

# PERBAIKAN LENGKUNG JALAN REL PADA PETAK JALAN MAROS- RAMMANG RAMMANG DENGAN GAUGE 1435 (STUDI KASUS KM 19<sup>+038</sup>- KM 19<sup>+266</sup>)

Abqori, Shifa' Muhammad<sup>1\*</sup>, Nico D. Djajasinga<sup>2</sup>, Ahmad Wahyudi<sup>3</sup>

<sup>1,2,3</sup>Politeknik Transportasi Darat Indonesia  
Jalan Raya Setu No. 89 Bekasi, Jawa Barat 17520, Indonesia

<sup>1</sup>[Shifaab86@gmail.com](mailto:Shifaab86@gmail.com)\*, <sup>2</sup>[nico.djajasinga@ptdisttd.ad.id](mailto:nico.djajasinga@ptdisttd.ad.id)\*, <sup>3</sup>[Yudied2000@gmail.com](mailto:Yudied2000@gmail.com)\*

## ABSTRACT

*Infrastructure maintenance is an activity that must be carried out by every railway infrastructure operator to maintain the reliability of railway infrastructure so that it remains operational. Railway maintenance activities include daily, monthly and annual maintenance as well as repairs to restore the function of the railway. On the Maros-Rammang Rammang road plot KM 19+038-KM 19+266 there is an IP M5R curve which has undergone a change from its ideal condition which can be caused by the centrifugal force of the train which results in a shift in the bow or arrow or a decrease in the level of the railroad. The aim of this research is to carry out repairs on railroad curves that have undergone changes from their ideal conditions. This research can be used as a standard procedure for carrying out maintenance on railroad curves on 1435 mm railroad tracks. The arch calculator is used as a method or alternative in determining friction for arch repairs, elevations and arch widening. From calculations using a curve calculator, it was obtained that the condition of the railroad curved arrows could not be returned to 100% perfection according to the initial design, but instead efforts were made as close to perfect as possible. The conclusion of this research is that the curve calculator or Microsoft Excel application can be used as a method or alternative to make it easier to calculate the amount of shear in curve repairs.*

*Keywords: maintenance, horizontal curves, and curve calculator*

## ABSTRAK

Perawatan prasarana merupakan kegiatan yang wajib dilakukan oleh setiap penyelenggara prasarana perkeretaapian untuk mempertahankan keandalan prasarana perkeretaapian agar tetap laik operasi. Kegiatan perawatan jalan rel meliputi perawatan harian, bulanan, dan tahunan serta perbaikan untuk mengembalikan fungsi jalan rel. Pada petak jalan Maros-Rammang rammang KM 19<sup>+038</sup>-KM 19<sup>+266</sup> terdapat lengkung IP M5R yang telah mengalami perubahan dari kondisi idealnya yang dapat diakibatkan karena gaya sentrifugal kereta api yang mengakibatkan pergeseran busur atau anak panah atau menurunnya level jalan kereta api. Tujuan penelitian ini yaitu melakukan perbaikan pada lengkung jalan rel yang telah mengalami perubahan dari kondisi idealnya. Penelitian ini dapat dijadikan sebagai standar tata cara dalam melakukan perawatan pada lengkung jalan rel di jalan rel 1435 mm. Kalkulator lengkung digunakan sebagai metode atau alternatif dalam menentukan geseran terhadap perbaikan anak panah, pertinggian, dan pelebaran lengkung. Dari perhitungan dengan kalkulator lengkung diperoleh hasil kondisi anak panah lengkung jalan rel tidak bisa dikembalikan secara sempurna 100% sesuai desain awalnya, melainkan diusahakan semaksimal mungkin mendekati sempurna. Disimpulkan dalam penelitian ini yaitu Kalkulator lengkung atau aplikasi *microsoft excel* dapat digunakan sebagai metode atau alternatif untuk mempermudah dalam menentukan perhitungan besar geseran dalam perbaikan lengkung.

Kata Kunci: Perawatan, Lengkung Horizontal, dan Kalkulator Lengkung

## I. PENDAHULUAN

Jalan rel merupakan satu kesatuan konstruksi yang terbuat dari baja, beton, atau konstruksi lain yang terletak dipermukaan, di bawah, dan di atas tanah atau bergantung beserta perangkatnya yang mengarahkan jalannya kereta api (Menurut Peraturan Menteri Perhubungan Nomor 60 Tahun 2012). Tidak selamanya trace jalan rel selalu dalam lurus, pada kondisi lapangan tertentu atau untuk mengubah arah pada lintas bebas, terpaksa dibuat lengkungan (Surakim, 2014).

Perkeretaapian wajib dilakukan pengujian, pemeriksaan, dan perawatan untuk menjamin kelaikan pada prasarana perkeretaapian tersebut (UU Nomor 23 Tahun 2007 tentang Perkeretaapian). Pengujian prasarana perkeretaapian adalah kegiatan yang dilakukan oleh pemerintah dan dapat dilimpahkan kepada badan hukum atau lembaga yang mendapat akreditasi pemerintah untuk mengetahui kesesuaian antara persyaratan teknis, kondisi, dan fungsi prasarana perkeretaapian (Peraturan Menteri Perhubungan Nomor 30 Tahun 2011). Pemeriksaan prasarana perkeretaapian adalah kegiatan yang wajib dilakukan oleh penyelenggara prasarana perkeretaapian dilakukan untuk mengetahui kondisi dan fungsi prasarana perkeretaapian (Peraturan Menteri Perhubungan Nomor 31 Tahun 2011). Perawatan prasarana adalah kegiatan yang wajib dilakukan oleh setiap penyelenggara prasarana perkeretaapian untuk mempertahankan keandalan prasarana perkeretaapian agar tetap laik operasi. Kegiatan perawatan jalan rel meliputi perawatan berkala yaitu perawatan harian, perawatan bulanan, perawatan tahunan dan perbaikan untuk mengembalikan fungsi jalan rel (PM 32 Tahun 2011).

Perbaikan pada lengkung jalan rel dilakukan pada lengkung jalan rel yang telah mengalami perubahan dari kondisi idealnya untuk mengembalikan fungsinya kembali.

Pada petak jalan Maros-Rammang rammang KM 19<sup>+038</sup>-KM 19<sup>+266</sup> terdapat lengkung IP M5R yang telah mengalami perubahan dari kondisi idealnya. Balai Pengelola Kereta Api Sulawesi Selatan sendiri belum mempunyai standar tata cara dalam melakukan perawatan pada lengkung jalan rel yaitu dengan melakukan perhitungan lengkung dengan kalkulator lengkung sebagai metode atau alternatif dalam menentukan geseran terhadap perbaikan anak panah, pertinggian, dan pelebaran lengkung.

## II. METODOLOGI PENELITIAN

### A. Lokasi dan Waktu Penelitian

Penelitian ini dilakukan di Wilayah Kerja Balai Pengelola Kereta Api Sulawesi Selatan pada lintas Maros-Rammang Rammang KM 19<sup>+038</sup>-KM 19<sup>+266</sup>.

Waktu penelitian ini dilakukan pada saat praktek kerja lapangan (PKL) dan magang selama ±4 bulan dari maret hingga juni 2023

### B. Metode Pengumpulan Data

Lengkung IP M5R merupakan lengkung jalan rel yang terletak pada km 19<sup>+038</sup>-km 19<sup>+266</sup> petak jalan Maros-Rammang rammang Lengkung IP M5R mempunyai radius yaitu 3000meter dengan panjang anak panah 17 milimeter dan panjang lengkung peralihan yaitu 110 meter.

Berikut merupakan data sekunder mengenai data desain awal terkait anak panah, pertinggian serta pelebaran dan data primer mengenai data opname anak panah, pertinggian, dan pelebaran pada lengkung IP M5R yang diperoleh dari hasil pengukuran di lapangan.

Spesifikasi lengkung IP M5R dapat dilihat pada tabel II. 1 berikut.

Tabel II. 1 Spesifikasi Lengkung IP M5R

Komponen		Register
Radius (m)		3000
Lokasi	MB (km)	Km 19+038
	AB (km)	km 19+266
Panjang Busur Alih (PBA) (m)		110
Anak Panah (AP) (mm)		17
Komponen		Register
Lebar Jalur (mm)		1435
Sudut		175° 39' 3"
Peninggian (T) (mm)		70
Kecepatan Rencana (Vrencana) (km/jam)		160

Sumber: Balai Pengelola Kereta Api Sulawesi Selatan, 2023

Kedadaan lengkung di lapangan dapat dilihat pada gambar II. 1 berikut.



Gambar II. 1 Kondisi Eksisting Lengkung IP M5R

Desain awal lengkung IP M5R terkait anak panah, pertinggian, dan pelebaran dapat dilihat pada tabel II. 2 berikut.

Tabel II. 2 Desain Awal Lengkung IP M5R

Titik	AP Ideal (mm)	T Ideal (mm)	L Ideal (mm)
-3	0	0	1435
-2	0	0	1435
-1	0	0	1435
0	0	0	1435
1	2	6	1435
2	3	13	1435
3	5	19	1435
4	6	25	1435
5	8	32	1435
6	9	38	1435
7	11	45	1435
8	12	51	1435
9	14	57	1435
10	15	64	1435
11	17	70	1435
12	17	70	1435
13	17	70	1435
14	17	70	1435
15	17	70	1435
16	17	70	1435
17	17	70	1435
18	17	70	1435
19	17	70	1435
20	17	70	1435
21	17	70	1435
22	17	70	1435
23	17	70	1435
24	15	64	1435
25	14	57	1435
26	12	51	1435
27	11	45	1435
28	9	38	1435
29	8	32	1435
30	6	25	1435
31	5	19	1435

32	3	13	1435
33	2	6	1435
34	0	0	1435
35	0	0	1435
36	0	0	1435

Sumber: Balai Pengelola Kereta Api Sulawesi Selatan, 2023

Hasil pengukuran opname terhadap anak panah, pertinggian, dan pelebaran lengkung IP M5R dapat dilihat pada tabel II. 3 berikut.

Tabel II. 3 Opname Lengkung IP M5R

Titik	AP Opname (mm)	T Opname (mm)	L Opname (mm)
-3	0	0	1435
-2	0	0	1433
-1	0	0	1432
0	0	0	1433
1	2	7	1433
2	4	13	1435
3	6	19	1433
4	10	23	1433
5	11	30	1434
6	9	40	1433
7	6	44	1432
8	12	52	1433
9	13	47	1433
10	13	47	1435
11	17	45	1434
12	16	47	1433
13	21	56	1434
14	16	45	1432
15	16	43	1433
16	18	49	1433
17	14	45	1434
18	16	47	1433
19	15	56	1433
20	15	51	1433
21	16	44	1434
22	15	45	1433
23	16	48	1433
24	14	56	1434
25	17	51	1434
26	16	54	1433
27	11	35	1433
28	5	30	1435
29	5	40	1433
30	4	27	1434
31	6	14	1435
32	3	12	1432
33	4	7	1433
34	0	4	1434
35	4	1	1434
36	0	0	1434

### C. Pengolahan Data

Setelah data-data yang diperlukan didapat maka akan dilakukan analisis dengan perhitungan dalam penentuan geseran untuk mendapatkan lengkung yang lebih optimal, sehingga kecepatan kereta api dapat dioperasikan sesuai dengan kecepatan desain setelah dilakukan perbaikan lengkung IP M5R.

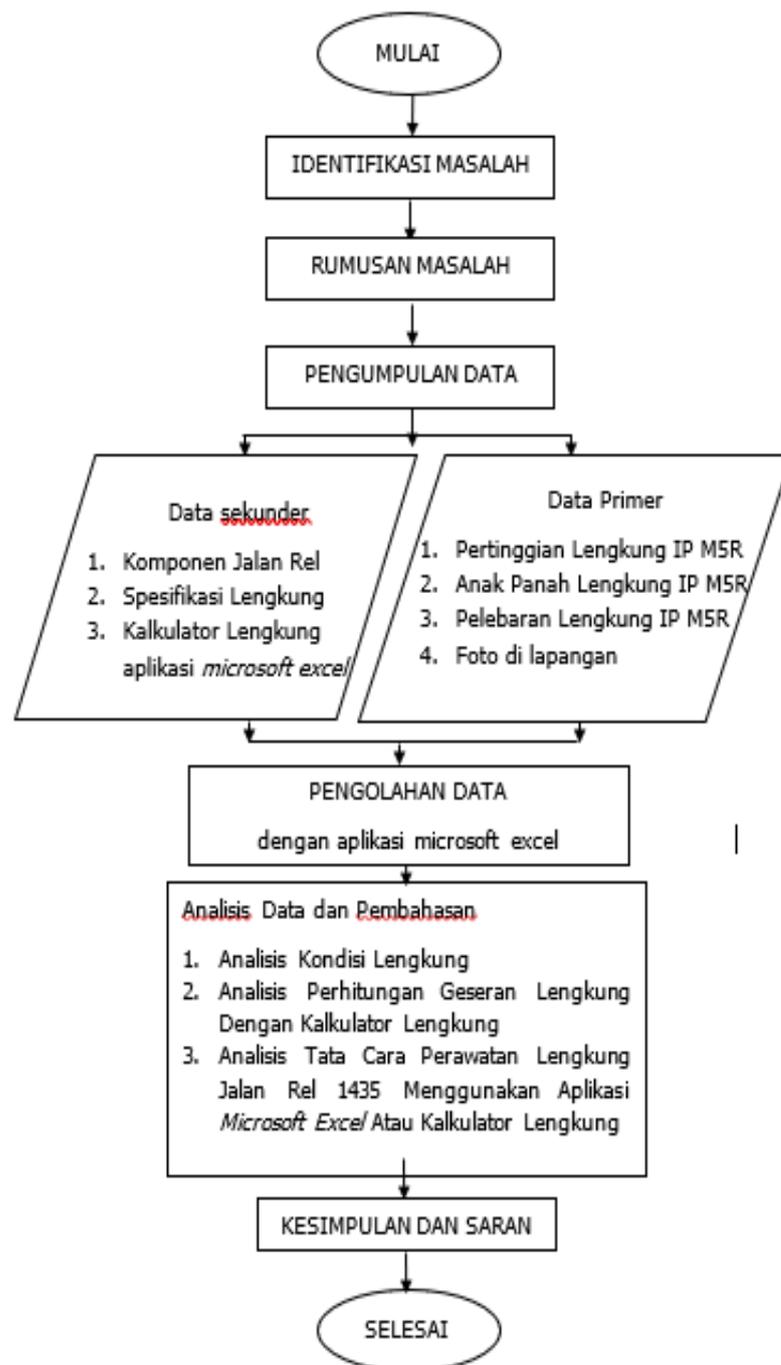
## D. Analisis Data

### 1. Teknik Analisis Data

Analisis data diawali dengan mencari data yang diperoleh dari perhitungan lengkung IP M5R di lapangan dan dokumentasi di lapangan.

### 2. Bagan Alir Penelitian

Bagan alir menggambarkan serangkaian proses yang dilalui penulis dalam melakukan penelitian. Analisis data pada penelitian ini berpedoman pada Peraturan Menteri Perhubungan No. 60 Tahun 2012 Tentang Persyaratan Teknis Jalur Kereta Api dan Juga Peraturan Menteri Perhubungan No. 32 Tahun 2011 mengenai pedoman perawatan jalur kereta api. Adapun bagan alir penelitian dapat dilihat pada gambar II. 2 berikut:



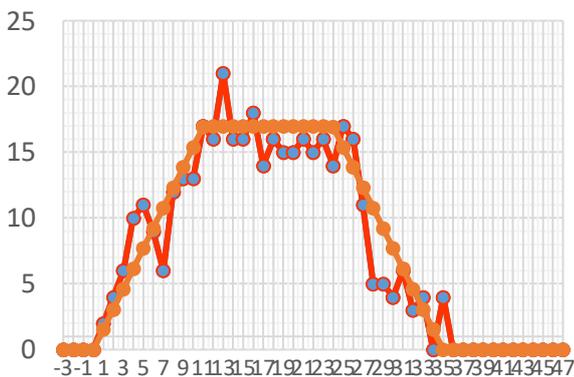
Gambar II. 2 Bagan Alir Penelitian

### III. Hasil dan Pembahasan

#### A. Analisis Kondisi Lengkung IP M5R

Dari data hasil opname lengkung pada tabel II. 3, telah terjadi perubahan pada nilai anak panah dan pertinggian pada lengkung IP M5R, sehingga perlu dilakukannya perbaikan pada anak panah dan pertinggian lengkung tersebut agar lengkung tersebut dapat kembali ke keadaan idealnya agar dapat dilewati sarana sesuai dengan kecepatan rencana.

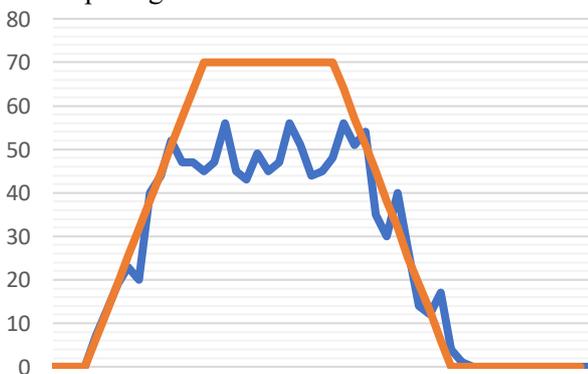
Grafik hasil opname anak panah lengkung IP M5R terhadap grafik anak panah desain awal dapat dilihat pada gambar III. 1 berikut.



Gambar III. 1 Grafik Opname Anak Panah Lengkung IP M5R

Grafik opname anak panah lengkung IP M5R pada gambar III. 1 diatas menunjukkan bahwa pada awal dan akhir lengkung perlu dilakukan penggeseran agar radius jalan rel menghasilkan radius sebagaimana yang direncanakan, yaitu 17 mm. Ada bagian jalan rel yang membutuhkan penggeseran ke dalam dan penggeseran ke luar untuk mengembalikan lengkung ke kondisi yang sebenarnya.

Grafik dari hasil opname pertinggian lengkung IP M5R terhadap grafik pertinggian desain awal dapat dilihat pada gambar III. 2 berikut.



Gambar III. 2 Grafik Opname Pertinggian Lengkung IP M5R

Grafik opname pertinggian lengkung IP M5R pada gambar III. 2 diatas menunjukkan bahwa perlu dilakukan pengangkatan bagian jalan rel agar pertinggian jalan rel pada lengkung menghasilkan pertinggian sebagaimana yang direncanakan, yaitu 70 mm. Ada bagian jalan rel yang membutuhkan pengangkatan ke atas dan penurunan ke bawah untuk mengembalikan lengkung ke kondisi yang sebenarnya.

Grafik dari hasil opname pelebaran lengkung IP M5R terhadap grafik pelebaran desain awal dapat dilihat pada gambar III. 3 berikut.



Gambar III. 3 Grafik Opname Pelebaran Lengkung IP M5R

Terkait pelebaran opname lengkung, berdasarkan Peraturan Menteri Perhubungan Nomor 60 Tahun 2012 lengkung jalan rel 1435 yang mempunyai radius lebih dari 400 mm, mempunyai pelebaran lengkung yaitu 0 dan dilihat dari data pelebaran opname lengkung lebar jalan rel pada tabel III. 3 pelebaran jalan rel lengkung IP M5R masih masuk dalam toleransi pelebaran jalan rel 1435 yaitu sebesar +3 dan -3.

#### B. Analisis Perhitungan Geseran Anak Panah Lengkung Dengan Kalkulator Lengkung

Tata cara perhitungan anak panah lengkung menggunakan kalkulator lengkung aplikasi microsoft excel yaitu:

1. Masukkan nilai AP desain dan nilai anak panah opname yang diperoleh dari hasil perhitungan di lapangan pada kolom yang terdapat pada kalkulator lengkung.
2. Setelah memasukkan nilai AP desain dan AP opname maka secara otomatis tergambar grafik AP desain dan AP opname pada kalkulator lengkung.
3. Masukkan nilai geseran untuk perbaikan anak panah pada kolom geseran. Jika memasukkan nilai positif maka grafik AP baru akan mengarah ke atas dan bila negatif maka grafik AP baru akan mengarah ke bawah.

4. Penggeseran lengkung ke luar atau ke dalam di suatu titik akan berpengaruh pada titik di depan dan dibelakang. Besar pengaruh geseran depan dan pengaruh geseran belakang yaitu  $-1/2$  dari geseran dari titik tersebut. Untuk mempermudah dalam melakukan perbaikan AP opname, masukkan nilai geseran dimulai pada kolom dengan grafik anak panah yang mempunyai penyimpangan paling besar dari anak panah desain terlebih dahulu.
5. Lakukan perhitungan pergeseran sampai grafik AP baru mendekati grafik AP desain.
6. Setelah grafik AP baru dirasa sudah mendekati grafik AP Desain, maka perhitungan pergeseran sudah dapat diakhiri dan nilai geseran yang nantinya diterapkan sebagai perbaikan lengkung dilapangan yaitu nilai pada kolom geseran.

### C. Analisis Perhitungan Geseran Peninggian Lengkung Dengan Kalkulator Lengkung

Tata cara perhitungan geseran peninggian lengkung menggunakan kalkulator lengkung aplikasi microsoft excel yaitu:

1. Masukkan nilai peninggian desain dan nilai peninggian opname yang diperoleh dari hasil perhitungan di lapangan pada kolom yang terdapat pada kalkulator lengkung.
2. Setelah memasukkan nilai peninggian desain dan Peninggian opname maka secara otomatis tergambar grafik peninggian desain dan Peninggian opname pada kalkulator lengkung.
3. Nilai geseran peninggian yang harus dilakukan untuk melakukan perbaikan peninggian lengkung di lapangan akan secara otomatis terbentuk pada kalkulator lengkung.

### D. Analisis Perhitungan Geseran Pelebaran Lengkung Dengan Kalkulator Lengkung

Tata cara perhitungan geseran pelebaran lengkung menggunakan kalkulator lengkung aplikasi microsoft excel yaitu:

1. Masukkan nilai pelebaran desain dan nilai pelebaran opname yang diperoleh dari hasil perhitungan di lapangan pada kolom yang terdapat pada kalkulator lengkung.
2. Setelah memasukkan nilai pelebaran desain dan pelebaran opname maka secara otomatis tergambar grafik pelebaran desain dan nilai pelebaran opname pada kalkulator lengkung.
3. Nilai geseran pelebaran yang harus dilakukan untuk melakukan perbaikan pelebaran lengkung di lapangan akan secara otomatis terbentuk pada kalkulator lengkung.

### E. Pemecahan Masalah

Dari hasil analisis geseran terhadap anak panah dan peninggian lengkung lewat perhitungan melalui kalkulator lengkung didapat nilai anak panah baru, nilai jumlah geseran anak panah dan nilai geseran peninggian lengkung yang dapat dilihat pada tabel III. 1 dan tabel III. 2 berikut.

Tabel III. 1 Perbaikan Anak Panah Lengkung IP M5R

Perbaikan Anak Panah Lengkung					
Titik	Geseran (mm)	AP Baru (mm)	Titik	Geseran (mm)	Ap Baru (mm)
-3	1	1	17	2	16
-2	1	1	18	0	16
-1	0	0	19	1	16
0	1	1	20	1	16
1	0	2	21	0	16
2	-1	4	22	1	16
3	-1	5	23	0	16
4	-4	7	24	2	16
5	-3	8	25	-3	14
6	1	10	26	-4	13
7	6	11	27	0	11
8	0	12	28	6	10
9	1	14	29	3	8
10	2	15	30	2	6
11	-1	16	31	-1	5
12	1	17	32	1	4
13	-6	17	33	-2	2
14	0	16	34	1	1
15	1	17	35	-6	-1
16	-2	16	36	0	0

Tabel III. 2 Perbaikan Peninggian Lengkung

Perbaikan Peninggian Lengkung IP M5R			
Titik	Geseran (mm)	Titik	Geseran (mm)
-3	0	17	25
-2	0	18	23
-1	0	19	14
0	0	20	19
1	-1	21	26
2	0	22	25
3	0	23	22
4	2	24	8
5	12	25	6
6	-2	26	-3
7	1	27	10

Perbaikan Pertinggian Lengkung IP M5R			
Titik	Geseran (mm)	Titik	Geseran (mm)
8	-1	28	8
9	10	29	-8
10	17	30	-2
11	25	31	5
12	23	32	1
13	14	33	-11
14	25	34	-4
15	27	35	-1
16	21	36	0

Berdasarkan nilai perbaikan anak panah pada tabel III.1 maka didapat grafik anak panah baru lengkung IP M5R seperti yang dapat dilihat pada gambar III. 4 berikut.



Gambar III. 4 Grafik Anak Panah Baru Lengkung IP M5R

Keterangan:

- AP Baru = Garis Biru
- AP Opname = Garis Hijau
- AP Ideal = Garis Jingga

#### IV. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil analisa dan pembahasan yang dilakukan dalam penulisan Kertas Kerja Wajib mengenai perbaikan lengkungan jalan rel pada km 19<sup>+038</sup>-km 19<sup>+266</sup> petak jalan maros-rammang rammang dengan gauge 1435 maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut.

- a. Kondisi eksisting lengkungan jalan rel IP M5R berdasarkan analisa hasil opname lengkungan, kondisi anak panah dan pertinggian lengkungan telah mengalami perubahan dari kondisi idealnya sehingga perlu dilakukan perbaikan
- b. Kalkulator lengkungan atau aplikasi *microsoft excel* digunakan sebagai metode atau alternatif untuk mempermudah dalam menentukan perhitungan besar geseran dalam perbaikan lengkungan

- c. Kondisi anak panah lengkungan jalan rel tidak bisa dikembalikan secara sempurna 100% sesuai desain awalnya, melainkan diusahakan semaksimal mungkin mendekati sempurna.

#### V. SARAN

Berdasarkan hasil kesimpulan di atas, berikut saran yang dapat diberikan mengenai penulisan Kertas Kerja Wajib ini.

- a. Perawatan lengkungan jalan rel perlu dilaksanakan untuk menjaga kualitas sehingga kondisi kelaikan lengkungan jalan rel terjaga saat kereta api dioperasikan sesuai dengan kecepatan rencana
- b. Diharapkan Balai Pengelola Kereta Api Sulawesi Selatan dapat menggunakan rancangan tata cara perawatan lengkungan jalan rel yaitu dengan menggunakan metode atau alternatif aplikasi *microsoft excel* atau kalkulator lengkungan.

#### V. Daftar Pustaka

- Adityadharna, C., Basuki, T., Staf, J., Fakultas Teknik, P., Santosa, W., Pengajar, S., & Teknik, F. (2004). Kajian Sistem Manajemen Pemeliharaan Jalan Rel Daerah Operasi 2 Bandung: Studi Kasus Distrik 23C Kiaracandong. *Jurnal Transportasi*, 4(1), 37–46.
- Adi, Tamtomo, Wahyu. (2019). Kajian Umur Jalan Rel Berdasarkan Keausan Dengan Metode Dari Area Dan Perjana. *Jurnal Perkeretaapian Indonesia*, 1(1), 2-13.
- Dwiatmoko, Hermanto. (2019). Peran Infrastruktur Perkeretaapian bagi Pertumbuhan Ekonomi Wilayah. *Jurnal Manajemen Aset Infrastruktur & Fasilitas*, 3(2), 89–98.
- Djajasinga, D. Nico. (2018). *Teknik Jembatan dan terowongan Kereta Api*. Jakarta: Gramedia. ISBN: 978-623-6591-97-0
- Djajasinga, D. Nico dan Atmosukardjo, Hartono. (2020). *Dinamika kendaraan Kereta Api*. Jakarta: Gramedia. ISBN: 978-623-6121-11-5
- Fadhila, N, M. (2012). *Buku Saku Perawatan Jalan Rel*. Bandung: PT Kereta Api Indonesia (Persero) Unit Jalan Rel dan Jembatan
- Karyanto, Adi, T., Handayani, Tjitra, A., & Anggorowati, Anis, D., V. (2020). Evaluasi Pengaruh Lengkungan Jalan Rel Kereta Api

Terhadap Kecepatan Kereta Api (Studi Kasus Berbah Km. 157<sup>+121</sup>-Km. 157<sup>+263</sup>).  
*Jurnal FTSP ITNY Yogyakarta*, 1(1), 3-10.

Kusmajadi, Dedi. (2018). *Perawatan Lengkung*.  
Jakarta: Gramedia

Rinanto, H. A., & Rahardjo, B. (2022).  
Perencanaan Geometrik Jalan Rel Kereta  
Cepat Surabaya-Banyuwangi. *Jurnal Teknik  
ITS*, 11(2), 2–6.

Surakim. (2014). *Konstruksi Jalan Rel Dan  
Keselamatan Perjalanan Kereta Api*.  
Bandung: Nuansa Cendekia

Supriyatno, Dadang. (2012). *Perawatan Jalan Rel*.  
Surabaya: FT. Sipil Unesa

Utomo, Tri, Hapsoro, S. (2006). *Jalan Rel*, Cetakan  
Kedua. Yogyakarta: Beta Offset

Widyaningsih, Nunung. (2022). Pengaruh  
Penambahan Jalur Terhadap Operasi Kereta  
Api Jarak Jauh. *Jurnal Perkeretaapian  
Indonesia*. 1(6). 2-10.