

**EVALUASI PADA JALUR LINGKUNG DI KM 33+388 – KM
33+594 EMPLASEMEN STASIUN TAMBUN TERHADAP
KECEPATAN PERJALANAN KERETA API**

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 :

ALDY ARDIANSYAH

NOTAR : 19.03.05

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



**EVALUASI PADA JALUR LINGKUNG DI KM 33+388 – KM
33+594 EMPLASEMEN STASIUN TAMBUN TERHADAP
KECEPATAN PERJALANAN KERETA API**

KERTAS KERJA WAJIB

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

DIAJUKAN OLEH :

ALDY ARDIANSYAH

NOTAR : 19.03.05

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

LEMBAR PERNYATAAN ORISINALITAS

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

Nama : Aldy Ardiansyah

Notar : 19.03.005

Tanda Tangan :

A handwritten signature in black ink, appearing to be 'Aldy Ardiansyah', written over a horizontal line. The signature is stylized with loops and vertical strokes.

Tanggal : 2 Agustus 2022

HALAMAN PENGESAHAN

KERTAS KERJA WAJIB

**EVALUASI PADA JALUR LINGKUNG DI KM 33+388 – KM
33+594 EMPLASEMEN STASIUN TAMBUN TERHADAP
KECEPATAN PERJALANAN KERETA API**

Yang Dipersiapkan dan Disusun Oleh

ALDY ARDIANSYAH

Nomor Taruna : 19.03.005

Telah di Setujui Oleh :

PEMBIMBING



DR. Ir. HERMANTO DWIATMOKO, M.STr

TANGGAL 25 JULI 2022

PEMBIMBING



NOMIN, S.Ag, M.Pd

TANGGAL 25 JULI 2022

KERTAS KERJA WAJIB
EVALUASI PADA JALUR LINGKUNG DI KM 33+388 – KM
33+594 EMPLASEMEN STASIUN TAMBUN TERHADAP
KECEPATAN PERJALANAN KERETA API

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

Oleh :

ALDY ARDIANSYAH

Nomor Taruna : 19.03.005

TELAH DIPERTAHANKAN DI DEPAN DEWAN PENGUJI PADA
TANGGAL 2 AGUSTUS 2022
DAN DINYATAKAN TELAH LULUS DAN MEMENUHI SYARAT

PEMBIMBING



DR. Ir. HERMANTO DWIATMOKO, M.St

NIP. -

PEMBIMBING



NOMIN, S.Ag, M.Pd

NIP. 19680613 198903 1 001

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

KERTAS KERJA WAJIB
EVALUASI PADA JALUR LINGKUNG DI KM 33+388 – KM
33+594 EMPLASEMEN STASIUN TAMBUN TERHADAP
KECEPATAN PERJALANAN KERETA API

Yang dipersiapkan dan disusun oleh:

ALDY ARDIANSYAH

Nomor Taruna : 19.03.005

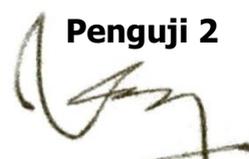
TELAH DIPERTAHANKAN DI DEPAN DEWAN PENGUJI
PADA TANGGAL 2 AGUSTUS 2022
DAN DINYATAKAN TELAH LULUS DAN MEMENUHI SYARAT
DEWAN PENGUJI

Penguji 1



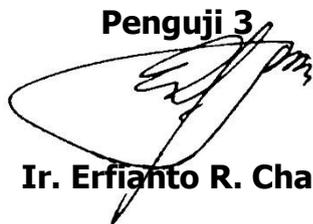
Dr. Ir. Hermanto D., M.STr

Penguji 2



Nomin., S.Ag, M.Pd
NIP. 19680613 198903 1 001

Penguji 3



Ir. Erfianto R. Chan

Penguji 4



Dr. I Made Arka H., MT
NIP. 19701128 199301 1 001

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 bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Aldy Ardiansyah
Notar : 19.03.005
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 Eksklusif (Non-exclusive Royalty-Free Right)** atas karya ilmiah saya yang berjudul:

EVALUASI PADA JALUR LINGKUNG DI KM 33+388 – KM 33+594 EMPLASEMEN STASIUN TAMBUN TERHADAP KECEPATAN PERJALANAN KERETA API

Beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti Non eksklusif 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 : 2 Agustus 2022

Yang Menyatakan



(Aldy Ardiansyah)

KATA PENGANTAR

Segala puja dan puji syukur penulis panjatkan kepada Allah Sang pengatur alam semesta yang dengan Rahman dan Rahim serta Ridho-Nya, penulis dapat menyelesaikan penyusunan tugas akhir Kertas Kerja Wajib (KKW) berjudul **“Evaluasi Pada Jalur Lengkung Di Km 33+388 – Km 33+594 Emplasemen Stasiun Tambun Terhadap Kecepatan Perjalanan Kereta Api”** tepat pada waktunya.

Kertas Kerja Wajib ini disusun dan diajukan dalam rangka penyelesaian program studi Diploma III Manajemen Transportasi Perkeretaapian guna memperoleh sebutan Ahli Madya. Disamping itu, penulisan tugas akhir ini juga bertujuan untuk memberikan pengetahuan kepada pembaca mengenai prasarana jalur lengkung kereta api.

Tentunya dalam penulisan tugas akhir ini dapat terselesaikan karena begitu banyaknya bantuan, doa dan dukungan. Untuk itu, pada kesempatan kali ini penulis mengucapkan terima kasih yang tak terhingga kepada:

1. Bapak Ahmad Yani, ATD, MT selaku Direktur Politeknik Transportasi Darat Indonesia – STTD beserta para staf dan jajarannya;
2. Bapak Ir. Bambang Drajat, MM selaku Ketua Program Studi Diploma III Manajemen Transportasi Perkeretaapian;
3. Bapak DR. Ir. Hermanto Dwiatmoko, M.STr dan Bapak Nomin, S.Ag, M.Pd selaku Dosen Pembimbing yang telah membimbing dan mengarahkan dalam penulisan Tugas Akhir ini;
4. Kedua orang tuaku serta adik-adik kandungku yang selalu memberikan doa doa terbaiknya dan membantu serta mendukung saya dengan sepenuh hati dan jiwa.
5. Rekan-rekan Kedai Tjokro yang tak henti-hentinya meberikan berbagai dukungan dan bantuan, motivasi serta selalu menasihati saya dalam kebenaran dan kesabaran.

6. Bapak Eko Rahadi Nurtanto Pejabat Pembuat Komitmen Satuan Kerja Pengembangan *Double-Double Track* Paket B yang telah mengizinkan saya unuk belajar di kantor Satuan Kerja Paket B;
7. Bapak Agustinus Wignyo Gunawan Selaku Staf Divisi Teknis Satuan Kerja Pengembangan *Double-Double Track* Paket B yang telah memberikan banyak bimbingannya tentang penelitian yang saya lakukan;
8. Rekan-rekan Tim PKL Balai Teknik Perkeretaapian Kelas I Wilayah Jakarta dan Banten Satker DDT Paket B yang memberikan saya pengalaman terbaik dalam memimpin satu tim studi dengan karakter yang berbeda;
9. Rekan-rekan Spoor 16 yang menjadi teman berbagi cerita duka dan suka selama dikampus PTDI-STTD;
10. Sahabat akrab saya Muhammad Hadi Ramadhan yang selalu bersama saya saling tolong menolong dalam menyusun tugas akhir;
11. Semua pihak yang telah memberikan bantuan berupa materil maupun non materil secara langsung maupun tidak langsung dalam penyelesaian penulisan tugas akhir ini;

Penulis menyadari bahwa dalam penelitian ini masih jauh dari sempurna serta masih banyak terdapat kekurangan karena keterbatasan ilmu dan pengalaman yang dimiliki. Oleh sebab itu, saran dan kritik yang bersifat membangun akan penulis terima dengan ikhlas dan senang hati.

Akhir kata, penulis berharap tugas akhir ini dapat bermanfaat bagi semua pihak yang memerlukan

Bekasi, 28 Juli 2022

Penulis



ALDY ARDIANSYAH

NOTAR : 19.03.005

ABSTRAK

Transportasi kereta api adalah moda transportasi darat yang memiliki keunggulan dibanding dengan moda transportasi darat lainnya, yaitu dapat mengangkut penumpang atau barang dalam jumlah yang besar dengan waktu yang relatif singkat serta tingkat keselamatan dan keamanan yang tinggi dimana tingkat keselamatan dan keamanan yang tinggi dapat dicapai apabila kondisi prasarana dalam keadaan baik.

Sehubungan dengan proyek jalur kereta api dwiganda atau dikenal dengan *Double-Double Track* (DDT) lintas Jatinegara – Cikarang tentunya aspek kecepatan dalam perjalanan kereta pun menjadi sesuatu yang diharapkan meningkat. Pada lintas Jatinegara – Cikarang terdapat lengkung tipe *S curve* No. 15C dan 15D pada KM 33⁺³⁸⁸ – KM 33⁺⁵⁹⁴ di hulu emplasemen Stasiun Tambun saat ini dipasang pembatas kecepatan yang hanya mencapai kecepatan 80 km/km yang seharusnya ditempuh dengan kecepatan 90 km/jam. Untuk mengetahui penyebab permasalahan tersebut penulis mengambil judul **“Evaluasi Pada Jalur Lengkung Di KM 33+388 – KM 33+594 Emplasemen Stasiun Tambun Terhadap Kecepatan Perjalanan Kereta Api.”** Tujuan dari penelitian ini adalah mengetahui kondisi eksisting, mengetahui metode peningkatan kecepatan, dan mendapatkan alinemen yang sesuai persyaratan.

Berdasarkan hasil analisis didapatkan kondisi lengkung eksisting memiliki lengkung peralihan yang kurang dari persyaratan yaitu sebesar 30 meter dengan panjang transisi lurus sebesar 18,5 meter. Untuk mendapatkan peningkatan kecepatan hal yang dilakukan yaitu memperbesar radius lengkung, merubah bentuk alinemen *S curve* menjadi *C curve*, menaikkan pertinggian rel, serta menambah panjang lengkung peralihan. Lalu didapatkanlah dari perhitungan bentuk alinemen yang sesuai persyaratan yaitu lengkung *C curve* radius 1800 meter dengan pertinggian 48 mm, dan panjang peralihan 60 meter.

Kata kunci: Geometri, Lengkung, *S Curve*, Horizontal, Pertinggian, Peralihan, Kecepatan, Waktu

ABSTRACT

Rail transportation is a land transportation mode that has advantages compared to other land transportation modes, namely it can transport passengers or goods in large quantities in a relatively short time and a high level of safety and security where a high level of safety and security can be achieved if conditions are met. Infrastructure in good condition.

In connection with the double-double track (DDT) railway project that crosses Jatinegara – Cikarang, of course, the aspect of speed in train travel is also something that is expected to increase. On the Jatinegara – Cikarang cross, there is an S curve of type No. 15C and 15D on KM 33+388 – KM 33+594 upstream of the Tambun Station emplacement currently installed speed limiters which only reach a speed of 80 km/h which should be reached at a speed of 90 km/hour. To find out the causes of the problem, the author took the title "**Evaluation on Curved Lines at KM 33+388 – KM 33+594 Emplacement of Tambun Station on Train Travel Speed.**" The purpose of this research is to know the existing condition, to know the method of increasing the speed, and to get the alignment according to the requirements.

Based on the results of the analysis, it was found that the condition of the existing arch has a transitional curve that is less than the requirement, which is 30 meters with a straight transition length of 18.5 meters. To get an increase in speed, things to do are to increase the radius of the curve, change the shape of the alignment of the S curve to a C curve, increase the height of the rails, and increase the length of the transition curve. Then it is obtained from the calculation of the alignment form that meets the requirements, namely the C curve radius of 1800 meters with a height of 48 mm, and a transition length of 60 meters.

Keywords: Geometry, Curve, S Curve, Horizontal, Altitude, Transition, Velocity, Time

DAFTAR ISI

HALAMAN PENGESAHAN	ii
KATA PENGANTAR.....	v
HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN.....	v
ABSTRAK.....	viii
DAFTAR ISI	x
DAFTAR TABEL	x
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR RUMUS	xii
DAFTAR LAMPIRAN	xiv
BAB I	1
PENDAHULUAN	1
A. Latar Belakang	1
B. Identifikasi Masalah	3
C. Rumusan Masalah.....	3
D. Maksud Dan Tujuan	4
E. Batasan Masalah.....	4
F. Sistematika Penulisan.....	5
BAB II	7
GAMBARAN UMUM	7
A. Kondisi Wilayah Kajian	7
B. Kondisi Transportasi di Wilayah Kajian	9
BAB III.....	19
KAJIAN PUSTAKA	19
A. Aspek Legalitas	19
B. Aspek Teoritis	21
C. Aspek Teknis.....	29
BAB IV	39
METODOLOGI PENELITIAN	39
A. Alur Pikir Penelitian	39
B. Bagan Alir Penelitian	41
C. Teknik Analisis Data.....	43
D. Lokasi dan Jadwal Penelitian.....	43

BAB V	44
ANALISIS DAN PEMECAHAN MASALAH	44
A. Analisis Lengkung Eksisting.....	44
B. Analisis Kehilangan Waktu	50
C. Analisis Desain Perencanaan Lengkung (IP.03-R).....	52
BAB VI	57
PENUTUP.....	57
A. Kesimpulan	57
B. Saran	58
DAFTAR PUSTAKA	60
LAMPIRAN	62

DAFTAR TABEL

Tabel II. 1 Kondisi Jalan Rel Lintas Jatinegara - Cikarang.....	10
Tabel II. 2 Data Lengkung Lintas Jatinegara - Cikarang.....	10
Tabel II. 3 Daftar Stasiun di Lintas Jatinegara - Cikarang.....	14
Tabel II. 4 Spesifikasi Lengkung Nomor 15 C	16
Tabel II. 5 Spesifikasi Lengkung Nomor 15 D	17
Tabel II. 6 Spesifikasi Desain Rencana Lengkung Jalur 2 Hulu Tambun	18
Tabel III. 1 Klasifikasi Jalan Rel	21
Tabel III. 2 Persyaratan perencanaan lengkungan.....	24
Tabel III. 3 Pelebaran Sepur Untuk 1067 mm	27
Tabel III. 4 Besar Peninggian Untuk Berbagai Kecepatan Rencana	32
Tabel V. 1 Parameter Lengkung Horizontal Eksisting Hasil Analisa Perhitungan	48
Tabel V. 3 Pengaruh Lengkung Terhadap Kecepatan	51
Tabel V. 4 Parameter Kondisi Lengkung Eksisting hasil analisa Dengan Lengkung Baru.....	54
Tabel V. 5 Perbandingan Waktu Tempuh Berdasarkan Kecepatan KA	55
Tabel V. 1 Parameter Lengkung Horizontal Eksisting Hasil Analisa Perhitungan	48
Tabel V. 2 Pengaruh Lengkung Terhadap Kecepatan	51
Tabel V. 3 Parameter Kondisi Lengkung Baru.....	54
Tabel V. 4 Perbandingan Waktu Tempuh Berdasarkan Kecepatan KA	55

DAFTAR GAMBAR

Gambar II. 1	Peta Jaringan Jalur KA Wilayah Jakarta dan Banten	8
Gambar II. 2	Emplasemen Stasiun Tambun	14
Gambar II. 3	Lengkung S Curve Nomor 15C dan 15D KM 33 ⁺³⁸⁸ – KM 33 ⁺⁵⁹⁴ ...	16
Gambar II. 4	Kondisi Eksisting Jalur Stasiun Tambun.....	17
Gambar II. 5	Rencana Jalur Stasiun Tambun	18
Gambar III. 1	Lengkung Pada Jalan Rel Dengan Lengkung Peralihan	23
Gambar III. 2	Lengkung pada jalan rel tanpa lengkung peralihan	23
Gambar III. 3	Skema Lengkung S Curve	25
Gambar III. 4	Skematik gandar muka – belakang kokoh (Rigid Wheel Base)..	26
Gambar III. 5	Diagram Peninggian Jalan Rel	28
Gambar III. 6	Skematik Peninggian Jalan Rel	28
Gambar III. 7	Anak Panah Lengkung	33
Gambar III. 8	Proyeksi Lengkung Horizontal.....	36
Gambar IV. 1	Bagan Alir Penelitian	42

DAFTAR RUMUS

Rumus III. 1	29
Rumus III. 3	30
Rumus III. 4	30
Rumus III. 5	30
Rumus III. 6	30
Rumus III. 7	31
Rumus III. 8	31
Rumus III. 9	31
Rumus III. 10	34
Rumus III. 11	34
Rumus III. 12	34
Rumus III. 13	34
Rumus III. 14	35
Rumus III. 15	35
Rumus III. 16	35
Rumus III. 17	35
Rumus III. 18	35
Rumus III. 19	36
Rumus III. 20	36
Rumus III. 21	37
Rumus III. 22	37
Rumus III. 23	37

Rumus III. 24.....	38
Rumus III. 25.....	38

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Spesifikasi Lengkung 15C dan 15D	63
Lampiran 2 Spesifikasi Lengkung IP. 03-R.....	64
Lampiran 3 Hasil Opname Anak Panah dan Peninggian Lengkung	65
Lampiran 4 Layout Eksisting dan Rencana Stasiun Tambun	66
Lampiran 5 Layout Lengkung Eksisting 15C dan 15D.....	67
Lampiran 6 Layout Desain Lengkung IP. 03-R	68
Lampiran 7 Layout Perbandingan Lengkung Eksisting Dan Lengkung Baru	69
Lampiran 8 Dokumentasi Lapangan.....	70
Lampiran 9 Kondisi Eksisting Lengkung.....	71

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Sektor transportasi merupakan sektor yang memberikan dukungan terhadap berbagai sektor lainnya, sehingga transportasi menjadi sektor yang amat penting bagi berlangsungnya kegiatan ekonomi masyarakat. Saat ini dan waktu yang akan datang transportasi lebih diarahkan pada moda-moda yang ramah bagi lingkungan serta efisien dalam penggunaannya. Menurut Undang-Undang Nomor 23 Tahun 2007 tentang perkeretaapian menjelaskan bahwa transportasi kereta api adalah moda transportasi darat yang memiliki keunggulan dibanding dengan moda transportasi darat lainnya, yaitu dapat mengangkut penumpang atau barang dalam jumlah yang besar dengan waktu yang relatif singkat serta tingkat keselamatan dan keamanan yang tinggi. Tingkat keselamatan dan keamanan yang tinggi dapat dicapai apabila kondisi prasarana dalam keadaan baik. Prasarana merupakan segala sesuatu yang merupakan penunjang utama bagi terselenggaranya suatu proses, oleh karena itu prasarana dalam bidang transportasi kereta api merupakan faktor utama dalam kelancaran operasional transportasi kereta api.

Prasarana transportasi kereta api menurut Peraturan Pemerintah Nomor 56 Tahun 2009 terdiri dari jalur kereta api, stasiun kereta api, dan fasilitas operasi kereta api agar kereta api dapat dioperasikan. Jalur kereta api adalah jalur yang terdiri atas rangkaian petak jalan rel yang meliputi ruang manfaat jalur kereta api, ruang milik jalur kereta api, dan ruang pengawasan jalur kereta api, termasuk bagian atas dan bawahnya yang diperuntukan bagi lalu lintas kereta api. Pada wilayah kerja Balai Teknik Perkeretaapian Kelas I Wilayah Jakarta dan Banten memiliki cakupan jalur yang terdiri atas jalur kereta api aktif dan non-aktif dengan jumlah total 12 lintas sepanjang 512.009 Km'sp.

Jalur lintas Jatinegara - Cikarang merupakan jalur kereta api aktif yang berada di wilayah kerja Balai Teknik Perkeretaapian Wilayah Jakarta dan Banten dengan panjang lintas yakni 31,539 Km yang melayani perjalanan

angkutan penumpang dan barang yang merupakan salah satu jalur antarkota yang terpadat di Indonesia dan sejak 1920-an merupakan jalur ganda dan telah di elektrifikasi sejak 1992. Lintas ini memiliki total panjang rel yaitu 90.241 Km'sp yang di bagi pada tiap resort nya, dengan penggunaan jenis rel tipe R.54 dan menggunakan jenis bantalan jenis beton dan kayu.

Melihat peningkatan penggunaan serta frekuensi perjalanan pada moda transportasi kereta api khususnya di lintas Jatinegara – Cikarang sejak 2012 telah berlangsung proyek jalur kereta api dwiganda atau dikenal dengan *Double-Double Track* (DDT), lalu dilanjutkan dengan proyek pengembangan oleh Satker pengembangan DDT Paket B pada fasilitas di lintas tersebut sebagai langkah untuk meningkatkan aspek keselamatan dan kenyamanan para pengguna layanan kereta api di lintas Jatinegara – Cikarang. Sehubungan dengan proyek tersebut tentunya aspek kecepatan dalam perjalanan kereta pun menjadi sesuatu yang diharapkan meningkat. Salah satu faktor yang mempengaruhi kecepatan perjalanan kereta adalah jalur rel, dimana rel memiliki spesifikasi tertentu dengan konstruksi jalan yang tidak selalu dibangun dalam keadaan lurus tetapi juga lengkung menyesuaikan dengan kondisi lahan, yang mengakibatkan adanya penyesuaian kecepatan saat KA melintas.

Pada lintas Jatinegara – Cikarang terdapat lengkung No 15C dan 15D pada KM 33⁺³⁸⁸ – KM 33⁺⁵⁹⁴ di hulu emplasemen Stasiun Tambun saat ini dipasang pembatas kecepatan yang hanya mencapai kecepatan 80 Km/Jam yang seharusnya ditempuh dengan kecepatan 90 km/jam. Hal tersebut dilakukan karena adanya lengkung S yang terjadi karena adanya 2 lengkung yang arahnya berbeda namun terletak bersambungan. Lengkung pada jalur tersebut ada karena terdapat wesel *couple* 5023A dan 5023B serta wesel 5021 pada emplasemen Stasiun Tambun dan juga keterbatasan pada lahan yang tersedia. Selain itu pada lengkung S tersebut terdapat ketidaksesuaian pada panjang peralihan, serta pada panjang transisi lurus dimana sekurang-kurangnya harus memiliki panjang 20 m. Kurangnya panjang transisi lurus antara lengkung tersebut mengakibatkan salah satu roda pada bogie kereta akan terangkat dikarenakan jarak antara bogie kereta sebesar 20 m, selain itu bogie bagian belakang akan miring berlawanan arah yang mengakibatkan

resiko terburuk yaitu terjadi anjlokkan, terutama saat terdapat kereta yang melintas melebihi batas kecepatan yang di tetapkan.

Untuk itu perlu adanya evaluasi terkait bentuk geometri jalan rel yang sesuai dengan kondisi lahan sehingga dapat mencapai kecepatan rencana yang ada dalam proyek *finishing* bangunan dan *Track* pada Stasiun Tambun. Sehubungan dengan hal tersebut, maka penulis melakukan penelitian mengenai "**Evaluasi Pada Jalur Lengkung Di KM 33+388 – KM 33+594 Emplasemen Stasiun Tambun Terhadap Kecepatan Perjalanan Kereta Api**"

B. Identifikasi Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah dibahas, adapun identifikasi permasalahan saat ini yaitu:

1. Terdapat lengkung S pada KM 33+388 – KM 33+594 di hulu Emplasemen Stasiun Tambun akibat adanya wesel *couple* 5023A, 5023B, dan wesel 5021
2. Terdapat pembatas kecepatan KA akibat adanya lengkung pada KM 33+388 – KM 33+594 di hulu Emplasemen Stasiun Tambun.
3. Kondisi eksisting dan transisi lurusan pada lengkung S serta lengkung peralihan di KM 33+388 – KM 33+594 di hulu Emplasemen Stasiun Tambun yang tidak sesuai dengan ketentuan yang ada pada Peraturan Menteri Perhubungan Nomor PM 60 Tahun 2012 Tentang Persyaratan Teknis Jalur Kereta Api.

C. Rumusan Masalah

Dengan latar belakang serta identifikasi masalah yang ada, maka didapat rumusan masalah sebagai berikut:

1. Bagaimana kondisi eksisting lengkung nomor 15C dan 15D efek adanya wesel tersebut?
2. Bagaimana metode yang dapat dilakukan untuk meningkatkan kecepatan dengan mengutamakan faktor keamanan dan kenyamanan pada jalur tersebut?

3. Bagaimana bentuk alinemen jalan kereta api yang sesuai dengan persyaratan pada Peraturan Menteri Perhubungan Nomor PM 60 Tahun 2012 Tentang Persyaratan Teknis Jalur Kereta Api?

D. Maksud Dan Tujuan

Maksud dari penyusunan Kertas Kerja Wajib adalah sebagai evaluasi untuk melakukan perbaikan pada kondisi eksisting yang ada pada jalur lengkung nomor 15 C dan 15 D KM 33+388 – KM 33+594 di hulu Emplasemen Stasiun Tambun sehingga menghasilkan lengkung yang handal serta dapat terselenggaranya perjalanan kereta api yang aman dan nyaman.

Tujuan dari penelitian dalam Kertas Kerja Wajib ini antara lain:

1. Mengetahui bagaimana kondisi eksisting lengkung nomor 15C dan 15D efek adanya wesel tersebut
2. Mengetahui metode tepat untuk mengatasi permasalahan peningkatan kecepatan dengan mengutamakan faktor keamanan dan kenyamanan.
3. Mendapatkan alinemen geometri jalan kereta api yang sesuai dengan persyaratan.

E. Batasan Masalah

Untuk menghindari pembahasan yang meluas mengingat keterbatasan waktu serta kemampuan penulis dalam penyelesaian tugas akhir ini, maka batasan masalah serta analisa yang dilakukan difokuskan pada:

1. Lokasi penelitian hanya pada lengkung KM 33+388 – KM 33+594 di hulu emplasemen Stasiun Tambun.
2. Penelitian ini hanya membahas seputar kecepatan, kondisi eksisting lengkung dan desain rencana lengkung di Stasiun Tambun
3. Tidak membahas mengenai rencana anggaran biaya yang diperlukan dalam perencanaan konstruksi jalan rel.
4. Tidak membahas mengenai persinyalan maupun infrastruktur lain (rel, bantalan, penambat, ballas, bangunan stasiun, LAA, dan rumah sinyal).
5. Tidak dilakukan perhitungan kekuatan timbunan jalan KA baru dan perhitungan sistem drainase.

F. Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan yang diterapkan dalam penyusunan Kertas Kerja Wajib ini adalah sebagai berikut :

BAB I : PENDAHULUAN

Menguraikan tentang Latar Belakang penulisan Kertas Kerja Wajib, Identifikasi Masalah, Perumusan Masalah, Maksud dan Tujuan penulisan, Batasan Pengertian serta Sistematika Penulisan.

BAB II : GAMBARAN UMUM

Gambaran umum berisi kondisi wilayah, kondisi geografis, kondisi demografi, kondisi transportasi, dan kondisi eksisting lintas Jatinegara – Cikarang.

BAB III : KAJIAN PUSTAKA

Berisi uraian konsep teori yang dijadikan acuan penulisan penelitian, yang diambil dari buku literatur, jurnal maupun karya ilmiah, undang-undang serta peraturan Menteri yang berkaitan dengan penelitian sebagai dasar justifikasi usulan pemecahan masalah.

BAB IV : METODOLOGI PENELITIAN

Metode penelitian memuat bahan, subyek atau materi penelitian, peralatan, jalannya penelitian, variabel dan definisi operasional variabel serta analisis. Pada bagian ini dilengkapi dengan bagan atau skema penelitian.

BAB V : ANALISA DAN PEMECAHAN MASALAH

Bagian ini berisikan tentang hasil pengumpulan data, proses pengolahan dan analisis data. Analisis data dapat berupa interpretasi evaluasi hasil pengolahan data dan upaya pemecahan

masalah. Upaya pemecahan masalah dapat menggunakan metode pendekatan yang sudah dituangkan pada metodologi.

BAB VI : PENUTUP

Memuat hasil akhir dari penelitian berupa kesimpulan dan saran yang diharapkan menjadi bahan acuan atau rekomendasi bagi pihak terkait dalam proses perkembangan perkeretaapian di Indonesia khususnya pada lintas Jatinegara – Cikarang.

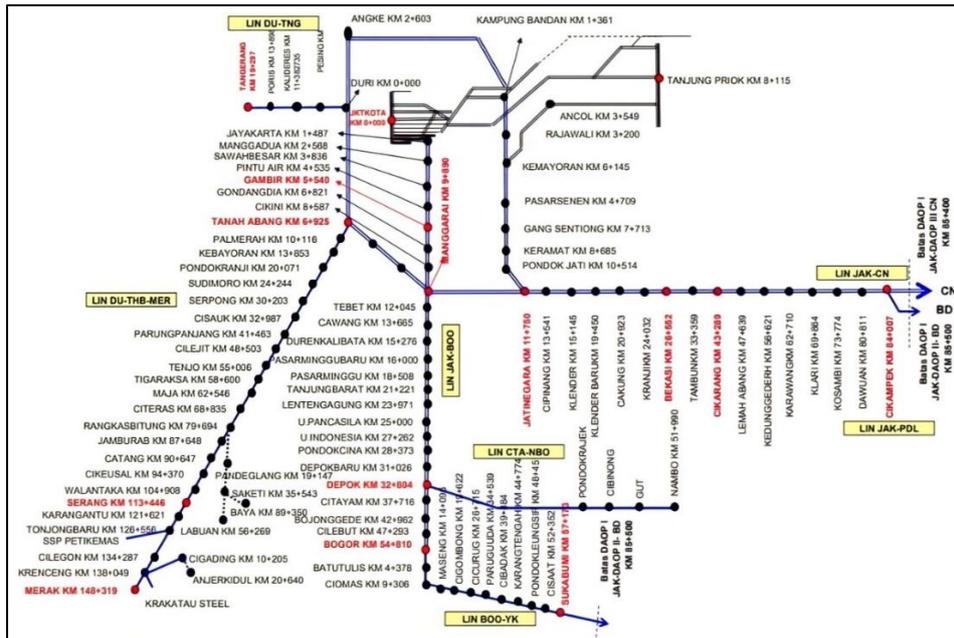
BAB II

GAMBARAN UMUM

A. Kondisi Wilayah Kajian

Kondisi wilayah kajian berada dibawah pengawasan Balai Teknik perkeretaapian Wilayah Jakarta dan Banten yang merupakan Unit Pelaksana Teknis di lingkungan Kementerian Perhubungan yang bertanggung jawab kepada Direktorat Jenderal Perkeretaapian. Balai Teknik Perkeretaapian mempunyai tugas melaksanakan peningkatan dan pengawasan prasarana, serta pengawasan penyelenggaraan sarana, lalu lintas, angkutan dan keselamatan perkeretaapian. Sesuai PM Nomor 63 tahun 2014, Balai Teknik perkeretaapian Wilayah Jakarta dan Banten dibentuk/disahkan pada Desember 2014, berlokasi di Jalan Tentara Pelajar No.44, Kebayoran Lama, Jakarta Selatan. Dengan Wilayah Kerja mencakup tiga provinsi yaitu Ibukota Negara DKI Jakarta, Provinsi Banten dan sebagian Provinsi Jawa Barat.. Cakupan wilayah kerja Balai Teknik Perkeretaapian Wilayah Jakarta dan Banten meliputi Daerah Operasi 1 Jakarta dengan batas wilayah sebagai berikut:

1. Bagian Utara : Pada bagian utara berbatasan dengan Laut Jawa yang diakhiri oleh Stasiun Angke dan Stasiun Tanjung Priok.
2. Bagian Timur : Pada bagian timur berbatasan dengan Daop 2 Bandung dengan stasiun akhir Cikampek.
3. Bagian Selatan : Pada bagian selatan berbatasan dengan wilayah kerja Balai Teknik Perkeretaapian wilayah Jawa bagian Barat dengan Stasiun akhir Bogor.
4. Bagian Barat : Pada bagian barat berbatasan dengan Selat Sunda dan Pulau Sumatera dengan stasiun akhir Merak.



Gambar II. 1 Peta Jaringan Jalur KA Wilayah Jakarta dan Banten
Sumber: Balai Teknik Perkeretaapian Wilayah Jakarta dan Banten

Pada wilayah kerja Balai Teknik Perkeretaapian Wilayah Jakarta dan Banten memiliki total jaringan lintas sepanjang 512.009 KM/SP yang terdiri dari lintas aktif dan non aktif. Berikut merupakan jaringan lintas yang terdapat dalam cakupan pelaksanaan kerja Balai Teknik Perkeretaapian Wilayah Jakarta dan Banten:

1. Lintas Kampung Bandan – Tanah Abang – Merak ; 149.139 KM/SP
2. Lintas Jakarta Kota – Gambir – Bogor ; 54.810 KM/SP
3. Lintas Rangkas Bitung – Labuan Saketi ; 56.209 KM/SP
4. Lintas Jakarta Kota – Pasar Senen – Cikampek ; 87.717 KM/SP
5. Lintas Saketi – Bayah ; 89.256 KM/SP
6. Lintas Jakarta Gudang – Kampung Bandan ; 0,644 KM/SP
7. Lintas Tanjung Priok – Kemayoran ; 8,624 KM/SP
8. Lintas Tanah Abang – Manggarai – Jatinegara ; 8.678 KM/SP
9. Lintas Duri – Tangerang ; 19.297 KM/SP
10. Lintas Jakarta Kota – Tanjung Priok ; 8.115 KM/SP
11. Lintas Citayam – Nambo ; 13.267 KM/SP
12. Lintas Krenceng – Cigading – Anyer Kidul ; 16.878 KM/SP

B. Kondisi Transportasi di Wilayah Kajian

1. Kondisi Eksisting Lintas Jatinegara – Cikarang

Lokasi yang menjadi wilayah studi yaitu pada Stasiun Tambun yang terletak pada lintas Jatinegara – Cikarang, terdiri dari 12 Stasiun dengan panjang lintas mencapai 31,539 KM dengan menggunakan jalur dwiganda yang sudah di bangun dari Stasiun Jatinegara hingga Stasiun Bekasi dan jalur ganda hingga Stasiun Cikarang.

a. Kondisi Jalur Kereta Api

Berdasarkan Peraturan Menteri No. 60 Tahun 2012 Tentang Persyaratan Teknis Jalur Kereta Api, Jalur kereta api adalah jalur yang terdiri atas rangkaian petak jalan rei yang meliputi ruang manfaat jalur kereta api, ruang milik jalur kereta api, dan ruang pengawasan jalur kereta api, termasuk bagian atas dan bawahnya yang diperuntukkan bagi lalu lintas kereta api. Sedangkan Jalan rel adalah satu kesatuan konstruksi yang terbuat dari baja, beton, atau konstruksi lain yang terletak di permukaan, di bawah, dan di atas tanah atau bergantung beserta perangkatnya yang mengarahkan jalannya kereta api.

Pada lintas Jatinegara – Cikarang, jalan lintas di bagi menjadi 3 resort jalan rel dan jembatan, dimana resort tersebutlah yang diberikan wewenang untuk melakukan perawatan dan pemeriksaan pada jalan rel dan jembatan di lokasi wilayahnya.

Pada lintas Jatinegara hingga Cikarang telah seluruhnya menggunakan jenis rel tipe R.54 dengan total panjang 90.241 msp. Untuk tipe penambat pada lintas Jatinegara – Cikarang sudah dengan tipe penambat E clip.

Sedangkan tipe bantalan yang yang digunakan di lintas ini hampir seluruhnya menggunakan bantalan beton, namun masih ada beberapa titik di lokasi tertentu yang menggunakan bantalan kayu.

Berikut adalah tabel rincian kondisi jalan di lintas Jatinegara – Cikarang;

Tabel II. 1 Kondisi Jalan Rel Lintas Jatinegara - Cikarang

RESORT	JENIS REL	JENIS PENAMBAT	JENIS BANTALAN		JENIS WESEL
	R.54 (Msp)	E CLIP	BETON	KAYU	1:10
1.8 JATINEGARA	90.241	103.974 Buah	58.045 Buah	26 Buah	44 Unit
1.9 BEKASI		158.248 Buah	40.359 Buah	745 Buah	18 Unit
1.10 CIKARANG		143.248 Buah	62.383 Buah	1.356 Buah	13 Unit
JUMLAH		405.470 Buah	160.787 Buah	2.127 Buah	75 Unit

Sumber: DAOP 1 Jakarta, 2021

Karena jalan rel tidak selalu berada pada kondisi lurus, pada lokasi tertentu guna mengarahkan KA tentunya perlu adanya lengkungan dimana pada jalur lurus dan lengkung tersebut mempunyai peran terkait keselamatan, keamanan, kenyamanan, serta ketepatan waktu pada perjalanan kereta api. Jalur lengkung terbagi menjadi 2 yaitu lengkung vertikal yang merupakan proyeksi sumbu jalan rel pada bidang vertikal yang melalui sumbu jalan rel. Sedangkan lengkung horizontal adalah jalur yang merupakan dua bagian lurus, yang perpanjangannya saling membentuk sudut harus dihubungkan dengan lengkung yang berbentuk lingkaran, dengan atau tanpa lengkung-lengkung peralihan. Berikut merupakan daftar lengkung yang terdapat pada lintas Jatinegara – Cikarang:

Tabel II. 2 Data Lengkung Lintas Jatinegara - Cikarang

NO	NO LENGKUNG	RESORT	ANTARA	R	KM/HM ML	KM/HM AL	V MAX (GAPEKA)
1	8 KI	1.8 JNG	JNG - CUK	2000	12+230	12+401	40
2	9 KA	1.8 JNG	JNG - CUK	2000	12+464	12+518	40
3	10 KI	1.8 JNG	JNG - CUK	960	13+551	13+846,6	100
4	11 KA	1.8 JNG	JNG - CUK	940	13+859	14+195	100
5	11A KA	1.8 JNG	JNG - CUK	2400	14+603	14+711	100
6	11B KI	1.8 JNG	JNG - CUK	2400	14+774	14+882	100
7	11C KI	1.8 JNG	JNG - CUK	2200	15+117	15+278	100
8	11D KA	1.8 JNG	JNG - CUK	2200	15+345	15+446	100
9	12 KA	1.8 JNG	JNG - CUK	3000	15+534	15+862	100
10	12A KA	1.8 JNG	JNG - CUK	3000	17+183	17+274	100

Lanjutan Tabel II. 2

11	12B KI	1.8 JNG	JNG - CUK	3000	17+328	17+418	100
12	12C KI	1.8 JNG	JNG - CUK	3000	17+573	17+664	100
13	12D KA	1.8 JNG	JNG - CUK	2700	17+720	17+800	100
14	1 KI	1.8 JNG	JNG - CUK	1002	13+500	13+850	100
15	2 KA	1.8 JNG	JNG - CUK	873	13+850	14+250	100
16	3 KA	1.8 JNG	JNG - CUK	2798	15+475	15+800	100
17	18 KI	1.8 JNG	MRI - JNG	200	2+236	2+382	40
18	19' KI	1.8 JNG	POK - JNG	300	11+282,5	11+539,5	40
19	5 KI	1.8 JNG	POK - JNG	170	11+330	11+463	40
20	20 KA	1.8 JNG	JNG - CUK	1000	11+800	11+829	40
21	21 KA	1.8 JNG	JNG - CUK	3000	12+196	12+228	40
22	22 KI	1.8 JNG	JNG - CUK	2000	12+230	12+414	40
23	23 KA	1.8 JNG	JNG - CUK	2000	12+464	12+518	100
24	24 KI	1.8 JNG	JNG - CUK	960	13+551	13+830	100
25	25 KA	1.8 JNG	JNG - CUK	940	13+859	14+195	100
26	26 KA	1.8 JNG	JNG - CUK	3000	15+534	15+864	100
27	26A KA	1.8 JNG	JNG - CUK	3400	17+217	17+293	100
28	26B KI	1.8 JNG	JNG - CUK	3400	17+343	17+420	100
29	26C KI	1.8 JNG	JNG - CUK	3400	17+571	17+648	100
30	26D KA	1.8 JNG	JNG - CUK	3400	17+698	17+775	100
31	10 KA	1.8 JNG	JNG - CUK	2000	12+345	12+400	100
32	11 KI	1.8 JNG	JNG - CUK	2000	12+486	12+530	100
33	12 KI	1.8 JNG	JNG - CUK	998	13+500	13+850	100
34	13 KA	1.8 JNG	JNG - CUK	877	13+850	14+250	100
35	14 KA	1.8 JNG	JNG - CUK	3002	15+475	15+800	100
36	12E	1.9 BKS	KLDB-CUK	2500	19+206,5	19+384,5	100
37	12F	1.9 BKS	KLDB-CUK	2500	19+374,5	19+517,5	100
38	12G	1.9 BKS	KLDB-CUK	2500	19+700,5	19+840,5	100
39	12H	1.9 BKS	KLDB-CUK	2500	19+866,5	20+006,5	100
40	13	1.9 BKS	KLDB-CUK	2000	20+216	20+457	100
41	11	1.9 BKS	KLDB-CUK	3000	20+254	20+449	100
42	14	1.9 BKS	KLDB-CUK	2000	20+497	20+631	100
43	12	1.9 BKS	KLDB-CUK	2204	20+419	20+718	100
44	13	1.9 BKS	KLDB-CUK	4000	20+748	20+818	100
45	14	1.9 BKS	KLDB-CUK	4000	20+846	20+913	100
46	15	1.9 BKS	CUK-KRI	6000	21+012	21+076	100
47	15	1.9 BKS	CUK-KRI	3000	21+071	21+141	100
48	16	1.9 BKS	CUK-KRI	850	21+399	21+474	70
49	16A	1.9 BKS	CUK-KRI	2500	21+527,5	21+601,5	100
50	1	1.9 BKS	CUK-KRI	925	23+269,5	23+742,2	100

Lanjutan Tabel II. 2

51	1A	1.9 BKS	CUK-KRI	1500	23+772,8	23+903,4	100
52	1B	1.9 BKS	CUK-KRI	1500	23+923,7	24+064,2	100
53	1C	1.9 BKS	CUK-KRI	1500	24+157,7	24+287,6	100
54	1D	1.9 BKS	KRI-BKS	1500	24+307	24+437	100
55	13	1.9 BKS	BKS-TB	946	27+393	27+742,5	100
56	22	1.9 BKS	KLDB-CUK	3004	20+217,3	20+389,3	100
57	27	1.9 BKS	KLDB-CUK	2000	20+306	20+457	100
58	23	1.9 BKS	KLDB-CUK	2200	20+479	20+728	100
59	28	1.9 BKS	KLDB-CUK	2000	20+497	20+631	100
60	24	1.9 BKS	KLDB-CUK	4004	20+747,9	20+819,6	100
61	25	1.9 BKS	KLDB-CUK	4004	20+845,4	20+916,6	100
62	26	1.9 BKS	CUK-KRI	6004	21+012	21+076	100
63	29	1.9 BKS	CUK-KRI	3000	21+071	21+145	100
64	16B	1.9 BKS	CUK-KRI	2500	21+527,5	21+601,5	100
65	27	1.9 BKS	CUK-KRI	4000	21+325	21+395	100
66	28	1.9 BKS	CUK-KRI	800	21+448,75	21+540,25	70
67	1	1.9 BKS	CUK-KRI	925	23+269,5	23+743,6	100
68	2	1.9 BKS	KRI-BKS	2000	25+688	25+804,65	100
69	5	1.9 BKS	KRI-BKS	2000	26+184	26+344,5	100
70	8	1.9 BKS	BKS-TB	1200	26+560,2	26+706,8	100
71	11	1.9 BKS	BKS-TB	1200	26+779	26+918	100
72	12	1.9 BKS	BKS-TB	950	26+995,8	27+277,7	100
73	13	1.9 BKS	BKS-TB	946	27+393	27+742,5	100
74	IP.BC2	1.9 BKS	KRI-BKS	3000	25+122,767	25+148,759	100
75	IP.BC4	1.9 BKS	KRI-BKS	3000	25+252,677	25+288,669	100
76	IP.BC6	1.9 BKS	KRI-BKS	3004	25+771,928	25+814,055	100
77	IP.BC8	1.9 BKS	KRI-BKS	3000	26+001,676	26+036,673	100
78	IP.BC11	1.9 BKS	KRI-BKS	3004	26+229,546	26+267,396	100
79	IP.BC15	1.9 BKS	KRI-BKS	5986	26+424,133	26+497,824	100
80	IP.BC19	1.9 BKS	BKS-TB	1700	26+565,242	26+611,936	100
81	IP.BC22	1.9 BKS	BKS-TB	1000	26+648,888	26+676,281	100
82	IP.MC21U	1.9 BKS	BKS-TB	804	27+021,976	27+097,526	100
83	IP.C3	1.9 BKS	BKS-TB	1500	26+199,135	26+218,178	100
84	IP.BC16	1.9 BKS	BKS-TB	5987	26+424,133	26+497,622	100
85	IP.BC12	1.9 BKS	BKS-TB	500			100
86	IP.BC17	1.9 BKS	BKS-TB	5974	26+424,153	26+497,943	100
87	14	1.10 CKR	BKS - TB	1100	27.996	28.108	100
88	14a	1.10 CKR	BKS - TB	1351	27.995	28.108	100
89	IP.T1	1.10 CKR	BKS - TB	2500	28.688	28.768	100
90	IP.T2	1.10 CKR	BKS - TB	2500	28.882	28.964	100
91	IP.T3	1.10 CKR	BKS - TB	2500	29.031	29.11	100

Lanjutan Tabel II. 2

92	IP.T4	1.10 CKR	BKS - TB	2500	29.231	29.306	100
93	15	1.10 CKR	BKS - TB	1250	30.675	30.817	100
94	15	1.10 CKR	BKS - TB	1250	30.682	30.817	100
95	15A	1.10 CKR	BKS - TB	1398	33	33.1	100
96	15B	1.10 CKR	BKS - TB	1400	33.15	33.25	100
97	15C	1.10 CKR	TB - CKR	1400	33.388	33.464	100
98	15D	1.10 CKR	TB - CKR	1000	33.535	33.594	100
99	16	1.10 CKR	BKS - TB	1851	33.171	33.256	100
100	17	1.10 CKR	BKS - TB	1851	33.286	33.341	100
101	18	1.10 CKR	TB - CKR	2000	33.79	33.837	100
102	18	1.10 CKR	TB - CKR	2000	33.78	33.862	100
103	19	1.10 CKR	TB - CKR	2000	33.905	33.952	100
104	19	1.10 CKR	TB - CKR	2000	33.913	33.971	100
105	1	1.10 CKR	TB - CKR	2100	34.982	35.858	100
106	2	1.10 CKR	TB - CKR	2500	36.293	36.373	100
107	3	1.10 CKR	TB - CKR	2500	36.492	36.573	100
108	4	1.10 CKR	TB - CKR	2500	36.643	36.712	100
109	5	1.10 CKR	TB - CKR	2500	36.838	36.913	100
110	1	1.10 CKR	TB - CKR	320	42.53	42.553	30
111	2	1.10 CKR	TB - CKR	850	42.577	42.726	60
112	3	1.10 CKR	TB - CKR	615	42.81	42.969	60
113	4	1.10 CKR	TB - CKR	800	43.262	43.371	30
114	5	1.10 CKR	TB - CKR	300	43.458	43.53	30
115	6	1.10 CKR	TB - CKR	798	43.339	43.368	60
116	7	1.10 CKR	TB - CKR	602	43.447	43.531	60
117	8	1.10 CKR	TB - CKR	700	43.679	43.773	60
118	9	1.10 CKR	TB - CKR	2550	43.903	44.044	60
119	1	1.10 CKR	TB - CKR	2100	34.962	35.843	100
120	2	1.10 CKR	TB - CKR	3300	37.195	37.273	100
121	3	1.10 CKR	TB - CKR	3300	37.317	37.383	100
122	4	1.10 CKR	TB - CKR	3300	37.46	37.535	100
123	5	1.10 CKR	TB - CKR	3300	37.579	37.665	100
124	1A	1.10 CKR	TB - CKR	923	42.573	42.741	40
125	2A	1.10 CKR	TB - CKR	615	42.786	43.013	60
126	3A	1.10 CKR	TB - CKR	802	43.339	43.368	60
127	4A	1.10 CKR	TB - CKR	598	43.447	43.531	60
128	5A	1.10 CKR	TB - CKR	600	43.251	43.289	30
129	6A	1.10 CKR	TB - CKR	600	43.453	43.477	30
130	7A	1.10 CKR	TB - CKR	600	43.687	43.783	60
131	8A	1.10 CKR	TB - CKR	2700	43.954	44.159	60

Sumber: DAOP 1 Jakarta, 2021

b. Kondisi Stasiun

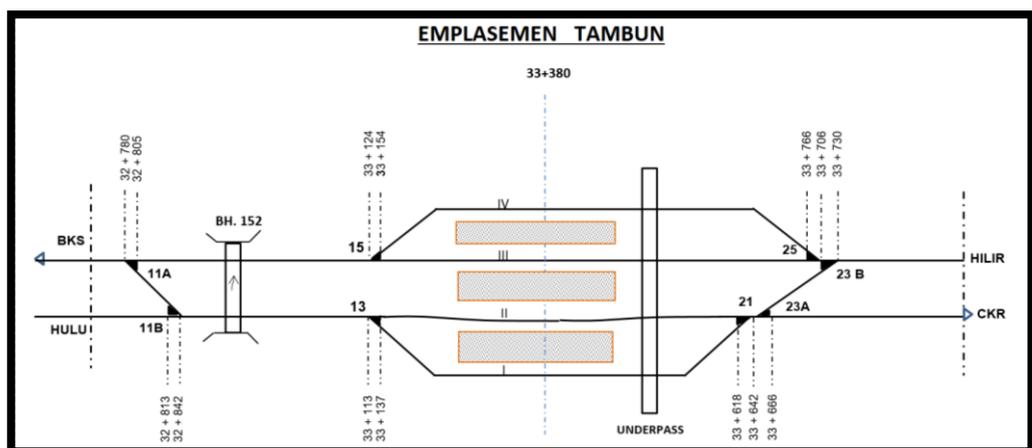
Stasiun yang terdapat Pada lintas Jatinegara – Cikarang di bawah pengawasan Balai Teknik Perkeretaapian Wilayah Jakarta dan Banten melayani penumpang melalui satu operator yaitu PT. KAI (Kereta Api Indonesia). Pada lintas Jatinegara – Cikarang terdiri dari 12 Stasiun yang dikelompokkan menjadi tiga kelas yaitu stasiun kelas besar, stasiun kelas sedang, dan stasiun kelas kecil. Berikut daftar stasiun yang terdapat di lintas Jatinegara – Cikarang:

Tabel II. 3 Daftar Stasiun di Lintas Jatinegara - Cikarang

NO	NAMA STASIUN	SINGKATAN	KELAS STASIUN	LETAK KM
1	JATINEGARA	JNG	BESAR	KM 11+750
2	KLENDER	KLD	SEDANG	KM 15+145
3	BUARAN	BUA	KECIL	KM 18+245
4	KLENDER BARU	KLDB	SEDANG	KM 19+450
5	CAKUNG	CUK	BESAR	KM 20+923
6	KRANJI	KRI	SEDANG	KM 24+032
7	BEKASI	BKS	BESAR	KM 26+652
8	BEKASI TIMUR	BKST	KECIL	KM 29+950
9	TAMBUN	TB	KECIL	KM 33+359
10	CIBITUNG	CIT	KECIL	KM 36+779
11	TELAGA MURNI	TLM	KECIL	KM 39+600
12	CIKARANG	CKR	BESAR	KM 43+289

Sumber: Balai Teknik Perkeretaapian Wilayah Jakarta dan Banten

2. Stasiun Tambun



Gambar II. 2 Emplasemen Stasiun Tambun

Sumber: Satker Pengembangan DDT Paket B

Stasiun Tambun merupakan stasiun kelas kecil yang berada di cakupan wilayah Balai Teknik Perkeretaapian Wilayah Jakarta dan Banten yang terletak di Kabupaten Bekasi, Provinsi Jawa Barat tepatnya di Jalan Mekarsari Kecamatan Tambun Selatan. Stasiun Tambun terletak di KM 33+359 dengan ketinggian +19 m di atas permukaan laut dan berada pada lintas Jakarta – Jatinegara – Cikampek. Stasiun Tambun memiliki 4 jalur dengan 3 peron, dimana salah satu peron merupakan peron sementara, serta dengan memiliki jumlah wesel sebanyak 8 buah dengan tipe wesel sudut 1:10.

3. Perjalanan KA di Stasiun Tambun

Stasiun Tambun saat ini melayani sebanyak 156 KA penumpang non komuter dan 50 KA barang yang melintas, serta 133 perhentian KRL setelah adanya malka perubahan KRL efek kegiatan *Switch Over* 5 yang merubah skema pola operasi KRL, dimana perjalanan KRL Bekasi/Cikarang *Line* menggunakan 2 pola operasi yaitu:

- a. Cikarang/Bekasi – Jatinegara – Manggarai – Kampung Bandan – Pasar Senen – Jatinegara – Bekasi/Cikarang
- b. Cikarang/Bekasi – Jatinegara – Pasar Senen – Kampung Bandan – Manggarai – Jatinegara – Bekasi/Cikarang

4. Kondisi Lengkung nomor 15 C dan 15 D KM 33⁺³⁸⁸ – KM 33⁺⁵⁹⁴ hulu Emplasemen Stasiun Tambun

Lengkung pada KM KM 33⁺³⁸⁸ – KM 33⁺⁵⁹⁴ hulu emplasemen Stasiun Tambun merupakan lengkung dengan tipe S *Curve* dimana terdapat dua lengkung nomor 15 C dan 15 D yang berbeda arah lengkungnya namun terletak bersambungan.

Lengkung merupakan tipe lengkung sementara yang terjadi akibat adanya wesel *couple* nomor 5023A dan 5023B serta wesel 5025 pada emplasemen Stasiun Tambun dan juga akibat keterbatasan pada lahan yang tersedia.

Seiring dengan adanya rencana peningkatan kecepatan di lintas Daop 1 dan adanya proyek dari Satuan Kerja Pengembangan DDT Paket B maka lengkung ini nantinya akan menjadi bentuk lengkung baru yang di desain agar dapat menyesuaikan dari rencana kecepatan yang akan di terapkan

kedepannya. Berikut gambaran mengenai kondisi lengkung No. 15C Dan 15D;



Gambar II. 3 Lengkung S Curve Nomor 15C dan 15D KM 33⁺³⁸⁸ – KM 33⁺⁵⁹⁴

Sumber: Dokumentasi Pribadi

Berikut merupakan spesifikasi dari lengkung nomor 15 C dan 15 D KM 33⁺³⁸⁸ – KM 33⁺⁵⁹⁴ hulu Emplasemen Stasiun Tambun:

Tabel II. 4 Spesifikasi Lengkung Nomor 15 C

NO. LENGKUNG	15 C
ML	33+388
AL	33+464
PL	76
SUDUT	4°57'7"
RADIUS	1400
AP	35
PLA	45
H	43
L. SEPUR	1067
V	80

Sumber: DAOP 1 Jakarta, 2021

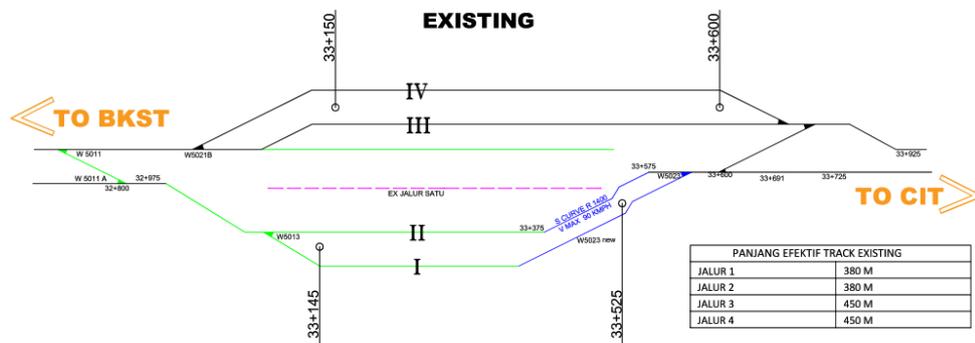
Tabel II. 5 Spesifikasi Lengkung Nomor 15 D

NO. LENGKUNG	15 D
ML	33+535
AL	33+594
PL	59
SUDUT	5°5'57"
RADIUS	1000
AP	50
PLA	30
H	60
L. SEPUR	1067
V	80

Sumber: DAOP 1 Jakarta, 2021

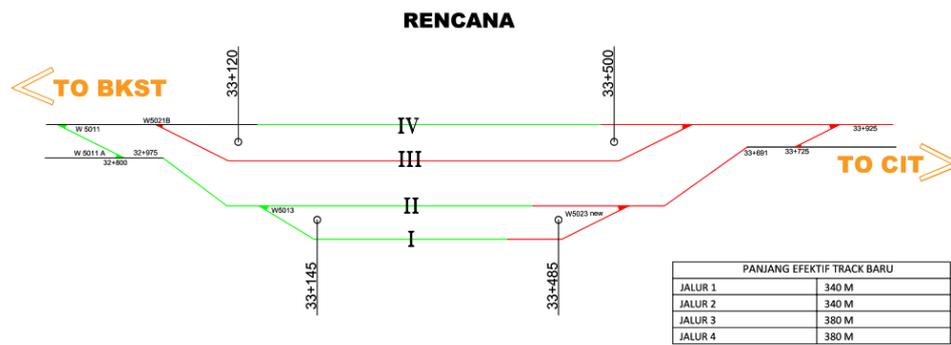
5. Pekerjaan *Finishing Track* Tambun

Dengan adanya rencana peningkatan kecepatan dan memperbaiki kondisi eksisting jalur pada emplasemen Stasiun Tambun, dibuatlah rencana desain jalur yang menyesuaikan lahan serta kecepatan rencana kedepannya yang sebagai proyek dalam pengembangan *Double-Double Track* Paket B. Berikut ditampilkan kondisi eksisting jalur dan rencana desain jalur pada emplasemen Stasiun Tambun:



Gambar II. 4 Kondisi Eksisting Jalur Stasiun Tambun

Sumber: Satuan Kerja Pengembangan DDT Paket B, 2022



Gambar II. 5 Rencana Jalur Stasiun Tambun

Sumber: Satuan Kerja Pengembangan DDT Paket B, 2022

Tabel II. 6 Spesifikasi Desain Rencana Lengkung Jalur 2 Hulu Tambun

No. IP	IP. 03-R	
PI - KM	33+450	
X (E)	27378,477	
Y (N)	-6533,129	
CR	1800	M
V	120	Km/h
Δ	2°19'57"	..°..'.."
TL	65,203	m
Lh	57,120	m
Lc	15,154	m
L	130,394	m
h	48	mm
BTC	33+386	
BCC	33+443	
ECC	33+459	
ETC	33+516	
B	1067	

Sumber: Satuan Kerja Pengembangan DDT Paket B, 2022

BAB III

KAJIAN PUSTAKA

A. Aspek Legalitas

Perkeretaapian adalah satu kesatuan yang terdiri dari sarana, prasarana, sumber daya manusia dan prosedur untuk penyelenggaraan perkeretaapian. Prasarana terdiri dari jalur, stasiun, dan fasilitas operasi. Prasarana perkeretaapian yang dioperasikan wajib memenuhi persyaratan kelaikan yang berlaku bagi setiap jenis prasarana perkeretaapian. Persyaratan kelaikan prasarana perkeretaapian meliputi Persyaratan teknis dan Persyaratan operasional. Persyaratan teknis meliputi persyaratan sistem dan komponen, sedangkan Persyaratan operasional adalah persyaratan kemampuan prasarana perkeretaapian sesuai dengan rencana operasi perkeretaapian. (UU No. 23 Tahun 2007)

Jalur kereta api adalah jalur yang terdiri atas rangkaian petak jalan rel yang meliputi ruang manfaat jalur kereta api, ruang milik jalur kereta api, dan ruang pengawasan jalur kereta api, termasuk bagian atas dan bawahnya yang diperuntukkan bagi lalu lintas kereta api sedangkan Jalan rel adalah satu kesatuan konstruksi yang terbuat dari baja, beton, atau konstruksi lain yang terletak di permukaan, di bawah, dan di atas tanah atau bergantung beserta perangkatnya yang mengarahkan jalannya kereta api. (PM No. 60 Tahun 2012)

Semboyan 2 merupakan "Tanda Pembatas Kecepatan" yang memberikan perintah Kereta Api dapat betjalan dengan kecepatan tidak melebihi batas kecepatan sesuai petunjuk yang dipasang. Kereta Api diperbolehkan melewati bagianjalur yang dilindungi oleh Semboyan 2 dengan kecepatan tidak melebihi angka yang tertera dikalikan 10 (sepuluh) dalam satuan kilo meter perjam. (Peraturan Dinas 3 Tahun 2019)

Trase adalah rencana tapak jalur kereta api yang telah diketahui titik-titik koordinatnya. Penetapan trase jalur kereta api menjadi pedoman untuk melaksanakan kegiatan perencanaan teknis, analisis mengenai dampak

lingkungan hidup atau UKL dan UPL, serta pengadaan tanah sebelum melaksanakan pembangunan jalur kereta api. (PM No. 11 Tahun 2012)

Perencanaan konstruksi jalur kereta api harus direncanakan sesuai persyaratan teknis sehingga dapat dipertanggung jawabkan secara teknis dan ekonomis. Secara teknis diartikan konstruksi jalur kereta api tersebut harus aman dilalui oleh sarana perkeretaapian dengan tingkat kenyamanan tertentu selama umur konstruksinya. Secara ekonomis diharapkan agar pembangunan dan pemeliharaan konstruksi tersebut dapat diselenggarakan dengan biaya seminimal mungkin dengan *output* yang dihasilkan kualitas terbaik dan tetap menjamin keamanan dan kenyamanan. Perencanaan konstruksi jalur kereta api dipengaruhi oleh jumlah beban, kecepatan maksimum, beban gandar dan pola operasi. Atas dasar ini diadakan klasifikasi jalur kereta api sehingga perencanaan dapat dibuat secara tepat guna. (PM No. 60 Tahun 2012)

Rencana pengembangan sektor perkeretaapian mencakup pengembangan pada jaringan jalur eksisting dan jaringan jalur rencana. Tahapan perencanaan prasarana perkeretaapian harus memiliki rencana teknis (pradesain, desain, konstruksi, dan pascakonstruksi). (Peraturan Pemerintah Nomor 56 Tahun 2009).

Konstruksi jalan rel harus memiliki perencanaan dalam jangka waktu tertentu yang dapat dilalui kereta dengan selamat,nyaman, dan aman selama masa umur konstruksi. Di dalam perencanaanya, diadakan klasifikasi jalan rel dengan memperhatikan jumlah beban, kecepatan maksimum, dan pola konstruksi jalan rel. (PD 10 Tentang Perencanaan Konstruksi Jalan Rel).

Geometri jalan rel direncanakan berdasarkan pada kecepatan rencana serta ukuran kereta yang melewatinya dengan memperhatikan faktor keamanan, kenyamanan, ekonomi dan keserasian dengan lingkungan sekitarnya. Persyaratan geometri yang wajib dipenuhi persyaratan; lebar jalan rel; kelandaian; lengkung; pelebaran jalan rel; dan peninggian rel. (PM No. 60 Tahun 2012)

B. Aspek Teoritis

1. Jalan Rel

Secara umum jalan rel dibedakan menurut beberapa klasifikasi sesuai dengan Peraturan Dinas No. 10 Tahun 1986 dan Peraturan Menteri Perhubungan No. 60 Tahun 2012 yang mengatur klasifikasi jalan rel sebagai kebutuhan jumlah angkutan barang maupun penumpang dalam massa waktu tertentu. dijelaskan pada tabel berikut:

Tabel III. 1 Klasifikasi Jalan Rel

Kelas Jalan	Daya Angkut Lintas (ton/tahun)	V Maks (Km/Jam)	P Maks gandar (ton)	Tipe Rel	Jenis bantalan	Jenis Penambat	Tebal Balas Atas (cm)	Lebar Bahu Balas (cm)
					Jarak antar sumbu bantalan			
I	$>20.10^6$	120	18	R.60/ R.54	Beton	Elastis Ganda	30	60
					60			
II	$10.10^6 - 20.10^6$	110	18	R.54/ R.50	Beton/kayu	Elastis Ganda	30	50
					60			
III	$5.10^6 - 10.10^6$	100	18	R.54/R.50/ R.42	Beton/Kayu/Baja	Elastis Ganda	30	40
					60			
IV	$2,5.10^6 - 5.10^6$	90	18	R.54/R.50/ R.43	Beton/Kayu/Baja	Elastis Ganda / Tunggal	25	40
					60			
V	$<2,5.10^6$	80	18	R.42	Kayu/Baja	Elastis Tunggal	25	35
					60			

Sumber: PM No.60 Tahun 2012

2. Trase Jalan Rel

Dalam merencanakan jalan rel, menarik trase jalan adalah hal yang pertama dilakukan. Trase jalan rel atau bisa disebut sumbu jalan rel yaitu berupa garis-garis lurus yang saling berhubungan pada peta topografi suatu muka tanah yang telah diketahui titik-titik koordinatnya. Trase jalan digunakan sebagai acuan membentuk lengkung jalan rel hingga struktur jalan rel. Penetapan trase jalur kereta api bertujuan untuk mewujudkan keharmonisan antara jaringan jalur kereta api dan perencanaan tata ruang dan wilayah sesuai tatarannya.

Pemilihan trase jalur kereta api harus mempertimbangkan beberapa hal seperti keamanan, kenyamanan bagi pengguna kereta api dan biaya

pelaksanaan konstruksi. Kementerian Perhubungan Republik Indonesia (2012) menyatakan trase jalur kereta api paling sedikit memuat :

- a. titik-titik koordinat,
- b. lokasi stasiun,
- c. rencana kebutuhan lahan, dan
- d. skala gambar.

3. Lengkung

Geometri jalan rel adalah suatu bentuk dan dimensi jalan rel pada arah melebar yang diantaranya lebar sepur, kelandaian, alinyemen horizontal, alinyemen vertikal, peninggian rel dan perlebaran sepur. (Utomo, 2009)

Lengkung atau alinemen horizontal merupakan proyeksi sumbu jalan rel pada bidang horizontal yang terdiri dari garis lurus dan lengkungan. Pada saat kereta api melewati lengkung alinemen horizontal, maka kereta api tersebut akan mengalami gaya sentrifugal ke arah luar yang menyebabkan kereta api tersebut seakan-akan terlempar keluar menjauhi titik pusat lengkung akibat gaya sentrifugal (Utomo, 2009). Besarnya gaya sentrifugal dipengaruhi oleh beberapa hal, yaitu:

- a. Berat kendaraan
- b. Kecepatan kendaraan
- c. Berbanding terbalik dengan besarnya radius

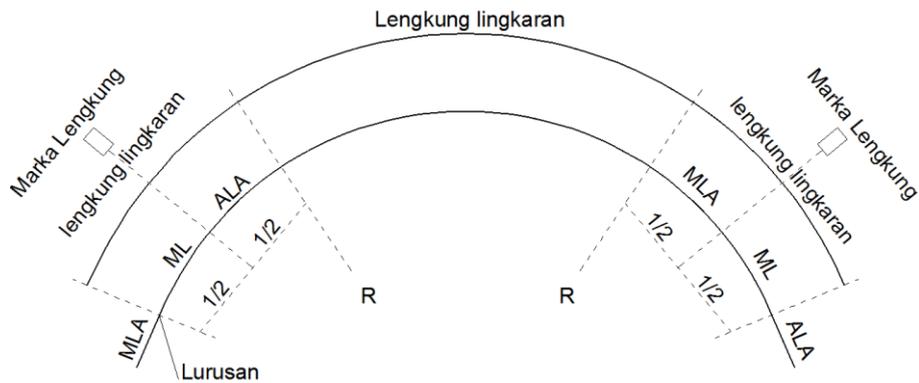
Beberapa hal yang dapat ditimbulkan akibat adanya gaya sentrifugal adalah:

- a. Rel luar lebih cepat aus akibat gesekan flens roda di sisi luar.
- b. Sangat beresiko terhadap anjlokkan
- c. Beresiko terhadap bahaya guling akibat adanya momen punter
- d. Berjalannya kendaraan menjadi tidak nyaman akibat adanya perubahan arah laju kendaraan.

Lengkung peralihan ditetapkan untuk mengeliminasi perubahan gaya sentrifugal sedemikian rupa sehingga penumpang di dalam kereta terjamin kenyamanan dan keamanannya. Panjang lengkung peralihan

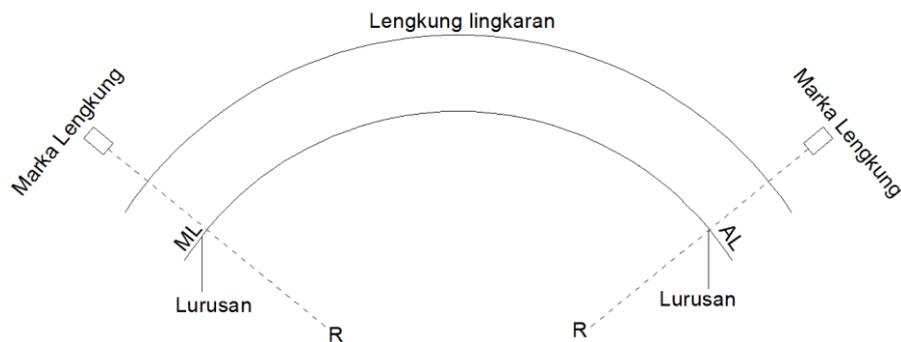
merupakan fungsi dari perubahan gaya sentrifugal per satuan waktu, kecepatan dan jari-jari lengkung.

Lengkung horizontal pada jalan rel dengan lengkung peralihan dapat dilihat pada **Gambar III. 1**, dan lengkung jalan rel tanpa lengkung peralihan dapat dilihat pada **Gambar III. 2**.



Gambar III. 1 Lengkung Pada Jalan Rel Dengan Lengkung Peralihan

Sumber: PD No. 10 A



Gambar III. 2 Lengkung pada jalan rel tanpa lengkung peralihan

Sumber: PD No. 10 A

Keterangan :

MLA : Mulai lengkung alih

ML : Mulai lengkung

AL : Akhir lengkung

ALA : Akhir lengkung alih

Untuk berbagai kecepatan rencana, besar jari-jari minimum yang diijinkan adalah seperti yang tercantum dalam **Tabel III. 2**

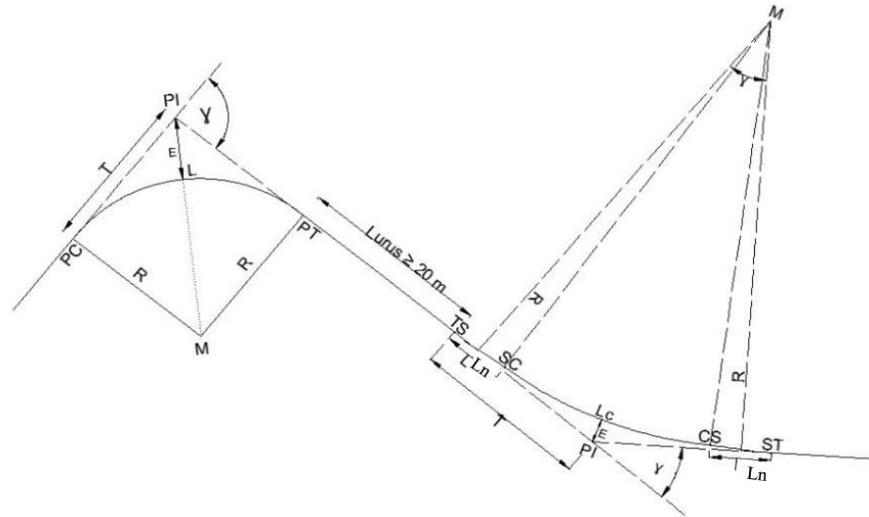
Tabel III. 2 Persyaratan perencanaan lengkungan

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

4. Lengkung S Curve

Lengkung S terjadi bila lengkung dari suatu lintas berbeda arah lengkungnya dan terletak bersambungan. Kedua lengkung harus dipisahkan oleh bagian lurus minimal 20 meter di luar lengkung peralihan. Hal tersebut dilakukan agar di saat kereta melewati lengkung S, ada kesempatan untuk berkedudukan lurus sebelum kereta berubah belok dan miring kearah berlawanan (panjang badan kereta di Indonesia = 20 m). Lengkung S pada PD 10 tahun 1986 dan PM 60 tahun 2012 tidak dijelaskan dan tidak disajikan dalam bentuk gambar dan notasi. Agar lebih detail maka dibuat dan disajikan gambar beserta notasinya berdasarkan gambar lengkung SCS dan lengkung FC, seperti pada **Gambar III.3**



Gambar III. 3 Skema Lengkung *S Curve*

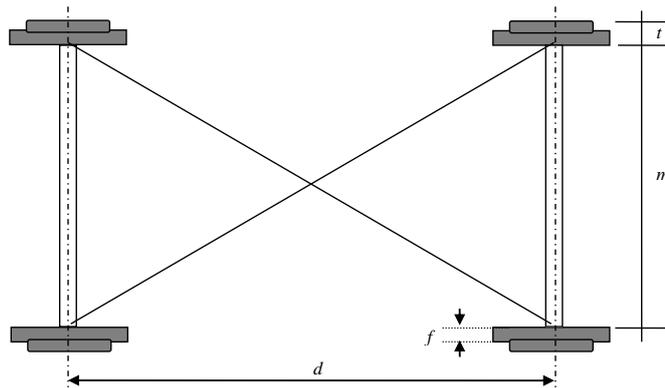
Sumber: Kurniawan & Triana, 2016

5. Pelebaran Jalan Rel

Pada saat gerbong dengan dua gandar kokoh melalui suatu tikungan, maka roda di muka bagian sisi terluar (pada rel luar) dapat akan menekan rel. Oleh karena gandar muka dan belakang gerbong merupakan satu kesatuan yang kaku (*rigid wheel base*), maka gandar belakang berada pada posisi yang sejajar dengan gandar muka akan memungkinkan tertekannya rel dalam oleh roda belakang. Flens roda luar akan membentuk sudut dalam posisi di tikungan, namun sumbu memanjang gerbong letaknya selalu tegak lurus terhadap gandar depan. Untuk mengurangi gaya tekan akibat terjepitnya roda kereta, maka perlu diadakan pelebaran rel agar rel dan roda tidak cepat aus. (Rosyidi, 2015)

Terdapat tiga faktor yang sangat berpengaruh terhadap besarnya pelebaran sepur, yaitu :

- a. Jari-jari lengkung (R).
- b. Ukuran atau jarak gandar muka – belakang yang kokoh/*rigid wheel base* (d), sebagaimana dijelaskan dalam Gambar III.4
- c. Kondisi keausan roda dan rel.



Gambar III. 4 Skematik gandar muka – belakang kokoh (*Rigid Wheel Base*)

Sumber: Rekayasa Jalan Kereta Api, 2015

Keterangan :

Indonesia	: $d = 3,00 \text{ m}, 4,00 \text{ m}$	JNR	: $d = 4,60 \text{ m}$
	$m = 1000 \text{ mm}$		$m = 988 \text{ mm}$
	$f = 30 \text{ mm}$		$f = 22 \text{ mm}$
	$t = 130 \text{ mm}$		

Jika R makin kecil dan d semakin besar, kemungkinan terjadi adalah terjepitnya kereta dalam rel. Supaya kedudukan roda dan rel tidak terjepit diperlukan pelebaran sepur (w) dengan pendekatan matematis. Pendekatan yang digunakan adalah pendekatan Indonesia dan pendekatan Jepang (PD No. 10 tahun 1986).

Pelebaran sepur yang diijinkan maksimum adalah 20 mm. Pelebaran sepur dicapai dan dihilangkan secara berangsur-angsur sepanjang lengkung peralihan.

Secara praktisnya pelebaran sepur juga dapat merujuk pada Tabel III.1 yang merupakan penggolongan pelebaran sepur berdasarkan jari-jari lengkung untuk lebar sepur 1067 mm (PM No. 60 tahun 2012).

Tabel III. 3 Pelebaran Sepur Untuk 1067 mm

JARI-JARI TIKUNGAN (M)	PELEBARAN SEPUR (MM)
$R > 600$	0
$550 < R \leq 600$	5
$400 < R \leq 550$	10
$350 < R \leq 400$	15
$100 < R \leq 350$	20

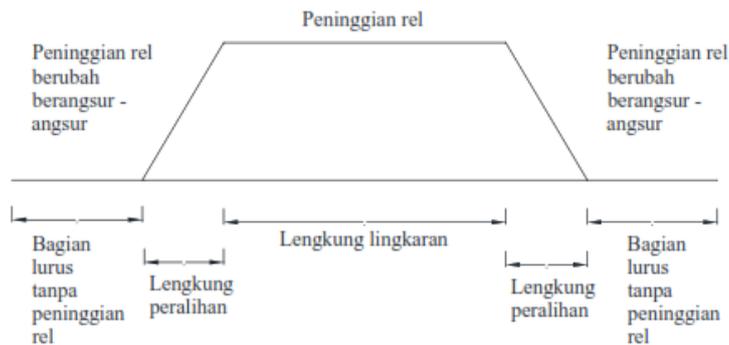
Sumber: PM No.60 tahun 2012

Sesuai dengan standar yang ditetapkan, pemasangan pelebaran jalan rel dilakukan mengikuti hal-hal berikut:

- a. Jika terdapat lengkung peralihan, maka pengurangan dilakukan sepanjang lengkung peralihan.
- b. Dalam hal tidak terdapat lengkung peralihan, maka pengurangan dilakukan sedapatnya dengan panjang pengurangan yang sama. Untuk yang tanpa peninggian rel, pengurangan dilakukan menurut panjang standar 5 m atau lebih diukur dari ujung lengkungan. Namun untuk lengkungan wesel maka panjang pengurangan ditentukan secara terpisah bergantung pada kondisi yang ada.

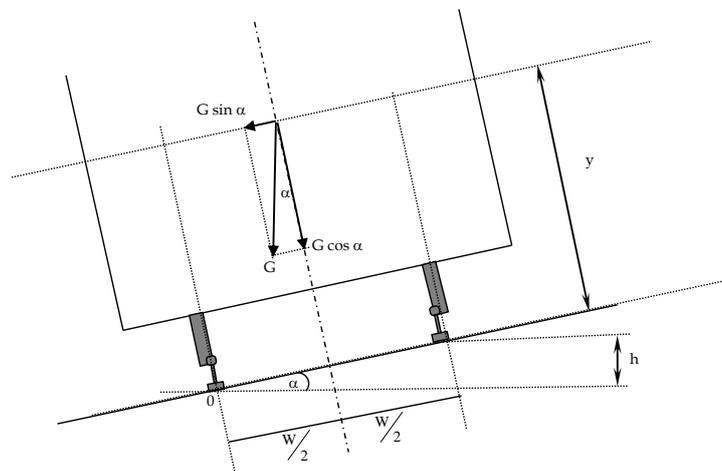
6. Peninggian Jalan Rel

Peninggian rel diperlukan untuk mengimbangi timbulnya gaya sentrifugal pada kereta saat memasuki suatu lengkung horisontal. Gaya sentrifugal tersebut mengakibatkan kereta cenderung terlempar ke luar dari lengkung. Besarnya gaya sentrifugal sebanding dengan massa dan kuadrat kecepatan kereta api, dan berbanding terbalik dengan jari-jari lengkung horisontal. Salah satu cara untuk membantu mengurangi gaya sentrifugal yang membebani kereta api adalah meninggikan rel luar secara relatif terhadap rel bagian dalam di lengkung horisontal. (Rosyidi, 2015)



Gambar III. 5 Diagram Peninggian Jalan Rel

Sumber: Utomo, 2009



Gambar III. 6 Skematik Peninggian Jalan Rel

Sumber: Rosyidi, 2015

Keterangan:

W = jarak diantara kedua titik kontak roda dan rel = 1120 mm

h = peninggian rel pada lengkung horizontal (mm)

a = percepatan sentrifugal (m/detik²)

7. Kecepatan

Kecepatan merupakan ukuran perpindahan jarak yang dicapai oleh suatu benda yang dapat diukur dalam satuan waktu. Menurut Harsono (2001:36), Kecepatan adalah kemampuan untuk melakukan gerakan-gerakan yang sejenis secara berturut-turut dalam waktu sesingkat-

singkatnya atau kemampuan untuk menempuh suatu jarak dalam waktu yang cepat.

Berdasarkan ketentuan yang berlaku dalam transportasi kereta terdapat empat jenis kecepatan, yaitu sebagai berikut:

- a. Kecepatan rencana, yaitu kecepatan yang digunakan dalam merencanakan struktur jalan rel, dan perancangan geometri jalan rel.
- b. Kecepatan maksimum, yaitu kecepatan tertinggi yang diijinkan dalam suatu operasi rangkaian kereta api pada suatu lintasan tertentu. Kecepatan maksimum dapat digunakan untuk mengejar keterlambatan yang terjadi karena gangguan-gangguan dalam perjalanan.
- c. Kecepatan operasi, yaitu kecepatan rata-rata kereta api pada petak jalan tertentu. Kecepatan operasi ini bergantung pada kondisi jalan rel dan kereta/kendaraan rel yang beroperasi diatas jalan rel yang dimaksud.
- d. Kecepatan Komersil, merupakan kecepatan rata-rata kereta api sebagai hasil pembagian jarak tempuh dengan waktu tempuh.

C. Aspek Teknis

1. Perhitungan Lengkung Horizontal

Lengkung horizontal merupakan dua bagian garis lurus yang panjangnya saling membentuk sudut harus dihubungkan dengan lengkung yang berbentuk lingkaran, dengan atau tanpa lengkung – lengkung peralihan. Besar jari-jari minimal yang diijinkan ditinjau dari kondisi berikut:

- a. Gaya sentrifugal yang diimbangi gaya berat;

Persamaan dasar :

Gaya Berat = Gaya Sentrifugal

$$h = \frac{WV^2}{gR} \quad \text{Rumus III. 1}$$

Dimana:

W = jarak diantara kedua titik kontak roda dan rel = 1120 mm

R = jari-jari lengkung horizontal (m)

V = kecepatan rencana (km/jam)

h = peninggian rel pada lengkung horizontal (mm)

g = percepatan gravitasi (9,81 m/detik²)

maka:

$$R = \frac{8,8 V^2}{h} \quad \text{Rumus III. 2}$$

Dengan peninggian rel maksimum 110 mm, maka :

$$R_{\min} = 0,076 V^2 \quad \text{Rumus III. 3}$$

- b. Gaya sentrifugal yang diimbangi gaya berat dan daya dukung komponen jalan rel;

Persamaan dasar :

Gaya Berat + Komp.Rel = Gaya Sentrifugal

$$a = \frac{V^2}{13 R} - g \frac{h}{w} \quad \text{Rumus III. 4}$$

Dimana a = percepatan sentrifugal (m/detik²)

Percepatan sentrifugal maksimum ditentukan = 0,0478 g, dengan mempertimbangkan faktor kenyamanan pada saat kereta di tikungan. Dengan peninggian maksimum, $h_{\max} = 110$ mm, maka :

$$R_{\min} = 0,054 V^2 \quad \text{Rumus III. 5}$$

- c. Jari-jari minimal untuk lengkung yang tidak memerlukan lengkung peralihan. jika tidak ada peninggian rel yang harus dicapai ($h = 0$), maka :

$$R_{\min} = 0,164 V^2 \quad \text{Rumus III. 6}$$

Besar jari-jari minimum yang diijinkan dengan kecepatan rencana dapat dilihat pada **Tabel III. 2** di sub bab sebelumnya.

Tercapainya kecepatan sesuai rencana harus dilengkapi dengan panjang lengkung peralihan, peninggian jalan rel, dan pelebaran rel sesuai dengan ketentuan sebagai berikut:

- a. Lengkung Peralihan

Lengkung peralihan adalah suatu lengkung dengan jari-jari yang berubah beraturan. Lengkung peralihan ditetapkan untuk mengeliminasi perubahan gaya sentrifugal sedemikian rupa sehingga

penumpang di dalam kereta terjamin kenyamanan dan keamanannya. Panjang lengkung peralihan merupakan fungsi dari perubahan gaya sentrifugal per satuan waktu, kecepatan dan jari-jari lengkung. Panjang minimum dari lengkung peralihan ditetapkan dengan rumus sebagai berikut:

$$Lh = 0,01 \times h \times V \quad \textbf{Rumus III. 7}$$

Dimana;

- Lh = panjang minimum lengkung peralihan (m)
- h = peninggian pada rel luar di lengkung (mm)
- V = kecepatan rencana untuk lengkung peralihan (km/jam)
- R = jari-jari lengkung (m)

b. Peninggian Jalan rel

Peninggian rel diperlukan untuk mengimbangi timbulnya gaya sentrifugal pada kereta saat memasuki suatu lengkung horisontal. Gaya sentrifugal tersebut mengakibatkan kereta cenderung terlempar ke luar dari lengkung. Besarnya gaya sentrifugal sebanding dengan massa dan kuadrat kecepatan kereta api, dan berbanding terbalik dengan jari-jari lengkung horisontal. Salah satu cara untuk membantu mereduksi gaya sentrifugal yang membebani kereta api adalah meninggikan rel luar secara relatif terhadap rel bagian dalam di lengkung horisontal.

Berikut merupakan rumusan peninggian rel:

- 1) Peninggian rel minimum didasarkan pada gaya maksimum yang mampu dipikul oleh rel dan kenyamanan bagi penumpang, yang di rumuskan dengan:

$$h_{normal} = \frac{8,8V^2}{R} - 53,5 \quad \textbf{Rumus III. 8}$$

- 2) Peninggian rel normal didasarkan pada gaya maksimum yang mampu dipikul oleh gaya berat kereta api dan konstruksi rel tidak memikul gaya sentrifugal, yang di rumuskan dengan:

$$h_{normal} = 5,95 \frac{V^2}{R} \quad \textbf{Rumus III. 9}$$

- 3) Peninggian rel maksimum berdasarkan stabilitas kereta api pada saat berhenti di bagian lengkung, digunakan faktor keamanan (*safety factor, SF*) = 3,0 sehingga kemiringan maksimum dibatasi sampai 10 % atau h maksimum = 110 mm.

Berikut besar peninggian yang diijinkan untuk lebar jalan rel 1067 mm pada berbagai kecepatan rencana:

Tabel III. 4 Besar Peninggian Untuk Berbagai Kecepatan Rencana

Jari-jari (m)	Peninggian (mm) pas (km/hr)						
	120	110	100	90	80	70	60
100							
200							110
250						>270	90
300					----	100	75
350	Tidak Diijinkan				110	85	65
400				>440	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		>660	95	75	60	50	35
700		105	85	70	55	45	35
750	>780	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	50	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

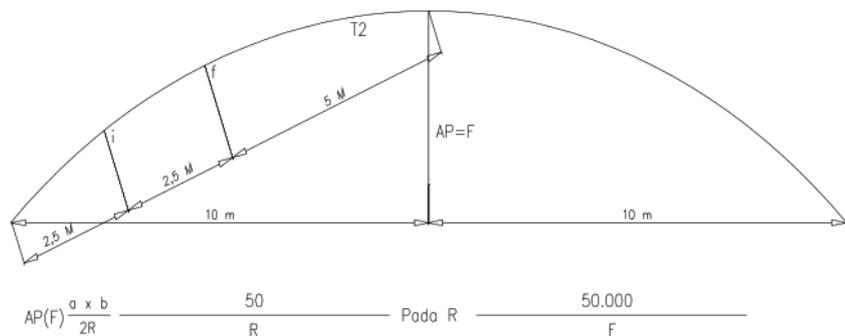
Lanjutan **Tabel III. 4**

Jari-jari (m)	Peninggian (mm) pas (km/hr)						
	120	110	100	90	80	70	60
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

c. Anak Panah

Pelebaran pada lengkung dilakukan dengan menggeser rel dalam ke arah pusat lengkung sesuai dengan desain yang ditetapkan. Pelebaran dilakukan karena kurang/lebihnya anak panah. Kekurangan/kelebihan anak panah adalah adanya penyimpangan ukuran (dalam mm) dari anak panah yang ditentukan dan besarnya anak panah pada setiap lengkung (busur) tidak sama, bergantung Radius R/jari-jari. Besar nilai anak panah berangsur dan hilang sepanjang lengkung peralihan. Pengambilan nilai anak panah dilakukan dengan benang sepanjang 10 m lalu di colok setiap 5 meter benang tersebut, atau dapat juga dilakukan per 2,5 m untuk mendapatkan nilai anak panah yang lebih halus dan bagus. Skema pengukuran anak panah pada lengkung adalah sebagai berikut:



Gambar III. 7 Anak Panah Lengkung

Sumber: Harjono, 2009

$$AP(F) = \frac{a+b}{2R} = \frac{50}{R} \text{ pada } R = \frac{50.000}{F}$$

Rumus III. 10

Dimana:

Ap = Besar anak panah (mm)

50 = Nilai konstan/tetap (m)

R = Jari-jari

d. Alur Perhitungan Lengkung Horizontal

Alinyemen horizontal adalah proyeksi sumbu jalan rel pada bidang horizontal. Berikut adalah alur perhitungan untuk mengetahui dan merencanakan bentuk geometri jalan rel berdasarkan perhitungan Lengkung dengan peralihan atau disebut juga dengan *spiral circle spiral* (SCS) :

1) Sudut Spiral

Sudut spiral adalah sudut yang dibentuk pada titik SC dan CS.

$$S = \frac{90 \times Lh}{\pi R}$$

Rumus III. 11

Dimana:

Lh = panjang lengkung peralihan (m)

R = jari-jari lengkung horizontal (m)

2) Panjang Busur Lingkaran (Lc)

Panjang busur lingkaran adalah panjang lengkung titik SC dan CS.

$$Lc = \frac{\Delta - 2S}{180} \pi R$$

Rumus III. 12

Dimana:

R = jari-jari lengkung horizontal (m)

s = sudut spiral yang dibentuk

Δ = sudut tikungan

3) Panjang proyeksi titik P

Titik P adalah jarak dari busur lingkaran tergeser terhadap garis tangen

$$P = \frac{Lh^2}{6R} - R(1 - \cos S)$$

Rumus III. 13

Dimana:

Lh = panjang lengkung peralihan (m)

R = jari-jari lengkung horizontal (m)

s = sudut spiral yang dibentuk

4) Panjang k

K adalah panjang proyeksi datar antara titik TS dengan SC.

$$k = Lh - \frac{Lh^3}{40.R^2} - R \sin s \quad \text{Rumus III. 14}$$

5) Panjang Ts/Tt

Panjang Ts adalah panjang dari titik TS ke titik PI.

$$Ts = (R + P)tg\left(\frac{1}{2}\Delta\right) + k \quad \text{Rumus III. 15}$$

Dimana:

R = jari-jari lengkung horizontal (m)

P = panjang proyeksi garis bantu PI (m)

k = panjang antara titik TS dengan SC (m)

Δ = sudut tikungan

6) Panjang titik E

Panjang titik E adalah titik yang menghubungkan PI ke pusat lingkaran.

$$E = (R + p) \sec \frac{\Delta s}{2} - R \quad \text{Rumus III. 16}$$

7) Panjang Xs dan Ys

Merupakan koordinat peralihan dari circle ke spiral.

$$Xs = Ls - \frac{Ls^3}{40 \times R^2} \quad \text{Rumus III. 17}$$

$$Ys = \frac{Ls^2}{6 \times R} \quad \text{Rumus III. 18}$$

Dimana:

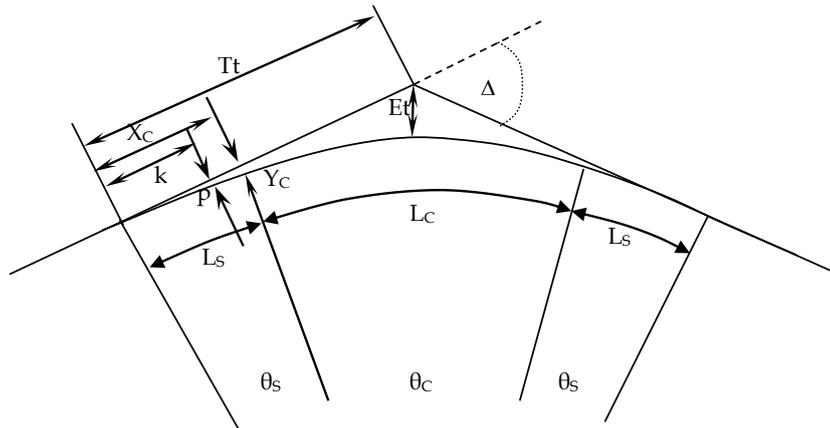
R = jari-jari lengkung horizontal (m)

Lh = panjang peralihan (m)

h = peninggian rel (m)

V = kecepatan rencana (km/jam)

8) Menggambar proyeksi lengkung horizontal ditunjukkan dalam Gambar berikut:



Gambar III. 8 Proyeksi Lengkung Horizontal *Spiral Circle Spiral* (SPS)

Sumber: Rosyidi, 2015

e. Kecepatan

Dalam ketentuan PM No.60 tahun 2012 dan PD 10 tahun 1986, terdapat beberapa tipe kecepatan dan beban gandar yang digunakan dalam perencanaan, yaitu :

1) Kecepatan Rencana

a) Untuk perencanaan struktur jalan rel:

$$V_{rencana} = 1,25 \times V_{maksimum} \quad \text{Rumus III. 19}$$

b) Untuk perencanaan jari-jari lengkung lingkaran dan peralihan dengan persamaan:

$$V_{rencana} = V_{maksimum}$$

c) Untuk perencanaan peninggian rel:

$$V_{rencana} = c \times \frac{\sum N_i V_i}{\sum N_i} \quad \text{Rumus III. 20}$$

Dimana;

$$c = 1,25$$

N_i = Jumlah kereta api yang lewat

V_i = Kecepatan operasi

$$V_{min} = 4,3 \sqrt{R}$$

2) Kecepatan Maksimum

Kecepatan maksimum adalah kecepatan tertinggi yang diijinkan untuk operasi suatu rangkaian kereta pada lintas tertentu. Ketentuan pembagian kecepatan maksimum dalam perencanaan geometrik dapat dilihat pada tabel klasifikasi jalan rel.

Terdapat perbedaan penentuan kecepatan maksimal pada jalur lurus dan jalur lengkung, berikut merupakan rumus kecepatan maksimal pada jalur lengkung:

a) Kecepatan maksimal pada jalur lengkung:

$$V_{\text{maks}} = 4,3 \sqrt{R} \quad \text{Rumus III. 21}$$

b) Kecepatan maksimal tanpa pertinggian:

$$V_{\text{maks}} = 2,47 \sqrt{R} \quad \text{Rumus III. 22}$$

c) Kecepatan Minimal

$$V_{\text{min}} = \sqrt{h_{\text{min}} \times R} \div 2 \quad \text{Rumus III. 23}$$

3) Kecepatan Operasi

Kecepatan operasi adalah kecepatan rata-rata kereta api pada petak jalan tertentu.

4) Kecepatan Komersial

Kecepatan komersial adalah kecepatan rata-rata kereta api sebagai hasil pembagian jarak tempuh dengan waktu tempuh.

2. Analisis Kehilangan Waktu

Analisa kehilangan waktu dilakukan guna mengetahui waktu yang hilang pada saat kereta api berjalan melintasi lengkung yang diakibatkan oleh pemasangan pembatas kecepatan pada lengkung tersebut. Dalam analisa ini perlu diketahui waktu tempuh kereta api yang melintas dari satu stasiun menuju stasiun berikutnya. Pemasangan pembatas kecepatan mengakibatkan terjadinya penurunan kecepatan sehingga mengurangi keakuratan perjalanan kereta api.

Perhitungan waktu tempuh kereta api dihitung berdasarkan jarak antar stasiun yang terdapat dalam Grafik Perjalanan Kereta (GAPEKA) dengan rumus sebagai berikut:

$$t = 60 \times \frac{S_{a-b}}{V}$$

Rumus III. 24

Keterangan:

t = Waktu tempuh

60 = Konversi waktu

S_{a-b} = Jarak antar Stasiun

V = Kecepatan

Untuk mengetahui waktu yang hilang akibat dari pemasangan pembatas kecepatan digunakan rumus sebagai berikut:

$$Th = \frac{(\alpha + \beta)(V_{maks} - V_{tas})^2}{2\alpha\beta \times V_{maks}} + 3,6 \times (S_{tas} + L) \times \frac{(V_{maks} - V_{tas})}{(V_{maks} \times V_{tas})}$$

Rumus III. 25

Keterangan:

Th = Waktu hilang (detik)

α = Akselerasi 0,44 Km/J/d

β = Deselerasi 2,0 Km/j/d

V_{maks} = Kecepatan Maksimum

V_{tas} = Kecepatan Pembatas Kecepatan

3,6 = Angka konstanta untuk menghasilkan hasil akhir dalam satuan detik

S_{tas} = Panjang Pembatas Kecepatan

L = Panjang Rangkaian Kereta Api

BAB IV

METODOLOGI PENELITIAN

A. Alur Pikir Penelitian

Alur pikir penelitian berisi suatu metode yang digunakan dalam menjelaskan suatu permasalahan yang ada dengan melakukan beberapa tahapan untuk menemukan sebuah penyelesaian yang memperhatikan jenis data yang diperlukan berkaitan dengan objek yang akan diteliti. Studi ini dilakukan dengan lokasi yang di ambil pada lengkun nomor 15C dan 15D KM 33⁺³⁸⁸ – KM 33⁺⁵⁹⁴ hulu emplasemen Stasiun Tambun. Adapun tahapan yang dilakukan dalam penyelesaian Studi ini adalah sebagai berikut:

1. Identifikasi Masalah

Pada tahap ini dilakukan perumusan masalah yang ada pada kondisi eksisting lengkung saat ini yang akan dirumuskan kedalam permasalahan pokok guna menemukan solusi dan saran sesuai permasalahan yang ada.

2. Studi Pustaka

Studi Pustaka dilakukan untuk menambah informasi mengenai kereta api terutama pada perencanaan geometri jalan rel yang dapat menunjang penyelesaian Tugas Akhir ini. Dari studi pustaka ini didapatkan kriteria desain yang nantinya akan digunakan dalam pengolahan dan analisis data.

3. Pengumpulan Data

Melakukan pengumpulan data-data yang diperlukan untuk mendukung penyusunan Tugas Akhir. Kajian awal identifikasi kebutuhan evaluasi dalam perencanaan lengkung yang difokuskan pada lengkung *S Curve* KM 33⁺³⁸⁸ – KM 33⁺⁵⁹⁴ di Hulu Emplasemen Stasiun Tambun. Dalam proses pengumpulan data-data yang bersifat kuantitatif, data tersebut terdiri dari data primer dan data sekunder yang terdapat dari DAOP 1 Jakarta, wilayah kerja Balai Teknik Perkeretaapian

Wilayah Jakarta dan Banten, serta Satuan Kerja Pengembangan DDT Paket B, yaitu sebagai berikut:

a. Metode pengumpulan data primer

Data primer merupakan data penelitian secara langsung dari sumber aslinya yang berupa wawancara, jajak pendapat dari individu atau kelompok (orang) maupun hasil observasi dari suatu obyek, kejadian atau hasil pengujian (benda). Metode pengumpulan yang dilakukan pada penulisan ini merupakan hasil dari pengamatan atau observasi, dokumentasi dan survei yang dilaksanakan di wilayah studi berupa hasil pengukuran kondisi eksisting lengkung (anak panah, pertinggian, panjang dan pelebaran pada lengkung).

b. Metode pengumpulan data sekunder

Data sekunder merupakan sumber data penelitian yang diperoleh melalui media perantara. Metode pengumpulan data sekunder yang terdapat dalam penulisan ini diperoleh dari instansi terkait bidang perkeretaapian sebagai perantara yaitu:

1) Data komponen jalan rel

Data tersebut merupakan data inventarisasi komponen jalan rel yang berada pada wilayah kerja Balai Teknik Perkeretaapian Wilayah Jakarta dan Banten terkhusus pada lintas Jatinegara – Cikarang.

2) Data spesifikasi lengkung

Data tersebut merupakan data spesifikasi teknis dari lengkung yang diteliti yaitu lengkung nomor 15C dan 15D KM 33⁺³⁸⁸ – KM 33⁺⁵⁹⁴ Hulu Emplasemen Stasiun Tambun

3) Data pembatas kecepatan

merupakan data pembatas kecepatan yang berada pada wilayah kerja Balai Teknik Perkeretaapian Wilayah Jakarta dan lintas Jatinegara – Cikarang khususnya pada emplasemen Stasiun Tambun.

4) Data desain *track* Stasiun Tambun

Data tersebut berisi rencana desain *track* yang akan diterapkan dalam proyek *Finishing* Bangunan dan *Track* Stasiun Tambun sebagai bagian dalam pekerjaan yang terdapat di Satker Pengembangan DDT Paket B.

Pengumpulan data yang terdiri atas data primer dan data sekunder digunakan sebagai petunjuk dan pedoman serta pendukung dalam

pemecahan masalah sehingga dapat ditemukan kesimpulan dan saran yang tepat.

3. Analisis Data

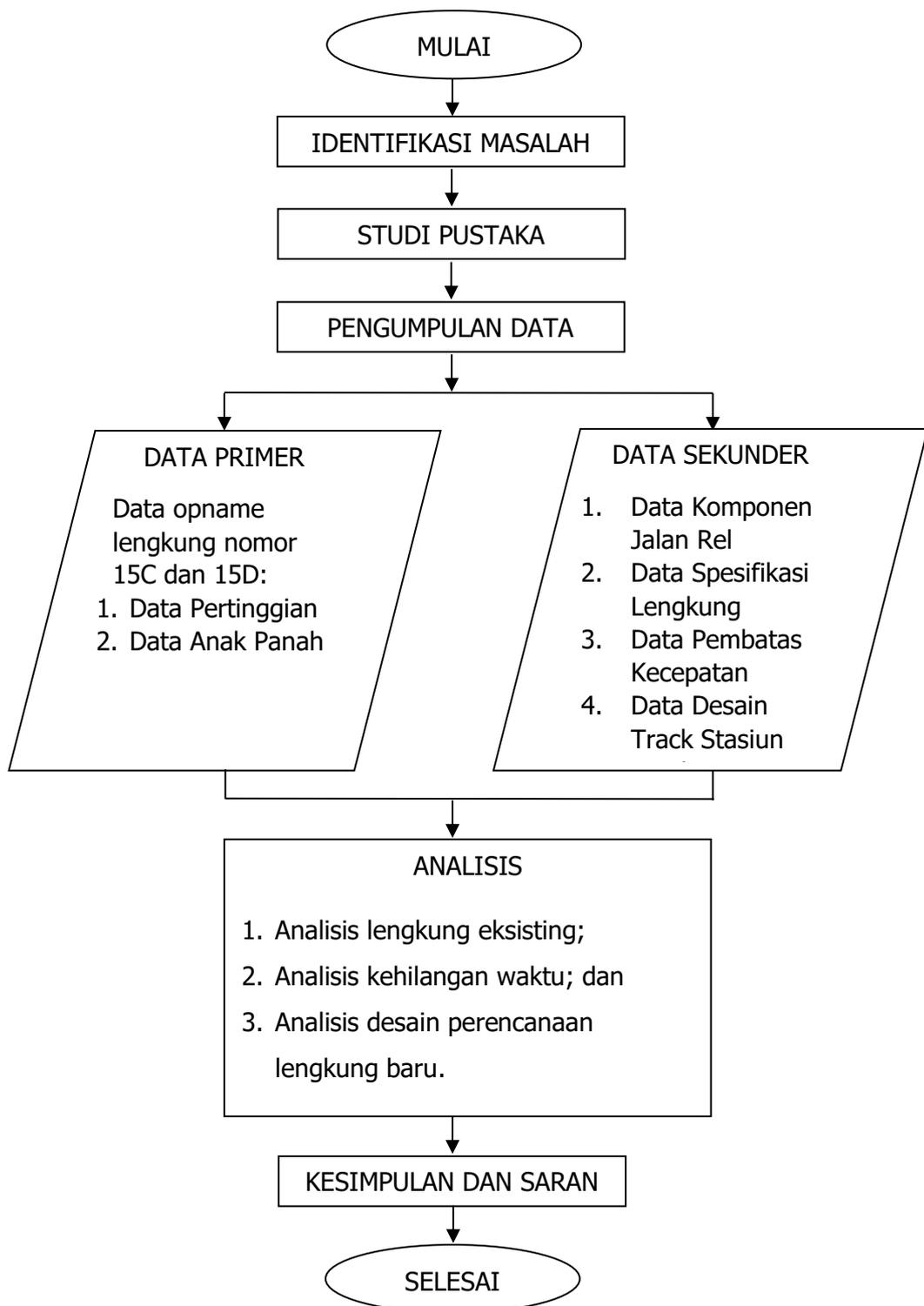
Tahap ketiga dalam rencana penelitian adalah menganalisa data-data yang diperoleh selama pengamatan. Dalam rencana penelitian ini menggunakan beberapa metode analisis yaitu, analisis kondisi eksisting lengkung dan analisis desain perencanaan lengkung baru di hulu emplasemen Stasiun Tambun, analisis kecepatan pada perjalanan KA dan analisis kehilangan waktu.

4. Akhir Penulisan

Tahap keempat dalam rencana penelitian yaitu hasil dari analisis yang berupa kesimpulan dan saran sebagai rekomendasi hasil evaluasi lengkung di KM 33⁺³⁸⁸ – KM 33⁺⁵⁹⁴ Hulu Emplasemen Stasiun Tambun terhadap kecepatan perjalanan kereta api dari segi keselamatan dan kenyamanan.

B. Bagan Alir Penelitian

Bagan alir merupakan bagan yang menunjukkan alir dalam proses penulisan dan penyusunan sebuah penelitian secara terstruktur dan sistematis. Bagan alir yang digunakan dalam rencana penelitian terhadap evaluasi jalur lengkung di km 33⁺³⁸⁸ – km 33⁺⁵⁹⁴ emplasemen Stasiun Tambun terhadap kecepatan perjalanan kereta api dapat dilihat pada gambar IV.1 dibawah ini:



Gambar IV. 1 Bagan Alir Penelitian

C. Teknik Analisis Data

Analisis merupakan penguraian makna yang lebih mendetail. Analisis yang digunakan dalam rencana penelitian terhadap evaluasi jalur lengkung di km 33⁺³⁸⁸ – km 33⁺⁵⁹⁴ emplasemen Stasiun Tambun terhadap kecepatan perjalanan kereta api terdiri dari analisis kecepatan pada perjalanan KA dan analisis kehilangan waktu, analisis kondisi eksisting lengkung, dan analisis desain perencanaan lengkung baru di hulu emplasemen Stasiun Tambun.

1. Analisis Kondisi eksisting lengkung

Analisis ini dilakukan pada lengkung eksisting yang terdapat pada hulu emplasemen Stasiun Tambun Jalur 2 guna mengetahui besar peninggian maupun peralihan, dan panjang lengkung.

2. Analisis kecepatan pada perjalanan KA dan analisis kehilangan waktu.

Analisa ini dilakukan guna mengetahui berapa kecepatan KA dan kehilangan waktu yang terjadi pada saat kereta api berjalan melintasi lengkung yang disebabkan adanya pemasangan pembatas kecepatan pada lengkung tersebut.

3. Analisis Desain Perencanaan Lengkung Baru

Berisi analisis tentang rencana desain *track* yang akan di buat, untuk membandingkan dengan kondisi eksisting yang ada dan mendapatkan apa saja keuntungan pada desain baru tersebut guna menjawab permasalahan yang ada.

D. Lokasi dan Jadwal Penelitian

Lokasi dalam penelitian ini berada dalam wilayah kerja Balai Teknik Perkeretaapian Wilayah Jakarta dan Banten, Satuan Kerja Pengembangan DDT Paket B, yaitu pada Stasiun Tambun dengan titik lokasi pada lengkung nomor 15C dan 15D KM 33⁺³⁸⁸ – KM 33⁺⁵⁹⁴ jalur 2 hulu emplasemen Tambun.

Waktu penelitian dilakukan bersamaan dengan kegiatan magang yaitu pada tanggal 30 Mei hingga 17 Juni 2022 dengan agenda pengidentifikasian serta perumusan masalah dan pengumpulan data-data yang dibutuhkan dalam penelitian, lalu di akhiri pada tanggal 29 Juli 2022 untuk pengumpulan hasil dari Tugas Akhir penelitian.

BAB V

ANALISIS DAN PEMECAHAN MASALAH

A. Analisis Lengkung Eksisting

Pada data eksisting lengkung diketahui bahwa kecepatan maksimal yaitu 90 km/jam dengan jari-jari pada lengkung 15C sebesar 1000 m dan pada lengkung 1400 m.

Berikut tahapan pengerjaan dalam perhitungan lengkung horizontal 15C dan 15 D menggunakan perhitungan *spiral-circle-spiral* (SCS).

1. Peninggian Lengkung

- Lengkung 15C:

$$\begin{aligned}h_{\min} &= \frac{8,8V^2}{R} - 53,5 \\ &= \frac{8,8(90)^2}{1400} - 53,5 = 2,6 \text{ mm} \sim 3 \text{ mm}\end{aligned}$$

$$V_{\min} = \sqrt{\frac{h_{\min} \times R}{6}} \Rightarrow \sqrt{\frac{3 \times 1400}{6}} = 26,5 \sim 27 \text{ km/jam}$$

$$\begin{aligned}h_{\text{normal}} &= 5,95 \frac{V^2}{R} \\ &= 5,95 \frac{90^2}{1400} \\ &= 34,43 \sim 34 \text{ mm}\end{aligned}$$

(Kondisi eksisting = 43 mm)

- Lengkung 15D:

$$h_{\min} = \frac{8,8(90)^2}{1000} - 53,5 = 17,78 \text{ mm} \sim 18 \text{ mm}$$

$$\begin{aligned}h_{\text{normal}} &= 5,95 \frac{90^2}{1000} \\ &= 48,2 \sim 48 \text{ mm}\end{aligned}$$

(Kondisi eksisting = 60 m)

2. Panjang Lengkung Peralihan

- Lengkung 15C:

$$L_s = L_h = 0,01 \times v \times h$$

$$L_s = L_h = 0,01 \times 90 \times 43 = 38,7 \text{ m} \sim 39 \text{ m} ,$$

(Kondisi eksisting = 45 m)

- Lengkung 15D:

$$L_s = L_h = 0,01 \times 90 \times 60 = 54 \text{ m,}$$

(Kondisi eksisting = 30 m)

3. Anak Panah Lengkung normal

- Lengkung 15C

$$AP(F) = \frac{50}{1400} = 0,036 \text{ m}$$

- Lengkung 15D

$$AP(F) = \frac{a+b}{2R} = \frac{50}{R}$$

$$AP(F) = \frac{50}{R} = \frac{50}{1000} = 0,05 \text{ m}$$

4. Sudut Spiral

- Lengkung 15C

$$S = \frac{90 \times Lh}{\pi R}$$

$$S = \frac{90 \times 39}{\pi 1400} = 0,798$$

- Kondisi eksisting :

$$S = \frac{90 \times 45}{\pi 1400} = 0,921$$

- Lengkung 15D

$$S = \frac{90 \times 54}{\pi 1000} = 1,117$$

- Kondisi eksisting :

$$S = \frac{90 \times 30}{\pi 1000} = 0,86$$

5. Panjang Busur Lingkaran dan total lengkung

- Lengkung 15C

$$L_c = \frac{\Delta - 2S}{180} \pi R$$

$$L_c = \frac{4,952 - 2(0,798)}{180} \pi 1400 = 82,442 \text{ m} \sim 82 \text{ m}$$

$$L = 2(L_h) + L_c$$

$$L = 2(39) + 82 = 160 \text{ m}$$

- Kondisi eksisting:

$$L_c = \frac{4,952 - 2(0,921)}{180} \pi 1400 = 75,99 \sim 76 \text{ m}$$

$$L = 2(45) + 76 = 166 \text{ m}$$

- Lengkung 15D

$$Lc = \frac{5,099-2(1,117)}{180} \pi 1000 = 50,003 \text{ m} \sim 50 \text{ m}$$

$$L = 2(54) + 50 = 158 \text{ m}$$

- kondisi eksisting =

$$Lc = \frac{5,099-2(0,86)}{180} \pi 1000 = 58,97 \text{ m} \sim 59 \text{ m}$$

$$L = 2(30) + 59 = 119 \text{ m}$$

6. Panjang Proyeksi Titik P

- Lengkung 15C

$$P = \frac{Lh^2}{6R} - R (1 - \cos S)$$

$$P = \frac{39^2}{6(1400)} - 1400 (1 - \cos 0,798) = 0,045 \text{ m}$$

- Kondisi eksisting =

$$P = \frac{45^2}{6(1400)} - 1400 (1 - \cos 0,921) = 0,305 \text{ m}$$

- Lengkung 15D

$$P = \frac{54^2}{6(1000)} - 1000 (1 - \cos 1,117) = 0,296 \text{ m}$$

- Kondisi eksisting =

$$P = \frac{30^2}{6(1000)} - 1000 (1 - \cos 0,86) = 0,037 \text{ m}$$

7. Panjang k

- Lengkung 15C

$$k = Lh - \frac{Lh^3}{40.R^2} - R \sin S$$

$$k = 39 - \frac{39^3}{40.1400^2} - 1400 \sin 0,798 = 19,5 \text{ m}$$

- Kondisi eksisting =

$$k = 45 - \frac{45^3}{40.1400^2} - 1400 \sin 0,921 = 22,495 \text{ m}$$

- Lengkung 15D

$$k = 54 - \frac{54^3}{40.1000^2} - 1000 \sin 1,117 = 34,5 \text{ m}$$

- Kondisi eksisting =

$$k = 30 - \frac{30^3}{40.1000^2} - 1000 \sin 0,86 = 14,991 \text{ m}$$

8. Panjang Ts

- Lengkung 15C

$$Ts = (R + P)tg\left(\frac{1}{2}\Delta\right) + k$$

$$Ts = (1400 + 0,045)tg\left(\frac{1}{2}4,952\right) + 19,5 = 80,04 \text{ m}$$

- Kondisi eksisting =

$$Ts = (1400 + 0,305)tg\left(\frac{1}{2}4,952\right) + 22,495 = 83,046 \text{ m}$$

- Lengkung 15D

$$Ts = (1000 + 0,296)tg\left(\frac{1}{2}5,099\right) + 34,5 = 79,04 \text{ m}$$

- Kondisi eksisting =

$$Ts = (1000 + 0,037)tg\left(\frac{1}{2}5,099\right) + 14,991 = 59,519 \text{ m}$$

9. Panjang Titik E

- Lengkung 15C

$$E = (R + p) \sec \frac{\Delta}{2} - R$$

$$(1400 + 0,045) \sec\left(\frac{4,952}{2}\right) - 1400 = 1,6 \text{ m}$$

- Kondisi eksisting =

$$(1400 + 0,305) \sec\left(\frac{4,952}{2}\right) - 1400 = 1,707 \text{ m}$$

- Lengkung 15D

$$(1000 + 0,296) \sec\left(\frac{5,099}{2}\right) - 1000 = 1,88 \text{ m}$$

- Kondisi eksisting =

$$(1000 + 0,037) \sec\left(\frac{5,099}{2}\right) - 1000 = 1,038 \text{ m}$$

10. Panjang Xs dan Ys

- Lengkung 15C

$$Xs = Ls - \frac{Ls^3}{40 \times R^2}$$

$$Xs = 39 - \frac{39^3}{40 \times 1400^2} = 38,999 \text{ m} \sim 39 \text{ m}$$

$$Ys = \frac{Ls^2}{6 \times R}$$

$$Ys = \frac{39^2}{6 \times 1400} = 0,181 \text{ m}$$

- Kondisi eksisting =

$$Xs = 45 - \frac{45^3}{40 \times 1400^2} = 44,998 \text{ m} \sim 45 \text{ m}$$

$$Y_s = \frac{45^2}{6 \times 1400} = 0,241 \text{ m}$$

- Lengkung 15D

$$X_s = 54 - \frac{54^3}{40 \times 1000^2} = 53,996 \text{ m} \sim 54 \text{ m}$$

$$Y_s = \frac{54^2}{6 \times 1000} = 0,486 \text{ m}$$

- Kondisi eksisting =

$$X_s = 30 - \frac{30^3}{40 \times 1000^2} = 29,999 \text{ m} \sim 30 \text{ m}$$

$$Y_s = \frac{30^2}{6 \times 1000} = 0,15 \text{ m}$$

Berikut hasil perhitungan lengkung horizontal nomor 15C dan 15D:

Tabel V. 1 Parameter Lengkung Horizontal Eksisting NO 15C Hasil Analisa Perhitungan

Nomor Lengkung	15C		
	Hasil perhitungan	Kondisi sesuai data sekunder	
Δ	4,952	4,952	Sudut Luar Lengkung
R	1400	1400	Jari-jari
V (km/jam)	90	80	Kecepatan rencana
h (mm)	34	43	Pertinggian rel
AP (m)	50	50	Anak Panah Lengkung
Lh (m)	39	45	Peralihan
Δs	0,798	0,921	Sudut peralihan
Δc	3,356	3,11	Sudut lingkaran
Lc (m)	82	76	Panjang lingkaran
LTot (m)	160	166	Panjang Total Lengkung
p	0,045	0,305	Proyeksi garis bantu PI tegak lurus
k	19,5	22,495	proyeksi datar titik TS ke LS.
Ts	80,04	83,046	Panjang tangen
Es	1,6	1,707	Jarak PI ke busur lingkaran
Xs	39	45	Jarak TS ke Lh
Ys	0,181	0,241	Tegak lurus tangen ke titik Lh

Sumber: Hasil Analis, 2022

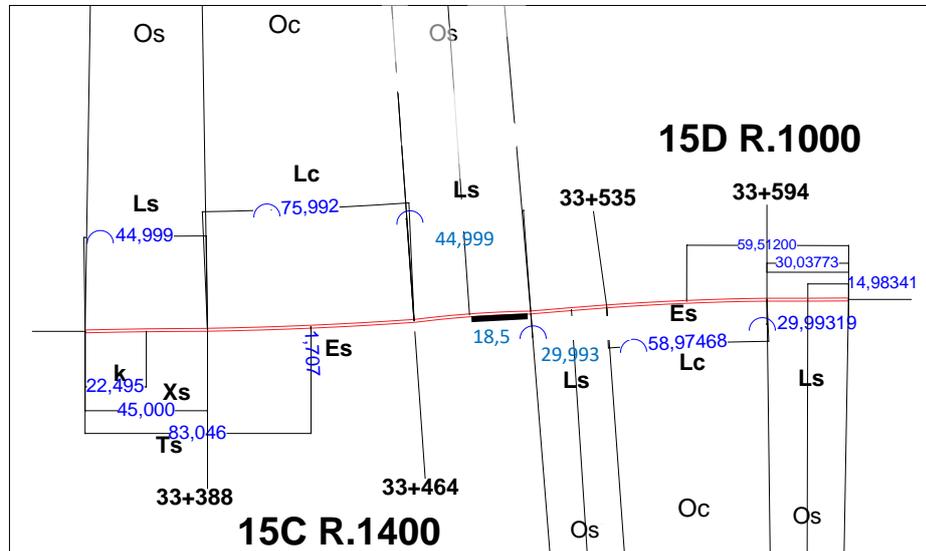
Tabel V. 2 Parameter Lengkung Horizontal Eksisting NO 15D Hasil Analisa Perhitungan

Nomor Lengkung	15D		
Keterangan	Hasil perhitungan	Kondisi sesuai data sekunder	
Δ	5,099	5,099	Sudut Luar Lengkung
R	1000	1000	Jari-jari
V (km/jam)	90	80	Kecepatan rencana
h (mm)	48	60	Pertinggian rel
AP (m)	36	36	Anak Panah Lengkung
Lh (m)	54	30	Peralihan
Δs	1,117	0,86	Sudut peralihan
Δc	2,865	3,379	Sudut lingkaran
Lc (m)	50	59	Panjang lingkaran
LTot (m)	158	119	Panjang Total Lengkung
p	0,296	0,037	Proyeksi garis bantu PI tegak lurus
k	34,5	14,991	proyeksi datar titik TS ke LS.
Ts	79,04	59,512	Panjang tangen
Es	1,88	1,038	Jarak PI ke busur lingkaran
Xs	54	30	Jarak TS ke Lh
Ys	0,486	0,15	Tegak lurus tangen ke titik Lh

Sumber: Hasil Analis, 2022

Dari perhitungan di atas diketahui bahwa kondisi eksisting lengkung S curve 15C dan 15D eksisting di dibandingkan dengan hasil perhitungan, terlihat adanya perbedaan dalam panjang peralihan yang kurang dari semestinya akibat adanya keterbatasan lahan serta adanya wesel *Couple* 5023A - 5023B dan wesel 5021 di sisi barat jalur. Karenanya keadaan lengkung saat ini tidak memenuhi syarat untuk di operasikan dengan kecepatan 90 km/jam, maka dari itu dipasanglah tanda pembatas kecepatan 80 km/jam untuk mengamankan lengkung dan mengamankan perjalanan kereta.

Berikut merupakan kondisi eksisting lengkung nomor 15C dan 15D berdasarkan skematik hasil perhitungan:



Gambar V. 1 Skema Lengkung Horizontal Eksisting No. 15C dan 15D

Sumber: Hasil Analisis, 2022

Berikut merupakan dampak dari kondisi lengkung eksisting saat ini:

1. Kereta hanya mampu mencapai kecepatan aman 80 km/jam karena kondisi yang tidak memenuhi persyaratan lengkung peralihan.
2. Dengan alinemen horizontal *S curve* jika masih sesuai dengan kecepatan operasi 80 km/jam masih aman, namun cukup berbahaya dengan rangkaian kereta berbogie kaku dapat menyebabkan rangkaian anjlok karena bogie tersebut tidak bisa berbelok secara independen, sehingga tidak ada kesempatan KA untuk berkedudukan lurus.
3. Penggunaan lahan yang cukup besar karena adanya 2 jalur lengkung dengan total panjang 304 meter.

B. Analisis Kehilangan Waktu

Penentuan kecepatan operasional kereta api yang melintas pada lengkung ditentukan oleh peninggian pada lengkung tersebut. Berdasarkan data kondisi lengkung yang ada besar peninggian untuk lebar jalan rel 1067 pada lengkung dengan jari-jari lengkung utama yaitu 1400 meter dan batas kecepatan 80 km/jam dapat dihitung dengan rumusan peninggian jalan rel

pada lengkung. Hasil perhitungan pengaruh lengkung terhadap kecepatan kereta api dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel V. 3 Pengaruh Lengkung Terhadap Kecepatan

	Pertinggian (mm)	Kecepatan (km/jam)
Minimum	3	27
Normal	34	80
Maksimum	110	>120

Sumber: Hasil Analisa, 2022

Dari hasil pengaruh lengkung terhadap kecepatan tersebut diketahui kecepatan operasional kereta api yang ditentukan oleh peninggian pada lengkung tersebut, kecepatan kereta api yang melintas pada lengkung nomor 15 pada jalur 2 hulu Stasiun Tambun memiliki kecepatan maksimum yaitu >120 km/jam. Namun karena keterbatasan kondisi lahan, lengkung tersebut tidak memiliki lengkung peralihan yang sesuai dengan ketentuan dalam peraturan, mengakibatkan jalur tidak dapat dilalui dengan kecepatan yang tersedia, maka pada lokasi tersebut terdapat pemasangan pembatas kecepatan dengan batas maksimum yaitu 80 Km/jam untuk mengamankan perjalanan KA dan jalur lengkung tersebut.

Perhitungan waktu tempuh kereta api saat melintasi lengkung tersebut dapat diperoleh dengan menggunakan rumus sebagai berikut:

$$t = 60 \times \frac{S_{a-b}}{V} \Rightarrow 60 \times \frac{3.420 \text{ km}}{90}$$

$$= 2 \text{ menit } 28 \text{ detik}$$

Selanjutnya dapat ditemukan Kehilangan waktu yang terjadi akibat adanya pemasangan pembatas kecepatan jalur 2 Stasiun Tambun dengan rata-rata panjang KA 225 meter dapat diperoleh menggunakan rumus sebagai berikut:

$$Th = \frac{(\alpha + \beta)(V_{maks} - V_{tas})^2}{2\alpha\beta \times 2V_{maks}} + 3,6 \times (S_{tas} + L) \times \frac{(V_{maks} - V_{tas})}{(V_{maks} \times V_{tas})}$$

$$Th = \frac{(0,44 + 2)(90 - 80)^2}{2(0,88) \times 2(90)} + 3,6 \times (800 + 225) \times \frac{(90 - 80)}{(90 \times 80)}$$

$$= \frac{244}{181,76} + 3,6 \times 1025 \times 0,0014 = 1,34 + 5,13 = 7 \text{ detik}$$

Dari hasil perhitungan diatas dapat diketahui waktu tempuh kereta api saat melintasi lengkung tanpa adanya pemasangan pembatas kecepatan yaitu 2 menit 28 detik dan kehilangan waktu dengan adanya pemasangan pembatas kecepatan sebesar 80Km/jam pada lengkung nomor 15 pada jalur 2 hulu Stasiun Tambun untuk satu rangkaian kereta api yang melintas pada lengkung tersebut yaitu 7 detik. Sehingga waktu perjalanan dari stasiun Tambun menuju Stasiun Cibitung ditempuh dengan waktu 2 menit 35 detik.

Dalam satu harinya lengkung ini dilewati oleh total 339 rangkaian kereta api sehingga dapat diakumulasikan kehilangan waktu untuk 1 hari pada lengkung ini yaitu sebagai berikut:

$$T = T_h \times \text{Jumlah rangkaian KA}$$

$$T = 7 \text{ detik} \times 339 \text{ Rangkaian}$$

$$T = 39 \text{ menit } 55 \text{ detik}$$

Hasil akumulasi kehilangan waktu atau pertambahan waktu perjalanan pada seluruh kereta api dalam satu hari melintasi lengkung nomor 15 pada jalur 2 hulu Stasiun Tambun memiliki pertambahan waktu sebanyak 39 menit 55 detik.

C. Analisis Desain Perencanaan Lengkung (IP.03-R)

1. Data Kecepatan Rencana :
 - Kelas Jalan I ($>20.10^6$ ton/tahun).
 - Kecepatan Operasi : 90 km/jam
 - Kecepatan Maksimum (Kelas Jalan I) : 120 km/jam
2. Kecepatan Rencana untuk Perencanaan Jari-Jari Lengkung dan Lengkung Peralihan :
 - $V_{\text{rencana 1}} = V_{\text{maks}} = 120 \text{ km/jam}$
 - Kecepatan rencana untuk peninggian rel =
 $1,25 \times \text{kecepatan operasi rata-rata} = 1,25 \times 90$
 - $V_{\text{rencana 2}} = 112,5 \text{ km/jam}$
3. Perencanaan Jari-Jari Horisontal :
 - $R_{\text{min}} = 0,076 V^2 = 0,076 (120)^2 = 1094,4 \text{ m} \sim 1094 \text{ m}$
 - $R_{\text{min}} = 0,054 V^2 = 0,054 (120)^2 = 777,6 \text{ m} \sim 778 \text{ m}$
 - R min dari Tabel 2.1 PD.10 tahun 1986 = 780 m dengan peralihan

- R rencana = 1800 m (desain pekerjaan)

4. Perencanaan Peninggian Rel

- $h_{maks} = 110$ m

$$- h_{min} = \frac{8,8V^2}{R} - 53,5 \Rightarrow \frac{8,8(120)^2}{1800} - 53,5 = 16,9 \text{ mm} \sim 17 \text{ mm}$$

$$- h_{normal} = 5,95 \frac{V^2}{R} = 5,95 \frac{120^2}{1800}$$

$$= 47,6 \sim 48 \text{ mm} > 45 \text{ mm (Ketentuan Peraturan)}$$

- Memenuhi syarat : $h_{minimum} < h_{normal} < h_{maksimum}$

❖ peninggian rel yang direncanakan = $47,6 \approx 48$ m

5. Perencanaan Lengkung Peralihan

$$L_s = L_h = 0,01 \times h \times V_{maks} \Rightarrow 0,01 \times 48 \times 120$$

$$= 57,6 \text{ m} \sim 60 \text{ m (memenuhi syarat)}$$

6. Perencanaan Anak Panah Lengkung

$$AP(F) = \frac{a+b}{2R} = \frac{50}{R} \text{ pada } R = \frac{50.000}{F}$$

$$AP(F) = \frac{50}{R} = \frac{50}{1800} = 0,028 \text{ m}$$

7. Sudut Spiral

$$S = \frac{90 \times Lh}{\pi R} \Rightarrow S = \frac{90 \times 60}{\pi 1800} = 0,955 \text{ m}$$

8. Panjang Busur Lingkaran dan total lengkung

$$L_c = \frac{\Delta - 2S}{180} \pi R \Rightarrow L_c = \frac{2,332 - 2(0,955)}{180} \pi 1800 = 13,273 \text{ m}$$

$$L = 2(Lh) + L_c \Rightarrow 2(60) + 13,257 = 133,257 \text{ m}$$

9. Panjang Proyeksi Titik P

$$P = \frac{Lh^2}{6R} - R(1 - \cos S) \Rightarrow P = \frac{60^2}{6(1800)} - 1800(1 - \cos 0,955)$$

$$= 0,083 \text{ m}$$

10. Panjang k

$$k = Lh - \frac{Lh^3}{40.R^2} - R \sin S \Rightarrow k = 43 - \frac{60^3}{40.1800^2} - 1800 \sin 0,955$$

$$= 12,998 \text{ m} \sim 13 \text{ m}$$

11. Panjang Ts

$$T_s = (R + P) \operatorname{tg} \left(\frac{1}{2} \Delta \right) + k$$

$$\Rightarrow T_s = (1800 + 0,083) \operatorname{tg} \left(\frac{1}{2} 2,332 \right) + 13 = 49,65 \text{ m}$$

12. Panjang Titik E

$$E = (R + p) \sec \frac{\Delta_s}{2} - R \Rightarrow (1800 + 0,083) \sec \left(\frac{2,332}{2} \right) - 1800 = 0,455 \text{ m}$$

13. Panjang Xs dan Ys

$$X_s = L_s - \frac{L_s^3}{40 \times R^2} \Rightarrow 60 - \frac{60^3}{40 \times 1800^2}$$

$$= 59,998 \text{ m} \sim 60 \text{ m}$$

$$Y_s = \frac{L_s^2}{6 \times R} \Rightarrow \frac{60^2}{6 \times 1800} = 0,3 \text{ m}$$

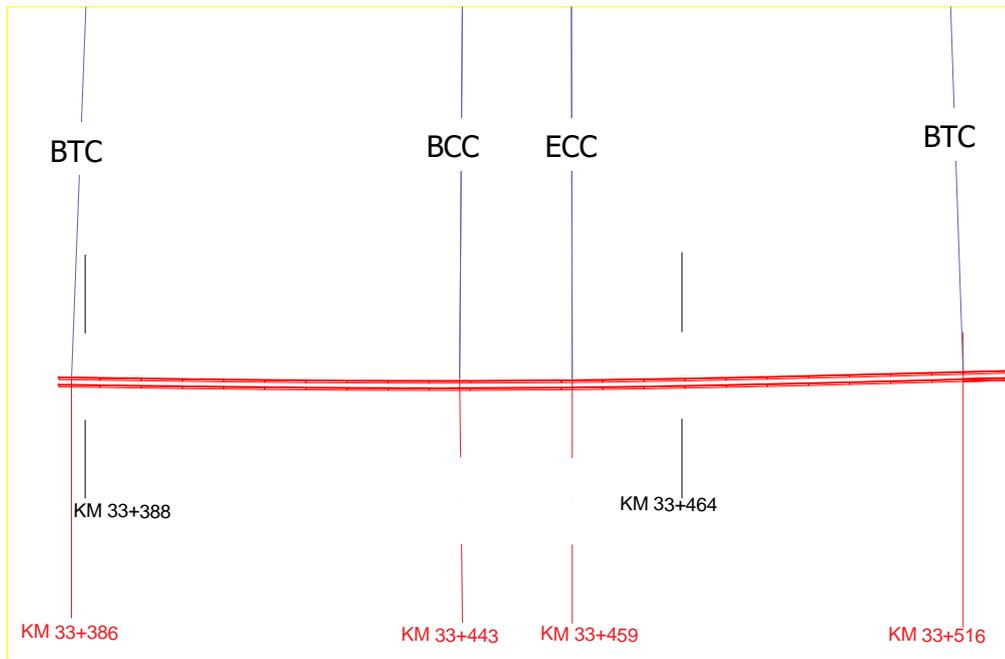
Berikut adalah tabel perbandingan antara lengkung eksisting dengan rencana desain lengkung baru pada jalur 2 hulu emplasemen Stasiun Tambun:

Tabel V. 4 Parameter Kondisi Lengkung Baru

No. Lengkung	IP.03-R	
Δ	2,332	Sudut Luar Lengkung
R	1800	Jari-jari
V (km/jam)	120	Kecepatan rencana
h (mm)	48	Pertinggian rel
AP (m)	0,028	Anak Panah Lengkung
Lh (m)	60	Peralihan
ΔS	0,955	Sudut peralihan
ΔC	0.422	Sudut lingkaran
Lc (m)	13,257	Panjang lingkaran
L (m)	133,257	Panjang Total Lengkung
p	0,083	Proyeksi garis bantu PI tegak lurus
k	13	proyeksi datar titik TS ke LS.
Ts	49,65	Panjang tangen
Es	0,455	Jarak PI ke busur lingkaran
Xs	60	Jarak TS ke Lh
Ys	0,3	Tegak lurus tangen ke titik Lh

Sumber: Hasil Analisa, 2022

Berikut merupakan kondisi desain lengkung baru berdasarkan skematik hasil perhitungan:



Gambar V. 2 Skema Perencanaan Lengkung Horizontal IP.03-R

Sumber: Hasil Analisis, 2022

Dari data di atas dapat dilihat hasil desain lengkung baru dengan hanya menggunakan satu lengkung tipe C *curve* di desain dengan total panjang 133 meter dan mampu dilintasi dengan kecepatan 120 km/jam.

Selanjutnya dari data desain kecepatan lengkung perencanaan IP.03-R di atas, dapat di sajikan waktu tempuh kereta api saat melintasi lengkung dengan menggunakan rumus sebagai berikut:

$$t = 60 \times \frac{S_{a-b}}{V} \Rightarrow 60 \times \frac{3.420 \text{ km}}{120} = 1 \text{ menit } 7 \text{ detik}$$

Berikut ini adalah tabel perbandingan waktu tempuh KA langsung yang melintasi lengkung di jalur 2 hulu emplasemen Stasiun Tambun:

Tabel V. 5 Perbandingan Waktu Tempuh Berdasarkan Kecepatan KA

Lengkung	Kecepatan	Waktu Tempuh
Eksisting Tanpa Taspat	90	2 menit 28 detik
Eksisting Dengan Taspat	80	2 menit 35 detik
Desain Lengkung Baru	120	1 menit 7 detik

Sumber: Hasil Analisa, 2022

Berdasarkan hasil analisa terhadap kondisi desain lengkung didapatkan beberapa dampak antara lain:

1. Bertambahnya kecepatan maksimal KA karena desain lengkung dengan radius dan peralihan yang sudah diperhitungkan sesuai ketentuan kecepatan KA;
2. Meningkatnya kenyamanan perjalanan KA dikarenakan berkurangnya gerakan sentrifugal akibat perubahan radius lengkung yang lebih besar ditambah dengan peralihan;
3. Dari sisi bahan bakar kereta lebih hemat karena berkurangnya waktu tempuh; dan
4. Mengurangi penggunaan lahan dikarenakan hanya menggunakan hanya satu lengkung dengan panjang total 133 meter.

BAB VI

PENUTUP

A. Kesimpulan

Berdasarkan hasil analisis terkait data kondisi eksisting lengkung nomor 15C dan 15D dengan rencana lengkung baru pada jalur 2 hulu emplasemen Tambun maka diperoleh kesimpulan sebagai berikut:

1. Kondisi eksisting lengkung
 - a. Lengkung nomor 15C dan 15D termasuk jenis lengkung horizontal S *curve* dimana terdapat dua lengkung yang berlainan arah namun terletak bersambungan membentuk huruf S dengan
 - b. Lengkung 15C dan 15D memiliki panjang total 206 meter
 - c. Akibat adanya wesel pada jalur tersebut Lengkung peralihan eksisting nomor 15D hanya mencapai 30 meter kurang dari persyaratan yaitu sepanjang 54 meter untuk kecepatan 90 km/jam.
 - d. Untuk melindungi lengkung S dengan PLA yang tidak terpenuhi maka dipasanglah semboyan 2 pembatas kecepatan 80 km/jam dari KM 33+100 hingga KM 33+900
 - e. Karena adanya pembatas kecepatan maka KA yang melalui jalur ini membutuhkan waktu 2 menit 35 detik untuk menuju stasiun selanjutnya.
2. Berdasarkan perumusan maka kecepatan rencana yang akan diterapkan adalah sebesar 120 km/jam, adapun peningkatan kecepatan pada jalur 2 hulu Stasiun Tambun adalah dengan cara:
 - a. Memperbesar radius lengkung;
 - b. Merubah alinemen lengkung S *curve* menjadi C *curve*;
 - c. Menaikkan pertinggian rel; dan
 - d. Menambah panjang lengkung peralihan.
3. Perencanaan geometrik sesuai dengan perhitungan yang telah ditabelkan dengan kecepatan rencana 120 km/jam sehingga membutuhkan jari-jari lengkung yang besar yakni 1800 m dengan lengkung peralihan sebesar 60 meter, dengan total panjang 133 meter.

4. Efek dari diterapkannya desain baru ini bertambahnya kecepatan operasi yang mengurangi waktu tempuh sebanyak 1 menit 21 detik menjadi hanya ditempuh dalam 1 menit 7 detik yang berdampak pada bahan bakar lokomotif yang berkurang karena berkurangnya waktu tempuh. Selain itu perubahan geometri lengkung mengurangi gaya sentrifugal pada rel sehingga meningkatkan kenyamanan perjalanan KA serta mengurangi penggunaan lahan untuk jalur lengkung.
5. Untuk pekerjaan yang menyusul setelah perencanaan desain ini adalah:
 - a. Relokasi wesel *couple* di KM 33+600
 - b. Relokasi Wesel di KM 33+550
 - c. Menyesuaikan jaringan Listrik Aliran Atas (LAA)
 - d. Relokasi persinyalan (Sinyal berangkat, *track circuit* dan komponen lainnya)

B. Saran

Setelah melakukan serangkaian analisa mengenai perbandingan dan perencanaan dalam tugas akhir ini, saran yang bisa penulis berikan adalah sebagai berikut:

1. Penentuan kecepatan rencana pada jalan rel terutama pada lengkung hendaknya menyesuaikan peraturan yang berlaku, kelas dan medan jalan. Hal tersebut dapat mempengaruhi hasil perencanaan dan kualitas jalan rel.
2. Dalam pemilihan trase hendaknya seminimal mungkin melalui daerah pemukiman agar tidak sulit dalam pembebasan lahan.
3. Karena masih dalam perencanaan, untuk memberikan keamanan pada perjalanan KA saat melintas di lengkung eksisting, perlu adanya pemeriksaan dan perawatan terhadap kondisi anak panah, pertinggian, peralihan serta jalur lurus pada lengkung S tersebut, serta memperhatikan agar KA berjalan sesuai dengan kecepatan yang berlaku.
4. Mengkaji kembali alinemen horizontal rencana setelah dilakukan realinemen jalur kereta api pada jalur tersebut.
5. Untuk peneliti lainnya yang akan meneliti pada permasalahan, metode ataupun instrumen penelitian yang sama walaupun sampel dan lokasinya

berbeda maka kecenderungan hasilnya juga tidak akan jauh berbeda. Dan diharapkan peneliti lainnya dapat meminimalisir kekurangan yang diperoleh dari penelitian ini sehingga dapat dihasilkan penelitian yang lebih sempurna.

DAFTAR PUSTAKA

- Baharudin, M. (2018). Evaluasi Pengaruh Lengkung Kereta Api di Km 1+066 - Km 1+279 Terhadap Kecepatan Kereta Api. Sumatera Utara: Tugas Akhir Universitas Muhamadiyah Sumatera Utara.
- Haris, S., & Hendrianto, T. (2017). Pengaruh Geometrik Jalan Rel Terhadap Batas Kecepatan Maksimal Kereta Api. Jurnal Sekolah Tinggi Teknologi Mandala Vol.12 No.2, 29-40.
- Harjono, R. (2009). Studi Sistem Pemeliharaan Jalan Kereta Api (Studi Kasus Koridor Sta. Duri – Sta. Tangerang). Jakarta: Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Sipil Dan Perencanaan. Universitas Mercu Buana.
- Hazubi, S. (2015). Perencanaan Geometrik Jalan Rel Socah – Sampang. Surabaya: FTSP. Institut Teknologi Sepuluh November
- Kementerian Perhubungan, (2007). Undang-undang No. 23 Tahun 2007 tentang Perkeretaapian. Jakarta : Kementerian Perhubungan Republik Indonesia.
- Kementerian Perhubungan, (2009). Peraturan Pemerintah No. 56 Tahun 2009 mengenai Penyelenggaraan Perkeretaapian. Jakarta: Kementerian Perhubungan Republik Indonesia.
- Kementerian Perhubungan, (2011). Peraturan Menteri Perhubungan No. 11 Tahun 2012 tentang Tata Cara Penetapan Trase Jalur Kereta Api. Jakarta: Kementerian Perhubungan Republik Indonesia.
- Kementerian Perhubungan, (2012). Peraturan Menteri Perhubungan No. 60 Tahun 2012 tentang Persyaratan Teknik Jalur Kereta Api. Jakarta : Kementerian Perhubungan Republik Indonesia.
- Kurniawan, H. H., & Triana, S. (2016). Kajian Peraturan Perencanaan Geometri Jalan Kereta Api Indonesia. The 19th International Symposium of FSTPT, Islamic University Of Indonesia, 1929-1938.
- Nadira, Lia F. (2020) Optimalisasi Lengkung di KM 121+824 – 122+165 PADA Petak Jalan Karangantu – Tonjongbaru Lintas Tanah Abang-Merak Terhadap Kecepatan Kereta Api. Bekasi: Prodi D-III Manajemen

Transportasi Perkeretaapian. Politeknik Transportasi Darat Indonesia-
STTD

Nurdianto, D., & Sudarwati. (2020). Analisa Pembentukan Alignment Lengkung Down Track KM 9+252,621 – 9+820 Antara Stasiun Asean - Senayan MRT Jakarta Dengan Metode Tiga Titik (String). Jakarta: Prodi Teknik Sipil Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan. Universitas Jayabaya Jakarta Indonesia.

Pebiandi, V. (2011). Perencanaan Geometri Jalan Rel Kereta Api Trase Kota Pinang – Menggala Sta 104+000 – Sta 147+200 Pada Ruas Rantau Prapat – Duri II Provinsi Riau. Surabaya: FTSL. Institut Teknologi Sepuluh November.

PJKA, (1986). Perencanaan Konstruksi Jalan Rel (Peraturan Dinas No. 10). Bandung.

PJKA, (1986). Perencanaan Konstruksi Jalan Rel (Penjelasan Peraturan Dinas No. 10). Bandung.

PT KAI, (Persero), (2010). PD 3 mengenai Semboyan. Bandung: PT Kereta Api Indonesia (Persero) Kantor Pusat Bandung.

PT KAI, (Persero), (2016). Perawatan Jalan Rel (Peraturan Dinas No. 10A). Bandung: PT Kereta Api Indonesia (Persero) Kantor Pusat Bandung.

Sri Atmaja P. Rosyidi, P. (2015). Rekayasa Jalan Kereta Api. Yogyakarta: LP3M - UMY.

Supriadi, U. (2008). Perencanaan Perjalanan Kereta Api dan Pelaksanaannya. Bandung: PT. Kereta Api Kantor Pusat.

Utomo, S. (2009). Jalan Rel. Yogyakarta: Betta Offset.

LAMPIRAN

	<p>POLITEKNIK TRANSPORTASI DARAT INDONESIA – STTD</p> <p>LAPORAN KERTAS KERJA WAJIB DIPLOMA III MANAJEMEN TRANSPORTASI PERKERETAAPIAN TAHUN AKADEMIK 2021/2022</p>	<p>Lampiran 1 Spesifikasi Lengkung 15C dan 15D</p>	
---	--	--	---

NO. LENGKUNG	15 C
ML	33+388
AL	33+464
PL	76
SUDUT	4°57'7"
RADIUS	1400
AP	35
PLA	45
H	43
L. SEPUR	1067
V	80

NO. LENGKUNG	15 D
ML	33+535
AL	33+594
PL	59
SUDUT	5°5'57"
RADIUS	1000
AP	50
PLA	30
H	60
L. SEPUR	1067
V	80

	<p>POLITEKNIK TRANSPORTASI DARAT INDONESIA – STTD</p> <p>LAPORAN KERTAS KERJA WAJIB DIPLOMA III MANAJEMEN TRANSPORTASI PERKERETAAPIAN TAHUN AKADEMIK 2021/2022</p>	<p>Lampiran 2 Spesifikasi Lengkung IP. 03-R</p>	
---	--	---	---

No. IP	IP. 03-R	
PI - KM	33+450	
X (E)	27378,477	
Y (N)	-6533,129	
CR	1800	M
V	120	Km/h
Δ	2°19'57"	..°..'.."
TL	65,203	m
Lh	57,120	m
Lc	15,154	m
L	130,394	m
h	48	mm
BTC	33+386	
BCC	33+443	
ECC	33+459	
ETC	33+516	
B	1067	

	<p style="text-align: center;">POLITEKNIK TRANSPORTASI DARAT INDONESIA – STTD</p> <p style="text-align: center;">LAPORAN KERTAS KERJA WAJIB DIPLOMA III MANAJEMEN TRANSPORTASI PERKERETAAPIAN TAHUN AKADEMIK 2021/2022</p>	<p style="text-align: center;">Lampiran 3 Hasil Opname Anak Panah dan Pertinggalan Lengkung</p>	
---	--	---	---

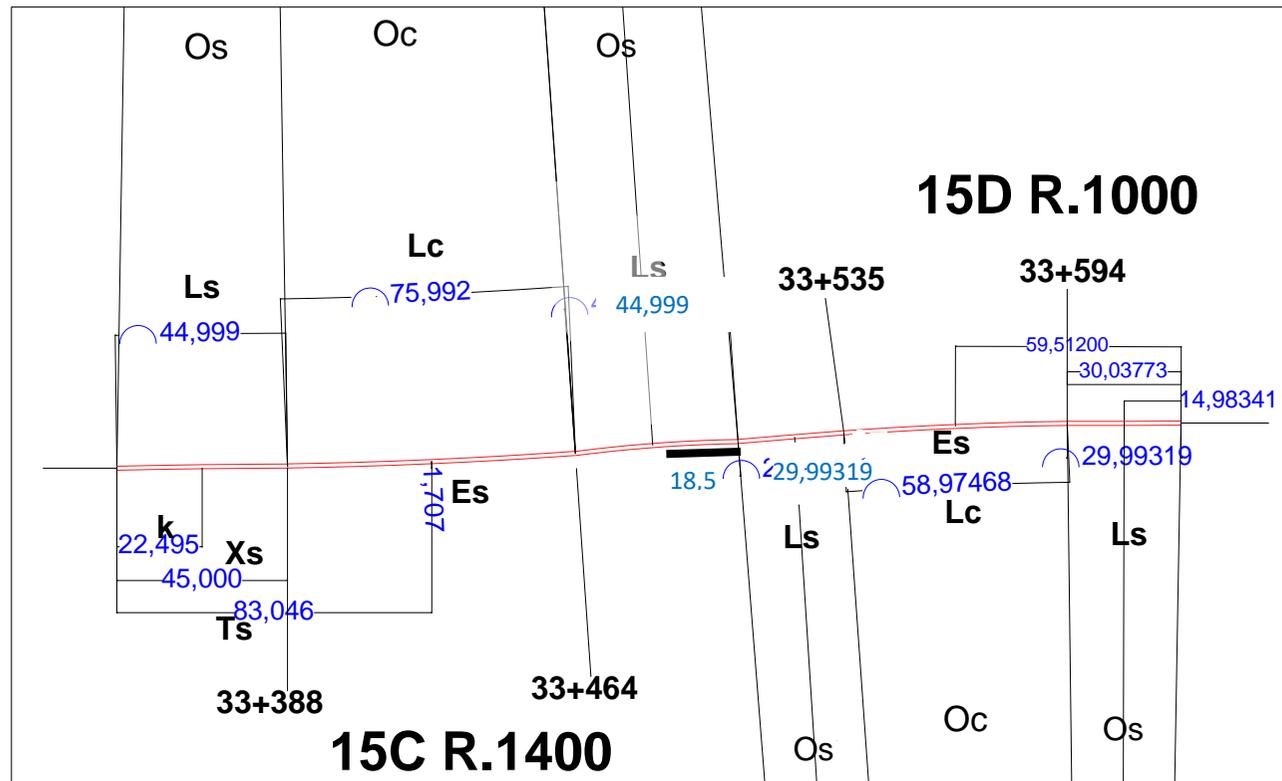
15C			15D		
Titik	AP	Pertinggalan	Titik	AP	Pertinggalan
-3	0	1	-2	-12	0
-2	2	1	-1	-2	15
-1	-5	10	0	12	34
0	12	22	1	32	55
1	12	36	2	47	66
2	24	45	3	48	67
3	24	44	4	51	60
4	37	44	5	58	38
5	27	34	6	58	26
6	40	35	7	39	6
7	36	27	8	18	-2
8	35	22			
9	43	10			
10	39	7			
11	8	2			
12	12	1			
13	3	3			



POLITEKNIK TRANSPORTASI
DARAT INDONESIA – STTD

LAPORAN KERTAS KERJA WAJIB
DIPLOMA III MANAJEMEN TRANSPORTASI
PERKERETAAPIAN
TAHUN AKADEMIK 2021/2022

Lampiran 5 Layout Lengkung Eksisting 15C
dan 15D



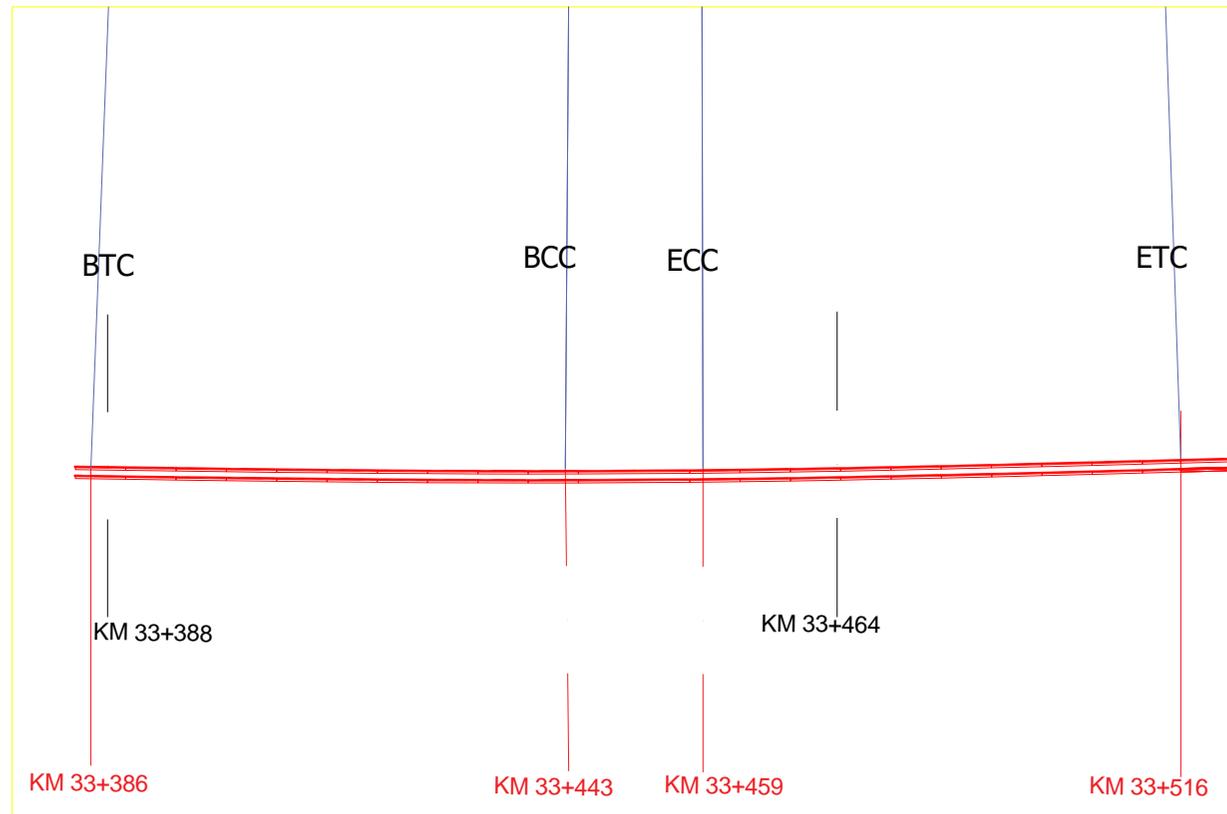
F



POLITEKNIK TRANSPORTASI
DARAT INDONESIA – STTD

LAPORAN KERTAS KERJA WAJIB
DIPLOMA III MANAJEMEN TRANSPORTASI
PERKERETAAPIAN
TAHUN AKADEMIK 2021/2022

Lampiran 6 Layout Desain Lengkung IP. 03-R

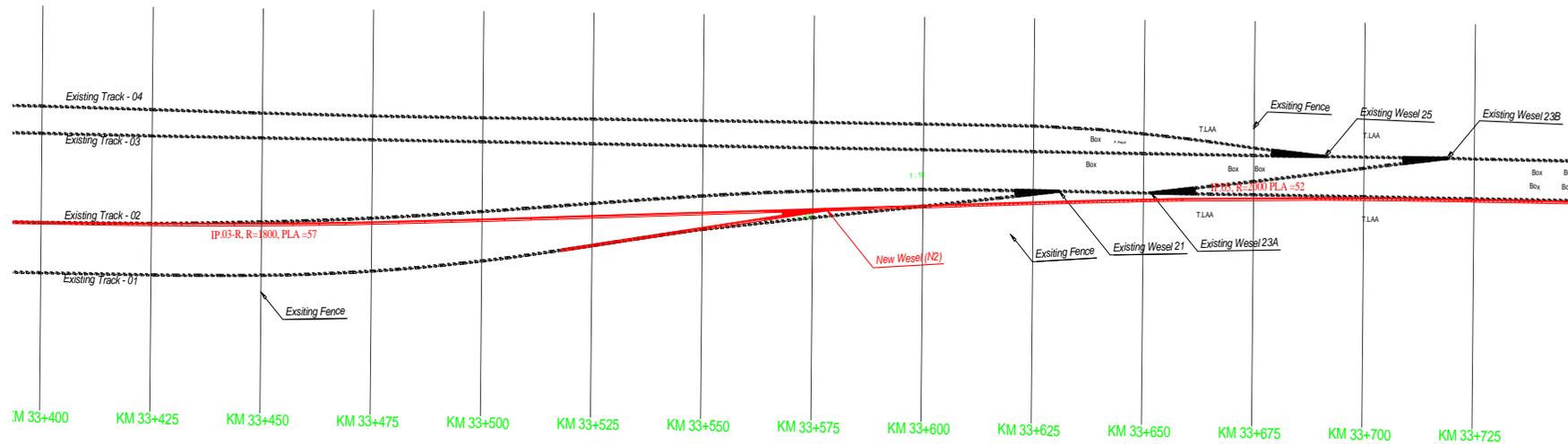




POLITEKNIK TRANSPORTASI
DARAT INDONESIA – STTD

LAPORAN KERTAS KERJA WAJIB
DIPLOMA III MANAJEMEN TRANSPORTASI
PERKERETAAPIAN
TAHUN AKADEMIK 2021/2022

Lampiran 7 Layout Perbandingan Lengkung
Eksisting Dan Lengkung Baru





POLITEKNIK TRANSPORTASI
DARAT INDONESIA – STTD

LAPORAN KERTAS KERJA WAJIB
DIPLOMA III MANAJEMEN TRANSPORTASI
PERKERETAAPIAN
TAHUN AKADEMIK 2021/2022

Lampiran 8 Dokumentasi Lapangan

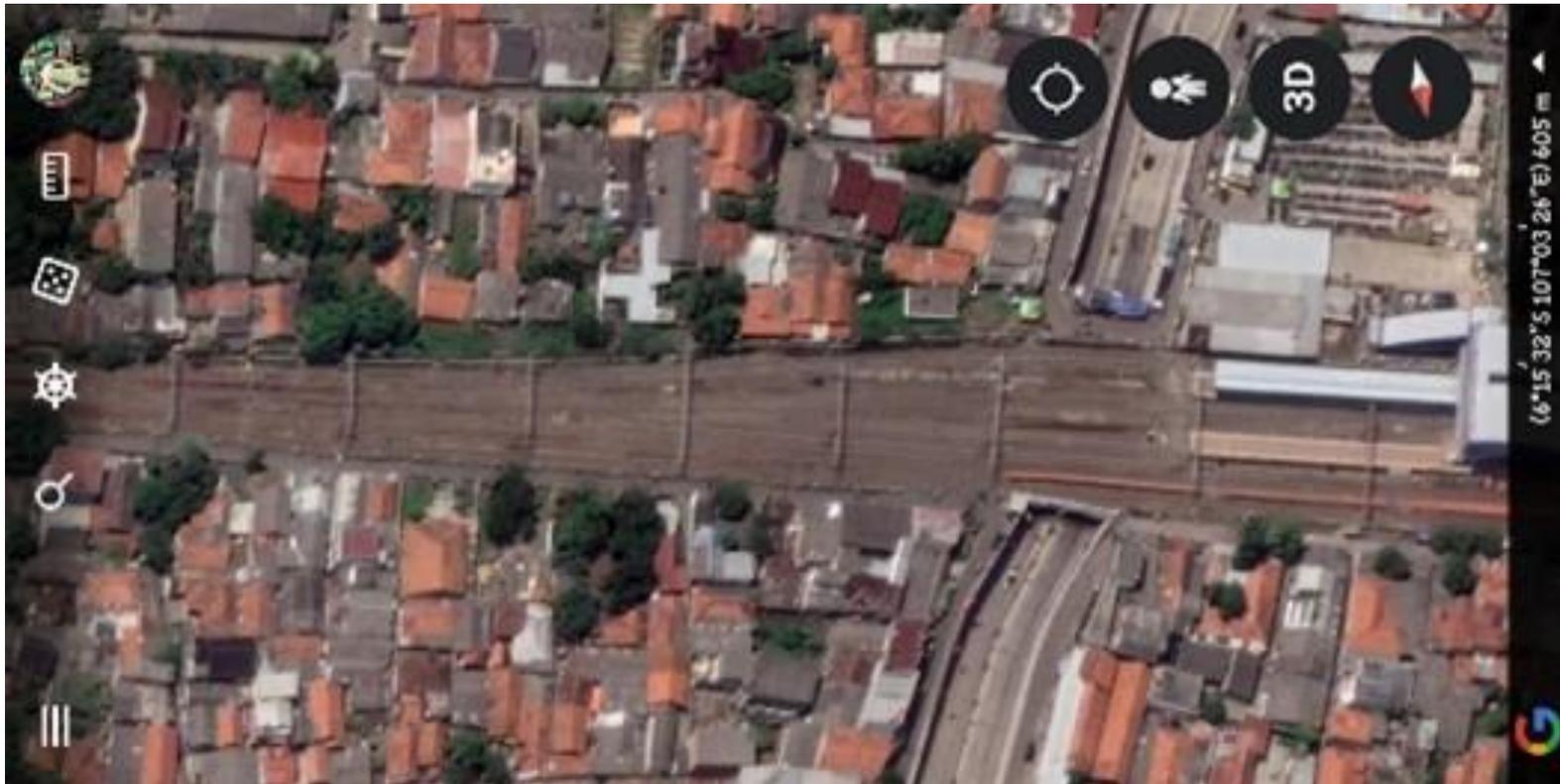




POLITEKNIK TRANSPORTASI
DARAT INDONESIA – STTD

LAPORAN KERTAS KERJA WAJIB
DIPLOMA III MANAJEMEN TRANSPORTASI
PERKERETAAPIAN
TAHUN AKADEMIK 2021/2022

Lampiran 9 Kondisi Eksisting Lengkung



POLITEKNIK TRANSPORTASI DARAT INDONESIA - STTD



KARTU ASISTENSI KKW

Nama : Aldy Ardiansyah	Dosen Pembimbing : Dr. Ir. Hermanto Dwiatmoko, M.STr.
Notar : 1903005	Tanggal Asistensi : (1 Juli 2022)
Prodi : D III Manajemen Transportasi Perkeretaapian	Asistensi 1
Judul kkw : Evaluasi Pada Jalur Lengkung di KM 33+388 - KM 33+594 Emplasemen Stasiun Tambun Terhadap Kecepatan Perjalanan Kereta Api	

No	Evaluasi	Revisi
1	Rumusan Masalah	Hubungkan rumusan masalah dengan metode penelitian.



Pembimbing

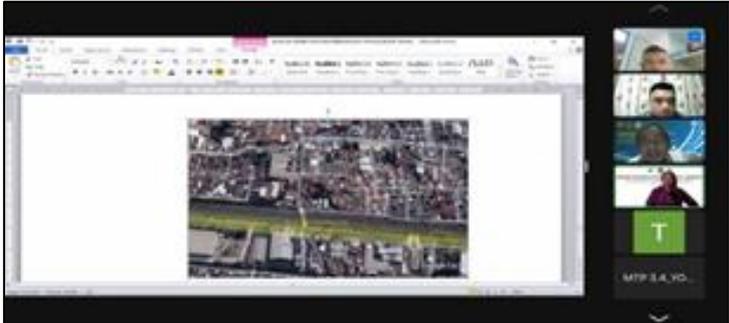
(Dr. Ir. Hermanto Dwiatmoko M.STr.)

POLITEKNIK TRANSPORTASI DARAT INDONESIA - STTD

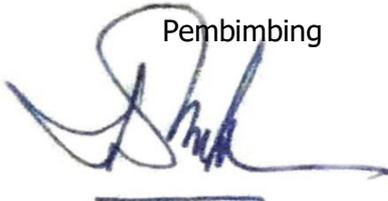


KARTU ASISTENSI KKW

Nama	: Aldy Ardiansyah	Dosen Pembimbing :
Notar	: 1903005	Dr. Ir. Hermanto Dwiatmoko, M.STr.
Prodi	: D III Manajemen Transportasi Perkeretaapian	Tanggal Asistensi :
Judul kkw	: Evaluasi Pada Jalur Lengkung di KM 33+388 - KM 33+594 Emplasemen Stasiun Tambun Terhadap Kecepatan Perjalanan Kereta Api	(8 Juli 2022) Asistensi 2

No	Evaluasi	Revisi
1	Flowchart	Sesuaikan bentuk flowchart dengan bentuk bentuk nya.
		

Pembimbing



(Dr. Ir. Hermanto Dwiatmoko M.STr.)

POLITEKNIK TRANSPORTASI DARAT INDONESIA - STTD



KARTU ASISTENSI KKW

Nama : Aldy Ardiansyah	Dosen Pembimbing : Dr. Ir. Hermanto Dwiatmoko, M.STr.
Notar : 1903005	Tanggal Asistensi : (15 Juli 2022)
Prodi : D III Manajemen Transportasi Perkeretaapian	Asistensi 3
Judul kkw : Evaluasi Pada Jalur Lengkung di KM 33+388 - KM 33+594 Emplasemen Stasiun Tambun Terhadap Kecepatan Perjalanan Kereta Api	

No	Evaluasi	Revisi
1	Maksud dan Tujuan Penelitian	Sederhanakan pemecahan masalah sesuai dengan aturan yang ada.
		

Pembimbing



(Dr. Ir. Hermanto Dwiatmoko M.STr.)

POLITEKNIK TRANSPORTASI DARAT INDONESIA - STTD



KARTU ASISTENSI KKW

Nama : Aldy Ardiansyah	Dosen Pembimbing : Dr. Ir. Hermanto Dwiatmoko, M.STr.
Notar : 1903005	Tanggal Asistensi : (22 Juli 2022)
Prodi : D III Manajemen Transportasi Perkeretaapian	Asistensi 4
Judul kkw : Evaluasi Pada Jalur Lengkung di KM 33+388 - KM 33+594 Emplasemen Stasiun Tambun Terhadap Kecepatan Perjalanan Kereta Api	

No	Evaluasi	Revisi
1	Kesimpulan dan Saran	Kesimpulan dan saran harus dapat menjawab permasalahan yang ada.

Pembimbing

(Dr. Ir. Hermanto Dwiatmoko M.STr.)

POLITEKNIK TRANSPORTASI DARAT INDONESIA - STTD



KARTU ASISTENSI KKW

Nama : Aldy Ardiansyah	Dosen Pembimbing : Dr. Ir. Hermanto Dwiatmoko, M.STr.
Notar : 1903005	Tanggal Asistensi : (25 Juli 2022)
Prodi : D III Manajemen Transportasi Perkeretaapian	Asistensi 5
Judul kkw : Evaluasi Pada Jalur Lengkung di KM 33+388 - KM 33+594 Emplasemen Stasiun Tambun Terhadap Kecepatan Perjalanan Kereta Api	

No	Evaluasi	Revisi
1	Paparan Sidang	Membuat paparan sidang sesuai KKW yang telah dibuat.



Pembimbing

(Dr. Ir. Hermanto Dwiatmoko M.STr.)

POLITEKNIK TRANSPORTASI DARAT INDONESIA - STTD



KARTU ASISTENSI KKW

Nama : Aldy Ardiansyah	Dosen Pembimbing : Nomin, S.Ag, M,Pd
Notar : 1903005	Tanggal Asistensi : (1 Juli 2022)
Prodi : D III Manajemen Transportasi Perkeretaapian	Asistensi 1
Judul kkw : Evaluasi Pada Jalur Lengkung di KM 33+388 - KM 33+594 Emplasemen Stasiun Tambun Terhadap Kecepatan Perjalanan Kereta Api	

No	Evaluasi	Revisi
1	Identifikasi Masalah	Menambahkan identifikasi permasalahan yang berkaitan dengan rumusan masalah.

Pembimbing

(Nomin, S.Ag, M.Pd)

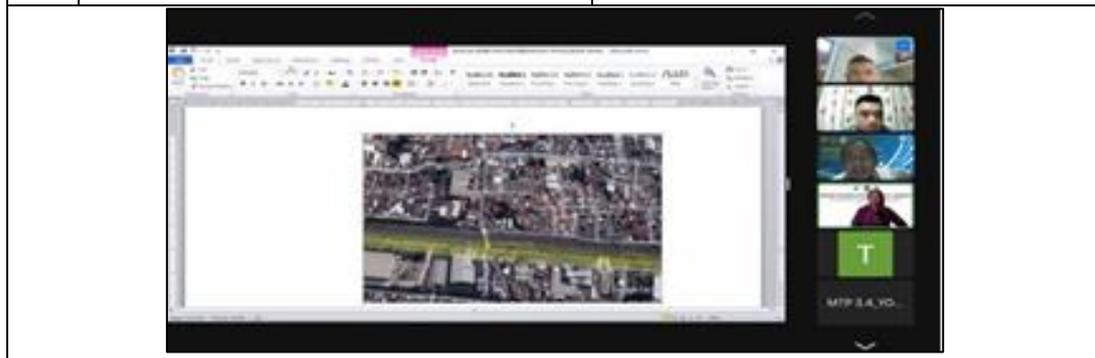
POLITEKNIK TRANSPORTASI DARAT INDONESIA - STTD



KARTU ASISTENSI KKW

Nama : Aldy Ardiansyah	Dosen Pembimbing : Nomin, S.Ag, M,Pd
Notar : 1903005	Tanggal Asistensi : (8 Juli 2022)
Prodi : D III Manajemen Transportasi Perkeretaapian	Asistensi 2
Judul kkw : Evaluasi Pada Jalur Lengkung di KM 33+388 - KM 33+594 Emplasemen Stasiun Tambun Terhadap Kecepatan Perjalanan Kereta Api	

No	Evaluasi	Revisi
1	Tinjauan pustaka	Melengkapi data dengan teori-teori, literatur dan aturan yang ada.



Pembimbing

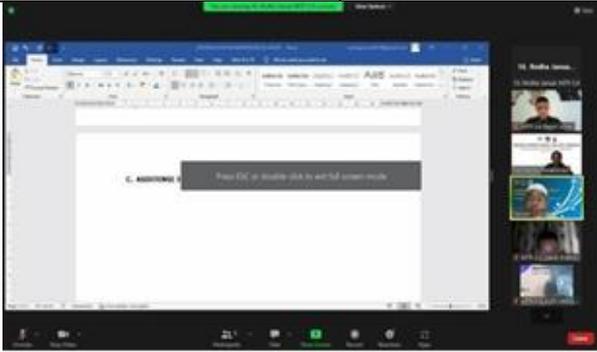
(Nomin, S.Ag, M.Pd)

POLITEKNIK TRANSPORTASI DARAT INDONESIA - STTD



KARTU ASISTENSI KKW

Nama : Aldy Ardiansyah	Dosen Pembimbing : Nomin, S.Ag, M,Pd
Notar : 1903005	Tanggal Asistensi : (15 Juli 2022)
Prodi : D III Manajemen Transportasi Perkeretaapian	Asistensi 3
Judul kkw : Evaluasi Pada Jalur Lengkung di KM 33+388 - KM 33+594 Emplasemen Stasiun Tambun Terhadap Kecepatan Perjalanan Kereta Api	

No	Evaluasi	Revisi
1	Kebutuhan data	Data primer dan sekunder terlalu umum, harus dibuat poin-poin pada data sebagai penjelasan data tersebut.
		

Pembimbing

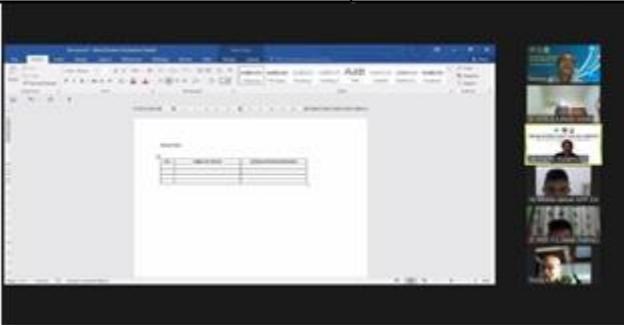
(Nomin, S.Ag, M.Pd)

POLITEKNIK TRANSPORTASI DARAT INDONESIA - STTD



KARTU ASISTENSI KKW

Nama : Aldy Ardiansyah	Dosen Pembimbing : Nomin, S.Ag, M,Pd
Notar : 1903005	Tanggal Asistensi : (22 Juli 2022)
Prodi : D III Manajemen Transportasi Perkeretaapian	Asistensi 4
Judul kkw : Evaluasi Pada Jalur Lengkung di KM 33+388 - KM 33+594 Emplasemen Stasiun Tambun Terhadap Kecepatan Perjalanan Kereta Api	

No	Evaluasi	Revisi
1	Metode penelitian	Penelitian menggunakan metode kuantitatif harus mengacu pada peraturan dan terdapat perhitungan dalam penelitian.
		

Pembimbing

(Nomin, S.Ag, M.Pd)

POLITEKNIK TRANSPORTASI DARAT INDONESIA - STTD



KARTU ASISTENSI KKW

Nama : Aldy Ardiansyah	Dosen Pembimbing : Nomin, S.Ag, M,Pd
Notar : 1903005	Tanggal Asistensi : (25 Juli 2022)
Prodi : D III Manajemen Transportasi Perkeretaapian	Asistensi 5
Judul kkw : Evaluasi Pada Jalur Lengkung di KM 33+388 - KM 33+594 Emplasemen Stasiun Tambun Terhadap Kecepatan Perjalanan Kereta Api	

No	Evaluasi	Revisi
1	Paparan sidang	Jangan menimbulkan pertanyaan dari pernyataan yang ada di KKW, semua harus secara padat dan jelas.

Pembimbing

(Nomin, S.Ag, M.Pd)