

**Perancangan Geometri Jalan Rel Kereta Api Cepat Surabaya – Jakarta
Berdasarkan Jalur Eksisting Stasiun Pasar Turi – Stasiun Lamongan
(KM. 0+000 – KM. 41+046)**

Cahya Rafiyoga Harnan, Nugroho Utomo*, Aulia Dewi Fatikasari
Program Studi Teknik Sipil, Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Jawa Timur

ARTICLE INFO

Kata Kunci:

Kereta Api Cepat, Alinyemen Horizontal, Alinyemen Vertikal, Peninggian Jalan Rel, Stasiun Pasar Turi-Stasiun Lamongan

***Correspondence email:**

nugrohoutomo7577@gmail.com

Submitted: 28 Oktober 2025

Revised: 24 November 2025

Accepted: 14 Januari 2026

Published: 02 Februari 2026

ABSTRAK

Kereta api menjadi moda transportasi darat andalan karena mampu menghindari kemacetan, memiliki jadwal terstruktur, dan kapasitas angkut besar. Teknologi mengembangkan kereta api cepat yang dapat melaju di atas 300 km/jam dengan jalur khusus bebas hambatan, meningkatkan efisiensi perjalanan dan konektivitas wilayah. Di Indonesia, pembangunan kereta api cepat Jakarta–Surabaya diharapkan mempermudah mobilitas, mengurangi kepadatan Pantura, serta melengkapi jalur konvensional Stasiun Pasar Turi–Stasiun Lamongan. Penelitian ini bertujuan menganalisis desain alinyemen horizontal dan vertikal, dimensi peninggian rel, serta lokasi transisi kelandaian pada jalur kereta api cepat Stasiun Pasar Turi–Stasiun Lamongan. Perencanaan geometri jalan rel kereta api cepat ini menggunakan acuan PM No. 7 Tahun 2022 dan buku Jalan Rel oleh Suryo Hapsoro Tri Utomo, dengan data topografi sekunder dari *Google Earth Pro* yang diolah menggunakan *Global Mapper* dan *Civil 3D*. Dari hasil pembahasan desain alinyemen horizontal direncanakan kecepatan di bawah 350 km/jam yaitu 300 km/jam, 250 km/jam dan 120 km/jam untuk menghindari *overlap* pada jarak tikungan yang berdekatan serta untuk desain alinyemen vertikal menggunakan kecepatan rencana 350 km/jam dengan jari-jari vertikal cekung dan cembung adalah 25000 meter dan kelandaian < 2%. Kesimpulan dari penelitian ini meliputi penentuan peninggian rel 175 mm dengan jari-jari tikungan 8000 meter untuk kecepatan 350 km/jam, penggunaan delapan tikungan tipe SCS dengan beberapa segmen berkecepatan lebih rendah untuk menghindari overlap spiral, serta perancangan alinyemen vertikal pada jalur elevated dengan delapan titik lengkung, jari-jari 25.000 meter, dan kelandaian maksimum 2%.

ABSTRACT

Keywords:

High-Speed Rail, Horizontal Alignment, Vertical Alignment, Rail Elevation, Pasar Turi Station–Lamongan Station

Trains have become a reliable mode of land transportation as they can avoid traffic congestion, operate on structured schedules, and offer high passenger and freight capacity. Technological advancements have led to the development of high-speed trains capable of traveling over 300 km/h on dedicated, unobstructed tracks, enhancing travel efficiency and regional connectivity. In Indonesia, the Jakarta–Surabaya high-speed rail project is expected to facilitate mobility, reduce congestion on the Pantura corridor, and complement conventional lines such as the Pasar Turi–Lamongan route. This study aims to analyze the horizontal and vertical alignment design, rail elevation dimensions, and the location of gradient transitions on the high-speed rail line between Pasar Turi and Lamongan stations. The geometric planning of the high-speed rail uses references from Minister of Transportation Regulation No. 7 of 2022 and the book Jalan Rel by Suryo Hapsoro Tri Utomo, with secondary topographic data from Google Earth Pro processed using Global Mapper and Civil 3D. The results indicate that the horizontal alignment is designed with speeds below 350 km/h—specifically 300 km/h, 250 km/h, and 120 km/h—to avoid overlap in closely spaced curves, while the vertical alignment is planned for a design speed of 350 km/h with concave and convex vertical radii of 25,000 meters and a gradient of less than 2%. The study concludes with a rail elevation of 175 mm, curve radii of 8,000 meters for 350 km/h, eight SCS-type curves with some lower-speed segments to prevent spiral overlap, and a vertical alignment on an elevated track with eight curve points, a radius of 25,000 meters, and a maximum gradient of 2%.

PENDAHULUAN

Kereta api menjadi salah satu moda transportasi darat yang paling diandalkan masyarakat karena mampu menghindari kemacetan lalu lintas, sehingga perjalanan menjadi lebih efisien dan terjadwal dengan baik (Lutfi, 2019). Keunggulan lain dari kereta api adalah jadwal keberangkatan dan kedatangan yang terstruktur, membuat waktu tempuh

lebih dapat diprediksi dibandingkan moda transportasi lainnya. Selain itu, kereta api memiliki kapasitas angkut yang besar, baik untuk penumpang maupun barang, dengan frekuensi perjalanan yang tinggi, sehingga lebih efektif dalam melayani mobilitas masyarakat dalam skala besar (Septiana, 2023) (Dasion & Utomo, 2020).

Seiring berkembangnya teknologi transportasi, kereta api berkembang menjadi kereta api berkecepatan tinggi yang kini menjadi salah satu fokus utama dalam modernisasi sistem perkeretaapian di berbagai negara, termasuk Indonesia. Kereta api cepat dirancang khusus dengan jalur rel tersendiri yang bebas hambatan, sehingga mampu melaju dengan kecepatan di atas 300 km/jam (Salim et al., 2023) (Putra, 2019). Kereta api cepat harus menggunakan jalur *elevated* dan tidak boleh ada perlintasan sebidang dikarenakan dengan kecepatan kereta yang tinggi, risiko kecelakaan fatal meningkat drastis jika masih ada perlintasan sebidang. Komponen rel kereta api cepat seperti bantalan dan pengikatnya pun disesuaikan agar dapat menahan beban dinamis pada kecepatan tinggi. Kereta api cepat tidak hanya mempercepat waktu tempuh perjalanan jarak jauh, tetapi juga mendorong konektivitas antarwilayah, memperlancar distribusi barang dan penumpang, serta mendorong pertumbuhan ekonomi dan pariwisata di daerah yang dilaluinya (Tetama et al., 2022) (Rinanto & Rahardjo, 2022).

Di Indonesia, proyek pembangunan kereta api cepat Jakarta–Surabaya direncanakan sebagai bagian dari jaringan besar Merak–Jakarta–Banyuwangi. Proyek ini diharapkan mampu mempermudah mobilitas penduduk di sepanjang koridor tersebut, sekaligus mengurangi beban lalu lintas di Jalan Pantura yang kerap mengalami kemacetan parah (Rinanto & Rahardjo, 2022). Selain itu, kehadiran kereta api cepat menawarkan solusi transportasi yang lebih ramah lingkungan dibandingkan moda konvensional. Sementara itu, rute kereta konvensional seperti Pasar Turi–Lamongan sejauh 41,2 km dengan waktu tempuh sekitar 40 menit tetap menjadi jalur penting dalam mendukung mobilitas lokal di kawasan aglomerasi Gerbangkertosusila, sebuah wilayah metropolitan yang dipusatkan di Kota Surabaya sebagai pusat ekonomi, industri, dan transportasi terbesar di wilayah timur Pulau Jawa (Tysara, 2024) (Malaiholo et al., 2022).

Tujuan Penelitian

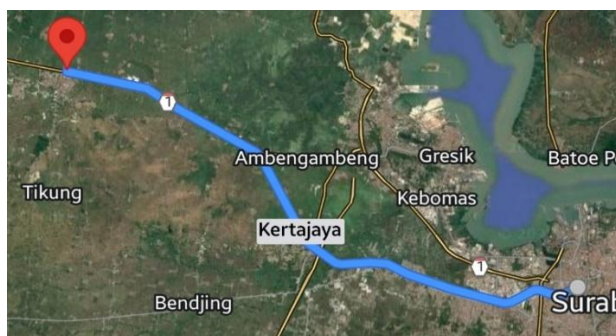
Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui desain alinyemen horizontal dan vertikal jalan rel kereta api cepat berdasarkan jalur eksisting Stasiun Pasar Turi – Stasiun Lamongan, memahami dimensi peninggian rel pada desain alinyemen tersebut, serta mengidentifikasi letak transisi perubahan kelandaian yang terjadi pada jalur kereta api cepat di lokasi perencanaan tersebut.

Manfaat Penelitian

Manfaat yang ingin diperoleh dari penelitian ini adalah sebagai sumber referensi tambahan bagi pembaca dalam bidang teknik sipil, khususnya terkait konstruksi jalan rel untuk kereta api cepat, sebagai acuan dalam mendukung perkembangan pembangunan guna mewujudkan Rencana Induk Perkeretaapian Nasional 2030 (RIPNAS 2030) bagi pemerintah pada jalur rel kereta api lintas Surabaya–Jakarta segmen Stasiun Pasar Turi–Stasiun Lamongan, serta sebagai referensi mengenai perencanaan pembangunan jaringan perkeretaapian kereta api cepat.

Lokasi Penelitian

Lokasi yang ditinjau dalam penelitian ini yaitu dari Stasiun Pasar Turi hingga Stasiun Lamongan. Peta lokasi penelitian ditunjukkan pada gambar 1 berikut.



Gambar 1 Skema alinyemen Vertikal pada KM 7+000
Sumber : Google Earth (2025)

Tinjauan Pustaka

Definisi Kereta Api Cepat

Kereta api cepat merupakan moda transportasi yang dirancang untuk melaju dengan kecepatan di atas 250 km/jam, bahkan mencapai 350 km/jam, dengan rata-rata kecepatan minimal sekitar 200 km/jam yang masih dapat ditingkatkan. Berbeda dengan kereta konvensional, sistem operasi kereta cepat memerlukan infrastruktur khusus seperti jari-jari lengkung yang lebih besar, elevasi rel yang presisi, persinyalan otomatis yang terintegrasi langsung di kabin

masinis, serta pasokan listrik bertegangan tinggi untuk mendukung stabilitas kecepatan (Fajriati et al., 2020). Di Indonesia, proyek Kereta Cepat Jakarta-Bandung yang dikenal dengan nama Whoosh menjadi pionir dalam pengembangan transportasi ini, dioperasikan oleh PT Kereta Cepat Indonesia China (KCIC), sebagai bagian dari rencana besar modernisasi jaringan kereta api berkecepatan tinggi di Pulau Jawa (Pamursari et al., 2023) (Marantika et al., 2017).

Persyaratan Teknis Jalur Kereta Api Cepat

Persyaratan Teknis Jalur Kereta Api Kecepatan Tinggi di Indonesia tercantum pada Peraturan Menteri Nomor 7 Tahun 2022 tentang Penyelenggaraan Kereta Api Kecepatan Tinggi (Peraturan Menteri Perhubungan No. 7, 2022). Peraturan ini membahas mengenai standar spesifikasi teknis kereta api berkecepatan tinggi. Klasifikasi kereta api cepat ditunjukkan pada tabel 1 berikut.

Tabel 1 Klasifikasi Kereta Api cepat

Jenis Kereta Api	Kecepatan aksimum (km/jam)	Beban Gandar (ton)	Fungsi Pelayanan	Lebar Jalan Rel (mm)
Kereta kecepatan tinggi > 200 km/jam	350	$P \leq 18$	Penumpang	1435

Sumber: Peraturan Menteri Perhubungan No. 7 (2022)

Peninggian Jalan Rel

Untuk memastikan dalam memperkuat stabilitas jalur kereta api cepat dalam melakukan perhitungan alinyemen horizontal, diperlukan peninggian jalan rel. Dimensi peninggian jalan rel berdasarkan jari-jari alinyemen horizontal ditunjukkan pada tabel 2 berikut.

Tabel 2 Dimensi Peninggian Jalan Rel Berdasarkan Jari-Jari Alinyemen Horizontal dan Kecepatan

Jari-Jari (m)	Kecepatan Rencana (km/jam)			
	Peninggian (mm)			
	350	300	250	200
5000	-	-	150	95
5500	-	-	135	85
6000	-	175	125	80
6500	-	165	115	75
7000	-	150	105	65
8000	175	135	90	60

Sumber: Peraturan Menteri Perhubungan No. 7 (2022)

Alinyemen Horizontal

Alinyemen horizontal merupakan proyeksi sumbu jalan rel pada bidang datar yang terdiri dari segmen lurus dan lengkung. Salah satu jenis lengkung yang digunakan adalah lengkung peralihan (*Spiral-Circle-Spiral*), yang memiliki jari-jari berubah secara bertahap untuk menghubungkan jalur lurus dengan lengkung atau dua lengkung berbeda (N. Utomo & Fatikasari, 2023) (S. H. T. Utomo, 2009). Panjang lengkung peralihan ini dihitung menggunakan rumus tertentu sesuai standar perkeretaapian. Panjang dari lengkung peralihan ditunjukkan pada tabel 3 berikut.

Tabel 3 Panjang Lengkung Peralihan dengan Jari-Jari dan Kecepatan

Kecepatan (km/jam)	350									300			250		
	Jari-Jari Lengkung (m)			(1)	(2)	(3)	(1)	(2)	(3)	(1)	(2)	(3)	(1)	(2)	(3)
8000	590			530	470	340	300	270	210	190	170				
	670			590	540	390	350	310	240	220	190				
6000	680			610	550										
	670			590	540	450	410	370	280	250	230				
5500	680			610	550										
	-			590	550	490	440	390	310	280	250				
5000	-			610	540										
	-			-	-	540	480	430	340	300	270				

Sumber: Peraturan Menteri Perhubungan No. 7 (2022)

Kelandaian Jalan Rel

Landai penentu adalah suatu kelandaian (pendakian) yang terbesar yang ada pada suatu lintas lurus. Persyaratan persentase kelandaian pada area perjalanan kereta api cepat ditunjukkan pada tabel 4 berikut.

Tabel 4 Kelandaian Pada Area Perjalanan Kereta Api Cepat

No	Daerah	Jalur Utama	Jalur Kearah Depo
1	Jalur utama: Normal Kondisi tertentu	≤ 20 ‰ ≤ (30 ‰) ⁽²⁾	≤ 30 ‰ ≤ (35 ‰) ⁽²⁾
2	Jalur utama di stasiun		≤ 1 ‰
3	Jalur utama di overtaking station atau Stasiun Operasi		≤ 6 ‰ ⁽³⁾

Sumber: Peraturan Menteri Perhubungan No. 7 (2022)

Alinyemen Vertikal

Alinyemen vertikal adalah perancangan elevasi jalur rel yang mengatur perubahan ketinggian seperti tanjakan, turunan, dan transisi di sepanjang lintasan. Besar jari-jari dari lengkung vertikal menurut besar kecepatan rencananya ditunjukkan pada tabel 5 berikut.

Tabel 5 Jari-Jari Minimum Lengkung Vertikal

Kecepatan Rencana (km/jam)	Kecepatan (km/jam)					
	350	300	250	200	160	120
Jari-Jari (m)	25000	25000	20000	15000	15000	10000

Sumber: Peraturan Menteri Perhubungan No. 7 (2022)

METODE

Penelitian ini bertujuan untuk mendesain alinyemen horizontal dan vertikal jalan rel kereta api cepat berdasarkan jalur eksisting Stasiun Pasar Turi – Stasiun Lamongan serta menghitung dimensi peninggian rel yang diperlukan pada desain tersebut agar sesuai dengan standar teknis dan kondisi lapangan. Dalam perencanaan geometri jalan rel kereta api cepat ini data yang digunakan adalah data sekunder yang diperlukan yaitu topografi yang diperoleh dari *Google Earth Pro* yang kemudian diolah menggunakan *software Global Mapper* dan *Civil 3D*. Metode yang digunakan dalam perencanaan geometri jalan rel kereta api cepat ini adalah menggunakan Peraturan Menteri Perhubungan No. 7 Tahun 2022 tentang Penyelenggaraan Kereta Api Kecepatan Tinggi serta buku Jalan Rel oleh Suryo Hapsoro Tri Utomo sebagai referensi perhitungan.

HASIL

Perencanaan Jalan Rel Kereta Api Cepat

Kecepatan rencana kereta api cepat ditetapkan berdasarkan kecepatan operasional rolling stock dengan jenis CCRC CR400AF Fuxing dan sesuai Peraturan Menteri Perhubungan No.7 Tahun 2022, yaitu maksimal 350 km/jam (Mahendra & Fitri, 2025). Pada tikungan tajam dengan jarak yang berdekatan, kecepatan rencana tikungan diturunkan menjadi 300 km/jam, 250 km/jam, dan 120 km/jam untuk menghindari overlap antara dua tikungan (Peraturan Menteri Perhubungan No. 7, 2022).

Perencanaan Peninggian Jalan Rel

Peninggian rel kereta api cepat direncanakan untuk mengimbangi gaya sentrifugal pada jalur melengkung demi menjaga stabilitas, kenyamanan, dan keselamatan perjalanan. Perencanaan peninggian jalan rel kereta api cepat dapat dirumuskan sebagai berikut:

$$\begin{aligned}
 hr &= 11,8 \frac{v^2}{R} \\
 &= 11,8 \frac{350^2}{8000} \\
 &= 180,69 \text{ mm} \\
 &\approx 175 \text{ mm (sesuai dengan tabel 1)}
 \end{aligned}$$

Keterangan:

V = Kecepatan rencana untuk perhitungan peninggian lengkung (km/jam).

R = Jari-jari lengkung (m).

Perencanaan Alinyemen Horizontal

Menurut Peraturan Dinas No. 10 Tahun 1986, alinyemen horizontal merupakan proyeksi sumbu jalan rel pada bidang datar yang terdiri dari bagian lurus dan lengkung, di mana jari-jari minimum lengkung ditentukan oleh kecepatan

rencana (Peraturan Dinas No. 10, 1986). Titik-titik koordinat dan sudut tikungan Δ yang digunakan pada perencanaan alinyemen horizontal kereta api cepat dari Stasiun Pasar Turi – Stasiun Lamongan ditunjukkan pada tabel 6 berikut.

Tabel 6 Koordinat Titik Tikungan Jalur Kereta Api Cepat dari Stasiun Pasar Turi – Stasiun Lamongan

Titik Tikungan	Koordinat X	Koordinat Y	Sudut Tikungan Δ
A	691258	9198597	-
P1	689931	9197437	73,65
P2	688488	9198356	62,44
P3	686.465	9197192	45,91
P4	680457	9198911	11,50
P5	680457	9200112	27,47
P6	678338	9198911	64,31
P7	669770	9207799	31,53
P8	662319	9212375	20,21
B	656831	9213475	-

Sumber: Hasil Analisis (2025)

Tahapan perhitungan alinyemen horizontal pada jalur kereta api Stasiun Pasar Turi – Stasiun Lamongan dapat dirumuskan sebagai berikut:

$$\theta_s = \frac{90 \times L_s}{\pi \times R}$$

$$= \frac{90 \times 590}{\pi \times 8000}$$

$$= 2,113$$

$$L_c = \frac{(\Delta - 2\theta_s) \times \pi R}{180}$$

$$= \frac{(20,212 - 2 \times 2,113) \times \pi 8000}{180}$$

$$= 2232,113$$

$$p = \frac{L_s^2}{6R} - R(1 - \cos \theta_s)$$

$$= \frac{590^2}{6 \times 8000} - 8000(1 - \cos 2,113)$$

$$= 1,814$$

$$k = L_s - \frac{L_s^3}{40R^2} - R \times \sin \theta_s$$

$$= 590 - \frac{590^3}{40 \times 8000^2} - 8000 \times \sin 2,113$$

$$= 247,733$$

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

$$= (8000 + 1,814) \times \operatorname{tg} \left(\frac{1}{2} 20,212 \right) + 247,733$$

$$= 1673,931$$

$$E = \frac{(R + p)}{\cos \left(\frac{1}{2} \Delta \right)} - R$$

$$= \frac{(8000 + 1,814)}{\cos \left(\frac{1}{2} \times 20,212 \right)} - 8000$$

$$= 127,919$$

$$X_s = L_s \left(1 - \frac{L_s^2}{40 \times 40^2} \right)$$

$$= 590 \left(1 - \frac{590^2}{40 \times 40^2} \right)$$

$$= 542,667$$

$$Y_s = \frac{L_s^2}{6 \times R}$$

$$= \frac{590^2}{6 \times 8000}$$

$$= 7,252$$

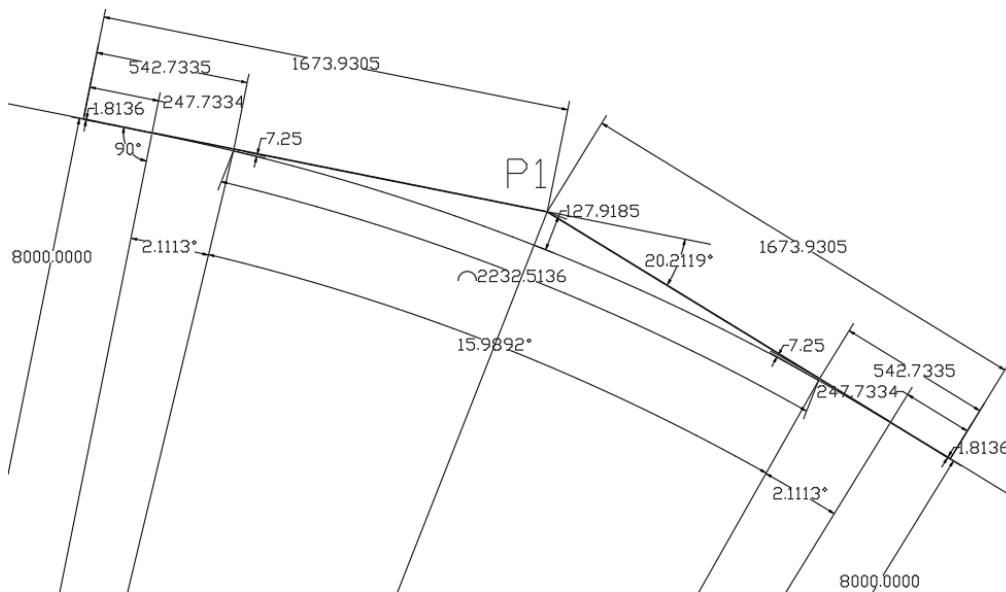
Keterangan:

θ_s = Sudut lengkung peralihan ($^\circ$).

L_s = Panjang lengkung peralihan (m).

- R = Jari-jari rencana (m).
- Δ = Sudut tikungan rencana ($^{\circ}$).
- Lc = Panjang lengkung lingkaran (m).
- Ts = Jarak titik Ts dari PI (m).
- P = Jarak dari busur lingkaran tergeser terhadap sudut tangen (m).
- K = Jarak dari titik TS ke titik P (m).
- E = Jarak dari PI ke sumbu jalan arah pusat lingkaran (m).
- Xs = Jarak dari TS ke titik proyeksi YS (m).
- Ys = Jarak dari SC ke garis proyeksi TS (m).

Parameter perencanaan alinyemen horizontal dengan lengkung tipe SCS (*spiral-circle-spiral*) diperoleh dari kecepatan rencana dan besar jari-jari minimum berdasarkan tabel dan data sudut tikungan. Skema alinyemen horizontal pada lengkung P1 pada gambar 2 berikut:



Gambar 2 Skema alinyemen Horizontal P1
Sumber: Hasil Analisis (2025)

Perhitungan alinyemen horizontal pada setiap titik tikungan yang ada pada jalur kereta api cepat Stasiun Pasar Turi – Stasiun Lamongan ditunjukkan pada tabel 7 berikut:

Tabel 7 Perhitungan Alinyemen Horizontal Jalur Kereta Api Cepat Stasiun Pasar Turi – Stasiun Lamongan

Titik Tikungan	h normal	Xs (m)	Ls (m)	θ_s ($^{\circ}$)	Lc (m)	p (m)	k (m)	Ts (m)	Es (m)	Ys (m)
P1	175	542,667	590	2,113	2232,113	1,814	247,733	1673,931	127,919	7,252
P2	175	542,667	590	2,113	3812,553	1,814	247,733	2506,813	314,593	7,252
P3	175	289,975	350	4,011	2456,074	2,044	115,118	1688,010	455,371	8,167
P4	175	289,975	350	4,011	992,335	2,044	115,118	803,451	95,001	8,167
P5	175	421,523	450	2,149	970,515	1,407	196,576	910,337	43,702	5,625
P6	155	224,358	248	3,552	1354,505	1,283	100,437	948,043	173,377	5,125
P7	170	160,703	204	5,844	885,822	1,739	58,879	666,058	171,386	6,936
P8	170	160,703	204	5,844	1081,476	1,739	58,879	808,990	251,457	6,936

Sumber: Hasil Analisis (2025)

Perencanaan Alinyemen Vertikal

Menurut Peraturan Menteri Perhubungan No. 7 Tahun 2022, lengkung vertikal merupakan proyeksi sumbu jalur rel pada bidang vertikal yang memotong sumbu jalur tersebut, dengan nilai jari-jari minimum ditentukan oleh kecepatan rencana perjalanan kereta api. Elevasi tanah sepanjang jalur rel pada perencanaan alinemen vertikal jalur ganda dari Stasiun Pasar Turi – Stasiun Lamongan ditunjukkan pada tabel 8 berikut:

Tabel 8 Analisis Perubahan Kelandaian Jalur Kereta Api Stasiun Pasar Turi – Stasiun Lamongan

KM		Panjang (m)	Elevasi		Selisih (Δ)	Kelandaian (%)	Keterangan
Awal	Akhir		h1	h2			
0+000	1+000	1000	7,000	7,000	0,000	0,000	Datar
1+000	2+000	1000	7,000	7,000	0,000	0,000	Datar
2+000	3+000	1000	7,000	7,000	0,000	0,000	Datar
3+000	4+000	1000	7,000	7,000	0,000	0,000	Datar
4+000	5+000	1000	7,000	7,000	0,000	0,000	Datar
5+000	6+000	1000	7,000	7,000	0,000	0,000	Datar
6+000	7+000	1000	7,000	15,293	8,293	0,8293	Naik
7+000	8+000	1000	15,293	15,293	0,000	0,000	Datar
8+000	9+000	1000	15,293	15,293	0,000	0,000	Datar
9+000	10+000	1000	15,293	15,293	0,000	0,000	Datar
10+000	11+000	1000	15,293	15,293	0,000	0,000	Datar
11+000	12+000	1000	15,293	15,293	0,000	0,000	Datar
12+000	13+000	1000	15,293	15,293	0,000	0,000	Datar
13+000	14+000	1000	15,293	15,293	0,000	0,000	Datar
14+000	15+000	1000	15,293	15,293	0,000	0,000	Datar
15+000	16+000	1000	15,293	15,293	0,000	0,000	Datar
16+000	17+000	1000	15,293	15,293	0,000	0,000	Datar
17+000	18+000	1000	15,293	15,293	0,000	0,000	Datar
18+000	19+000	1000	15,293	15,293	0,000	0,000	Datar
19+000	20+000	1000	15,293	15,293	0,000	0,000	Datar
20+000	21+000	1000	15,293	15,293	0,000	0,000	Datar
21+000	22+000	1000	15,293	15,293	0,000	0,000	Datar
22+000	23+000	1000	15,293	15,293	0,000	0,000	Datar
23+000	24+000	1000	15,293	15,293	0,000	0,000	Datar
24+000	25+000	1000	15,293	15,293	0,000	0,000	Datar
25+000	26+000	1000	15,293	15,293	0,000	0,000	Datar
26+000	27+000	1000	15,293	15,293	0,000	0,000	Datar
27+000	28+000	1000	15,293	15,293	0,000	0,000	Datar
28+000	29+000	1000	15,293	15,293	0,000	0,000	Datar
29+000	30+000	1000	15,293	15,293	0,000	0,000	Datar
30+000	31+000	1000	15,293	15,293	0,000	0,000	Datar
31+000	32+000	1000	15,293	15,293	0,000	0,000	Datar
32+000	33+000	1000	15,293	15,293	0,000	0,000	Datar
33+000	34+000	1000	15,293	15,293	0,000	0,000	Datar
34+000	35+000	1000	15,293	15,293	0,000	0,000	Datar
35+000	36+000	1000	15,293	15,293	0,000	0,000	Datar
36+000	37+000	1000	15,293	15,293	0,000	0,000	Datar
37+000	38+000	1000	15,293	15,293	0,000	0,000	Datar
38+000	39+000	1000	15,293	15,293	0,000	0,000	Datar
39+000	40+000	1000	15,293	6,000	9,293	-0,9293	Turun
40+000	41+046	1046	6,000	6,000	0,000	0,000	Datar

Sumber : Hasil Analisis (2025)

Tahapan perhitungan alinyemen vertikal pada kelandaian 1 jalur kereta api cepat Stasiun Pasar Turi – Stasiun Lamongan dapat dirumuskan sebagai berikut:

$$V \text{ rencana} = 350 \text{ km/jam}$$

$$R \text{ minimum} = 25000 \text{ m}$$

$$\begin{aligned} \omega &= |G1 - G2| \\ &= |0,00\% - 0,8293\%| \\ &= |0,8293\%| \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} L &= \omega \times R \\ &= 0,8293\% \times 25000 \\ &= 207,32 \text{ m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} X_m &= \frac{R}{2} \times \omega \\ &= \frac{25000}{2} \times (0,8293\%) \\ &= 103,6625 \text{ m} \end{aligned}$$

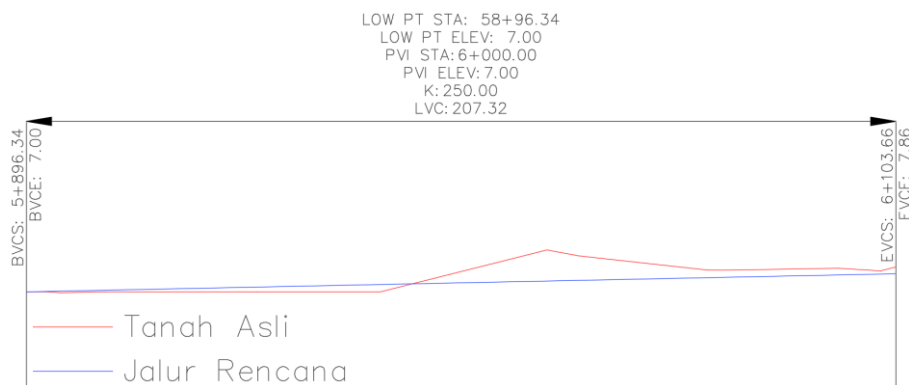
$$\begin{aligned} Y_m &= \frac{R}{8} \times \omega^2 \\ &= \frac{25000}{8} \times (0,8293\%)^2 \\ &= 0,2149 \text{ m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Elevasi PPV} &= \text{Elevasi } h_1 \\ \text{Elevasi PLV} &= \text{PPV} - g_1 \times \frac{1}{2} \times L \\ &= 7 - 0,00 \% \times \frac{1}{2} \times 207,32 \\ &= 7,00 \text{ m} \\ \text{Elevasi PTV} &= \text{PPV} - g_2 \times \frac{1}{2} \times L \\ &= 7 - 0,8293 \% \times \frac{1}{2} \times 207,32 \\ &= 7,86 \text{ m} \end{aligned}$$

Keterangan:

- Ym = Kenaikan vertikal dari titik PPV ke bagian Lengkung (Ym)
- Xm = Kenaikan vertikal dari titik PTV ke bagian Lengkung (Ym)
- R = Jari-jari rencana lengkung vertikal (m)
- Lv = Lengkung vertikal
- ϕ = Perbedaan kelandaian (%) = G1 – G2
- PLV = Titik akhir lengkung vertikal
- PTV = Titik awal lengkung vertikal
- PPV = Titik puncak lengkung vertikal (Elevasi awal)

Pada jalur rel kereta api cepat dari hasil alinyemen vertikal, untuk transisi kelandaian *elevated* tanjakan terjadi pada KM. 6+000. Skema rencana alinyemen vertikal pada titik kelandaian jalur kereta api Stasiun Pasar Turi – Stasiun Lamongan pada KM. 6+000 – KM. 7+000 ditunjukkan pada gambar 3 berikut.



Gambar 3 Skema alinyemen vertikal transisi kelandaian naik elevated pada KM. 6+000 – KM. 7+000
Sumber : Hasil Analisis (2025)

Perhitungan alinyemen vertikal pada setiap titik kelandaian yang ada pada jalan rel kereta api cepat Stasiun Pasar Turi – Stasiun Lamongan ditunjukkan pada tabel 9 berikut:

Tabel 9 Perhitungan alinyemen vertikal jalur kereta api cepat Stasiun Pasar Turi – Stasiun Lamongan

KM		V (km /jam)	Jari-jari (m)	L (m)	Ym (m)	Xm (m)	PLV (m)	PTV (m)	PPV - Ym (m)
Awal	Akhir								
0+000	1+000	350	25000	0	0	0	7,00	7,00	7,00
1+000	2+000	350	25000	0	0	0	7,00	7,00	7,00
2+000	3+000	350	25000	0	0	0	7,00	7,00	7,00
3+000	4+000	350	25000	0	0	0	7,00	7,00	7,00
4+000	5+000	350	25000	0	0	0	7,00	7,00	7,00
5+000	6+000	350	25000	0	0	0	7,00	7,00	7,00
6+000	7+000	350	25000	207,36	0,22	103,66	7,00	7,86	15,08
7+000	8+000	350	25000	0	0	0	15,26	15,29	15,29
8+000	9+000	350	25000	0	0	0	15,29	15,29	15,29
9+000	10+000	350	25000	0	0	0	15,29	15,29	15,29
10+000	11+000	350	25000	0	0	0	15,29	15,29	15,29
11+000	12+000	350	25000	0	0	0	15,29	15,29	15,29
12+000	13+000	350	25000	0	0	0	15,29	15,29	15,29
13+000	14+000	350	25000	0	0	0	15,29	15,29	15,29
14+000	15+000	350	25000	0	0	0	15,29	15,29	15,29

Tabel 9 Perhitungan alinyemen vertikal jalur kereta api cepat Stasiun Pasar Turi – Stasiun Lamongan (Lanjutan)

KM		V (km/jam)	Jari-jari (m)	L (m)	Ym (m)	Xm (m)	PLV (m)	PTV (m)	PPV - Ym (m)
Awal	Akhir								
15+000	16+000	350	25000	0	0	0	15,29	15,29	15,29
16+000	17+000	350	25000	0	0	0	15,29	15,29	15,29
17+000	18+000	350	25000	0	0	0	15,29	15,29	15,29
18+000	19+000	350	25000	0	0	0	15,29	15,29	15,29
19+000	20+000	350	25000	0	0	0	15,29	15,29	15,29
20+000	21+000	350	25000	0	0	0	15,29	15,29	15,29
21+000	22+000	350	25000	0	0	0	15,29	15,29	15,29
22+000	23+000	350	25000	0	0	0	15,29	15,29	15,29
23+000	24+000	350	25000	0	0	0	15,29	15,29	15,29
24+000	25+000	350	25000	0	0	0	15,29	15,29	15,29
25+000	26+000	350	25000	0	0	0	15,29	15,29	15,29
26+000	27+000	350	25000	0	0	0	15,29	15,29	15,29
27+000	28+000	350	25000	0	0	0	15,29	15,29	15,29
28+000	29+000	350	25000	0	0	0	15,29	15,29	15,29
29+000	30+000	350	25000	0	0	0	15,29	15,29	15,29
30+000	31+000	350	25000	0	0	0	15,29	15,29	15,29
31+000	32+000	350	25000	0	0	0	15,29	15,29	15,29
32+000	33+000	350	25000	0	0	0	15,29	15,29	15,29
33+000	34+000	350	25000	0	0	0	15,29	15,29	15,29
34+000	35+000	350	25000	0	0	0	15,29	15,29	15,29
35+000	36+000	350	25000	0	0	0	15,29	15,29	15,29
36+000	37+000	350	25000	0	0	0	15,29	15,29	15,29
37+000	38+000	350	25000	0	0	0	15,29	15,29	15,29
38+000	39+000	350	25000	0	0	0	15,29	15,29	15,29
39+000	40+000	350	25000	232,36	0,27	116,16	15,29	14,21	5,73
40+000	41+046	350	25000	0	0	0	6,00	6,00	6,00

Sumber : Hasil Analisis (2025)

SIMPULAN

Berdasarkan hasil analisis dan perhitungan, dalam penelitian ini kecepatan rencana kereta api cepat ditetapkan maksimal 350 km/jam sesuai Peraturan Menteri Perhubungan No.7 Tahun 2022 untuk *rolling stock* CCRC CR400AF Fuxing, dengan penurunan kecepatan di beberapa tikungan dibawah 350 km/jam menjadi 300 km/jam, 250 km/jam, dan 120 km/jam pada tikungan berdekatan untuk menghindari overlap. Geometri jalan rel pada alinyemen horizontal menggunakan tikungan jenis S-C-S (*Spiral-Circle-Spiral*) menggunakan jari-jari 8.000 meter dan alinyemen vertikal menggunakan jari-jari 25.000 meter. Peninggian rel pada desain alinyemen horizontal dan vertikal adalah 175 mm. Transisi perubahan kelandaian pada alinyemen horizontal dan vertikal terletak di KM 6+000 – KM 7+000 untuk transisi *elevated* tanjakan dengan kemiringan 0,8293 % dan KM 39+000 - KM 40+000 untuk transisi *elevated* turunan dengan kemiringan 0,9293 %.

DAFTAR PUSTAKA

- Dasion, J. J. T., & Utomo, N. (2020). Perencanaan Jalur Ganda (*Double Track*) Lintasan Kereta Api pada Emplasemen Stasiun Wonokromo - Stasiun Sidoarjo (KM 7+881 - KM 25+510). *Jurnal Ilmiah Teknik Sipil*, 6(2), 109–118.
- Fajriati, R., Utomo, S. H. T., & Muthohar, I. (2020). Analisis Standar Perancangan Geometri Rel Kereta Cepat (Studi Kasus : Kereta Cepat Jakarta - Bandung). *Jurnal Manajemen Aset Infrastruktur & Fasilitas*, 4(3), 249–260. <https://doi.org/10.12962/j26151847.v4i3.7104>
- Lutfi, F. M. A. (2019). Perancangan Struktur Jalan Rel Lintas Madiun - Kedungbanteng Menggunakan Metode *Slab Track*. Institut Teknologi Sepuluh Nopember.
- Mahendra, T. S. S. I., & Fitri, M. (2025). *Static Structure Analysis of EMU CR400AF High Speed Train's Hollow Axle Using Ansys Workbench*. *JTTM: Jurnal Terapan Teknik Mesin*, 6(1), 20–30. <https://doi.org/10.37373/jttm.v6i1.1206>
- Malaiholo, D., Kurniawan, M. A., & Anggraini, N. (2022). Analisa Pengendalian Biaya Dan Waktu Pada Pelaksanaan Proyek (Studi Kasus: Jalur Ganda Kereta Api Mojokerto-Jombang). *Jurnal Talenta Sipil Unbari*, 5(1), 49. <https://doi.org/10.33087/talentsipil.v5i1.97>
- Marantika, D., Erwinsyah, Moch. B., Hatmoko, J. U. D., & Khasani, R. R. (2017). Analisis Risiko Investasi Proyek Kereta Cepat Jakarta - Bandung. *Jurnal Karya Teknik Sipil*, 6(1), 324–334. [http://ejournal-s1.undip.ac.id/index.php/jktsTelp.:](http://ejournal-s1.undip.ac.id/index.php/jktsTelp.)

- Pamursari, N., Sari, N., & Bahidin, M. (2023). *Review Design Bantalan Pada Jalur Proyek Kereta Cepat Jakarta-Bandung*. *Jurnal Teknik Sipil Sendi*, 4(1), 43–53.
<http://jim.teknokrat.ac.id/index.php/tekniksipilJurnalTeknikSipil>
- Peraturan Dinas No. 10, Pub. L. No. 10, Republik Indonesia (1986).
- Peraturan Menteri Perhubungan No. 7, Pub. L. No. 7, Republik Indonesia (2022).
- Putra, D. D. (2019). *Perancangan Geometrik Dan Struktur Jalan Rel Untuk Rencana Kereta Cepat Surabaya - Yogyakarta Seksi Stasiun Madiun - Stasiun Solo Balapan*. Institut Teknologi Sepuluh Nopember.
- Rinanto, H. A., & Rahardjo, B. (2022). *Perencanaan Geometrik Jalan Rel Kereta Cepat Surabaya - Banyuwangi*. *Jurnal Teknik ITS*, 11(2), 79–83.
- Salim, I. P., Simanjuntak, M. A. R., & Sulistio, H. (2023). *Analisis Kebijakan Pemerintah Dalam Pengembangan Kereta Cepat Di Indonesia Dan Dampaknya Terhadap Manajemen Proyek*. *Wahana Teknik Sipil*, 28(1), 115–130.
- Septiana, D. A. (2023). *Perencanaan Jalur Ganda (Double Track) Lintasan Kereta Api Pada Stasiun Krian – Stasiun Wonokromo (KM 38+330 - KM 17+361)*. Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Jawa Timur.
- Tetama, A. R., Suharno, & Tyola, Y. N. (2022). *Pembangunan Kereta Cepat Jakarta-Bandung: Memaknaikonsultasi Publik Dan Partisipasi Masyarakat Dalam Pengadaan Tanah*. *Jurnal Widya Bhumi*, 2(2), 136–151.
- Tysara, L. (2024, January 24). *Kawasan Aglomerasi Adalah Pemusatan Lokasi, Ini Contoh Implementasinya di Indonesia*. *Liputan6*.
- Utomo, N., & Fatikasari, A. D. (2023). *Analisis Perencanaan Ulang Alinyemen Horizontal dan Pelebaran Perkerasan Tikungan di Ruas Jalan Nasional Gumitir (STA 231+000 - STA 235+100)*. *Semesta Teknika*, 26(1), 65–77.
<https://doi.org/10.18196/st.v26i1.18033>
- Utomo, S. H. T. (2009). *Jalan Rel (2nd ed.)*. Beta Offset Yogyakarta.