

ANALISA PEMBENTUKAN *ALIGNMENT* LENGKUNG DOWN TRACK KM 9+252,621 – 9+820 ANTARA STASIUN ASEAN-SENAYAN MRT JAKARTA DENGAN METODE TIGA TITIK (*STRING*)

Dwi Nurdianto¹⁾, Sudarwati²⁾

¹ Mahasiswa Prodi Teknik Sipil Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan
Universitas Jayabaya Jakarta Indonesia 13710

² Dosen Prodi Teknik Sipil Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Universitas
Jayabaya Jakarta Indonesia 13710

Korespondensi: dwinurdianto884@gmail.com

ABSTRACT

On the track curve, you must always pay attention to the alignment of the rail so that the track when being traversed by the train becomes comfortable and of course safe for train travel. The wear on the rails must occur on the rails, especially on the arch, so it is necessary to periodically replace the rails according to the radius and also the bending life. The process of collecting data can be divided into two, namely primary data and secondary data. Primary data is obtained by direct observation in the field (observation), and by interviewing the related parties who carry out the construction of the railroad arch. Meanwhile, secondary data is supporting data in this study. Secondary data were obtained from literature books, documentation, libraries, or as a build drawing of the arch. Based on the data obtained from the field data and as build drawing then it is applied to the arrow formula and the height to obtain the appropriate alignment and height in the curve. The results of this study obtained a calculation of horizontal alignment and a height of 2.5 m to form an alignment of an arc that is suitable, safe, and comfortable for trains to pass.

Keyword: *alignment horizontal, pertinggian, string, track gauge*

1. PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

MRT Jakarta adalah wajah transportasi publik baru berbasis kereta listrik yang dapat menjadi alternative solusi mengatasi persoalan perangkutan di kota Jakarta. Keunggulan system ini ialah kemampuannya mengangkut penumpang dalam jumlah besar, tepat waktu, dan dapat diandalkan dalam berbagai situasi.

Kondisi Konstruksi MRT Jakarta saat ini terdiri dari jalur layang (elevated) dan jalur bawah tanah (Underground). Untuk jalur bawah tanah (Underground) menggunakan terowongan bawah tanah. Sedangkan system badan jalan di jalur layang (elevated) dan jalur bawah tanah (Underground) menggunakan Beton (Track bed) sedangkan jalur diatas tanah (at grade) menggunakan batu balas.

Pada lengkung track harus selalu di perhatikan alignment rel agar track saat dilalui kereta menjadi nyaman dan tentunya aman untuk perjalanan kereta. Keausan pada rel pasti terjadi pada rel khususnya pada lengkung, sehingga perlu dilakukan penggantian rel secara periodik sesuai dengan radius dan juga umur lengkung tersebut.

Berdasarkan kasus diatas maka perlu diketahui bagaimana cara membangun dan membentuk alignment le pen ngkung track pada jalur jalan rel agar saat ggantian rel nantinya, lengkung tersebut dapat dilalui kereta dengan laik dan layak operasi.

1.2. Identifikasi Masalah

- 1.2.1.** Pada lengkung track harus selalu di perhatikan alignment rel agar track saat

dilalui kereta menjadi nyaman dan tentunya aman

- 1.2.2.** Penggantian Rel lengkung pasti akan diganti secara periodic
- 1.2.3.** Design lengkung tidak terdeteksi penghitungan secara keseluruhan lengkung

1.3. Rumusan Masalah

- 1.3.1.** Apa faktor yang membentuk alignment jalan rel pada lengkung?
- 1.3.2.** Bagaimana proses perhitungan alignment jalan rel pada lengkung?
- 1.3.3.** Bagaimana proses pekerjaan pemeriksaan alignment jalan rel pada lengkung?

1.4. Batasan Masalah

- 1.4.1.** Membahas mengenai jalur lengkung South Bound / Down Track Km 9+252,621 – 9+820 Track MRT Jakarta
- 1.4.2.** Membahas pembentukan alignment pada lengkung South Bound / Down Track Km 9+252,621 – 9+820 Track MRT Jakarta

1.5. Tujuan Penelitian

- 1.5.1.** Mengetahui faktor pembentuk alignment lengkung jalan rel
- 1.5.2.** Mengetahui proses perhitungan alignment lengkung jalan rel
- 1.5.3.** Mengetahui proses pekerjaan pemeriksaan alignment lengkung jalan rel

1.6. Manfaat Penelitian

Dalam penulisan penelitian ini, manfaat yang bisa diambil bagi penulis, pembaca maupun lembaga pendidikan yaitu, Universitas

Jayabaya dapat menjadikan sebagai sumber pengetahuan baru mengenai proses pembentukan alignment jalur lengkung pada badan jalan track bed. Serta manfaat yang dapat diambil oleh MRT Jakarta yaitu dapat dijadikan acuan bagi tim Perawat (*Maintenance*) Track untuk melakukan penggantian jalur lengkung suatu saat nanti

2. KAJIAN PUSTAKA

2.1. Aspek Legalitas

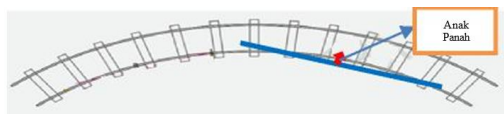
Peraturan Menteri Perhubungan No. 60 tentang persyaratan teknis Jalur Kereta Api:

1. Kecepatan dan Beban Gandar
2. Beban gandar
3. Kelas Jalan Rel
4. Lebar Jalan Rel 1435 mm
5. Kelandaian
6. Lengkung vertikal
7. Lengkung Horizontal
8. Pelebaran Jalan Rel

2.2. Landasan Teori

2.2.1. Anak Panah

Pelebaran pada lengkung dilakukan dengan menggeser rel dalam ke arah pusat lengkung sesuai dengan desain yang ditetapkan. Pelebaran dilakukan dikarenakan kurangnya/ kelebihan 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. Anak panah pada lengkung adalah sebagai berikut:



Gambar 2.1 Posisi Anak Panah

L 2

$$AP = 8R \times 1000$$

Keterangan: AP : Anak panah

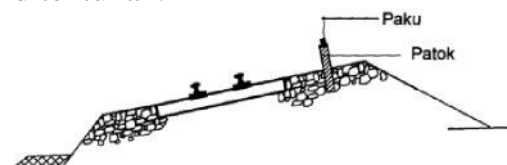
L : Benang String

R : Radius Lengkung

Besar nilai anak panah berangsur dan hilang sepanjang lengkung peralihan. Berikut ini posisi anak panah pada sebuah lengkung. Pengambilan nilai anak panah dilakukan dengan benang spanjang 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.

2.2.2. Peninggian (Cant)

Pada lengkungan, elevasi rel luar dibuat lebih tinggi dari pada rel dalam untuk mengimbangi gaya sentrifugal yang dialami oleh rangkaian kereta. Peninggian rel dicapai dengan menepatkan rel dalam pada tinggi semestinya dan rel luar lebih tinggi. Kekurangan / kelebihan peninggian pada jalan kereta api di lengkung (busur) adalah adanya penyimpangan peninggian dari peninggian yang telah ditentukan baik lebih besar atau lebih kecil dari yang ditentukan.



Gambar 2. 2 Perbedaan tinggi 2 rel

Untuk menghitung peninggian yang dibutuhkan pada jalur lengkung jalan rel adalah dengan menggunakan rumus sebagai berikut:

$$H(\text{Peninggian}) = \frac{V^2}{8,86 R} - 54,01$$

Keterangan : H = Peninggian

V = Kecepatan rencana
R = Radius lengkung

Peninggian rel dicapai dan dihilangkan secara berangsur sepanjang lengkung peralihan. Untuk tikungan tanpa lengkung peralihan peninggian rel dicapai secara berangsur tepat di luar lengkung lingkaran sepanjang suatu panjang peralihan.

3. METODOLOGI

Untuk mendapatkan data yang di perlukan dalam penelitian ini, pengambilan data dibedakan menjadi dua yaitu data primer dan data skunder.

3.1. Data Primer

Data primer dari penelitian ini dilakukan dengan 2 cara, yaitu sebagai berikut

a. Observasi

Observasi ini dilakukan dengan mengumpulkan data melalui proses pencatatan secara cermat, dan sistematis mengenai obyek yang dicermati secara langsung. Dalam hal ini observasi yang dilakukan adalah data saat melakukan survey keadaan lengkung saat ini

b. Wawancara

Wawancara ini dilakukan dengan melakukan kegiatan tanya jawab mengenai proses kegiatan yang sedang diamati kepada ahli jalan rel, yaitu salah satu ahli yang pernah bekerja saat proses konstruksi sedang dilakukan, lebih tepatnya kontraktor yang membangun jalan rel di proyek MRT Jakarta

3.2. Data Sekunder

Data skunder adalah data pendukung dalam penelitian ini. Data skunder diperoleh dari buku-

buku literatur, dokumentasi, perpustakaan, ataupun as buid drawing.

Data sekunder, yakni data yang tidak diperoleh langsung dari sumber data melainkan diperoleh langsung dari instansi atau perusahaan terkait yang berhubungan dengan penelitian yang dilakukan dalam hal ini yaitu data-data teknis pada saat proses pembangunan jalan rel di MRT Jakarta.

4. HASIL DAN ANALISIS

4.1. Spesifikasi Teknik

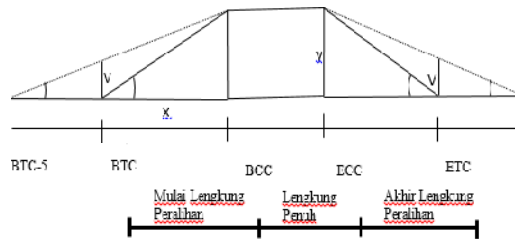
Data yang di hasilkan dalam pengumpulan data mengenai Lengkung *down track* km 9+252,621 – 9+820 adalah sebagai berikut.

4.2. Data dasar lengkung down track km 9+252,621 9+820

Berdasarkan data dasar lengkung dari *as build drawing* adalah hanya didapatkan informasi dasar dari lengkung tersebut tidak termasuk dengan anak panah pembentuk *alignment* lengkung tersebut. Berikut adalah data data dasar yang dapat diperoleh dari *as build drawing* lengkung tersebut

1. Radius (R) : 550 m
2. Panjang lengkung alih (PLA): 60m
3. Panjang lengkung penuh : 447,695 m
4. Cant : 0,040 m (40 mm)
5. BTC : 9+252,621 m (mulai busur alih)
6. BCC : 9+312,621 m (mulai busur)
7. ECC : 9+760 m (busur alih)
8. ETC : 9+820 m (busur alih)

4.3. Perhitungan Alignment horizontal



Gambar 4. 1 Lengkung

Penentuan anak panah/ versin pada lengkung penuh (BCC-ECC)

$$AP = \frac{8R \times 1000}{L^2}$$

$$AP = \frac{8 \times 550 \times 1000}{60^2}$$

$$AP = 22,78 \sim 23 \text{ mm}$$

Anak panah / Versin pada lengkung penuh adalah 23 mm

4.4. Penentuan anak panah/ versin pada mulai lengkung alih (BTC)

Alignment pada lengkung alih dihitung dengan per 5 m mulai dari BTC-5 sampai dengan BCC

jarak dari BTC

$$AP = \frac{x \text{ Versin}}{\text{Panjang Peralihan}}$$

Berikut Tabel perhitungannya

Tabel 4.1 Tabel Rekap Alignment Mulai Lengkung Alih

Critical Point	Chainage	x	V(mm)
BTC	9k252.621m	0	0
BTC+2,5	9k255.121m	2.5	0,95
BTC+5	9k257.621m	5	2
BTC+7,5	9k260.121m	7.5	2,87
BTC+10	9k262.621m	10	4
BTC+12,5	9k265.121m	12.5	4,79
BTC+15	9k267.621m	15	6
BTC+17,5	9k270.121m	17.5	6,7
BTC+20	9k272.621m	20	8
BTC+22,5	9k275.121m	22.5	8,6
BTC+25	9k277.621m	25	9
BTC+27,5	9k280.121m	27.5	10,54
BTC+30	9k282.621m	30	11

BTC+32,5	9k285.121m	32.5	12,45
BTC+35	9k287.621m	35	13
BTC+37,5	9k290.121m	37.5	14,4
BTC+40	9k292.621m	40	15
BTC+42,5	9k295.121m	42.5	16,29
BTC+45	9k297.621m	45	17
BTC+47,5	9k300.121m	47.5	18,20
BTC+50	9k302.621m	50	19
BTC+52,5	9k305.121m	52.5	20,1
BTC+55	9k307.621m	55	21
BTC+57,5	9k310.121m	57.5	22
BCC	9k312.621m	60	23

4.5. Penentuan anak panah/ versin pada akhir lengkung alih (ETC)

Alignment pada lengkung alih dihitung dengan per 5 m mulai dari BTC-5 sampai dengan BCC.

jarak dari ETC

$$AP = \frac{x \text{ Versin}}{\text{Panjang Peralihan}}$$

Berikut tabel perhitungan anak panah

Tabel 4. 2 Tabel Rekap Alignment Akhir Lengkung Alih

Critical Point	Chainage	x	V (mm)
ECC	9k760.316m	60	23
	9k762.816m	57.5	22,04
ETC-55	9k765.316m	55	21
	9k767.816m	52.5	20,12
ETC-50	9k770.316m	50	19
	9k772.816m	47.5	18,20
ETC-45	9k775.316m	45	17
	9k777.816m	42.5	16,4
ETC-40	9k780.316m	40	15
	9k782.816m	37.5	14,4
ETC-35	9k785.316m	35	13,41
	9k787.816m	32.5	12,45
ETC-30	9k790.316m	30	11
	9k792.816m	27.5	10,54
ETC-25	9k795.316m	25	9,58
	9k797.816m	22.5	8,68
ETC-20	9k800.316m	20	8
	9k802.816m	17.5	6,70
ETC-15	9k805.316m	15	6
	9k807.816m	12.5	4,79

ETC-10	9k810.316m	10	4
	9k812.816m	7.5	2,86
ETC-5	9k815.316m	5	2
	9k817.816m	2.5	0,95
ETC	9k820.316m	0	0

4.6. Cara Mengukur Alignment Horizontal

1. Persiapkan alat String untuk melakukan pemeriksaan
2. Tandai titik pada rel per 2,5 m mulai dari BTC sampai ke BCC
3. Tarik benang sepanjang 10 m lalu posisikan pada titik BTC sampai BTC+10
4. Colok (ukur) pada tengah-tengah benang (pada panjang ke-5 m)
5. Pada pengukuran di 2,5 m berikutnya, maka tetap menggunakan benang 10 m dan posisi benang maju 2,5 m untuk mendapatkan nilai di posisi 2,5 m setelahnya
6. Tulis hasil pengukuran yang dilakukan setiap 2,5 m
7. Lakukan pengukuran hingga mendapatkan nilai di 2,5 m mulai dari BTC – BCC, dan ECC – ETC

4.7. Perhitungan Perteingian (Cant) Penentuan pertinggaian (Cant) pada lengkung penuh (BCC-ECC)

$$H(\text{Perteingian}) = 8,86 \frac{V^2}{R} - 54,01$$

$$H(\text{Perteingian}) = 8,86 \frac{80^2}{550} - 54,01$$

$$H(\text{Perteingian}) = 50 \text{ mm}$$

4.8. Penentuan pertinggaian pada mulai lengkung alih (BTC)

Penentuan pertinggaian pada lengkung alih berpedoman pada pertinggaian pada lengkung penuh. Penentuan pertinggaian dihitung dengan rumus perbandingan.

Berikut pertinggaian sepanjang awal lengkung alih yang di ukur setiap 2,5 m.

$H(\text{pada titik } (x))$

Jarak BTC ke BCC

$\times \text{Jarak BTC ke titik } x$

Tabel 4.3 Rekapian Perteingian Awal Lengkung Alih

Critical area	Chainage	x	C(mm)
BTC	9k252.621m	0	0
	9k255.121m	2.5	2
BTC+5	9k257.621m	5	4
	9k260.121m	7.5	6
BTC+10	9k262.621m	10	8
	9k265.121m	12.5	10
BTC+15	9k267.621m	15	13
	9k270.121m	17.5	15
BTC+20	9k272.621m	20	17
	9k275.121m	22.5	19
BTC+25	9k277.621m	25	21
	9k280.121m	27.5	23
BTC+30	9k282.621m	30	25
	9k285.121m	32.5	27
BTC+35	9k287.621m	35	29
	9k290.121m	37.5	31
BTC+40	9k292.621m	40	33
	9k295.121m	42.5	35
BTC+45	9k297.621m	45	38
	9k300.121m	47.5	40
BTC+50	9k302.621m	50	42
	9k305.121m	52.5	44
BTC+55	9k307.621m	55	46
	9k310.121m	57.5	48
BCC	9k312.621m	60	50

4.9. Penentuan Perteingian Pada Akhir Lengkung Alih (ETC)

Penentuan pertinggaian pada lengkung alih berpedoman pada pertinggaian pada lengkung penuh. Penentuan pertinggaian dihitung dengan rumus perbandingan. Berikut pertinggaian sepanjang akhir lengkung alih yang di ukur setiap 2,5 m.

$H(\text{pada titik } (x))$

Jarak ETC ke ECC

$\times \text{Jarak ETC ke titik } x$

Tabel 4.4 Rekapitan Peninggian Akhir Lengkung Alih

Crutical Point	Chainage	x	C(mm)
ECC	9k760.316m	60	50
	9k762.816m	57.5	48
ETC-55	9k765.316m	55	46
	9k767.816m	52.5	44
ETC-50	9k770.316m	50	42
	9k772.816m	47.5	40
ETC-45	9k775.316m	45	38
	9k777.816m	42.5	35
ETC-40	9k780.316m	40	33
	9k782.816m	37.5	31
ETC-35	9k785.316m	35	29
	9k787.816m	32.5	27
ETC-30	9k790.316m	30	25
	9k792.816m	27.5	23
ETC-25	9k795.316m	25	21
	9k797.816m	22.5	19
ETC-20	9k800.316m	20	17
	9k802.816m	17.5	15
ETC-15	9k805.316m	15	13
	9k807.816m	12.5	10
ETC-10	9k810.316m	10	8
	9k812.816m	7.5	6
ETC-5	9k815.316m	5	4
	9k817.816m	2.5	2
ETC	9k820.316m	0	0

4.10. Proses Pengukuran Peninggian (Cant)

Berikut proses pengukuran dengan menggunakan *Track Gauge*

1. Persiapkan alat *Track Gauge* untuk proses pengukuran peninggian
2. Tandai titik pada rel per 2,5 m mulai dari BTC sampai ke BCC
3. Posisikan alat pada atas rel setiap 2,5 m lalu liat peninggian pada titik tersebut
4. Tulis hasil peninggian dititik tersebut
5. Lakukan pengukuran hingga mendapatkan nilai di 2,5 m mulai dari BTC – BCC, dan ECC – ETC

5.SIMPULAN DAN SARAN

5.1. Simpulan

1. Ada 2 faktor penting pembentuk alignment lengkung yaitu alignment horizontal dan peninggian (*cant*)
2. Hasil perhitungan alignment horizontal dan peninggian dihitung setiap jarak per 2,5 m untuk menghasilkan lengkung yang bagus (*smooth*)
3. Pengecekan proses pembentukan alignment horizontal pada jalan lengkung menggunakan alat string, dan pengecekan peninggian menggunakan alat track gauge

5.2. Saran

Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan, saran dari penulis adalah agar semua aset lengkung dilakukan penghitungan mulai dari awal lengkung awal hingga akhir lengkung agar teridentifikasi dengan baik aset lengkung yang ada, sehingga apabila dilakukan perawatan sudah terdapat data yang jelas untuk digunakan sebagai acuan oleh tim perawat jalan rel MRT Jakarta.

DAFTAR PUSTAKA

- PT KAI. 2012. “Perjana 2A tentang rencana tahunan perawatan jalan rel”. Bandung. KAI
- _____. 2007. “Undang undang Perkeretaapian, Nomor 23 Tahun 2007”. Jakarta: Departemen Perhubungan Republik Indonesia
- _____. 2012. “PM 32 tahun 2011 tentang Standar & Tata Cara Perawatan Prasarana Perkeretaapian”. Jakarta: Departemen Perhubungan Republik Indonesia
- _____. 2012. “PM no. 60 tahun

- 2012 tentang Persyaratan
Teknis Jalur Kereta Api*".
Jakarta: Departemen
Perhubungan Republik
Indonesia
- PT KAI. 2012. "*Buku saku perawatan
jalan rel*". Bandung: PT. KAI
- Riko Haryono. 2009. "*Studi
Sistem Pemeliharaan Jalur
Kereta Api (Studi Kasus
Koridor Sta Duri-Sta
Tangerang)*". Jakarta:
Universitas Mercu Buana