Kerja Wajib yang semakin baik. Akhir kata semoga Kertas Kerja Wajib ini bermanfaat bagi kita semua khususnya bagi perkembangan ilmu pengetahuan di bidang transportasi perkeretaapian dan dapat diterapkan demi pembangunan transportasi Indonesia umumnya serta dalam wilayah Balai Teknik Perkeretaapian Kelas I Wilayah Jawa Bagian Barat.

Bekasi, Agustus 2022

MUHAMMAD MARSHA ULUM

NOTAR : 190369

DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR i

DAFTAR ISI ii

DAFTAR TABEL iv

DAFTAR GAMBAR vi

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

F. Keaslian Penulisan 4

G. Sistematika Penulisan 5

BAB II GAMBARAN UMUM 6

A. Kondisi Transportasi 6

B. Kondisi Wilayah Kajian Studi 18

BAB III KAJIAN PUSTAKA 26

A. Perkeretaapian 26

B. Prasarana Perkeretaapian 26

C. Fasilitas Operasi Kereta Api dan Sistem Persinyalan 27

D. Geometri Jalan Rel 30

E. Pengoperasian Kereta Api 35

F. Analisis Jarak Pengereman Kereta Api 35

G. Pengujian Jarak Tampak 39

BAB IV METODE PENELITIAN 41

A. Alur Pikir Penelitian 41

B. Bagan Alir Penelitian 42
C. Teknik Pengumpulan Data 43
D. Teknik Analisis Data 44
E. Lokasi dan Jadwal Penelitian 44
BAB V ANALISIS DATA DAN PEMECAHAN MASALAH.....46
A. Analisis Hasil Survei Lapangan 46
B. Analisis Pengaruh Lengkung Terhadap Kecepatan Kereta Api 49
C. Analisis Jarak Pengereman Kereta Api 51
D. Pemecahan Masalah..... 57
BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN.....65
A. Kesimpulan 65
B. Saran 65
DAFTAR PUSTAKA 66

DAFTAR TABEL

Tabel I. 1 Perbandingan Keaslian Penelitian 4
Tabel II. 1 Penggunaan Jenis Rel 6
Tabel II. 2 Penggunaan Jenis Bantalan 7
Tabel II. 3 Penggunaan Jenis Penambat 8
Tabel II. 4 Penggunaan Jembatan 8
Tabel II. 5 Jumlah Lengkung 9
Tabel II. 6 Pengelompokan Tingkat Kelandaian 9
Tabel II. 7 Kelas Stasiun 10
Tabel II. 8 Resor Sintel Lintas Bogor - Sukabumi 11
Tabel II. 9 Sistem *Interlocking* Lintas Bogor - Sukabumi 12
Tabel II. 10 Peralatan Wesel Pada Resor 1.21 Bogor 13
Tabel II. 11 Peralatan Wesel Pada Resor 1.22 Cibadak 13
Tabel II. 12 Penggunaan *Axle Counter* Lintas Bogor - Sukabumi 14
Tabel II. 13 *Base Stasion* Lintas Bogor – Sukabumi 15
Tabel II. 14 Inventarisasi Peralatan Telekomunikasi di Ruang PPKA 16
Tabel II. 15 Sistem Jalur Lintas Bogor - Sukabumi 16
Tabel II. 16 Jadwal Keberangkatan KA Pangrango 17
Tabel II. 17 Kemiringan Lereng Kota Bogor 20
Tabel II. 18 Ketinggian Wilayah di Kota Bogor 20
Tabel II. 19 Peralatan Sinyal Luar Stasiun Batutulis 23
Tabel II. 20 Peralatan Pendeteksi Sarana Stasiun Batutulis 24
Tabel III. 1 kelandaian Penentu 32
Tabel III. 2 Jari-jari Maksimum Lengkung Vertikal 32
Tabel III. 3 Jari-jari Lengkung Horizontal 33
Tabel III. 4 Pelebaran Jalan Rel 34
Tabel III. 5 Peninggian Jalan Rel 34
Tabel III. 6 Nilai Ψ 37
Tabel III. 7 Nilai Ci 38
Tabel III. 8 Nilai C1 38
Tabel IV. 1 *Timeline* Kegiatan 44
Tabel V. 1 Spesifikasi Lengkung Nomor 12 A 49
Tabel V. 2 Tabel Berat Rangkaian Kereta Api 52

Tabel V. 3 Tabel Analisis Jarak Pengereman Angkutan Barang 54
Tabel V. 4 Tabel Analisis Jarak Pengereman Angkutan Penumpang 55

DAFTAR GAMBAR

Gambar II. 1 Peta Sintel Daop 1 Jakarta 11
Gambar II. 2 Peta Lintas Bogor - Sukabumi.....18
Gambar II. 3 Tampak Depan Stasiun Batutulis.....21
Gambar II. 4 *Layout* Emplasemen Stasiun Batutulis 22
Gambar II. 5 Lereng Lokasi Penelitian.....23
Gambar II. 6 JPL 10 Stasiun Batutulis 25
Gambar III. 1 Lebar Jalan Rel 1067 mm.....31
Gambar III. 2 Lebar Jalan Rel 1435 mm.....31
Gambar IV. 1 Skema Alur Pikir.....41
Gambar IV. 2 Bagan Alir Penelitian.....42
Gambar V. 1 Pengukuran Jarak Menggunakan *Walking Measure*.....46
Gambar V. 2 Pengukuran Letak Peraga Sinyal Luar.....47
Gambar V. 3 Peta Lintas Persinyalan Lintas Studi 47
Gambar V. 4 Lokasi Awal Sinyal Masuk Stasiun Batutulis Baru Terlihat 48
Gambar V. 5 Tampak Stasiun Batutulis Dari Sinyal Masuk J10 56
Gambar V. 6 *Layout* Persinyalan Lintas Bogor Paledang – Batutulis.....58
Gambar V. 7 Usulan *Layout* Persinyalan Setelah Penggeseran Sinyal Lintas Bogor Paledang – Batutulis.....60
Gambar V. 8 Usulan *Layout* Persinyalan Setelah Penambahan Sinyal Ulang 63

BAB I
PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Perkeretaapian merupakan suatu kesatuan sistem yang terdiri dari prasarana, sarana, dan sumber daya manusia, serta norma, kriteria, persyaratan, dan prosedur untuk penyelenggaraan transportasi kereta api. Kereta api menjadi salah satu moda transportasi dengan minat yang tinggi di Indonesia sehingga diperlukan dukungan sarana dan prasarana yang memadai guna kelancaran dalam pengoperasian kereta api. Prasarana perkeretaapian merupakan jalur kereta api, stasiun kereta api, dan fasilitas operasi yang saling terhubung guna kelancaran pengoperasian kereta api. Jalur kereta api merupakan bagian prasarana yang terdiri dari jalan rel dan jembatan kereta api, stasiun kereta api sendiri terdiri dari bangunan stasiun dan fasilitas yang ada didalamnya kemudian fasilitas operasi merupakan bagian prasarana yang terdiri dari persinyalan, telekomunikasi dan listrik perkeretaapian.

Fasilitas operasi adalah merupakan peralatan untuk mengoperasikan jalannya kereta api. Fasilitas operasi membantu kelancaran dalam operasi perjalanan kereta api dimana terdapat persinyalan yang memberikan sinyal, marka, dan tanda di sepanjang jalan kereta api yang harus dipatuhi oleh masinis kereta api demi keselamatan dan keamanan perjalanan kereta api.

Menurut rencana strategis jaringan jalur kereta api di Pulau Jawa terutama di wilayah Provinsi Jawa Barat sampai dengan tahun 2030 akan dibangun secara bertahap prasarana perkeretaapian meliputi jalur rel, stasiun kereta api dan fasilitas operasi guna pengembangan jaringan dan layanan kereta api antarkota, meliputi pembangunan jalur baru seperti jalur ganda (double track) Bogor-Sukabumi, jalur ganda Kiaracondong-Cicalengka, shortcut Cibungur-Tanjungrasa, Parungpanjang-Citayam-Cikarang-Kalibaru, Pengembangan jaringan dan layanan kereta api regional pada kota-kota aglomerasi seperti Jabodetabek (Jakarta, Bogor, Depok, Tangerang, Bekasi), Bandung Raya (Bandung, Cimahi, Bandung Barat, Sumedang), Pengembangan dan layanan kereta api perkotaan kota Bandung, Pengembangan jaringan dan layanan kereta api yang menghubungkan pusat kota dengan bandara Kertajati (Jawa Barat), Pengembangan jaringan dan

layanan kereta api yang menghubungkan wilayah sumber daya alam atau kawasan produksi dengan pelabuhan meliputi Cirebon, Patimban, Cilacap, Pembangunan jalur kereta api pelabuhan untuk mendukung akses kawasan industri Cikarang, Peningkatan kapasitas jaringan kereta api melalui elektrifikasi jalur kereta api meliputi lintas Bekasi-Cikarang-Cikampek-Cirebon, Padalarang-Bandung-Cicalengka. Reaktivasi dan peningkatan (revitalisasi) jalur kereta api meliputi lintas: Sukabumi-Cianjur-Padalarang, Cicalengka-Jatinangor-Tanjungsari, Cirebon-Kadipaten, Banjar-Cijulang, Cikudapeteuh-Ciwidey, Cibatu-Garut-Cikajang.

Pada lintas Bogor-Sukabumi saat ini pengerjaan pembangunan jalur ganda sudah selesai pada tahap pertama dari stasiun Bogor Paledang sampai ke stasiun Cicurug. Dan akan dilanjutkan tahap kedua dari stasiun Cicurug hingga stasiun Sukabumi yang pengerjaannya akan dimulai pada pertengahan tahun 2022. Sejalan dengan pembangunan jalur ganda, sistem persinyalan pada lintas Bogor-Sukabumi juga ikut mengalami peningkatan dari sistem persinyalan mekanik menjadi sistem persinyalan elektrik. Stasiun-stasiun yang sudah mengalami elektrifikasi sistem persinyalannya antara lain stasiun Bogor Paledang, stasiun Batutulis, IB Ciomas, stasiun Maseng, IB Cigombong, dan stasiun Cicurug. Guna menunjang operasi kereta api saat jalur ganda sudah beroperasi penuh diperlukan kinerja sistem persinyalan yang handal dan mampu mengamankan perjalanan kereta api. Pada stasiun Batutulis sendiri, sinyal masuk stasiun Batutulis terletak pada jalur lengkung sehingga sinyal terhalang oleh lereng pemukiman warga yang ada disekitar jalur kereta api. Hal ini mengakibatkan masinis kereta api yang datang dari arah Bogor sulit untuk melihat aspek sinyal masuk stasiun Batutulis pada jarak yang sesuai dengan PM No. 44 tahun 2018. Masinis yang terlambat melihat aspek sinyal dapat menyebabkan kereta api terlambat untuk melakukan pengereman sehingga dapat menimbulkan overlap dan mengancam keselamatan kereta api. Untuk itu perlu diadakan pembahasan tentang jarak tampak sinyal masuk stasiun Batutulis untuk mengetahui pengaruhnya pada keselematan kereta api dan rekomendasi penyelesaian masalahnya, maka penulis mengambil judul **"ANALISIS SINYAL MASUK STASIUN BATUTULIS YANG TERHALANG LERENG"**.

B. Identifikasi Masalah

Dari latar belakang maka diperoleh identifikasi permasalahan sebagai berikut:

1. Sinyal masuk stasiun Batutulis terhalang oleh lereng pada lengkung IP 12A KM 3+628 – KM 3+826
2. Jarak tampak sinyal masuk stasiun Batutulis dari arah Bogor tidak sesuai dengan persyaratan teknis PM No. 44 Tahun 2018
3. Jarak pengereman kereta api dari awal sinyal terlihat sampai pada titik sinyal masuk tidak sesuai jika menggunakan kecepatan puncak yang diperbolehkan dan kecepatan yang direncanakan pada lengkung IP 12A KM 3+628 – KM 3+826

C. Rumusan Masalah

1. Apa faktor-faktor sinyal masuk diperbolehkan diletakkan diposisi tersebut?
2. Bagaimana dampak jarak tampak sinyal pada kecepatan kereta api?
3. Bagaimana pengereman pada jarak antara awal sinyal terlihat sampai kereta berhenti didepan sinyal?

D. Maksud dan Tujuan

1. Maksud dari penulisan Kertas Kerja Wajib (KKW) ini adalah memberikan usulan dan saran mengenai analisis pengkajian jarak tampak sinyal masuk stasiun Batutulis dalam rangka keselamatan operasi jalur ganda lintas Bogor-Sukabumi.
2. Tujuan dari penulisan Kertas Kerja Wajib (KKW) ini adalah:
   a. Untuk mengetahui faktor-faktor persyaratan peletakkan sinyal pada lokasi tersebut.
   b. Untuk menganalisis jarak tampak dari awal sinyal terlihat dengan kecepatan kereta api yang saat ini digunakan.
   c. Untuk menganalisis jarak pengereman dari awal sinyal terlihat dengan kecepatan kereta api yang saat ini digunakan dan kecepatan yang direncanakan.

E. Batasan Masalah

Agar penelitian ini lebih mudah diarahkan, maka perlu adanya pembatasan ruang lingkup penelitian. Adapun batasan ruang lingkup permasalahan penelitian ini yaitu:

1. Penelitian dilakukan di Lintas studi Bogor-Sukabumi dikhususkan pada petak antara emplasemen stasiun Bogor Paledang sampai emplasemen stasiun Batutulis.
2. Penelitian berfokus pada sinyal masuk stasiun Batutulis pada KM 3+980.
3. Tidak membahas anggaran biaya penggeseran sinyal maupun penambahan sinyal.

F. Keaslian Penulisan

Penelitian ini membahas tentang analisis jarak tampak sinyal masuk stasiun Batutulis yang terhalang oleh lereng. Adapun penelitian terkait dengan penelitian lain sebagai berikut:

Tabel I. 1 Perbandingan Keaslian Penelitian

PENULIS	PERBEDAAN
Eko Ihsato, Ferdian Ramadhan (2014) Perancangan Simulasi Sistem Pintu Perlintasan Kereta Api Berbasis Arduino	Membahas jarak pengereman sebagai patokan pemasangan sistem sensor infra merah
Ditya Mukti S. (2019) Peningkatan Kinerja Peralatan Luar Sinyal Elektrik Di Lintas Prupuk - Kroya Daop 5 Purwokerto	Membahas gangguan terhadap peralatan luar sinyal elektrik
Haris Rinaldi (2021) Pengaruh Lengkung Kereta Api Pada Kecepatan Kereta Api Di Jalan Pokok Bambu Kec. Beringin Lintas Medan - Araskabu	Membahas Pengaruh Lengkung Terhadap Kecepatan Kereta Api
Luthfi Zakaria (2021) Perbandingan Kinerja Jarak Pengereman Blok Rem Berbahan Metalik Dan Komposit Kereta Api	Membahas Perbandingan Efisiensi Penggunan Rem Kereta Api Berdasarkan Jarak Pengereman Yang Dihasilkan
M. Marsha U. (2022) Analisis Jarak Tampak Sinyal Masuk Stasiun Batutulis Terhadap Lengkung	Membahas Pengaruh Dari Jarak Tampak Sinyal Yang Belum Optimal

G. Sistematika Penulisan

Sistematika Penulisan yang digunakan dalam penulisan Kertas Kerja Wajib ini adalah sebagai berikut:

BAB I PENDAHULUAN

Berisi mengenai latar belakang, identifikasi masalah, perumusan masalah, maksud dan tujuan penulisan, batasan masalah, keaslian penulisan serta sistematika penulisan.

BAB II GAMBARAN UMUM

Gambaran umum berisi kondisi prasarana, kondisi fasilitas operasi, kondisi operasi kereta api lintas Bogor – Sukabumi, dan kondisi wilayah kajian studi.

BAB III KAJIAN PUSTAKA

Berisi uraian konsep teori yang dijadikan acuan penulisan penelitian yang diambil dari buku literatur, undang-undang, karya ilimiah, maupun peraturan Menteri yang berhubungan dengan penelitian yang dilakukan.

BAB IV METODOLOGI PENELITIAN

Berisi tentang metode penelitian yang digunakan mulai dari rumusan masalah, pengumpulan data sampai dengan melakukan analisis terhadap permasalahan yang ada sampai dibuatnya pemecahan masalah

BAB V ANALISIS DAN PEMECAHAN MASALAH

Berisi proses pengolahan sampai analisis dan pembahasan dengan menggunakan metode yang telah dicantumkan di metodologi penelitian.

BAB VI PENUTUP

Berisi kesimpulan dan saran yang dapat digunakan sebagai rekomendasi bagi pihak terkait dimasa yang akan datang.

BAB II

GAMBARAN UMUM

A. Kondisi Transportasi

1. Kondisi Prasarana

   Kondisi Prasarana Perkeretaapian lintas pelayanan Bogor-Sukabumi sepanjang 57,173 km dimana sepanjang 30 km sudah merupakan jalur ganda dan sepanjang 27 km masih menggunakan jalur tunggal.

   a. Kondisi Jalan dan Jembatan

      1) Rel

         Rel adalah strukur 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 Penggunaan Jenis Rel

NO	RESOR	ANTARA	JALUR	JENIS REL KM'SP				
				R.54	R.50	R. 41/42	R.33	R.25
1	1.17 BOO	BOO-MSG	HULU	14,974	0	0	0	0
2	1.17 BOO	BOO-MSG	HILIR	14,974	0	0	0	0
3	1.18 CGB	MSG-CGB	HULU	4,622	0	0	0	0
4	1.18 CGB	MSG-CGB	HILIR	4,622	0	0	0	0
5	1.18 CGB	CGB-CCR	HULU	7,093	0	0	0	0
6	1.18 CGB	CGB-CCR	HILIR	7,093	0	0	0	0
7	1.18 CGB	CCR-PRK	TUNGGAL	7,685	0	0	0	0
8	1.19 SI	PRK-SI	TUNGGAL	15,000	0	0	0	0
JUMLAH				76,063	0	0	0	0

Sumber : Lapum PKL BTP Jabar, 2022

2) Bantalan

Bantalan adalah salah satu komponen dalam sistem struktur jalan rel yang memiliki fungsi utama untuk mengikat rel menjadi kokoh dan kuat. Sebagian besar bantalan yang digunakan pada lintas Bogor – Sukabumi adalah bantalan beton dan pada sambungan dan bangunan hikmat kecil menggunakan bantalan kayu.

Tabel II. 2 Penggunaan Jenis Bantalan

NO	RESOR	ANTARA	JALUR	JENIS BANTALAN		
				BETON	KAYU	BESI
1	1.17 BOO	BOO-MSG	HULU	14,974	12	0
2	1.17 BOO	BOO-MSG	HILIR	14,974	12	0
3	1.18 CGB	MSG-CGB	HULU	4,539	8	0
4	1.18 CGB	MSG-CGB	HILIR	4,539	8	0
5	1.18 CGB	CGB-CCR	HULU	7,082	11	0
6	1.18 CGB	CGB-CCR	HILIR	7,082	11	0
7	1.18 CGB	CCR-PRK	TUNGGAL	7,623	13	0
8	1.19 SI	PRK-SI	TUNGGAL	23,552	29	0
JUMLAH				84,365	104	0

Sumber : Lapum PKL BTP Jabar, 2022

3) Penambat

Penambat adalah komponen yang menambatkan rel pada bantalan sehingga kedudukan rel adalah tetap, kokoh dan tidak bergeser. Penambat yang digunakan pada lintas Bogor – Sukabumi sebagian besar adalah penambat E-Clip dan beberapa menggunakan penambat kaku.

Tabel II. 3 Penggunaan Jenis Penambat

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

Sumber : Lapum PKL BTP Jabar, 2022

4) Jembatan

Jembatan merupakan kesatuan kontruksi yang terbuat dari baja, beton dan konstruksi lain yang menghubungkan tepi sungai, jurang dan lain-lain untuk ketentuan lalu lintas. Berikut kelas jembatan yang terdapat di lintas Bogor-Sukabumi:

Tabel II. 4 Penggunaan Jembatan

NO	KELAS	BH	JEMBATAN	T. BETANG (M)
		(Unit)		
1	I J. BAJA	23	58	649,19
2	II J. BETON	13	19	64,40
3	III BH KECIL	319	327	250,90

Sumber : Lapum PKL BTP Jabar, 2022

b. Kondisi Geometri Jalan Rel Lintas Bogor – Sukabumi

1) Lebar Jalur

Pada lintas Bogor – Sukabumi lebar jalurnya adalah 1067 mm.

2) Lengkung

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

Tabel II. 5 Jumlah Lengkung

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 : Lapum PKL BTP Jabar, 2022

3) Kelandaian

Kelandaian jalan dipengaruhi oleh kondisi topografi medan. Meskipun demikian, pergerakan kereta api memiliki keterbatasan bergerak pada kondisi medan curam. Berikut pengelompokan kelandaian lintas Bogor – Sukabumi:

Tabel II. 6 Pengelompokan Tingkat Kelandaian

Resor	Jumlah Gradien		
	0 - 10 ‰	10 - 20 ‰	20 - 30 ‰
1.17 Boo	0	5	0
1.18 Cgb	0	2	0
1.19 Si	13	17	21

Sumber : Daop 1 Jakarta, 2022

c. Kondisi Stasiun

Stasiun kereta api merupakan 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 Bogor – Sukabumi terdapat 11 stasiun yang dilewati, dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel II. 7 Kelas Stasiun

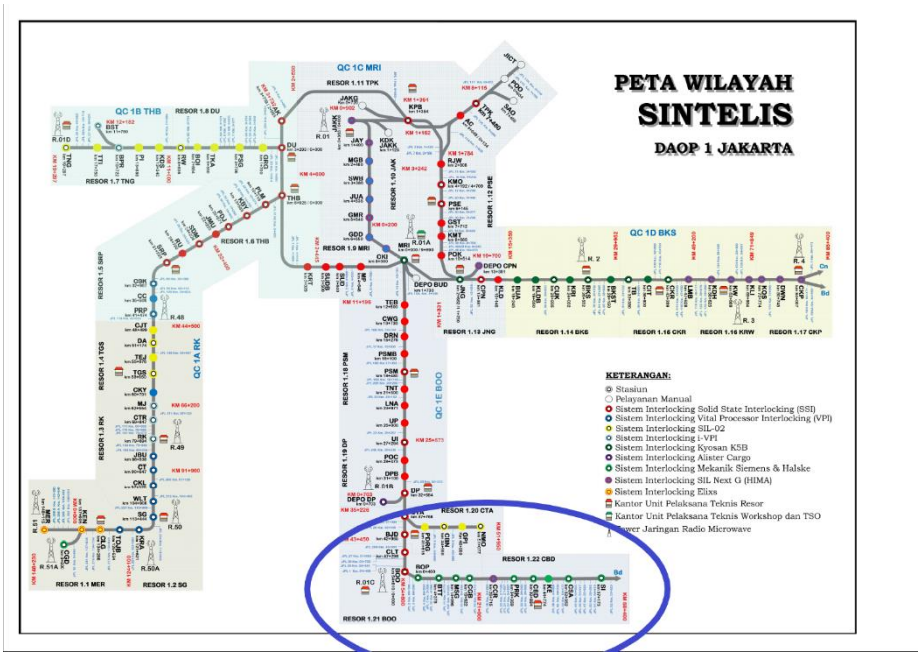
NO	NAMA STASIUN	SINGKATAN	KELAS	KETINGGIAN (M)
1	BOGOR PALEDANG	BOP	KECIL	246
2	BATU TULIS	BTT	KECIL	299
3	IB CIOMAS	CS	KECIL	349
4	MASENG	MSG	KECIL	425
5	CIGOMBONG	CGB	KECIL	699
6	CICURUG	CCR	KECIL	478
7	PARUNGKUDA	PRK	KECIL	396
8	CIBADAK	CBD	KECIL	380
9	KARANG TENGAH	KE	KECIL	477
10	CISAAT	CSA	KECIL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

Sumber : Lapum PKL BTP Jabar, 2022

2. Kondisi Fasilitas Operasi Kereta Api

   a. Kondisi Persinyalan Lintas Bogor – Sukabumi

      Lintas Bogor-Sukabumi termasuk dalam wilayah Daerah Operasi (Daop) 1 Jakarta dan terdapat 2 resort sintel yaitu resort sintel 1.21 Bogor dan resort sintel 1.22 Cibadak.



Sumber : Lapum PKL BTP Jabar, 2022

Gambar II. 1 Peta Sintel Daop 1 Jakarta

Sistem persinyalan di Lintas Bogor-Sukabumi menggunakan 2 jenis persinyalan yaitu persinyalan elektrik pada stasiun Bogor Paledang sampai dengan stasiun Cicurug dan persinyalan mekanik pada stasiun Parungkuda sampai dengan stasiun Sukabumi.

Tabel II. 8 Resor Sintel 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		√

Resor	Stasiun	Letak KM	Sistem Persinyalan	
			Mekanik	Elektrik
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 : Lapum PKL BTP Jabar, 2022

1) Sistem *Interlocking*

Pada lintas Bogor – Sukabumi sistem *interlocking* yang digunakan ada 2, untuk persinyalan elektrik menggunakan SIL 02 *NEXT-G* dan untuk persinyalan mekanik menggunakan S&H dengan Blok *Siemens*.

Tabel II. 9 Sistem *Interlocking* Lintas Bogor - Sukabumi

No	Persinyalan elektrik	Keterangan
1	Stasiun Bogor Paledang	SIL 02 *NEXT-G*
2	Stasiun Batutulis	SIL 02 *NEXT-G*
3	IB Ciomas	SIL 02 *NEXT-G*
4	Stasiun Maseng	SIL 02 *NEXT-G*
5	IB Cigombong	SIL 02 *NEXT-G*
6	Stasiun Cicurug	SIL 02 *NEXT-G*
No	Persinyalan Mekanik	Keterangan
1	Stasiun Parungkuda	S&H *Siemens*
2	Stasiun Cibadak	S&H *Siemens*
3	Stasiun Karang tengah	Tidak aktif
4	Stasiun Cisaat	S&H *Siemens*
5	Stasiun Sukabumi	S&H *Siemens*

Sumber : Lapum PKL BTP Jabar, 2022

2) Wesel

Wesel berfungsi untuk memindahkan rangkaian kereta dari jalur satu ke jalur lainnya. Berikut ini tertampil tabel penggunaan wesel lintas Bogor – Sukabumi:

Tabel II. 10 Peralatan Wesel Pada Resor 1.21 Bogor

POINT MACHINE					
	NO	EKSISTING		BARU	
		ID PERALATAN	POSISI (KM)	ID PERALATAN	POSISI (KM)
PALEDANG	1	-	-	W25	0+260
	2	-	-	W67	0+608
	3	-	-	W47A	0+671
	4	-	-	W47C	0+995
	5	-	-	W27A	1+063
	6	-	-	W27B	1+064
	7	-	-	W47D	1+146
MASENG	1	W1	13+991	W11	13+835
	2	-	-	W21	13+904
	3	W3	14+392	W23	14+500
	4	-	-	W13	14+610
IB CIGOMBONG	1	W1	19+376	-	-
	2	W2	19+759	-	-

Sumber : Lapum PKL BTP Jabar, 2022

Tabel II. 11 Peralatan Wesel Pada Resor 1.22 Cibadak

No	Stasiun	wesel	Komponen	Penggunaan
1	Cicurug	WE 11	NSE 120	Wesel kiri
		WE 21A	NSE 120	Wesel kiri
		WE 21B	NSE 120	Wesel kiri
		WE 41	NSE 120	Wesel kiri
		WE 23A	NSE 120	Wesel kanan
		WE 23B	NSE 120	Wesel kanan
		WE 13A	NSE 120	Wesel kanan
2	Parungkuda	WM 1	ISS	Wesel kiri
		WM 2	ISS	Wesel kanan
		WM 4	ISS	Wesel Kiri
		WM5	ISS	Wesel kanan
3	Cibadak	WM 1	ISS	Wesel Kiri

No	Stasiun	wesel	Komponen	Penggunaan
		WM 2	ISS	Wesel kanan
4	Cisaat	WM 1	ISS	Wesel Kiri
		WM 2	ISS	Wesel kanan
5	Sukabumi	WM 1	ISS	Wesel kanan
		WM 2	ISS	Wesel Kiri
		WM 3	ISS	Wesel kanan
		WM 4	ISS	Wesel kanan
		WM 5	ISS	Wesel Kiri

Sumber : Lapum PKL BTP Jabar, 2022

3) Pendeteksi Sarana

Pendeteksi sarana yang digunakan di lintas Bogor – Sukabumi adalah *Axle Counter* (penghitung gandar) yang berfungsi sebagai alat pendeteksi kereta api. Pada lintas Bogor – Sukabumi sendiri penggunaan *Axle Counter* baru terpasang di seluruh stasiun dibawah Resort 1.21 Bogor dan pada Resort 1.22 Cibadak baru terpasang di stasiun Cicurug.

Tabel II. 12 Penggunaan *Axle Counter* Lintas Bogor - Sukabumi

PENDETEKSI SARANA			
NO	**STASIUN**	**JUMLAH**	**TYPE**
1	BOGOR PALEDANG	22	AXLE COUNTER PRODUK FRAUSHER
2	BATUTULIS	12	
3	IB CIOMAS	4	
4	MASENG	18	
5	IB CIGOMBONG	4	
6	CICURUG	18	

b. Kondisi Telekomunikasi Lintas Bogor – Sukabumi

Telekomunikasi merupakan teknik pengiriman dan penyampaian informasi jarak jauh, dari suatu tempat ke tempat lain. Sistem telekomunikasi merupakan suatu prasarana pendukung operasional manajemen dan pengaturan operasional perjalanan kereta api.

1) Base Station

Terdapat beberapa *base stastion* pada lintas Bogor – Sukabumi, yaitu:

Tabel II. 13 *Base Stasion* Lintas Bogor – Sukabumi

DAOP	SECTION	BASE STATION	WAY STATION	MERK	Frekuensi		LOKASI BASE
					TX	RX	
1	23	**BOGOR TX=171.725 RX=167.175 CTCSS=162.2 Hz MERK : ICOM**	BOJONGGEDE	ICOM	167.175	171.725	BOGOR
			CILEBUT	ICOM	167.175	171.725	BOGOR
			BOGOR	ICOM	167.175	171.725	BOGOR
			BATUTULIS	ICOM	167.175	171.725	BOGOR
		CIGOMBONG TX=171.825 RX=167.175 CTCSS=162.2 Hz MERK : ICOM	MASENG	ICOM	167.175	171.825	CIGOMBONG
			CIGOMBONG	ICOM	167.175	171.825	CIGOMBONG
			CICURUG	ICOM	167.175	171.825	CIGOMBONG
			PARUNGKUDA	ICOM	167.175	171.825	CIGOMBONG
		CIBADAK TX=171.775 RX=167.175 CTCSS=162.2 Hz MERK : ICOM	CIBADAK	ICOM	167.175	171.775	CIBADAK
		SUKABUMI TX=171.725 RX=167.175 CTCSS=162.2 Hz MERK : ICOM					
			CISAAT	ICOM	167.175	171.725	SUKABUMI
			SUKABUMI	ICOM	167.175	171.725	SUKABUMI

Sumber : Lapum PKL BTP Jabar, 2022

2) Peralatan Telekomunikasi

Demi menunjang pelaksanaan operasi perjalanan perkeretaapian, perlu adanya peralatan telekomunikasi yang memadai. Berikut peralatan telekomunikasi yang ada di ruang PPKA di setiap stasiun pada lintas Bogor – Sukabumi:

Tabel II. 14 Inventarisasi Peralatan Telekomunikasi di Ruang PPKA

Inventarisasi Peralatan Telekomunikasi												
No	**Fasilitas Yang Tersedia**	**Jumlah**										
		Paledang	**Batu Tulis**	**Ciomas**	**Maseng**	**Cigombong**	**Cicurug**	**Parungkuda**	**Cibadak**	**Karang Tengah**	**Cisaat**	**Sukabumi**
1	Telepon TOKA/PABX Branch	1	1		1	1	1	1	1	1	1	1
2	Radio waystasion	1	1		1	1	1	1	1		1	2
3	Telepon IP	1	1		1		1					
4	Radio telekomunikasi (HT/RIG)	HT 1	HT 2		HT 3, RIG 1	HT 2, RIG 1	RIG 1, HT 1	RIG 1, HT 1	RIG 1	RIG 1	RIG 1, HT 2	RIG 1, HT 2
6	Telepon blok	1	1		1	1	1	2	2		2	1
8	Announcer (Amplifier)		1		1	1	1	1	1		1	1

Sumber : Lapum PKL BTP Jabar, 2022

3. Kondisi Operasi Kereta Api
   a. Sistem Jalur

      Pada lintas Bogor – Sukabumi memiliki panjang lintasan 57,173 km'sp. Dimana saat ini lintas Bogor – Sukabumi sedang dalam pengembangan sistem jalur dari jalur tunggal menjadi jalur ganda. Berikut sistem jalur yang digunakan di lintas Bogor – Sukabumi.

Tabel II. 15 Sistem Jalur Lintas Bogor - Sukabumi

NO	PETAK JALAN	JALUR	
		EKSISTING	RENCANA
1	BOGOR PALEDANG - BATUTULIS	GANDA	GANDA
2	BATUTULIS - CIOMAS	GANDA	GANDA
3	CIOMAS - MASENG	GANDA	GANDA

NO	PETAK JALAN	JALUR	
		EKSISTING	RENCANA
4	MASENG - CIGOMBONG	GANDA	GANDA
5	CIGOMBONG - CICURUG	GANDA	GANDA
6	CICURUG - PARUNGKUDA	TUNGGAL	GANDA
7	PARUNGKUDA - CIBADAK	TUNGGAL	GANDA
8	CIBADAK- KARANG TENGAH	TUNGGAL	GANDA
9	KARANG TENGAH - CISAAT	TUNGGAL	GANDA
10	CISAAT - SUKABUMI	TUNGGAL	GANDA

Sumber : Lapum PKL BTP Jabar, 2022

b. Kondisi Sarana Kereta Api dan Frekuensi Kereta Api

Saat penelitian ini dibuat, hanya ada satu kereta api yang melintas di lintas Bogor – Sukabumi yaitu KA Pangrango relasi Bogor – Sukabumi PP dengan stamformasi 5 K3 NI + 2 K1 + 1 M + 1 P + 1 LOKO. Sedangkan untuk frekuensinya dapat dilihat di tabel berikut:

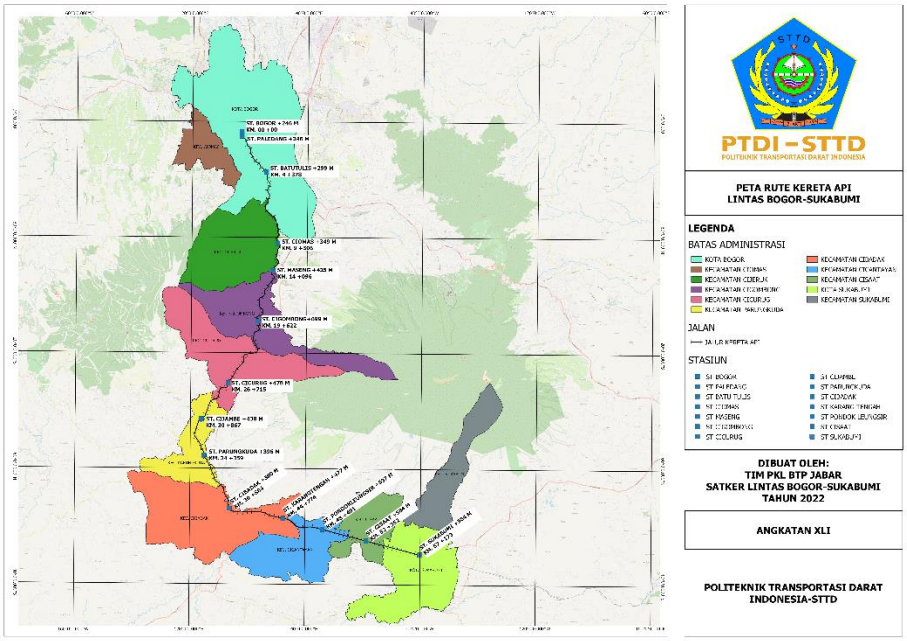
Tabel II. 16 Jadwal Keberangkatan KA Pangrango

NO KA	NAMA KA	BOGOR PALEDANG	BATUTULIS	MASENG	CIGOMBONG	CICURUG	PARUNGKUDA	CIBADAK	KARANG TENGAH	CISAAT	SUKABUMI
216A	PANGRANGO	08.34	08.44	09.04	09.15	09.30	09.46	09.59	10.08	10.24	10.34
218A	PANGRANGO	14.34	14.44	15.04	15.15	15.30	15.46	15.59	16.08	16.24	16.34
214A	PANGRANGO	20.04	20.14	20.34	20.48	20.59	21.15	21.28	21.38	21.54	22.04
NO KA	**NAMA KA**	**SUKABUMI**	**CISAAT**	**KARANG TENGAH**	**CIBADAK**	**PARUNGKUDA**	**CICURUG**	**CIGOMBONG**	**MASENG**	**BATUTULIS**	**BOGOR PALEDANG**
213A	PANGRANGO	05.30	05.41	05.56	06.06	06.19	06.35	06.49	07.01	07.21	07.30
215A	PANGRANGO	11.30	11.41	11.56	12.06	12.19	12.35	12.49	13.01	13.21	13.30
217A	PANGRANGO	17.00	17.11	17.26	17.36	17.49	18.05	18.19	18.31	18.51	19.00

Sumber : Balai Teknik Perkeretaapian Wilayah Jawa Bagian Barat, 2022

B. Kondisi Wilayah Kajian Studi

1. Gambaran Umum Lintas Bogor – Sukabumi



Sumber : Lapum PKL BTP Jabar, 2022

Gambar II. 2 Peta Lintas Bogor - Sukabumi

Proyek jalur ganda kereta api lintas Bogor-Sukabumi merupakan salah satu Proyek Strategis Nasional termasuk kedalam Daerah Operasi I Jakarta, dengan panjang lintasan sepanjang 57,173 Km dari stasiun Bogor (KM 00+00) sampai stasiun Sukabumi (KM 57+173) yang melewati 2 kota dan 2 kabupaten, kota Bogor, Kabupaten Bogor, Kabupaten Sukabumi, dan Kota Sukabumi. Dan terdapat 11 stasiun yang dilewati, stasiun Bogor Paledang, stasiun Batutulis, IB Ciomas, stasiun Maseng, IB Cigombong, stasiun Cicurug, stasiun Parungkuda, stasiun Cibadak, stasiun Karangtengah, stasiun Cisaat dan stasiun Sukabumi.

Kondisi jalur rel kereta api lintas Bogor-Sukabumi banyak berisi lengkungan, tanjakan dan turunan sebab lintas Bogor-Sukabumi berada di dataran tinggi dengan titik tertinggi terletak di Cigombong dengan ketinggian 699 mdpl. Dilihat dari kondisi wilayah yang dilalui jalur ganda Bogor-Sukabumi merupakan sektor pemukiman padat penduduk, pertanian dan perindustrian.

2. Kondisi Geografis Kota Bogor

Kota Bogor terletak di antara 106’ 48’ BT dan 6’ 26’ LS, Kota Bogor berada di tengah-tengah wilayah Kabupaten Bogor serta lokasinya sangat dekat dengan Ibukota Negara sehingga memiliki potensi strategis bagi perkembangan dan pertumbuhan ekonomi dan jasa, pusat kegiatan industri, perdagangan, transportasi, komunikasi, dan pariwisata. Dengan ketinggian rata-rata minimum 190 m dan maksimum 330 m dari permukaan laut, membuat Kota Bogor memiliki suhu rata-rata tiap bulan 26°C dengan suhu terendah 21,8°C dan suhu tertinggi 30,4°C serta curah hujan rata-rata setiap tahun sekitar 3500-4000 mm dengan curah hujan terbesar pada bulan Desember dan Januari.

Luas wilayah Kota bogor sebesar 11.850 Ha yang terdiri dari 6 kecamatan dan 68 kelurahan dan dikelilingi oleh wilayah Kabupaten Bogor yaitu seperti berikut:

a. Sebelah Utara berbatasan dengan Kec. Kemang, Bojong Gede, dan Kec. Sukaraja Kabupaten Bogor.
b. Sebelah Timur berbatasan dengan Kec. Sukaraja, dan Kec. Ciawi Kabupaten Bogor.
c. Sebelah Barat berbatasan dengan Kec. Darmaga dan Kec. Ciomas Kabupaten Bogor.
d. Sebelah Selatan berbatasan dengan Kec. Cijeruk dan Kec. Caringin Kabupaten Bogor.

3. Kondisi Topografi Kota Bogor

Wilayah Kota Bogor pada dasarnya bervariasi antara datar dan berbukit (antara 0-200 mdpl sampai dengan lebih dari 300 mdpl). Wilayah dengan ketinggian >300 mdpl sebagian besar berada pada wilayah selatan yang merupakan kaki Gunung Salak.

Kemiringan lereng di Kota Bogor berada pada klasifikasi datar dan landai dengan kemiringan <15% seluas 9.855,21 ha atau 83% dan seluas 1.109,89 ha atau sekitar 9,35% berada pada klasifikasi agak curam dengan kemiringan antara 15% sampai 25%. Sedangkan untuk lahan yang berada pada klasifikasi curam dan sangat curam dengan kemiringan >25% hanya seluas 884,9 ha atau sekitar 7,45%. Uraian luas wilayah berdasarkan

kemiringan dan ketinggian Kota Bogor menurut kecamatan dapat dilihat pada tabel berikut.

Tabel II. 17 Kemiringan Lereng Kota Bogor

No	Kecamatan	Kemiringan Lereng (Ha)					Jumlah (Ha)
		0-2% (Datar)	2-15% (Landai)	15-25% (Agak Curam)	25-40% (Curam)	>40% (Sangat Curam)	
1	Bogor Utara	137.85	1565.65	0.00	68.00	0.50	1772.00
2	Bogor Timur	182.30	722.70	56.00	44.00	10.00	1015.00
3	Bogor Selatan	169.10	1418.40	1053.89	350.37	89.24	3081.00
4	Bogor Tengah	125.44	560.47	0.00	117.54	9.55	813.00
5	Bogor Barat	618.40	2502.14	0.00	153.81	10.65	3285.00
6	Tanah Sareal	530.85	1321.91	0.00	31.24	0.00	1884.00
Jumlah		**1763.94**	**8091.27**	**1109.89**	**764.96**	**119.94**	**11850.00**

Sumber : Laporan Akhir Penyusunan Layanan Persampahan Kota Bogor, 2014

Tabel II. 18 Ketinggian Wilayah di Kota Bogor

No	Kecamatan	Ketinggian (Ha)				Jumlah (Ha)
		0-200	201-250	251-300	>300	
1	Bogor Utara	869.18	853.68	49.14	0.00	1772.00
2	Bogor Timur	0.00	46.00	348.00	620.00	1015.00
3	Bogor Selatan	0.00	24.00	480.00	2577.00	3081.00
4	Bogor Tengah	0.00	317.33	491.27	4.40	813.00
5	Bogor Barat	1639.80	1318.96	326.24	0.00	3285.00
6	Tanah Sareal	1519.13	364.84	0.00	0.00	1884.00
Jumlah		**4028.11**	**2924.81**	**1694.65**	**3201.40**	**11850.00**

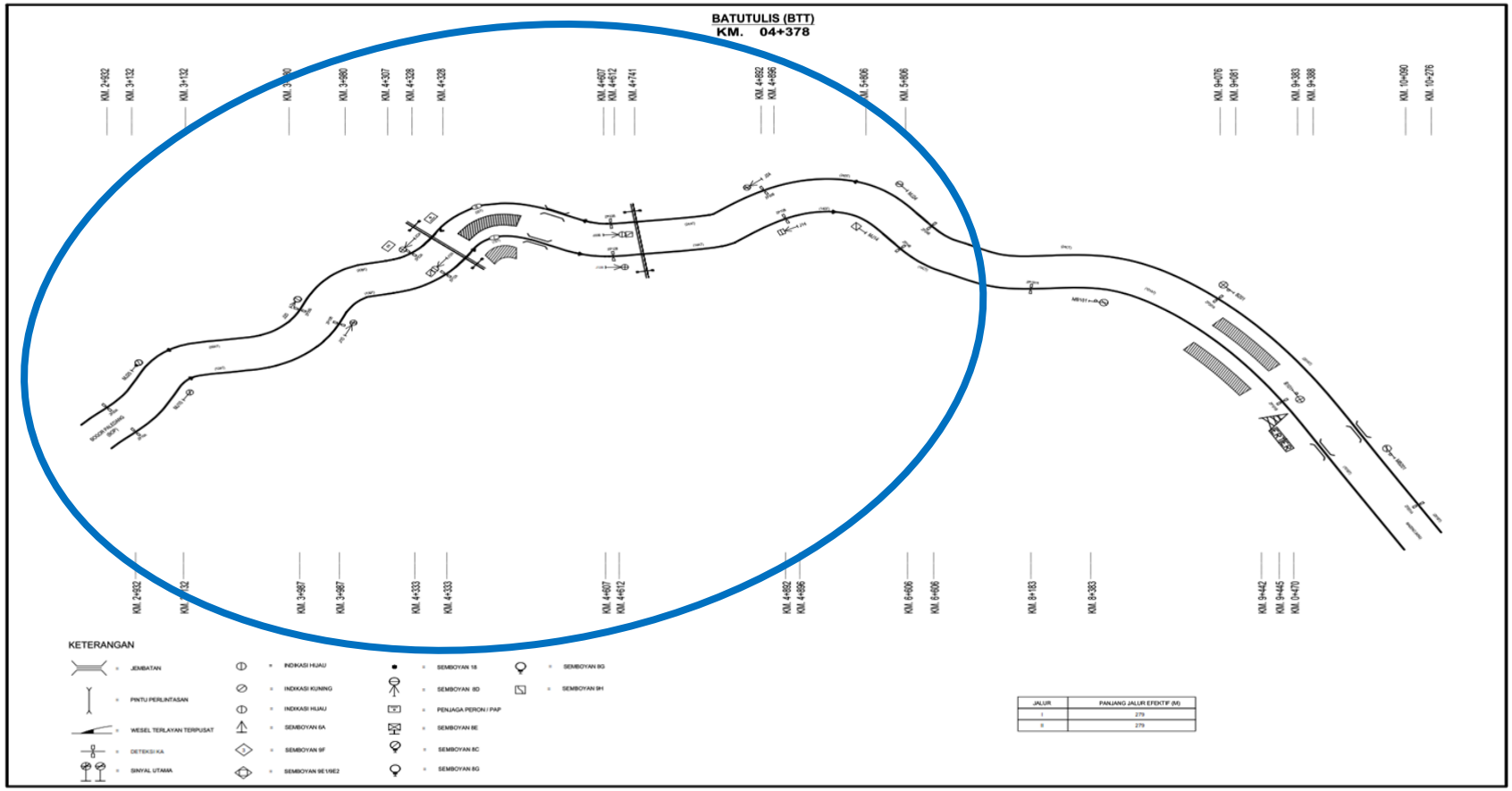
Sumber : Laporan Akhir Penyusunan Layanan Persampahan Kota Bogor, 2014

4. Gambaran Umum Stasiun Batutulis

Stasiun Batutulis (BTT) merupakan stasiun kereta api kelas kecil yang terletak di Batutulis, Kecamatan Bogor Selatan, Kota Bogor. Stasiun Batutulis terletak pada ketinggia +299 mdpl pada kilometer KM 4+378.

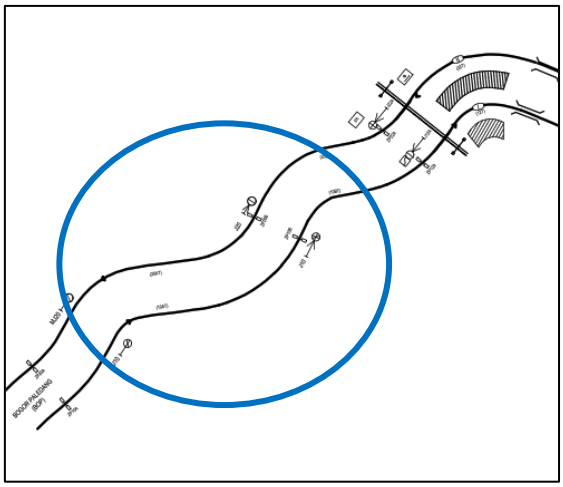
Gambar II. 3 Tampak Depan Stasiun Batutulis

Stasiun Batutulis merupakan stasiun di Kota Bogor yang masih aktif melayani kereta api Pangrango rute Bogor-Sukabumi setelah adanya proyek pembangunan jalur ganda lintas Bogor-Sukabumi. Rata-rata penumpang stasiun ini adalah warga Kota Bogor bagian selatan yang bekerja ataupun ingin berwisata ke Sukabumi. Stasiun Batutulis masuk kedalam resort 1.17 Bogor dan resort sintel 1.21 Bogor Daop 1 Jakarta. Stasiun Batutulis merupakan stasiun naik turun penumpang dengan kedatangan kereta api dari arah bogor setiap pukul 08.44, 14.44 dan pukul 20.14 serta kedatangan kereta api dari arah Sukabumi setiap pukul 07.21, 13.21 dan pukul 18.51.



Sumber : Daop 1 Jakarta, 2022

Gambar II. 4 *Layout* Emplasemen Stasiun Batutulis



Gambar II. 5 Lereng Lokasi Penelitian

Penelitian berfokus pada sinyal masuk stasiun Batutulis yang berada pada lengkung di KM 3+628 – KM 3+826 yang terdapat lereng dikarenakan lintas jalan rel berada di belakang pemukiman warga.

Saat ini stasiun Batutulis sudah menggunakan persinyalan elektrik SIL buatan PT Len Industri (Persero). Dengan menggunakan sistem interlocking SIL *Safe* 4000 yang merupakan *interlocking* elektrik berbasis prosesor yang dikembangkan oleh PT Len Industri (Persero) dengan level keamanan dan keandalan yang tinggi. SIL *Safe* 4000 menggunakan komponen COTS (*Commercial Off The Shelf*) dan *interlocking* prosessornya menggunakan produk dari platform keamanan bersertifikasi SIL 4. Untuk menunjang jalannya operasi kereta api Lintas Bogor – Sukabumi, pada stasiun Batutulis juga memperbaharui peralatan persinyalan yang sebelumnya masih mekanik sekarang diganti menjadi peralatan sinyal elektrik.

Berikut merupakan peralatan persinyalan yang terdapat pada stasiun Batutulis:

Tabel II. 19 Peralatan Sinyal Luar Stasiun Batutulis

SINYAL DAN MARKA					
NO	EKSISTING		BARU		Keterangan
	ID PERALATAN	POSISI (KM)	ID PERALATAN	POSISI (KM)	
1	AM	3+380	MJ20	3+132	
2	-	-	MJ10	3+132	
3	A II	3+857	J20	3+980	
4	-	-	J10	3+980	

SINYAL DAN MARKA					
NO	EKSISTING		BARU		Keterangan
	ID PERALATAN	POSISI (KM)	ID PERALATAN	POSISI (KM)	
5	C II	4+257	J22A	4+333	
6	-	-	J12A	4+333	
7	BU	4+480	J22B	4+607	
8	D II	4+630	J12B	4+607	
9	B II	5+570	J24	4+896	
10	-	-	J14	4+896	
11	BM	5+570	MJ24	5+806	
12	-	-	MJ14	5+806	

Sumber : Lapum PKL BTP Jabar, 2022

Tabel II. 20 Peralatan Pendeteksi Sarana Stasiun Batutulis

PENDETEKSI SARANA					
NO	EKSISTING		BARU		Keterangan
	ID PERALATAN	POSISI (KM)	ID PERALATAN	POSISI (KM)	
1	-	-	ZP20A	2+932	
2	-	-	ZP10A	2+932	
3	-	-	ZP20B	3+987	
4	-	-	ZP10B	3+987	
5	-	-	ZP22A	4+328	
6	-	-	ZP12A	4+328	
7	-	-	ZP22B	4+612	
8	-	-	ZP12B	4+612	
9	-	-	ZP24A	4+892	
10	-	-	ZP14A	4+892	
11	-	-	ZP24C	6+006	
12	-	-	ZP14C	6+006	

Sumber : Lapum PKL BTP Jabar, 2022

Pada emplasemen stasiun Batutulis tidak terdapat peralatan penggerak wesel, namun terdapat bangunan JPL 10 yang terdapat di emplasemen stasiun Batutulis yang terletak pada KM 4+366.

Gambar II. 6 JPL 10 Stasiun Batutulis

BAB III
KAJIAN PUSTAKA

A. Perkeretaapian

Berdasarkan Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 23 Tahun 2007 tentang Perkeretaapian, perkeretaapian merupakan satu kesatuan sistem yang terdiri dari sarana, prasarana, dan sumber daya manusia, serta norma, kriteria, persyaratan, dan prosedur untuk menyelenggarakan transportasi kereta api. Penyelenggaraan perkeretaapian bertujuan untuk memperlancar perpindahan orang dan/atau barang secara massal dengan selamat, aman, nyaman, cepat dan lancar, tepat, tertib dan teratur, efisien, serta menunjang pemerataan, pertumbuhan, stabilitas, pendorong, dan penggerak pembangunan nasional.

B. Prasarana Perkeretaapian

Dijelaskan dalam Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 23 Tahun 2007 tentang Perkeretaapian, prasarana perkeretaapian adalah jalur kereta api, stasiun kereta api, dan fasilitas operasi kereta api agar kereta api dapat dioperasikan. Prasarana perkeretaapian terdiri dari:

1. Jalur kereta api

   Jalur kereta api adalah rangkaian petak jalan rel yang meliputi ruang manfaat jalur kereta api, runag milik jalur kereta api, dan ruang pengawasan jalur kereta api, termasuk bagian atas dan bawahnya yang diperuntukan bagi lalu lintas kereta api.
2. Stasiun kereta api

   Stasiun kereta api adalah tempat pemberangkatan maupun pemberhentian kereta api.
3. Fasilitas operasi kereta api

   Fasilitas operasi adalah segala fasilitas yang diperlukan agar kereta api dapat dioperasikan.

C. Fasilitas Operasi Kereta Api dan Sistem Persinyalan

Fasilitas pengoperasian kereta api menurut Peraturan Menteri Perhubungan Nomor 24 Tahun 2015 tentang Standar Keselamatan Perkeretaapian, dijelaskan bahwa fasilitas pengoperasian kereta api ialah segala fasilitas yang diperlukan agar kereta dapat dioperasikan, diantaranya berupa sistem persinyalan, telekomunikasi dan instalasi listrik.

Sebagaimana juga dijelaskan dalam PM Nomor 44 Tahun 2018 tentang Persyaratan teknis peralatan persinyalan bahwasanya peralatan persinyalan perkeretaapian merupakan alat atau perangkat yang digunakan untuk menyampaikan perintah bagi pengatur perjalanan kereta api dengan peraga, warna maupun bentuk informasi lainnya serta terdiri atas:

1. Sinyal

   Sinyal merupakan alat atau perangkat yang digunakan untuk menyampaikan perintah bagi pengatur perjalanan kereta api dengan peraga, warna maupun bentuk informasi lainnya.
2. Tanda

   Tanda merupakan isyarat yang berfungsi untuk memberikan peringatan maupun petunjuk kepada petugas yang mengendalikan pergerakan sarana kereta api.
3. 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.

Adapun persyaratan umum sistem persinyalan, antara lain:

1. Syarat utama sistem persinyalan yang harus dipenuhi adalah azas keelamatan (fail-safe), yang artinya jika terjadi suatu kerusakan pada sistem persinyalan kerusakan tersebut tidak boleh menimbulkan bahaya bagi perjalanan kereta api.
2. Sistem persinyalan harus mempunyai tingkat kehandalan yang tinggi dan memberikan aspek yang tidak meragukan, dalam hal ini aspek sinyal harus tampak dengan jelas dan tegas dari jarak yang ditentukan, memberikan arti atau aspek baku, mudah dimengerti dan mudah diingat.

3. Susunan penempatan sinyal-sinyal di sepanjang jalan rel harus sedemikian rupa sehingga aspek menurut jalan rel memberikan aspek sesuai urutan yang baku, agar masinis dapat memahami kondisi operasional bagian petak yang akan dilalui.

Berdasarkan PM No. 44 Tahun 2018 dijelaskan bahwa peralatan persinyalan elektrik terdiri atas:

1. Peralatan dalam Ruangan
   a. *Interlocking* Elektrik

      Berfungsi membentuk, mengunci dan mengontrol semua peralatan persinyalan elektrik untuk mengamankan perjalanan kereta api.
   b. Panel Pelayanan

      Berfungsi melayani dan mengendalikan seluruh bagian peralatan sinyal yang berada di luar ruangan sesuai tabel rute, mengatur dan mengamankan perjalanan kereta api, dan memberikan indikasi status peralatan sinyal dan berangkat lainnya yang terkait.
   c. Peralatan Blok

      Peralatan blok harus dapat menjamin keamanan perjalanan kereta api di petak blok dengan cara, hanya mengizinkan satu kereta api boleh berjalan di dalam petak blok sesuai dengan arah perjalanan kereta api.
   d. *Data Logger*

      Berfungsi untuk mencatat/ merekam/ menyimpan data semua proses yang terjadi di peralatan interlocking lengkap dengan waktu kejadian.
2. Peralatan Luar Ruangan
   a. Peraga Sinyal Elektrik

      Berfungsi menunjukan aspek berjalan, berjalan hati-hati atau berhenti bagi perjalanan kereta api.
   b. Penggerak Wesel Elektrik

      Berfungsi untuk menggerakan lidah wesel, mendeteksi dan mengunci kedudukan akhir lidah wesel baik secara individual atau mengikuti arah rute yang dibentuk.
   c. Pendeteksi Sarana Perkeretaapian

      Berfungsi untuk mendeteksi keberadaan sarana pada jalur kereta api baik di emplasemen maupun petak jalan.

d. Penghalang Sarana

   Berfungsi sebagai pencegah atau menghentikan sarana kereta api.

e. Media transmisi

   Berfungsi untuk menyalurkan daya dan data dari sumber ke peralatan atau sebaliknya.

f. Proteksi

   Berfungsi untuk melindungi peralatan dari gangguan petir yang berupa sambaran langsung ataupun tidak langsung/ induksi tegangan lebih/tinggi.

Selain itu, dalam PP No. 72 Tahun 2009 tentang Lalu Lintas dan Angkutan Kereta Api juga menjelaskan mengenai persinyalan yang dipakai dalam pengaturan perjalanan kereta api, diantaranya:

1. Sinyal Utama, terdiri dari:
   a. Sinyal masuk, yaitu sinyal yang berfungsi untuk memberi petunjuk melalui isyarat berupa warna atau cahaya behwa kereta api akan memasuki stasiun.
   b. Sinyal keluar, yaitu sinyal yang berfungsi untuk memberi petunjuk melalui isyarat bahwa kereta api boleh berangkat meninggalkan stasiun.
   c. Sinyal blok, yaitu sinyal yang berfungsi untuk memberi petunjuk melalui isyarat bahwa jalur kereta api dibagi dalam beberapa petak blok.
   d. Sinyal darurat, yaitu sinyal yang berfungsi untuk memberi petunjuk melalui isyarat berupa warna atau cahaya dalam hal sinyal masuk utama berwarna merah dan sinyal darurat tidak menyala putih (padam) maka masinis harus memberhentikan kereta apinya di muka sinyal yang berwarna merah. Jika sinyal utama berwarna merah dan sinyal darurat berwarna putih, maka masinis boleh menjalankan kereta api sesuai dengan kecepatan yang diizinkan oleh pengatur perjalanan kereta api. Dan jika sinyal utama tidak dilengkapi sinyal darurat maka masinis menjalankan kereta api dengan kecepatan 30 km/jam.
   e. Sinyal langsir, yaitu sinyal yang berfungsi memberi petunjuk berupa isyarat warna atau cahaya bahwa boleh atau tidak boleh melakukan gerakan langsir.

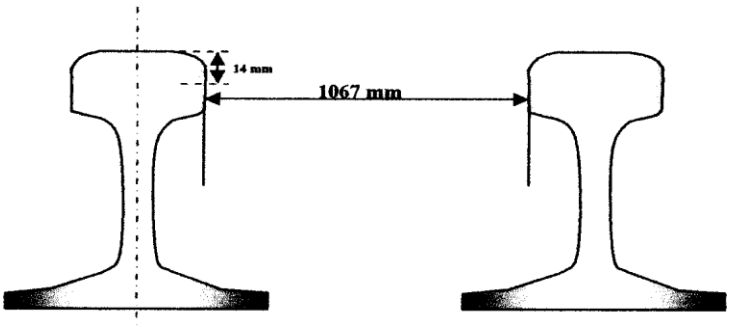
2. Sinyal pembantu, terdiri dari:
    a. Sinyal muka, yaitu sinyal pemberi petunjuk isyarat berupa warna atau cahaya peringatan awal atas aspek yang menyala pada sinyal masuk di depannya supaya kereta api dapat menyesuaikan kecepatan secara bertahap.
    b. Sinyal pendahulu, yaitu sinyal yang berfungsi untuk memberi petunjuk melalui isyarat bahwa kereta api harus bersiap untuk berjalan/berhenti ketika sinyal pendahulu menunjukan indikasi aman/tidak aman.
    c. Sinyal pengulang, adalah sinyal yang dapat dipasang pada peron stasiun, umumnya memiliki banyak jalur dengan frekuensi kereta api yang padat. Berfungsi untuk memberi petunjuk sinal yang diwakilinya, dalam hal sinyal pengulang menyala putih, menunjukan bahwa sinyal yang diwakilinya berindikasi aman, dan dalam hal sinyal pengulang tidak menyala (padam), menunjukan bahwa sinyal yang diwakilinya berindikasi tidak aman.
3. Sinyal pelengkap, terdiri dari:
    a. Sinyal penunjuk arah yaitu sinyal yang berfungsi untuk memberi petunjuk bahwa kereta api berjalan kearah seperti yang ditunjukan oleh sinyal (ke kiri atau ke kanan).
    b. Sinyal pembatas kecepatan yaitu sinyal yang berfungsi untuk memberi petunjuk melalui isyarat warna atau cahaya bahwa masinis harus menjalankan kereta apinya sesuai dengan kecepatan terbatas yang ditunjukan oleh sinyal pembatas kecepatan.
    c. Sinyal berjalan jalur tunggal sementara yaitu sinyal yang berfungsi untuk memberi petunjuk melalui isyarat bahwa kereta api akan berjalan di jalur kiri (sepur salah).

D. Geometri Jalan Rel

Berdasarkan Peraturan Menteri Perhubungan Nomor 60 Tahun 2012 tentang Persyaratan Teknis Jalur Kereta Api, geometri jalan rel direncanakan pada kecepatan rencana serta ukuran kereta yang melewatinya dengan memperhatikan faktor kenyamanan, keamanan, ekonomi serta keserasian dengan lingkungan sekitarnya. Dengan persyaratan geometri yang wajib dipenuhi meliputi:

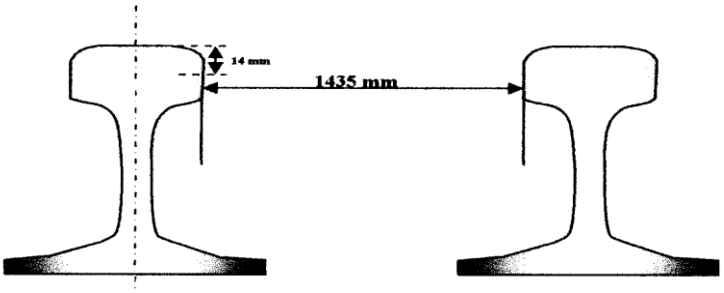
1. Lebar Jalan Rel

   Lebar jalan rel terdiri dari 1067 mm dan 1435 mm. Lebar jalan rel merupakan jarak minimum kedua sisi kepala rel yang diukur pada 0-14 mm dibawah permukaan teratas rel.



Sumber : PM No. 60 Tahun 2012

Gambar III. 1 Lebar Jalan Rel 1067 mm



Sumber : PM No. 60 Tahun 2012

Gambar III. 2 Lebar Jalan Rel 1435 mm

2. Kelandaian

   Persyaratan kelandaian yang harus dipenuhi meliputi kelandaian penentu, persyaratan landai curam dan persyaratan landai emplasemen. Landai penentu adalah suatu kelandaian (pendakian) yang terbesar yang ada pada suatu lintas lurus.

   Persyaratan landai penentu harus memenuhi persayaratan seperti berikut:

Tabel III. 1 kelandaian Penentu

Kelas Jalan Rel	Landai Penentu Maksimum
1	10 ‰
2	10 ‰
3	20 ‰
4	25 ‰
5	25 ‰

Sumber : PM No. 60 Tahun 2012

3. Lengkung Vertikal

   Lengkung vertikal merupakan proyeksi sumbu jalan rel pada bidang vertikal yang melalui sumbu jalan rel. Besar jari-jari minimum lengkung vertikal bergantung pada kecepatan rencana, sebagaimana dinyatakan dalam tabel berikut:

Tabel III. 2 Jari-jari Maksimum Lengkung Vertikal

Kecepatan Rencana (km/jam)	Jari – Jari Minimum Lengkung Vertikal (m)
Lebih besar dari 100	8000
Sampai 100	6000

Sumber : PM No. 60 Tahun 2012

4. Lengkung *Horizontal*

   Dua bagian lurus, yang perpanjangnya saling membentuk sudut harus dihubungkan dengan lengkung yang berbentuk lingkaran, dengan atau tanpa lengkung-lengkung peralihan. Untuk berbagai kecepatan rencana, besar jari-jari minimum yang diijinkan adalah sebagai berikut:

Tabel III. 3 Jari-jari Lengkung *Horizontal*

Kecepatan Rencana (Km/ jam)	Jari – jari minimum lengkung lingkaran tanpa lengkung peralihan (m)	Jari – jari minimum lengkung lingkaran yang diijinkan dengan lengkung peralihan (m)
120	2370	780
110	1990	660
100	1650	550
90	1330	440
80	1050	350
70	810	270
60	600	200

Sumber : PM No. 60 Tahun 2012

Lengkung peralihan adalah suatu lengkung dengan jari-jari yang berubah beraturan. Lengkung peralihan dipakai sebagai peralihan antara bagian yang lurus dan bagian lingkaran dan sebagai peralihan antara dua jari-jari lingkaran yang berbeda. Panjang minimum dari lengkung peralihan ditetapkan dengan rumus berikut:

$$L_n = 0{,}01\ h\ V$$

L_n = *panjang minimum lengkung (m)*
H = *pertinggian relatif antara dua bagian yang dihubungkan (mm)*
V = *kecepatan rencana untuk lengkung peralihan (km/jam)*

Sumber : PM No. 60 Tahun 2012

5. Pelebaran Jalan Rel

   Pelebaran jalan rel dilakukan agar roda kendaraan rel dapat melewati lengkung tanpa mengalami hambatan. Pelebaran jalan rel dicapai dengan menggeser rel dalam kearah dalam. Pelebaran jalan rel dicapai dan dihilangkan secara berangsur sepanjang lengkung peralihan.

Tabel III. 4 Pelebaran Jalan Rel

Jari – Jari Tikungan (m)	Pelebaran (mm)
R > 600	0
550 < R ≤ 600	5
400 < R < 550	10
350 < R ≤ 400	15
100 < R ≤ 350	20

Sumber : PM No. 60 Tahun 2012

6. Peninggian Jalan Rel

Pada lengkungan, elevasi rel luar dibuat lebih tinggi dari pada rel dalam untuk mengimbangi gaya sentrifugal yang dialami oleh rangkaian kereta. Peninggian rel dicapai dengan menempatkan rel dalam pada tinggi semestinya dan rel luar lebih tinggi. Besar peninggian untuk lebar jalan rel 1067 mm pada berbagai kecepatan rencana tercantum pada tabel berikut:

Tabel III. 5 Peninggian Jalan Rel

$$h_{normal} = 5{,}95 \times \frac{(V_{rencana})^2}{jari - jari}$$

Jari–jari (m)	Peninggian (mm) pas (km/hr)						
	120	110	100	90	80	70	60
100							
150							
200							110
250							90
300						100	75
350					110	85	65
400					100	75	55
450				110	85	65	50
500				100	80	60	45
550			110	90	70	55	40
600			100	85	65	50	40
650			95	75	60	50	35
700		105	85	70	55	45	35
750		100	80	65	55	40	30
800	110	90	75	65	50	40	30
850	105	85	70	60	45	35	30
900	100	80	70	55	45	35	25
950	95	80	65	55	45	35	25
1000	90	75	60	50	40	30	25
1100	80	70	55	45	35	30	20
1200	75	60	55	45	35	25	20
1300	70	60	50	40	30	25	20
1400	65	55	45	35	30	25	20
1500	60	50	40	35	30	20	15
1600	55	45	40	35	25	20	15
1700	55	45	35	30	25	20	15
1800	50	40	35	30	25	20	15
1900	50	40	35	30	25	20	15
2000	45	40	30	25	20	15	15
2500	35	30	25	20	20	15	10
3000	30	25	20	20	15	10	10
3500	25	25	20	15	15	10	10
4000	25	20	15	15	10	10	10

Sumber : PM No. 60 Tahun 2012

E. Pengoperasian Kereta Api

Berdasarkan Peraturan Menteri Perhubungan RI Nomor 121 Tahun 2017 tentang Lalu Lintas Kereta Api, setiap pengoperasian kereta api dalam berlalu lintas dilaksanakan dengan ketentuan pada satu petak blok hanya diizinkan dilewati oleh satu kereta api pada waktu yang sama dan menggunakan jalur sebelah kanan pada jalur ganda atau lebih.

1. Kecepatan Kereta Api

   Kecepatan maksimum operasi kereta api ditentukan berdasarkan kecepatan maksimum yang paling rendah antara kecepatan maksimum yang paling rendah antara kecepatan maksimum jalur dan kecepatan maksimum kemampuan sarana. Dan dalam hal pengoperasian kereta api, kecepatan operasi kereta api disesuaikan dengan kebutuhan.

2. Kapasitas lintas

   Dalam hal pengoperasian kereta api tidak boleh melebihi kapasitas lintas dengan mempertimbangkan kecepatan kereta api, jarak petak blok, fasilitas operasi, dan waktu perawatan prasarana.

F. Analisis Jarak Pengereman Kereta Api

Menurut Hartono AS (2001), setiap jenis kendaraan yang bergerak pasti memiliki rem termasuk kereta api yang terdiri dari lokomotif dan rangkaiannya (kereta/gerbong). Setiap jenis kendaraan mempunyai karakteristik pengeremannya sendiri dan tentunya mempunyai karakteristik jarak pengereman yang berbeda pula.

Jarak pengereman kereta api merupakan jarak yang dibutuhkan mulai dari masinis menarik tuas (*handle*) rem dengan kondisi pelayanan pengereman penuh (*full brake*) sampai kereta api benar-benar berhenti. Jarak pengereman (L) dihitung dalam satuan meter (m) sangat penting sebagai bahan acuan bagi masinis kapan waktu harus menarik tuas rem dan mulai mengerem sehingga dapat berhenti pada waktu dan tempat yang telah ditentukan harus berhenti.

Dalam pemeriksaan atau investigasi kecelakaan kereta api, jarak pengereman dapat mengungkap penyebab suatu kecelakaan kereta api seperti tabrakan antar kereta api di emplasemen stasiun maupun tabrakan kereta api dengan mobil yang mogok di tengah perlintasan sebidang. Analisis lapangan dan analisis terhadap kondisi teknis pengereman kereta api dapat mengungkap faktor penyebab kecelakaan seperti faktor teknis (*technical error*) dan faktor kesalahan operator (*human error*). Di lapangan dapat dihitung jarak yang tersedia untuk pengereman mulai dari lokasi tabrakan sampai dengan lokasi dimana masinis sudah dapat melihat benda/kereta api lain yang menghalangi kereta apinya yang dihitung dalam asumsi kecepatan penuh.

Dari kondisi tersebut dapat diketahui apakah penyebab tersebut akibat masinis terlambat melayani tuas pengereman, jarak yang tidak mencukupi atau faktor teknis peralatan yang dibawah standar yang ditentukan.

1. Faktor yang berpengaruh pada jarak pengereman
   a. Kecepatan kereta api
   b. Semakin tinggi kecepatan kereta api maka semakin panjang jarak pengereman
   c. Kemiringan / lereng (*gradient*) jalan rel
   d. Kemiringan jalan rel berpengaruh terhadap jarak pengereman dengan 2 kemungkinan yaitu menambah jarak pengereman jika lereng menurun atau mengurangi jarak pengereman jika lereng menanjak.
   e. Persentase gaya pengereman

      Persentase gaya pengereman adalah besaran gaya pengereman yang bekerja dibandingkan dengan berat kereta api yang akan dilakukan pengereman dikalikan dengan 100%. Semakin kecil besaran gaya pengereman maka akan semakin panjang jarak pengereman.

2. Perhitungan jarak pengereman

   Terdapat beberapa rumus fisika untuk menghitung jarak pengereman yaitu *Padeluck* dan *Minden*. Mengingat bahwa kereta api di Indonesia menggunakan sistem pengereman udara tekan dari *Knorr*, maka rumus yang dapat dipakai adalah rumus *Minden*, yaitu:

a. Rumus untuk kereta api dengan rangkaian kereta penumpang

$$L = \frac{3{,}85.V^2}{6{,}1.\Psi\left(1+\frac{\lambda_r}{10}\right) \pm i_r} \ (m)$$

Sumber : Hartono, 2001

b. Rumus untuk kereta api dengan rangkaian gerbong barang

$$L = \frac{3{,}85.V^2}{5{,}1.\Psi\sqrt{\lambda_r - 5} \pm i_r} \ (m)$$

Sumber : Hartono, 2001

Keterangan:

V = kecepatan dalam km/jam

Ψ = koefisien yang tergantung dari kecepatan dan jenis katup pengatur

λ_r = persentase pengereman ekivalen

C_1 = koefisien yang tergantung dari tipe rem dan jumlah gandar dalam kereta

$\lambda_r = C_1 \ . \ \lambda$

C_i = koefisien yang tergantung dari tipe rem dan kecepatan serta kelandaian

i_r = lereng ekivalen

$i_r = C_1$. i

1) Tabel nilai Ψ

Tabel III. 6 Nilai Ψ

Kecepatan V (Km/jam)	**Rem posisi R atau P**	**Rem posisi G**
10	0,45	0,41
20	0,64	0,61
30	0,76	0,75
40	0,84	0,85
50	0,90	0,92
60	0,94	0,97
70	0,96	1,0

Kecepatan V (Km/jam)	Rem posisi R atau P	Rem posisi G
80	0,99	1,0
90	1,0	1,0
100	1,0	-
110	1,0	-
120	-	-

Sumber : Hartono, 2001

Nilai Ψ merupakan koefisien yang berfaktor pada kecepatan dan jenis katup pengatur rem kereta api.

2) Tabel nilai C_i

Tabel III. 7 Nilai Ci

Kecepatan V (Km/jam)	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100
Rem posisi R/P	0,6	0,66	0,72	0,77	0,81	0,84	0,84	0,89	0,9	0,9
Rem posisi G	0,6	0,62	0,64	0,66	0,68	0,7	0,7	0,74	0,75	

Sumber : Hartono, 2001

Nilai C_i merupakan koefisien yang bergantung pada kecepatan terhadap kelandaian jalur.

3) Tabel nilai C_1

Tabel III. 8 Nilai C1

Rem posisi R/P	Jumlah Gandar	≤ 24	24 < n ≤ 48	48 < n ≤ 60	60 < n ≤ 80	80 < n ≤ 100
	C	1,10	1,05	1,0	0,97	0,92
Rem posisi G	Jumlah Gandar	≤ 40	40 < n ≤ 80	80 < n ≤ 100	100 < n ≤ 120	120 < n ≤ 150
	C	1,12	1,06	1,0	0,95	0,9

Sumber : Hartono, 2001

Nilai C_1 merupakan koefisien yang bergantung pada jumlah gandar rangkaian kereta api.

G. Pengujian Jarak Tampak

Menurut Dwiatmoko (2016), Uji fungsi jarak tampak dilakukan untuk meyakinkan bahwa indikasi aspek sinyal dapat dilihat sesuai standar teknik yang ditetapkan.

Pelaksanaan uji jarak tampak sebagai berikut:

1. Persiapan
   a. Tenaga ahli
   b. Tabel pengujian
   c. Alat uji meteran

2. Tata cara pengujian pada sinyal elektrik
   a. Sinyal Masuk
      1) Lakukan pengukuran dari sinyal masuk dengan berdiri di depan sinyal yang bersangkutan, pada jarak 600 meter.
      2) Kemudian melakukan pengujian dengan melihat ke arah sinyal masuk untuk menyaksikan aspek yang ditunjukkan.
      3) Hasilnya aspek sinyal tersebut harus tampak jelas.

   b. Sinyal Muka
      1) Lakukan pengukuran dari sinyal masuk dengan berdiri di depan sinyal yang bersangkutan, pada jarak 600 meter.
      2) Kemudian melakukan pengujian dengan melihat ke arah sinyal muka untuk menyaksikan aspek yang ditunjukkan.
      3) Hasilnya aspek sinyal tersebut harus tampak jelas.

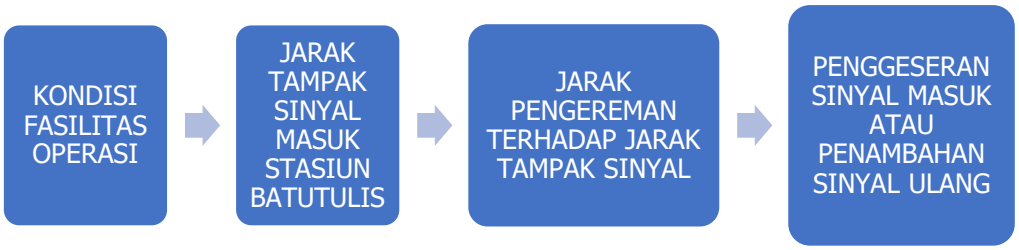
   c. Sinyal Pendahulu
      1) Lakukan pengukuran dari sinyal masuk dengan berdiri di depan sinyal yang bersangkutan, pada jarak 200 meter.
      2) Kemudian melakukan pengujian dengan melihat ke arah sinyal pendahulu untuk menyaksikan aspek yang ditunjukkan.

3) Hasilnya aspek sinyal tersebut harus tampak jelas.

3. Tata Cara Pengujian Alat Uji
   a. Dilakukan dengan mengadakan pengukuran di lapangan dengan menggunakan meteran.
   b. Hasilnya dicatat dalam format yang telah ditentukan.

BAB IV
METODE PENELITIAN

A. Alur Pikir Penelitian



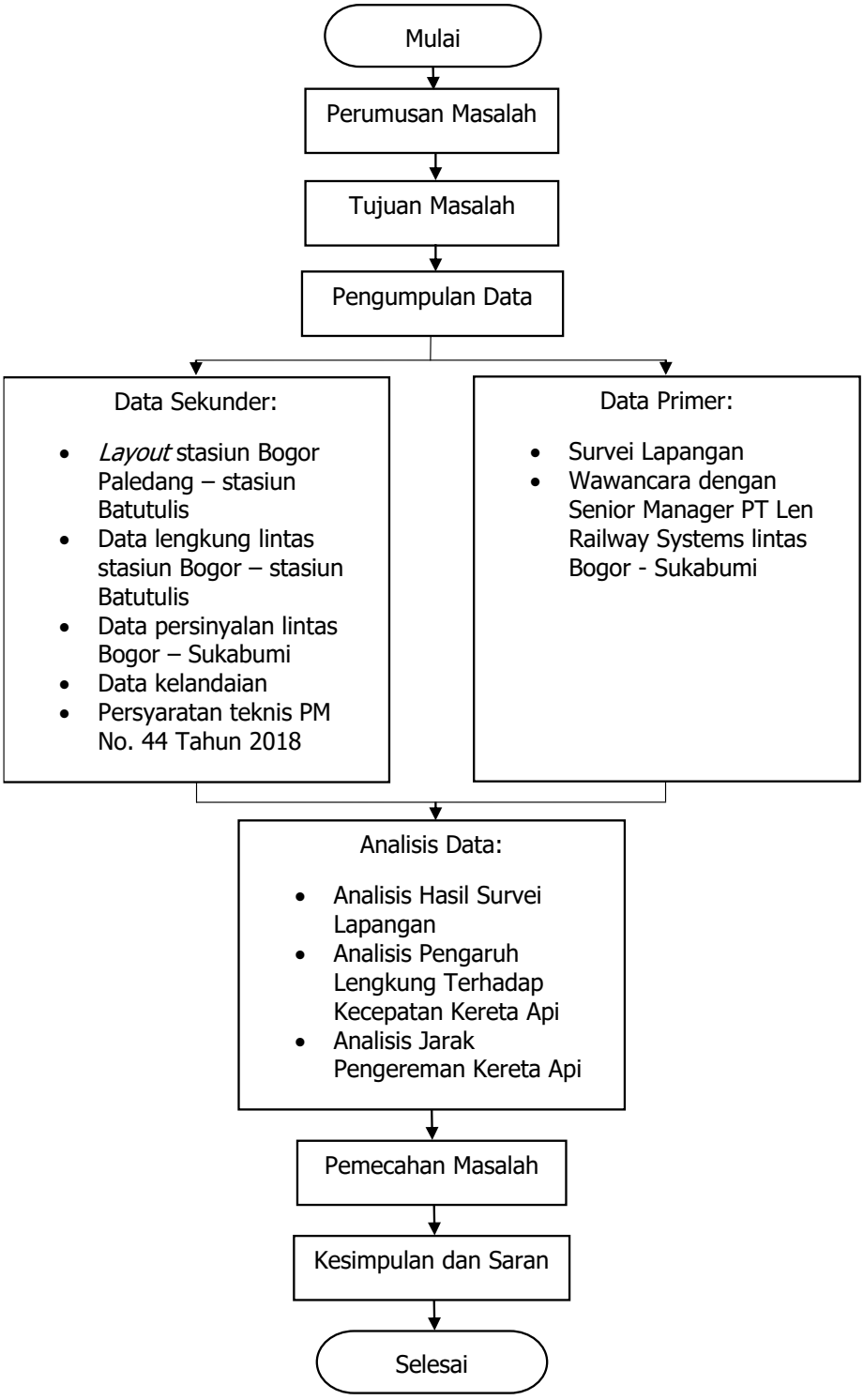
Gambar IV. 1 Skema Alur Pikir

Alur pikir merupakan suatu metode dalam menjelaskan suatu permasalahan yang ada agar dapat ditemukan penyelesaian. Langkah awal dalam rencana penelitian ini adalah merumuskan masalah, dilanjutkan dengan pengumpulan data baik bersifat kuantitatif maupun kualitatif. Data tersebut terdiri dari data sekunder dan data primer, selanjutnya data ini akan diolah dan dianalisis untuk diketahui permasalahannya sehingga dapat dicari suatu pemecahan masalah. Adapun alur pikir untuk penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Menentukan maksud dan tujuan dilakukannya penelitian serta menentukan ruang lingkup dan batasan penelitian dari penelitian yang sudah dilakukan serta melakukan studi pustaka terkait penelitian yang dilakukan.
2. Mengidentifikasi masalah yang ada dan melakukan pengolahan data dengan melihat kondisi saat ini dilapangan.
3. Mengumpulkan data-data yang diperlukan serta mendukung penelitian yang dilakukan baik data sekunder maupun data primer.
4. Mengajukan usulan pemecahan masalah berdasarkan hasil analisa yang dilakukan.
5. Menetapkan kesimpulan dan memberikan saran dari hasil analisis dan pemecahan masalah yang telah dilakukan.

B. Bagan Alir Penelitian

Bagan alir penelitian merupakan tahapan proses kegiatan dalam analisis dari awal studi sampai menghasilkan suatu kesimpulan dan rekomendasi yang disusun secara sistematis.



Gambar IV. 2 Bagan Alir Penelitian

C. Teknik Pengumpulan Data

Dalam melaksanakan penelitian, membutuhkan data-data yang digunakan untuk menunjang penelitian yang dilakukan. Bahan yang disajikan adalah berupa data-data atau materi yang diperlukan untuk memperkuat dasar dari penulis untuk mengangkat tulisan tersebut sehingga dapat dibahas menjadi sebuah penelitian. Penelitian ini terbagi menjadi beberapa tahap, yaitu:

1. Tahap persiapan pengumpulan data dengan menyiapkan alat-alat yang diperlukan untuk mengumpulkan data.
2. Tahap pengumpulan data dengan cara melakukan pengamatan guna memperoleh data seakurat mungkin.
3. Tahap analisis yang diperoleh dari pengumpulan data primer maupun data sekunder guna mengidentifakasi masalah yang ada.
4. Tahap pemecahan masalah dengan pembahasan, perbaikan dan usulan yang akan diajukan.

Adapun bentuk data yang akan dikumpulkan untuk menunjang proses penelitian yaitu sebagai berikut:

1. Data Sekunder

   Data sekunder diperoleh dari instasi terkait yaitu Balai Teknik Perkeretaapian Kelas I Wilayah Jawa Bagian Barat, Daop 1 Jakarta, dan PT. *Len Railway Systems*. Data sekunder tersebut diantaranya adalah:

   a. *Layout* stasiun Bogor Paledang – stasiun Batutulis
   b. Data lengkung lintas stasiun Bogor Paledang-stasiun Batutulis
   c. Data persinyalan lintas Bogor - Sukabumi
   d. Data kelandaian
   e. Ketentuan teknis persinyalan pada PM No. 44 Tahun 2018

2. Data Primer

   Data primer diperoleh dari hasil observasi dan survei mengenai kondisi lokasi studi dan juga wawancara dengan pihak terkait.

   Data yang didapat sebagai berikut:

   a. Data hasil survei lapangan
   b. Data hasil wawancara dengan pihak *Len Railway Systems*

D. Teknik Analisis Data

1. Analisis Hasil Survei Lapangan

   Dilakukan guna mengetahui kondisi sebenarnya di lokasi penelitian dan mengetahui permasalahan yang terjadi.

2. Analisis Pengaruh Lengkung Terhadap Kecepatan Kereta Api

   Untuk mengetahui pengaruh lengkung terhadap kecepatan operasi kereta api yang saat ini diperbolehkan dan kecepatan yang akan direncanakan mendatang.

3. Analisis Jarak Pengereman

   Untuk mengetahui jarak aman pengereman pada lokasi lengkung dengan kecepatan operasi saat ini dan kecepatan rencana mendatang.

E. Lokasi dan Jadwal Penelitian

1. Lokasi Penelitian

   Penelitian ini dilaksanakan di BTP Jabar Satker Lintas Bogor-Sukabumi khususnya di petak jalan rel antara emplasemen stasiun Bogor Paledang sampai emplasemen stasiun Batutulis, Kota Bogor.

2. Jadwal Penelitian

   Penelitian ini dilaksanakan oleh penulis saat kegiatan Praktek Kerja Lapangan (PKL) dan Magang dari tanggal 28 Februari 2022 sampai dengan tanggal 17 Juni 2022.

Tabel IV. 1 *Timeline* Kegiatan

NO	URAIAN KEGIATAN	MEI			JUNI				JULI				AGUSTUS
		2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1
1	Penentuan Judul KKW bersama Dosen Pembimbing PKL												
2	Proses Pengumpulan Data KKW												
3	Pengolahan Data KKW												
4	Proses Bimbingan												

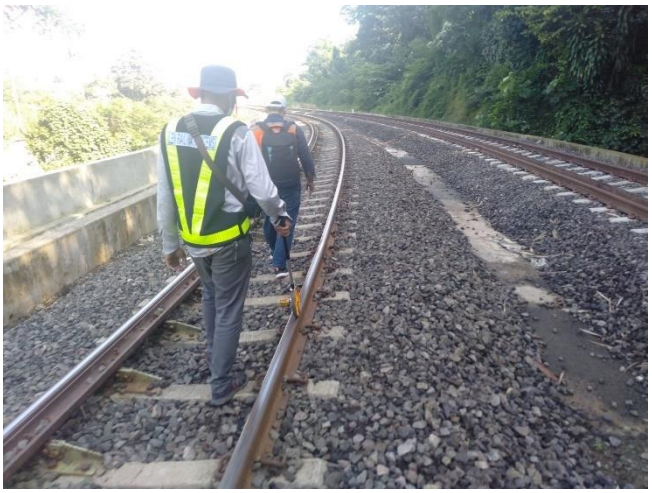
NO	URAIAN KEGIATAN	MEI			JUNI				JULI				AGUSTUS
		2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1
	bersama Dosen Pembimbing KKW												
5	Penyusunan KKW												
6	Pengumpulan KKW												
7	Sidang KKW												

BAB V
ANALISIS DATA DAN PEMECAHAN MASALAH

A. Analisis Hasil Survei Lapangan

Untuk mengetahui kondisi sebenarnya di lapangan maka dilakukan survei di lokasi studi. Survei dilakukan di petak lintas stasiun Bogor Paledang sampai stasiun Batutulis, Kota Bogor. Survei dilakukan dengan melakukan uji jarak tampak sinyal terutama pada sinyal masuk stasiun Batutulis. Pengujian dilakukan menggunakan meteran dorong atau *walking measure* dengan cara pengukuran dimulai dengan berdiri di posisi sinyal lalu berjalan sampai sinyal mulai tidak terlihat. Dari meteran dorong akan tertampil angka jarak yang dilalui. Dari angka tersebut dapat diketahui berapa jauh jarak tampak sinyal masuk stasiun Batutulis.

Gambar V. 1 Pengukuran Jarak Menggunakan *Walking Measure*



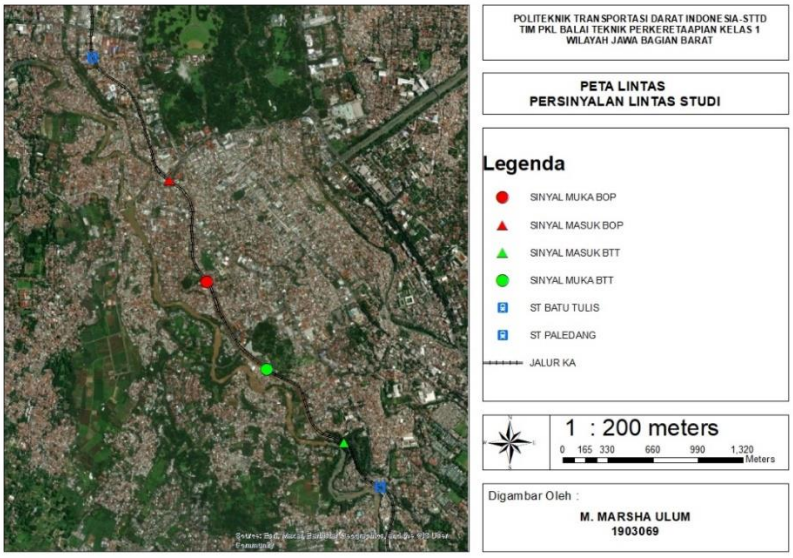
Dilakukan juga pengukuran jarak antara sinyal pada petak lintas antara emplasemen stasiun Bogor Paledang dan emplasemen stasiun Batutulis. Pengukuran sinyal dilakukan dengan cara mengukur jarak peraga sinyal dari patok km terdekat menggunakan meteran. Lalu dilanjutkan mengukur jarak dari peraga sinyal satu ke sinyal lainnya menggunakan *walking measure*. Jarak yang diukur adalah jarak dari sinyal masuk stasiun Batutulis ke sinyal muka stasiun Batutulis, jarak antara sinyal muka stasiun Batutulis dan sinyal muka stasiun Bogor Paledang,

dan jarak dari sinyal muka stasiun Bogor Paledang ke sinyal masuk stasiun Bogor Paledang.

Gambar V. 2 Pengukuran Letak Peraga Sinyal Luar

Dari pengukuran tersebut diketahui letak-letak peraga sinyal:

1. Sinyal masuk stasiun Batutulis J10 dan J20 berada di KM 3+980
2. Sinyal muka stasiun Batutulis MJ10 dan MJ20 berada di KM 3+132
3. Sinyal muka stasiun Bogor Paledang MJ48 dan MJ28 berada di KM 2+313; dan
4. Sinyal masuk stasiun Bogor Paledang J28 dan J48 berada di KM 1+506



Gambar V. 3 Peta Lintas Persinyalan Lintas Studi

Jarak total dari pengukuran dari peraga sinyal masuk J10 dan J20 stasiun Batutulis sampai sinyal masuk stasiun Bogor Paledang J28 dan J48 adalah sejauh 2,5 km. Dan didapatkan jarak antara peraga sinyal sebagai berikut:

1. Dari sinyal sinyal muka sampai sinyal masuk stasiun Batutulis adalah sejauh 850 meter.
2. Dari sinyal muka stasiun Bogor Paledang sampai sinyal muka stasiun Batutulis adalah sejauh 820 meter.
3. Dari sinyal muka stasiun Bogor Paledang sampai sinyal masuk stasiun Bogor Paledang sejauh 800 meter.

Gambar V. 4 Lokasi Awal Sinyal Masuk Stasiun Batutulis Baru Terlihat

Dari pengukuran yang dilakukan didapatkan bahwa posisi sinyal masuk stasiun Batutulis terhalang oleh lereng sehingga jarak tampak sinyal tidak sesuai dengan ketentuan teknis PM No. 44 Tahun 2018. Sinyal baru dapat terlihat pada jarak kurang dari 250 meter. Dari jarak tersebut ditakutkan dapat menyulitkan masinis apabila harus melakukan pengereman jika terdapat gangguan di stasiun Batutulis.

B. Analisis Pengaruh Lengkung Terhadap Kecepatan Kereta Api

Lokasi sinyal masuk stasiun Batutulis terhalang oleh lereng yang berada pada lengkung di KM 3+628 – KM 3+826, sehingga untuk dapat melihat sinyal masuk kereta api haruslah terlebih dahulu melewati lereng tersebut. Namun, pada saat kereta api melewati lereng, jarak antara sinyal masuk dengan lereng sangatlah dekat sehingga kereta api harus berjalan dengan kecepatan terbatas dalam persiapan menuju sinyal masuk stasiun Batutulis. Sedangkan apabila masinis dapat sesegera mungkin sudah melihat sinyal masuk, maka masinis tidak perlu mengurangi kecepatan secara signifikan.

Sehingga dilakukan analisis pengaruh lengkung terhadap kecepatan kereta api untuk mengetahui apakah jika kereta api berjalan dengan kecepatan yang diizinkan pada lengkung tersebut. Dengan spesifikasi lengkung sebagai berikut.

Tabel V. 1 Spesifikasi Lengkung Nomor 12 A

LENGKUNG NOMOR		12 A
RADIUS (m)		200
LETAK KM - HM	**MB AWAL**	3+628
	AB AKHIR	3+826
PANJANG LENGKUNG (M)		198
KEC. KA (V) (Km/Jam)		50
PENINGGIAN (h) (mm)		75
PANJANG LENGKUNG ALIH (PLA) (M)		37
ANAK PANAH (AP) (mm)		250
PANJANG LENGKUNG + PLA		235

Dari Tabel V. 1 dapat dilihat bahwa kecepatan yang diizinkan pada lengkung 12 A KM 3+628 – KM 3+826 dapat mencapai 50 km/jam. Maka dari itu dilakukan analisis untuk mengetahui apakah dengan kecepatan 50 km/jam masih aman untuk melintasi lengkung no. 12 A KM 3+628 – KM 3+826.

Telah diketahui bahwa peninggian lengkung normal (h) pada lengkung 12 A adalah 75 mm dan perlu diketahui peninggian minimal dan maksimal untuk mengetahui kecepatan minimal dan maksimal yang mampu diterima oleh lengkung yang dapat dicari dengan rumus berikut:

1. Peninggian h minimal

   h min $= (8{,}86 \frac{V^2}{R} - 54{,}01)$

   $= (8{,}86 \frac{50^2}{200} - 54{,}01)$

   = 56,74 mm

2. Pada h minimal

   Vmin $= \sqrt{\frac{hmin\ x\ R}{6}}$

   $= \sqrt{\frac{56{,}74\ x\ 200}{6}}$

   $= \sqrt{43{,}49}$= 6,6 km/jam

3. Peninggian h maksimal

   Pada PM No. 60 Tahun 2012 tentang Persyaratan Teknis Jalur Kereta Api telah disebutkan bahwa peninggian h maksimal pada lengkung radius 200 m adalah 110 mm dan untuk mencari v maksimal dapat dengan rumus berikut:

   Vmax $= 4{,}3\sqrt{R}$

   $= 4{,}3\sqrt{200}$

   = 60,81 km/jam ~ 61 km/jam

Ternyata pada R 200 m, bila h berubah dari h minimal = 56,74 mm, h normal = 75 mm sampai h maksimal = 110 mm, kecepatan V berubah pula dari V minimal = 6,6 km/jam, V normal = 50 km/jam sampai V maksimal = 61 km/jam.

Dari analisis yang dilakukan, kecepatan kereta api saat melintas di jalur lengkung KM 3+628 – KM 3+826 emplasemen stasiun Batutulis masih relevan jika dilalui dengan kecepatan hingga 50 km/jam.

C. Analisis Jarak Pengereman Kereta Api

Dalam keadaan normal, saat kereta api berjalan dalam kecepatan penuh dan masinis harus memberhentikan kereta apinya di depan suatu sinyal karena ada aspek semboyan 7 (sinyal tidak boleh dilewati) maka masinis harus memperkirakan jarak pengereman kapan harus mulai menarik tuas rem sampai dengan kereta api harus dapat berhenti di depan sinyal tersebut.

Berdasarkan analisis pengaruh lengkung pada kecepatan kereta api yang telah dilakukan, lengkung no. 12 A KM 3+628 – KM 3+826 dapat dilalui kereta api dengan kecepatan hingga 50 km/jam. Namun, perlu dilakukan analisis apakah dengan kecepatan 50 km/jam dan jarak tampak sinyal hanya sejauh 250 meter, kereta api dapat berhenti di depan sinyal masuk atau melebihi sinyal masuk. Analisis dilakukan dengan perhitungan jarak pengereman kereta api.

Jarak pengereman kereta api bergantung dengan kecepatan kereta api serta besar nilai kelandaian lintas yang dilalui. Dengan kecepatan kereta api dapat mencapai 50 km/jam dengan kelandaian pada lintas KM 2+753 – 4+187 petak Bogor Paledang – Batutulis sebesar 13 ‰ naik.

Analisis jarak pengereman dilakukan menggunakan perhitungan rumus *minden*:

Pada kereta penumpang menggunakan rumus *minden* untuk rem R / P:

$$L = \frac{3{,}85.V^2}{6{,}1.\Psi\left(1+\frac{\lambda_r}{10}\right) \pm i_r} \ (m)$$

Sumber : Hartono, 2001

Pada kereta gerbong menggunakan rumus *minden* untuk rem G:

$$L = \frac{3{,}85.V^2}{5{,}1.\Psi\sqrt{\lambda_r - 5} \pm i_r} \ (m)$$

Sumber : Hartono, 2001

Keterangan:

V = kecepatan dalam km/jam

Ψ = koefisien yang tergantung dari kecepatan dan jenis katup pengatur

λ_r = persentase pengereman ekivalen

C_1 = koefisien yang tergantung dari tipe rem dan jumlah gandar dalam kereta

$\lambda_r = C_1 \cdot \lambda$

C_i = koefisien yang tergantung dari tipe rem dan kecepatan

i_r = lereng ekivalen

$i_r = C_1 \cdot$ i

Kereta api yang melintas pada lintas Bogor – Sukabumi yaitu KA Pangrango dengan menggunakan loko CC206 yang menarik 8 rangkaian. Dan Kereta Angkutan dengan menggunakan loko CC206 yang menarik 18 Gerbong Datar. Berdasarkan spesifikasi teknis sarana perkeretaapian, lokomotif CC206 memiliki berat loko (GL) seberat 88 ton, berat muat gerbong datar seberat 42 ton dan berat muat kereta penumpang seberat 38 ton. Dari spesifikasi tersebut, dapat dicari berat rangkaian kereta api.

Tabel V. 2 Tabel Berat Rangkaian Kereta Api

Diketahui	**Rangkaian Kereta Barang**	**Rangkaian Kereta Penumpang**
Berat Lokomotif (Gl)	88 ton	88 ton
Berat Muat Kereta/Gerbong (Gr)	42 ton	38 ton
Jumlah Rangkaian (n)	18	8
Persentase Pengereman (λ)	80%	80%
Berat KA	B = λ x Gr = 0,80 x 42 = 33,6 ton	B = λ x Gr = 0,80 x 38 = 30,4 ton

Setelah diketahui berat rangkaian kereta api baik kereta angkutan barang maupun kereta angkutan penumpang, maka dapat dicari berat total rangkaian kereta beserta lokomotifnya dan persentase pengereman ekivalennya.

Untuk rangkaian kereta barang:

G_{KA} = G_{rtot} + G_L

= (18 x 42) + 88

= 756 + 88 = 844 ton

λ_r = $(\frac{B}{G_{KA}})$ x 100% = $(\frac{33,6\ x\ 18}{844})$ x 100% = 71,7%

Dan untuk rangkaian kereta penumpang:

G_{KA} = G_{rtot} + G_L

= (8 x 38) + 88

= 304 + 88 = 392 ton

λ_r = $(\frac{B}{G_{KA}})$ x 100% = $(\frac{30,4\ x\ 8}{392})$ x 100% = 62,04%

Setelah semua data telah diketahui, maka dapat dilakukan perhitungan:

1. Pada rangkaian barang

   V = 50 km/jam i = 13 ‰

   ψ = 0,92 untuk v = 50 km/jam posisi rem G

   i_r = Ci x i = 0,68 x 13 = 8,84

   λ_r = C1 x λ

   C1 = 1,06 (untuk KA dengan jumlah gandar 72)

   L = $\frac{3,85\ .\ V^2}{6,1\ .\psi.\left(1+\frac{\lambda r}{10}\right)\pm i_r}$ = $\frac{3,85\ .\ 50^2}{6,1\ .0,85.\left(1+\frac{71,7}{10}\right)\pm 8,84}$ = 260 m

2. Pada rangkaian penumpang

   V = 50 km/jam i = 13 ‰

   ψ = 1,02 untuk v = 50 km/jam posisi rem R/P

   i_r = Ci x i = 0,81 x 13 = 10,53

   λ_r = C1 x λ

   C1 = 1,05 (untuk KA dengan jumlah gandar 32)

   L = $\frac{3,85\ .\ V^2}{6,1\ .\psi.\left(1+\frac{\lambda r}{10}\right)\pm i_r}$ = $\frac{3,85\ .\ 50^2}{6,1\ .1,02.\left(1+\frac{62,04}{10}\right)\pm 10,53}$ = 266 m

3. Tabel analisis jarak pengereman pada rangkaian angkutan barang

Tabel V. 3 Tabel Analisis Jarak Pengereman Angkutan Barang

	Nomor	GL	Berat Gerbong	Jumlah Rangkaian	Jumlah Rangkaian (REM)	Jumlah Gandar Total	Jumlah Gandar (REM)	Kecepatan	GT	C1	Gradien (i)	Ψ (Faktor Kecepatan dan Jenis Rem	Ci	i_r	λt	B	λ (Standar: 40% < λ <120%)	λ_r	L (M)
CC206	1	88	42	18	18	72	72	10	844	1,06	13	0.41	0.6	7.8	71.65877	33.6	80.00	75.96	23.17
	2	88	42	18	18	72	72	20	844	1,06	13	0.61	0.62	8.06	71.65877	33.6	80.00	75.96	62.42
	3	88	42	18	18	72	72	30	844	1,06	13	0.75	0.64	8.32	71.65877	33.6	80.00	75.96	114.46
	4	88	42	18	18	72	72	40	844	1,06	13	0.85	0.66	8.58	71.65877	33.6	80.00	75.96	179.9181
	5	88	42	18	18	72	72	50	844	1,06	13	0.92	0.68	8.84	71.65877	33.6	80.00	75.96	260.2753
	6	88	42	18	18	72	72	60	844	1,06	13	0.97	0.7	9.1	71.65877	33.6	80.00	75.96	356.2233
	7	88	42	18	18	72	72	70	844	1,06	13	1	0.7	9.1	71.65877	33.6	80.00	75.96	470.3137
	8	88	42	18	18	72	72	80	844	1,06	13	1	0.74	9.62	71.65877	33.6	80.00	75.96	616.8857
	9	88	42	18	18	72	72	90	844	1,06	13	1	0.75	9.75	71.65877	33.6	80.00	75.96	781.5746

4. Tabel analisis jarak pengereman pada rangkaian angkutan penumpang

Tabel V. 4 Tabel Analisis Jarak Pengereman Angkutan Penumpang

	Nomor	GL	Berat Kereta	Jumlah Rangkaian	Jumlah Rangkaian (REM)	Jumlah Gandar Total	Jumlah Gandar (REM)	Kecepatan	GT	C1	Gradien (i)	Ψ (Faktor Kecepatan dan Jenis Rem	Ci	i_r	λt	B	λ (Standar: 40% < λ <120%)	λ_r	L (M)
CC206	1	88	38	8	8	32	32	10	392	1,05	13	0.5	0.6	7.8	62.04082	30.4	80.00	65.14	25.47
	2	88	38	8	8	32	32	20	392	1,05	13	0.73	0.66	8.58	62.04082	30.4	80.00	65.14	61.89
	3	88	38	8	8	32	32	30	392	1,05	13	0.87	0.72	9.36	62.04082	30.4	80.00	65.14	113.54
	4	88	38	8	8	32	32	40	392	1,05	13	0.97	0.77	10.01	62.04082	30.4	80.00	65.14	178.80
	5	88	38	8	8	32	32	50	392	1,05	13	1.02	0.81	10.53	62.04082	30.4	80.00	65.14	265.71
	6	88	38	8	8	32	32	60	392	1,05	13	1.05	0.84	10.92	62.04082	30.4	80.00	65.14	372.49
	7	88	38	8	8	32	32	70	392	1,05	13	1.06	0.84	10.92	62.04082	30.4	80.00	65.14	500.83
	8	88	38	8	8	32	32	80	392	1,05	13	1.05	0.89	11.57	62.04082	30.4	80.00	65.14	673.98
	9	88	38	8	8	32	32	90	392	1,05	13	1.04	0.9	11.7	62.04082	30.4	80.00	65.14	866.96

Dari hasil analisis tersebut, dapat diketahui bahwa dengan kecepatan lintas 50 km/jam jarak pengereman yang dibutuhkan untuk masinis dapat melakukan pengereman adalah sejauh 260 m dengan kereta angkutan galon dan sejauh 266 m dengan kereta angkutan penumpang dengan asumsi persentase pengereman 80%. Dengan jarak tersebut apabila jarak tampak sinyal baru terlihat pada jarak 250 meter, maka kereta akan berhenti melewati sinyal. Hal ini dapat membahayakan apabila didepan sinyal terdapat gangguan dan kereta terlambat melakukan pengereman dapat menyebabkan tumburan dengan kereta yang sedang berada di stasiun Batutulis maupun tumburan dengan kendaraan lain karena didalam emplasemen stasiun Batutulis terdapat perlintasan sebidang JPL 10 stasiun Batutulis.

Gambar V. 5 Tampak Stasiun Batutulis Dari Sinyal Masuk J10

D. Pemecahan Masalah

Dari analisis yang telah dilakukan, diketahui bahwa apabila dengan jarak tampak sinyal masuk stasiun Batutulis hanya sejauh 250 meter, jarak pengereman dengan kecepatan kereta api 50 km/jam lebih jauh dari jarak tampak sinyal masuk stasiun Batutulis.

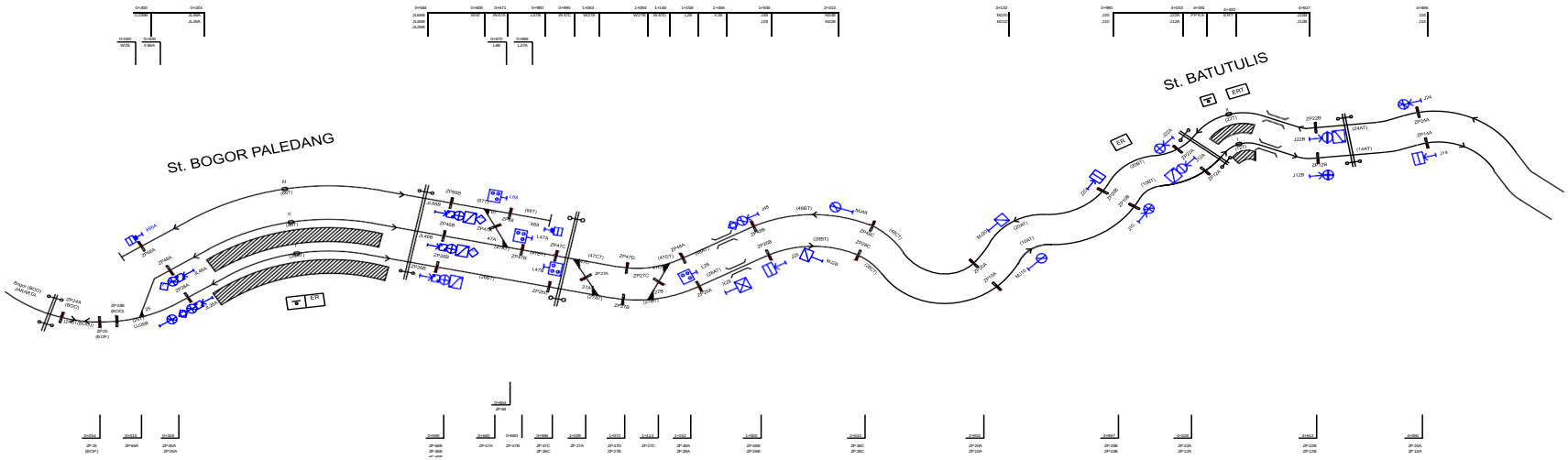
Untuk itu demi keamanan kereta api pada lintas Bogor – Sukabumi terutama pada emplasemen stasiun Batutulis maka diperlukan peningkatan jarak tampak sinyal masuk stasiun Batutulis. Peningkatan dapat dilakukan dengan menggeser sinyal masuk stasiun Batutulis maupun menambahkan sinyal pembantu berupa sinyal ulang didepan sinyal masuk stasiun Batutulis.

Penggeseran persinyalan dilakukan dengan memindahkan peraga sinyal ke lokasi yang lebih strategis dan aman jarak tampaknya sehingga memudahkan masinis untuk menerima aspek sinyal masuk yang diberikan setelah melewati sinyal muka.

Penambahan sinyal pembantu dilakukan dengan menambah sinyal ulang didepan sinyal masuk untuk membantu masinis menerima aspek sinyal yang diberikan sinyal masuk yang terhalang lereng sehingga masinis dapat langsung mengatur kecepatan kereta api terhadap aspek sinyal masuk yang diberikan setelah melewati sinyal muka.

Penggeseran sinyal dan penambahan sinyal pembantu dilakukan menyesuaikan dengan kondisi di lapangan apakah memungkinkan untuk dilakukan pembaruan. Kemudian dengan memperhatikan desain layout eksisting yang ada untuk memastikan lokasi-lokasi awal sinyal dan lokasi baru setelah penggeseran dan lokasi penambahan sinyal pembantu.

Berikut merupakan *layout* persinyalan petak lintas stasiun Bogor Paledang – stasiun Batutulis.



KETERANGAN

: JEMBATAN

: PINTU PERLINTASAN

: WESEL TERLAYANI TERPUSAT

: DETEKSI KA

: SINYAL MASUK

: SINYAL MUKA

: SINYAL KELUAR

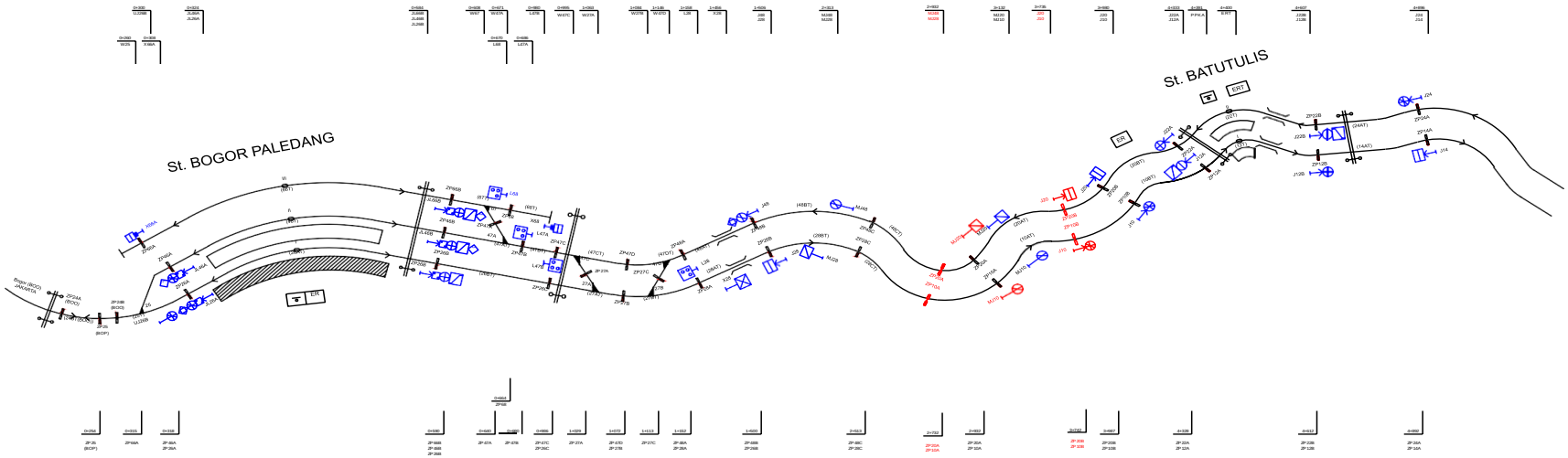
Gambar V. 6 *Layout* Persinyalan Lintas Bogor Paledang – Batutulis

1. Penggeseran Sinyal Masuk Stasiun Batutulis

Dari letak awal sinyal masuk stasiun Batutulis, supaya peraga sinyal dapat dilihat dengan jelas maka perlu digeser sehingga berada didepan lereng. Sinyal masuk digeser dapat digeser kurang lebih sejauh 250 meter dari posisi awal. Apabila sinyal masuk stasiun Batutulis digeser, perlu juga menggeser sinyal muka stasiun Batutulis untuk menyesuaikan dengan jarak sinyal masuk stasiun Batutulis dengan ketentuan jarak minimal antara sinyal muka dengan sinyal masuk lintas Bogor – Sukabumi sejauh 750 meter dikarenakan panjang lintas yang terbatas. Selain sinyal, apabila dilakukan pemindahan atau penggeseran sinyal, *axle counter* yang mewakili peraga sinyal juga harus ikut dipindah. Dengan jarak antara sinyal dengan *axle counter* minimal 10 meter atau menyesuaikan dengan lokasi penempatan.

Lokasi baru peraga sinyal masuk dan sinyal muka stasiun Batutulis dapat memberikan jarak tampak sinyal yang lebih baik dan lebih aman sehingga dapat mempermudah masinis dalam menerima aspek sinyal masuk yang diberikan setelah melewati sinyal muka stasiun Batutulis. Dengan begitu, masinis dapat menentukan pilihan lebih cepat dalam menanggapi aspek sinyal yang diberikan baik aspek aman kereta api boleh melintas atau aspek hijau maupun aspek tidak aman yang tidak memperbolehkan kereta api memasuki stasiun Batutulis atau aspek merah. Dan masinis juga dapat lebih aman melakukan pengereman karena sinyal masuk yang sudah berada didepan lereng sehingga tidak ada gangguan pada jarak tampaknya.

Berikut merupakan usulan *layout* persinyalan setelah penggeseran sinyal masuk stasiun Batutulis.



KETERANGAN

: JEMBATAN

: PINTU PERLINTASAN

: WESEL TERLAYANI TERPUSAT

: DETEKSI KA

: SINYAL MASUK

: SINYAL MUKA

: SINYAL KELUAR

Gambar V. 7 Usulan *Layout* Persinyalan Setelah Penggeseran Sinyal Lintas Bogor Paledang – Batutulis

Pergeseran terjadi pada sinyal masuk J10 dan J20 stasiun Batutulis dan sinyal muka MJ10 dan MJ20 stasiun Batutulis. Sinyal masuk stasiun Batutulis digeser dari semula pada posisi KM 3+980 menjadi KM 3+735 dan sinyal muka stasiun Batutulis digeser dari semula pada posisi KM 3+132 menjadi KM 2+932. Beberapa *axle counter* juga ikut digeser mengikuti pergeseran peraga sinyal. *Axle counter* yang ikut bergeser antara lain *axle counter* dengan ID ZP10B dan ZP10B yang semula berada pada letak KM 3+987 digeser ke posisi KM 3+742 kemudian *axle counter* dengan ID ZP10A dan ZP20A yang semula terletak di KM 2+932 digeser menuju KM 2+732. Penggeseran peraga persinyalan tidak merubah kinerja persinyalan sehingga tidak perlu merubah tabel *interlocking*.

2. Penambahan Sinyal Ulang

Sinyal ulang merupakan sinyal yang berfungsi untuk memberi petunjuk sinyal yang diwakilinya. Sinyal ulang harus dapat memperlihatkan simbol aspek sinyal utama. Sinyal ulang memiliki tiga aspek yang dapat mewakili aspek sinyal masuk, yaitu aspek putih tegak yang mengindikasikan aspek aman, aspek putih miring ke kanan 45° mengindikasikan hati-hati dan aspek mendatar yang mengindikasikan aspek tidak aman.

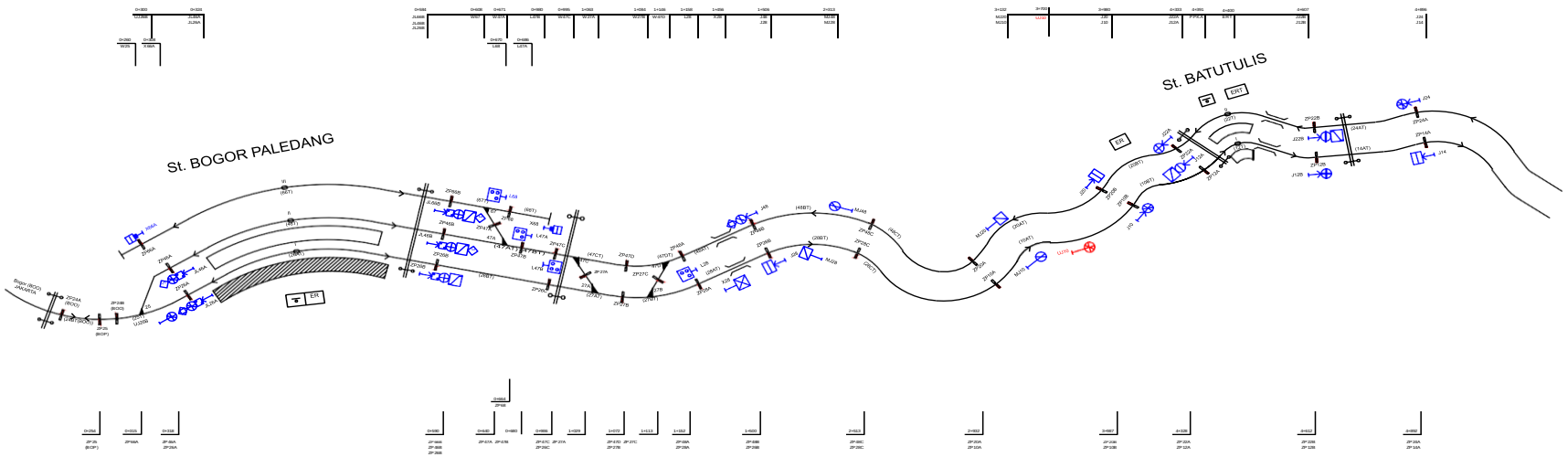
Sinyal ulang dapat dipasang didepan sinyal masuk stasiun Batutulis untuk dapat membantu masinis dalam menerima aspek yang diberikan sinyal masuk stasiun Batutulis karena letak sinyal masuk yang sulit untuk dilihat dikarenakan terhalang lereng. Ketika masinis melewati sinyal muka secara otomatis masinis harus mengurangi kecepatan untuk melihat apakah aspek pada sinyal masuk masih sama dengan yang diberitahukan sinyal muka atau sudah berubah. Dengan adanya sinyal ulang, masinis dapat lebih cepat menambah kecepatan kereta api karena dapat menerima aspek sinyal masuk yang diberikan lebih cepat karena sudah diwakilkan oleh sinyal ulang.

Sebagai contoh, kereta angkutan barang akan berjalan langsung melewati stasiun Batutulis. Ketika memasuki emplasemen stasiun Batutulis, sinyal muka stasiun Batutulis menunjukan aspek kuning yang berarti hati-hati sehingga mengindikasikan bahwa sinyal masuk stasiun Batutulis memberikan aspek kuning atau hati-hati hingga aspek merah atau tidak diizinkan melintas. Setelah melewati sinyal muka, maka kereta angkutan

barang harus menurunkan kecepatan sampai sinyal masuk stasiun Batutulis terlihat untuk melihat apakah aspek yang diberikan sudah memperbolehkan untuk melintas atau tidak. Dengan bantuan sinyal ulang, jika aspek sinyal masuk sudah berubah menjadi hijau atau aman, masinis dapat melihat berubahan aspek sinyal masuk lebih cepat sehingga kecepatan kereta angkutan barang dapat langsung ditingkatkan dan dapat melanjutkan berjalan untuk melewati stasiun Batutulis. Dengan begitu sinyal ulang dapat membantu kinerja sinyal masuk stasiun Batutulis dalam menjalankan fungsinya yang saat ini terkendala karena memiliki jarak tampak yang dekat.

Sinyal ulang dapat diletakkan dengan jarak sejauh 250 m – 300 m dari sinyal masuk stasiun Batutulis atau menyesuaikan dengan kondisi di lapangan. Pada jalur ganda, sinyal ulang hanya perlu mewakilkan sinyal masuk sepur benar yaitu pada sinyal masuk J10 stasiun Batutulis yang terletak di KM 3+980. Karena pada sinyal masuk sepur salah J20 hanya memiliki 1 aspek yaitu aspek merah.

Berikut merupakan usulan *layout* persinyalan setelah penambahan sinyal ulang.



KETERANGAN

: JEMBATAN

: PINTU PERLINTASAN

: WESEL TERLAYANI TERPUSAT

: DETEKSI KA

: SINYAL MASUK

: SINYAL MUKA

: SINYAL KELUAR

Gambar V. 8 Usulan *Layout* Persinyalan Setelah Penambahan Sinyal Ulang

Sinyal ulang diletakan pada KM 3+700 dengan melihat kondisi lapangan, dan lebih baik diletakan didepan lereng yang menghalangi sinyal masuk stasiun Batutulis. Penomoran sinyal ulang menggunakan ID UJ atau Ulang Jalan dengan nomor disesuaikan dengan sinyal utama yang diwakili yaitu sinyal masuk J10 sehingga menjadi sinyal ulang UJ10 stasiun Batutulis. Aspek yang diberikan sinyal ulang menduplikat aspek yang ditampilkan sinyal masuk sehingga dalam panel pelayanannya, PPKA cukup mengubah aspek sinyal masuk stasiun Batutulis saja.

Penambahan sinyal ulang sebagai sinyal pendahulu sinyal masuk stasiun Batutulis akan sangat berguna dalam membantu jika frekuensi perjalanan kereta api pada lintas Bogor – Sukabumi meningkat sejalan dengan pembangunan jalur ganda lintas Bogor – Sukabumi.

BAB VI
KESIMPULAN DAN SARAN

A. Kesimpulan

Berdasarkan hasil analisis yang telah dilakukan, berikut kesimpulan yang dapat ditarik:

1. Dengan terhalangnya sinyal masuk stasiun Batutulis yang terhalang lereng, mengakibatkan masinis harus menurunkan kecepatan kereta api terlebih dahulu sampai aspek sinyal masuk terlihat padahal jika aspek sinyal masuk lebih cepat terlihat maka masinis dapat lebih cepat untuk meningkatkan kecepatan kereta api sehingga dapat mempercepat perjalanan kereta api.
2. Berdasarkan analisis yang dilakukan lengkung KM 3+628 – KM 3+826 dapat dilalui kereta api dengan kecepatan mencapai 50 km/jam namun apabila harus melakukan pengereman, jarak pengereman terlalu jauh apabila sinyal masuk stasiun Batutulis baru terlihat pada jarak 250 meter.
3. Penggeseran peraga sinyal luar maupun menambahkan sinyal pembantu perlu memerhatikan kondisi medan letak apakah masih terdapat kendala atau sudah strategis dan harus disesuaikan dengan kondisi persinyalan eksisting agar tidak menimbulkan gangguan.

B. Saran

1. Melakukan kajian terhadap letak persinyalan dilihat dari sudut pandang sarana dan masinis untuk mengetahui permasalahan yang ditemui masinis dari peletakan peraga sinyal yang terhalang lereng
2. Pada penelitian selanjutnya dapat melakukan kajian terhadap letak peraga persinyalan dalam rangka peningkatan kecepatan lintas ketika jalur ganda lintas Bogor – Sukabumi telah beroperasi sepenuhnya sampai ke stasiun Sukabumi.

DAFTAR PUSTAKA

_____, 2007, Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 23 tentang Perkeretaapian.

_____, 2009, Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 72 tentang Lalu Lintas dan Angkutan Kereta Api.

_____, 2015, Peraturan Menteri Perhubungan Nomor 24 tentang Standar Keselamatan Perkeretaapian.

_____, 2018, Peraturan Menteri Perhubungan Nomor 44 tentang Persyaratan Teknis Peralatan Persinyalan Perkeretaapian.

_____, 2012, Peraturan Menteri Perhubungan Nomor 60 tentang Persyaratan Teknis Jalur Kereta Api.

_____, 2017, Peraturan Menteri Perhubungan Nomor 121 tentang Lalu Lintas Kereta Api.

AS, Hartono. 2001, "Majalah Jalan Rel". Bandung: PT Kereta Api Indonesia (Persero)

_____, 2015, *Modul I Mata Kuliah Sarana Penggerak dan Sarana Khusus.* Bekasi: Sekolah Tinggi Transportasi Darat.

Dwiatmoko, Hermanto. 2016, *Pengujian Fasilitas Operasi Kereta Api*. Jakarta: Kencana.

Ihsanto, Eko dan Ferdian R. 2014, Perancangan Simulasi Sistem Pemantauan Pintu Perlintasan Kereta Api Berbasis Arduino, Jurusan Elektro, Universitas Mercu Buana Jakarta.

Koswara, Edi. 2003, Analisis Gaya-Gaya Pengereman Sistem Udara Tekan Otomatis Pada Gerbong Kereta Api di Stasiun Besar Purwokerto, Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan, Universitas Sebelas Maret Surakarta.

Pambudy, Anggo H., Yayan H.Y., dan Wahyu S. 2012, Analisis Display Sinyal Kereta Api di Stasiun Langen, Jurusan Teknik Industri, Universitas Sultan Agung Tirtayasa Serang.

Raharjanto, Yunanda. 2022, *Sistem Persinyalan di Indonesia*. Jakarta: Cakrawala Milenia Jaya.

Rinaldi, Haris. 2021, Pengaruh Lengkung Kereta Api Pada Kecepatan Kereta Api di Jalan Pokok Bambu Kec. Beringin Lintas Medan-Araskabu, Program Studi Teknik Sipil, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara Medan.

Sabarian, Ditya M. 2019, Peningkatan Kinerja Peralatan Luar Sinyal Elektrik di Lintas Prupuk – Kroya Daop 5 Purwokerto, Jurusan Perkeretaapian, Sekolah Tinggi Transportasi Darat Bekasi.

Zakaria, Luthfi. 2021, Perbandingan Kinerja Jarak Pengereman Blok Rem Berbahan Metalik dan Komposit Pada Kereta Api, Jurusan Teknik Mesin, Universitas Kebangsaan Bandung.

PTDI - STTD

POLITEKNIK TRANSPORTASI DARAT INDONESIA

KARTU ASISTENSI

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

NAMA : MUHAMMAD MARSHA ULUM

NOTAR : 1903069

DOSEN : 1. Ir. YUNANDA R., ST., MT

2. NYIMAS ARNITA A., M.Sc.

JUDUL KKW : ANALISIS JARAK TAMPAK SINYAL MASUK STASIUN BATUTULIS YANG TERHALANG LERENG

NO	TGL	KETERANGAN	PARAF
1.	28/6/22	Asistensi BAB I perihal identifikasi masalah, rumusan masalahnya dan analisis - analisis yang dibutuhkan	
2.	15/7/22	→ Mencari Jurnal → Kondisi prasarana → As [illegible] [illegible]. → gambar [illegible] [illegible] sinyal [illegible] + [illegible]	
3	18/7/22	= gambar [illegible] [illegible] + [illegible]. = [illegible] [illegible] [illegible].	

NO	TGL	KETERANGAN	PARAF
1.	4/7 2022	→ BAB I → Cek latar belakang (dipersingkat, tepat sasaran) → Rumusan masalah, tujuan, batasan harus sinkron. + keaslian penelitian → Bagan alir diperbaiki.	
2.	13/7 2022	→ Lanjutkan perbaikan BAB I, BAB III, BAB IV → Tinjauan pustaka dilengkapi & disesuaikan dengan analisis yg akan dibuat	
3.	24/7 2022	→ Membuat tabel rekapitulasi pada Perhitungan	

Scanned by TapScanner

NO	TGL	KETERANGAN	PARAF
4.	21/7/22	Membuat desain layout menyesuaikan seryol St. Batutulis	
5.	26/7/22	Perbaikan tata naskah seperti tabel, bahasa asing, cek plagiarisme	
6.	29/7 2022	Oke acc.	

NO	TGL	KETERANGAN	PARAF
4.	27/7/2022	-> memperbaiki tata naskah	
5.	29/7/2022	-> mengirimkan pdf draft kku final & paparan melalui WA	
6.	29/7/22	ACC.	

Scanned by TapScanner