

# Perancangan Geometrik Rencana Reaktivasi Jalur Rel Babat–Tuban

Muhammad Miftah Fakhrizal dan Budi Rahardjo  
 Departemen Teknik Sipil, Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS)  
*e-mail:* rahardjo@ce.its.ac.id

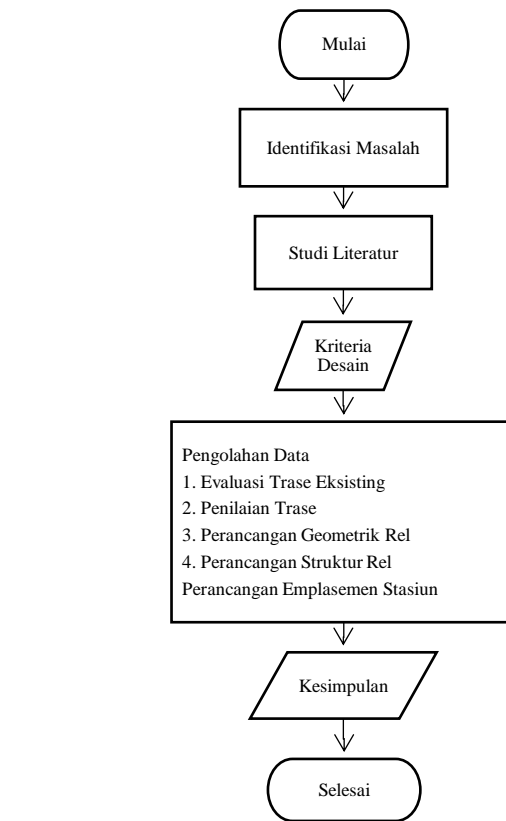
**Abstrak**—Babat dan Tuban termasuk kedalam wilayah Gerbangkertosila yang pembangunannya menjadi perhatian oleh pemerintah. Di situ pula, direncanakan reaktivasi jalur Jombang–Babat–Tuban yang ditargetkan selesai di tahun 2030. Jalur ini memiliki segmen jalur yang sebelumnya ditutup di tahun 1990. Meskipun begitu, telah banyak pembangunan jalan raya, pemukiman yang dilakukan di atas jalur tersebut. Maka perlu dilakukan analisis kelayakan trase yang sudah ada dan perencanaan geometri untuk trase yang dirancang. Tahap awal yang dilakukan yaitu dengan mengumpulkan data primer dan sekunder. Data primer berupa survey lapangan mengenai keadaan rel yang sudah ada, sedangkan data sekunder merupakan peta kontur, emplasemen stasiun yang ada, serta komponen rel. Kemudian dilakukan evaluasi terhadap jalur yang sudah ada dan menilai mana bagian yang masih bisa digunakan dan tidak bisa. Pada bagian yang tidak bisa digunakan kembali, dilakukan perancangan beberapa trase alternatif yang kemudian dilakukan penilaian untuk memilih salah satu dari alternatif trase yang ada. Trase yang terpilih dirancang alinyemen horizontal dan vertikal, struktur, hingga emplasemen stasiun yang dilewati trase tersebut. Hasil perancangan ditemui bahwa terdapat beberapa bagian trase awal yang sudah tidak bisa digunakan akibat alih fungsi lahan menjadi pusat pemukiman dan perkotaan. Maka, dibuat trase alternatif yang mempertimbangkan aspek tata guna lahan, aspek teknis, potensi angkutan, dan aspek aksesibilitas. Trase alternatif yang dirancang merupakan jalur sepanjang 35,392 km dengan kelas jalan I yang memiliki kecepatan maksimum 120 km/jam. Dalam perancangan, dihasilkan trase dengan 24 lengkung horizontal dan 38 lengkung vertikal. Jalur ini dirancang menggunakan bantalan beton dengan jarak 60 cm antar bantalan. Sepanjang trase, kereta api akan berhenti di 3 stasiun yaitu Stasiun Babat, Stasiun Plumpang, dan Stasiun Tuban. Stasiun Babat memiliki 9 jalur dan berfungsi sebagai stasiun percabangan, Stasiun Plumpang memiliki 4 jalur, dan Stasiun Tuban memiliki 3 jalur serta berfungsi sebagai stasiun ujung.

**Kata Kunci**— Rel Kereta Api, Geometrik Rel, Reaktivasi, Jalur Kereta Api Babat–Tuban.

## I. PENDAHULUAN

**P**ERTUMBUHAN penduduk yang kian pesat menyebabkan kebutuhan akan mobilitas manusia dan barang yang tinggi. Maka dari itu, diperlukan sarana transportasi yang tersebar di berbagai daerah dengan potensi pertumbuhan yang tinggi. Transportasi yang dimaksud ini, harus memiliki kapasitas yang tinggi untuk memenuhi kebutuhan yang tinggi pula. Tak hanya itu, ketika merencanakan sesuatu untuk beberapa tahun kedepan, perlu pula melihat aspek keamanan, hemat energi, serta efeknya terhadap lingkungan. Melihat kebutuhan akan moda transportasi seperti ini, pemerintah menganggap kereta api sebagai salah satu solusi ampuh yang bisa memenuhi kebutuhan tersebut.

Tuban, Jawa Timur merupakan salah satu daerah yang berpotensi untuk mengalami kenaikan ekonomi dalam



Gambar 1. Bagan alir metodologi pengerjaan studi.

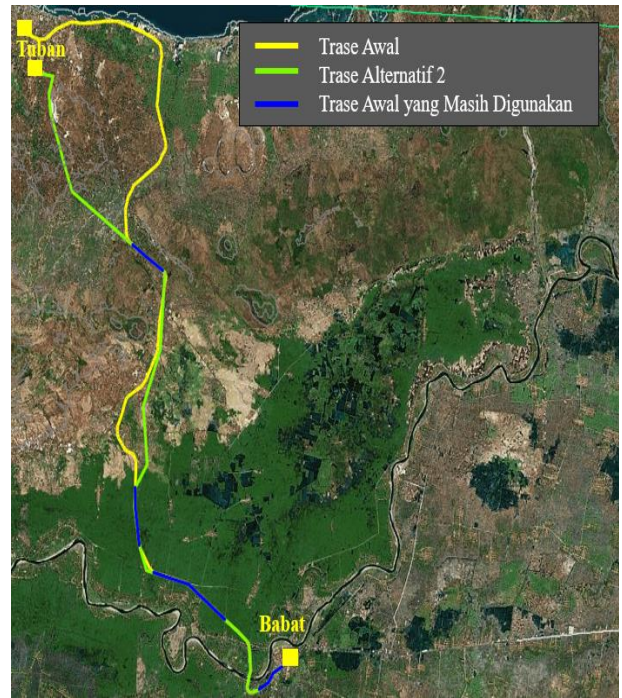
beberapa tahun kedepan. Hal ini diakibatkan oleh dibangunnya kilang Grass Root Refinery (GRR) oleh PT Pertamina Rosneft Pengolahan dan Petrokimia tahun 2021 silam. Hadirnya sebuah industri baru ini tentunya akan menciptakan banyak lapangan pekerjaan tak hanya untuk masyarakat Tuban, namun daerah-daerah sekitarnya. Diperkirakan, akan terjadi peningkatan pergerakan masyarakat dari dan ke daerah Tuban. Sehingga diperlukan adanya transportasi umum yang efektif untuk menunjang pertumbuhan yang terjadi di daerah tersebut.

Melihat potensi perkembangan dari Kabupaten Tuban, pemerintah telah mengeluarkan Peraturan Presiden Nomor 80 Tahun 2019 Tentang Percepatan Pembangunan Ekonomi Di Kawasan Gresik-Bangkalan-Mojokerto-Surabaya-Sidoarjo-Lamongan (Gerbangkertosilo), Kawasan Bromo-Tengger-Semeru, serta Kawasan Selingkar Wilis dan Lintas Selatan. Peraturan tersebut menyebutkan bahwa Gerbangkertosilo dan wilayah sekitarnya yang meliputi Tuban, Bojonegoro, dan Jombang perlu adanya percepatan dalam pembangunan ekonomi. Hal ini ditekankan guna meningkatkan daya saing kawasan tersebut [1].

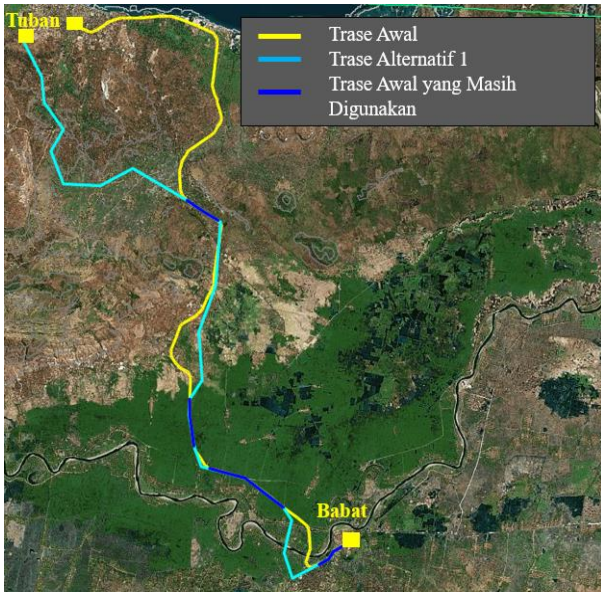
Keseriusan untuk percepatan pembangunan ekonomi yang ditekankan pada Perpres tertuang dalam Keputusan Menteri Perhubungan Republik Indonesia Nomor KP 2128 Tahun



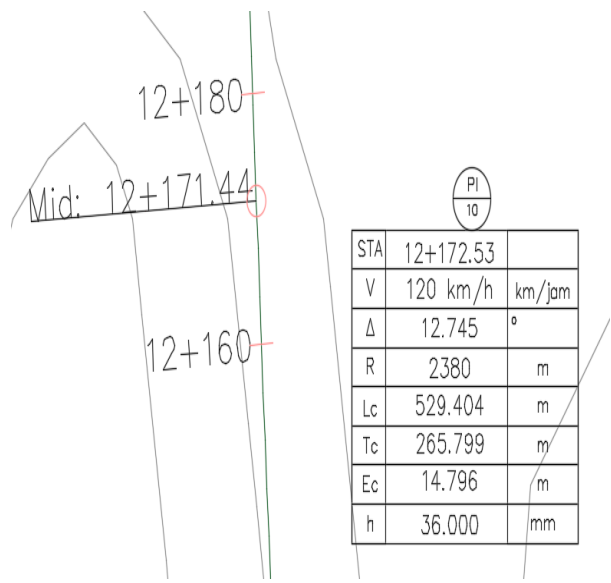
Gambar 4. Bagian trase yang sudah tidak bisa digunakan.



Gambar 2. Tampak trase alternatif 2.



Gambar 5. Tampak trase alternatif 1.



Gambar 3. Parameter lengkung FC oleh Civil 3D.

2018 Tentang Rencana Induk Perkeretaapian Nasional [2]. Keputusan pembangunan di sektor perkeretaapian dapat mendorong pertumbuhan ekonomi regional sekaligus nasional. Keunggulan kereta api dibandingkan transportasi umum lainnya meliputi kapasitasnya yang besar, keamanan, memiliki jalur sendiri, serta menggunakan energi yang relatif rendah [3].

Berdasarkan keputusan tersebut, terdapat beberapa jalur baru yang akan dibangun dan juga jalur lama yang akan direaktivasi. Salah satu jalur lama yang akan direaktivasi yaitu jalur Babat–Tuban yang termasuk kedalam rangkaian jalur Jombang–Babat–Tuban. Jalur ini, sebelumnya termasuk ke dalam jalur utama Merakurak – Babat yang dinonaktifkan pada tahun 1990.

Namun sejak dinonaktifkannya jalur ini, kota Tuban sudah mengalami perubahan yang sangat signifikan. Jalur rel kereta yang dulunya menjadi prasarana utama, kini telah dipenuhi oleh pemukiman dan menjadi pusat perkotaan. Sehingga

apabila diaktifkan kembali, dikhawatirkan akan menjadi bumerang bagi kota Tuban akibat banyaknya perlintasan sebidang dengan jalan raya. Hal ini disampaikan oleh Kepala Badan Perencanaan Pembangunan Daerah (Bappeda) Tuban, Agung Triwibowo dalam situs daring bloktuban. Tak hanya jalurnya, stasiun kereta api kota Tuban dan stasiun pemberhentian di sepanjang jalur ini pun sudah tidak aktif lagi sekarang.

Hingga akhirnya, saat ini satu-satunya cara untuk berpindah dari dan ke Tuban hanya bisa melalui jalan. Tidak adanya pilihan transportasi umum lain seperti kereta api dari dan menuju Tuban merupakan suatu hal yang disayangkan mengingat potensinya yang tinggi.

Melihat besarnya potensi perpindahan antara Babat dan Tuban diikuti minimnya alternatif moda transportasi, maka diperlukan adanya perancangan alternatif trase jalur kereta api Babat–Tuban guna reaktivasinya. Dengan dirancangnya trase alternatif ini, dapat menambah pilihan transportasi

Tabel 3.  
Multi Criteria Analysis

Kriteria	Prioritas
Kebutuhan lahan	3,269%
Pembebasan pemukiman	24,453%
Pembebasan sawah	1,676%
Panjang trase	3,206%
Jumlah tikungan	3,976%
Jenis konstruksi	11,493%
Topografi	13,107%
Geologi	6,793%
Potensi angkutan	9,704%
Perpotongan dengan jalan	12,377%
Melewati sungai	9,946%

Tabel 4.  
Penilaian untuk Trase Awal

Kriteria	Prioritas	Data	Nilai
Kebutuhan lahan (ha)	3,269%	95254,600	1
Pembebasan pemukiman (ha)	24,453%	28378,351	1
Pembebasan sawah (ha)	1,676%	66876,249	3
Panjang trase (km)	3,206%	38,000	1
Jumlah tikungan	3,976%	138	1
Jenis konstruksi	11,493%	At grade	3
Topografi	13,107%	Cukup datar	3
Geologi	6,793%	Sedang	2
Potensi angkutan	9,704%	Pemukiman	2
Perpotongan dengan jalan	12,377%	47	1
Melewati sungai	9,946%	1	3
Total nilai			1,889

umum yang tersedia untuk penduduk di kedua kota tersebut. Dengan begitu pula, rencana ambisius dari pemerintah ini tidak akan menimbulkan masalah baru berupa kemacetan akibat persimpangan sebidang.

A. Tujuan

Adapun penelitian ini dilakukan dengan tujuan seperti berikut.

- Mengetahui apakah jalur eksisting jalur kereta api jalur Babat–Tuban masih bisa digunakan.
- Merancang trase yang sesuai kriteria untuk jalur kereta api Babat–Tuban.
- Merancang struktur rel kereta api Babat-Tuban.
- Merancang emplasemen stasiun yang dilalui jalur Babat–Tuban.

B. Batasan Masalah

Adapun batasan masalah dalam penelitian ini seperti berikut:

- Perancangan jalur kereta mencakup alinyemen horizontal dan vertikal, perancangan struktur rel, serta perancangan emplasemen dan peron stasiun.
- Tidak dilakukan perancangan drainase jalur kereta api.
- Tidak dilakukan perancangan sistem persinyalan.

II. METODOLOGI

Gambar 1 dalah bagan alir yang disusun untuk memaparkan alur tahapan metodologi pengerjaan studi ini. Bagan alir dapat dilihat pada Gambar 1.

Tabel 1.  
Penilaian untuk Trase Alternatif 1

Kriteria	Prioritas	Data	Nilai
Kebutuhan lahan (ha)	3,269%	92319,179	2
Pembebasan pemukiman (ha)	24,453%	2847,611	3
Pembebasan sawah (ha)	1,676%	89471,568	1
Panjang trase (km)	3,206%	35,392	2
Jumlah tikungan	3,976%	24	3
Jenis konstruksi	11,493%	At grade dan elevated	2
Topografi	13,107%	Tanjakan	2
Geologi	6,793%	Sedang	2
Potensi angkutan	9,704%	Pemukiman	2
Perpotongan dengan jalan	12,377%	24	3
Melewati sungai	9,946%	2	2
Total nilai			2,506

Tabel 2.  
Penilaian untuk Trase Alternatif 2

Kriteria	Prioritas	Data	Nilai
Kebutuhan lahan (ha)	3,269%	76880,138	3
Pembebasan pemukiman (ha)	24,453%	6976,146	2
Pembebasan sawah (ha)	1,676%	69903,992	2
Panjang trase (km)	3,206%	30,670	3
Jumlah tikungan	3,976%	39	2
Jenis konstruksi	11,493%	At grade dan elevated	2
Topografi	13,107%	Curam	1
Geologi	6,793%	Sedang	2
Potensi angkutan	9,704%	Wisata	3
Perpotongan dengan jalan	12,377%	28	2
Melewati sungai	9,946%	1	3
Total nilai			2,245

III. ANALISIS DAN EVALUASI TRASE

A. Kriteria Desain

Pada perancangan jalur kereta api ini, ditetapkan kriteria desain sebagai berikut:

- Lebar sepur = 1.067 mm
- Tipe jalur = Jalur ganda (*double track*)
- Kelas jalan rel = I
- Kecepatan maks = 120 km/jam
- Tipe rel = R54

B. Survei Trase Eksisting

Survei trase yang sudah ada dilakukan untuk memverifikasi keadaan yang terlihat melalui aplikasi bantu Civil 3D. Dalam melakukan survei ini, dilakukan evaluasi apakah trase tersebut masih mungkin untuk digunakan dalam rencana reaktivasi jalur kereta api Babat–Tuban. Dalam melakukan evaluasi, penilaian didasarkan pada PM No. 60 Tahun 2012 dan PM No. 36 Tahun 2011 terkait ketersediaan lahan.

Berdasarkan PM No. 36 Tahun 2011, digambarkan bahwa jarak antara bangunan dengan bagian terluar rel adalah 10

Tabel 5.  
Rekapitulasi Perhitungan Alinemen Horizontal Lengkung FC

PI No.	$\Delta$ (°)	R (m)	V	Tc (m)	Lc (m)	Ec (m)
PI7	22,505	2.380	120	473,527	934,847	46,650
PI9	11,258	2.380	120	234,586	467,662	11,533
PI10	12,745	2.380	120	265,799	529,404	14,796
PI13	26,426	2.380	120	558,784	1097,687	64,717
PI14	17,156	2.380	120	358,997	712,622	26,923
PI16	2,284	2.380	120	47,438	94,863	0,473
PI17	3,832	2.380	120	79,609	159,159	1,331
PI19	28,913	2.380	120	613,582	1201,012	77,821
PI24	24,522	2.380	120	517,235	1018,630	55,556

Tabel 6.  
Rekapitulasi Perhitungan Alinemen Horizontal Lengkung SCS

PI No.	$\Delta$ (°)	R (m)	V	Lh (m)	$\theta_s$ (°)	Lc (m)	Ts (m)	E (m)
PI1	29,476	450	90	100	6,3662	131,500	168,596	16,269
PI2	32,163	450	90	100	6,3662	152,610	179,977	19,293
PI3	98,698	560	100	110	5,6273	854,660	708,222	301,007
PI4	30,094	790	120	132	4,7867	282,943	278,609	29,002
PI5	43,453	790	120	132	4,7867	467,128	381,150	61,402
PI6	22,502	790	120	132	4,7867	178,260	223,323	16,418
PI8	55,313	790	120	132	4,7867	630,665	480,464	102,944
PI11	31,207	790	120	132	4,7867	298,289	286,868	31,185
PI12	39,275	790	120	132	4,7867	409,527	348,202	49,763
PI15	63,085	790	120	132	4,7867	737,818	551,466	138,034
PI18	56,872	790	120	132	4,7867	652,163	494,280	109,440
PI20	66,681	790	120	132	4,7867	787,398	586,319	156,733
PI21	51,749	790	120	132	4,7867	581,522	449,601	89,043
PI22	66,206	790	120	132	4,7867	780,855	581,638	154,168
PI23	31,935	790	120	132	4,7867	308,321	292,291	32,660

meter [4]. Dengan perencanaan berupa *double track*, maka lebar lahan yang diperlukan adalah 25,067 m.

Berdasarkan hasil analisis, terdapat beberapa bagian dari trase yang sudah beralih fungsi menjadi pemukiman serta pusat perkotaan. Dengan aplikasi bantu Civil 3D, dapat dilihat pula bahwa trase yang ada memiliki tikungan dengan jumlah yang banyak serta dengan jarak yang berdekatan. Hal ini menyebabkan trase tersebut tidak dapat dipakai untuk kriteria desain yang dirancang. Selain itu, trase yang ada banyak memberikan perpotongan dengan jalan. Hasil survey digambarkan seperti Gambar 2.

C. Penetapan Trase Alternatif

Dari survey yang sudah dilakukan, didapatkan beberapa bagian trase yang sudah tidak bisa digunakan karena alih fungsi dan aspek teknis seperti perpotongan banyaknya tikungan. Dalam perancangan kali ini, direncanakan 2 trase alternatif yang akan menggantikan trase yang sudah ada. Trase alternatif ini dibuat dengan mempertimbangkan aspek-aspek seperti berikut:

1) Aspek Tata Guna Lahan

- a. Kebutuhan lahan
- b. Pembebasan pemukiman
- c. Pembebasan sawah

2) Aspek Teknis

- a. Panjang trase
- b. Jumlah tikungan
- c. Jenis konstruksi
- d. Topografi
- e. Geologi

3) Aspek Aksesibilitas

- a. Perpotongan dengan jalan

b. Melewati sungai

Trase alternatif 1 seperti pada Gambar 3, memindahkan trase di STA 1+350 hingga STA 4+720 akibat alih fungsi lahan serta adanya struktur jembatan yang sudah menjadi jembatan kendaraan warga sekitar. Selain itu, trase alternatif 1 juga memindahkan STA 12+250 hingga STA 20+975 yang sekarang sudah menjadi pusat perkotaan Plumpang menuju lokasi yang lebih luang untuk mengurangi pembebasan lahan dan perpotongan dengan jalan. Terakhir, trase ini juga memindahkan STA 23+129 hingga STA 38+000 ke lokasi yang memiliki pemukiman lebih minim, tetapi tidak terlalu jauh dari Kota Tuban untuk dibangun stasiun pemberhentian.

Trase alternatif 2 seperti pada Gambar 4, memindahkan STA 12+250 hingga STA 20+975 yang sekarang sudah menjadi pusat perkotaan Plumpang menuju lokasi yang lebih luang untuk mengurangi pembebasan lahan dan perpotongan dengan jalan. Kemudian, trase ini juga memindahkan STA 23+129 hingga STA 38+000 ke lokasi yang memiliki pemukiman lebih minim, dan tidak terlalu jauh dari Kota Tuban untuk dibangun stasiun pemberhentian mendekati daerah wisata.

Setelah semua trase alternatif selesai dirancang seperti pada, maka dilakukan penilaian terhadap masing-masing trase yang ada. Untuk menentukan trase yang terbaik, setiap trase alternatif akan dilakukan penilaian menggunakan metode *analytical hierarchy process* (AHP) dengan pendekatan *pairwise comparison*. Pemingkatan akan dilakukan berdasarkan beberapa aspek seperti yang sudah disebutkan sebelumnya.

Metode *analytical hierarchy process* (AHP) ini dilakukan dengan melakukan pemingkatan pada aspek-aspek yang sudah ditentukan dalam hirarki-hirarki. Dengan hirarki atau

Tabel 7.  
Rekapitulasi Perhitungan Alinyemen Vertikal

No. PVI	Elevasi (m)	Grade In (%)	Grade Out (%)	R (m)	X (m)	Y (m)	L (m)
A	7,150	0,00	0,00	0	0,000	0,000	0,000
1	7,150	0,00	0,93	8000	-37,013	0,086	-74,027
2	15,000	0,93	0,00	8000	37,013	0,086	74,027
3	15,000	0,00	0,47	8000	-18,800	0,022	-37,600
4	18,500	0,47	0,00	8000	18,800	0,022	37,600
5	18,500	0,00	0,34	8000	-13,600	0,012	-27,200
6	20,000	0,34	0,00	8000	13,600	0,012	27,200
7	20,000	0,00	0,65	8000	-26,000	0,042	-52,000
8	24,559	0,65	0,00	8000	26,000	0,042	52,000
9	24,559	0,00	-0,97	8000	38,800	0,094	77,600
10	19,284	-0,97	0,00	8000	-38,800	0,094	-77,600
11	19,284	0,00	-0,50	8000	20,000	0,025	40,000
12	14,500	-0,50	0,94	8000	-57,600	0,207	-115,200
13	18,000	0,94	0,00	8000	37,600	0,088	75,200
14	18,000	0,00	-0,96	8000	38,400	0,092	76,800
15	12,172	-0,96	0,83	8000	-71,600	0,320	-143,200
16	18,600	0,83	0,00	8000	33,200	0,069	66,400
17	18,600	0,00	-0,74	8000	29,600	0,055	59,200
18	15,600	-0,74	-0,11	8000	-25,200	0,040	-50,400
19	12,560	-0,11	0,37	8000	-19,200	0,023	-38,400
20	16,000	0,37	0,00	8000	14,800	0,014	29,600
21	16,000	0,00	0,78	8000	-31,200	0,061	-62,400
22	26,590	0,78	0,44	8000	13,600	0,012	27,200
23	34,000	0,44	0,94	8000	-20,000	0,025	-40,000
24	42,395	0,94	0,50	8000	17,600	0,019	35,200
25	47,193	0,50	-0,95	8000	58,000	0,210	116,000
26	37,000	-0,95	-0,21	8000	-29,600	0,055	-59,200
27	35,400	-0,21	-0,15	8000	-2,400	0,000	-4,800
28	34,500	-0,15	-0,85	8000	28,000	0,049	56,000
29	26,834	-0,85	0,00	8000	-34,000	0,072	-68,000
30	26,834	0,00	0,92	8000	-36,800	0,085	-73,600
31	39,000	0,92	0,60	8000	12,800	0,010	25,600
32	42,000	0,60	0,96	8000	-14,400	0,013	-28,800
33	45,850	0,96	0,00	8000	38,400	0,092	76,800
34	45,850	0,00	0,80	8000	-32,000	0,064	-64,000
35	59,593	0,80	0,00	8000	32,000	0,064	64,000
36	59,593	0,00	-0,34	8000	13,600	0,012	27,200
37	54,833	-0,34	-0,96	8000	24,800	0,038	49,600
38	35,000	-0,96	0,00	8000	-38,400	0,092	-76,800
B	35,000	0,00	0,00	0	0,000	0,000	0,000

penentuan prioritas ini, penilaian dapat dilakukan dengan terstruktur dan sistematis. Penentuan prioritas dilakukan menggunakan *pairwise comparison*.

Berdasarkan perhitungan yang sudah dilakukan, maka didapatkan prioritas dalam melakukan penilaian terhadap trase alternatif tertera pada Tabel 1 dan hasil perhitungan pemeringkatan terlihat pada Tabel 2, Tabel 3, dan Tabel 4.

Berdasarkan penilaian yang telah dilakukan didapati bahwa trase alternatif 1 mendapat nilai paling besar. Dengan begitu, maka trase alternatif 1 ditetapkan sebagai trase yang akan digunakan dalam perancangan jalur kereta api Babat-Tuban dalam penelitian kali ini.

#### IV. PERENCANAAN GEOMETRIK DAN STRUKTUR JALAN REL

##### A. Alinemen Horizontal

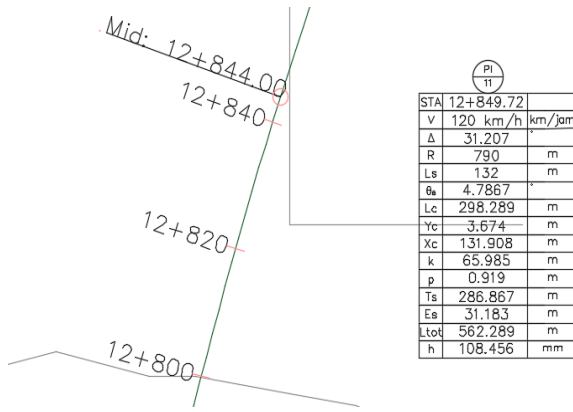
Dalam perancangan geometrik rel trase ini, terdapat 2 lengkung horizontal yang digunakan, yaitu lengkung FC (*full circle*) dan SCS (*spiral-circle-spiral*). Penggunaan keduanya ditentukan dari ketersediaan lahan serta ketersediaan jarak dengan lengkung selanjutnya. Dilakukan juga pertimbangan adanya lengkung S. Lengkung S merupakan ada 2 tikungan yang berdekatan, sehingga memerlukan transisi jalur lurus sepanjang 20 meter.

Pada trase ini, direncanakan jalur kereta api merupakan kelas jalan I dengan lebar jalur 1.067 mm. Mengikuti PM No. 60 Tahun 2012, maka jalur ini menggunakan kecepatan rencana sesuai dengan kecepatan maksimum 120 km/jam. Berdasarkan kecepatan tersebut, maka jari-jari minimum untuk rel yaitu 2.370 m untuk FC dan 780 m untuk SCS [5]. Akibat struktur rel yang merupakan double track, maka perancangan jari-jari lengkung horizontal dibuat lebih besar untuk memastikan jalur rel bagian dalam tetap memenuhi jari-jari minimum. Oleh karena itu, untuk tikungan dengan lengkung horizontal FC akan digunakan jari-jari sebesar 2.380 m. Sedangkan untuk tikungan dengan lengkung horizontal SCS akan digunakan jari-jari sebesar 790 m dengan lengkung peralihan sesuai perhitungan. Hasil perancangan lengkung FC dapat dilihat pada Gambar 5 dengan detail pada Tabel 5. Sedangkan hasil perancangan lengkung SCS dapat dilihat pada Gambar 6 dengan detail Tabel 6.

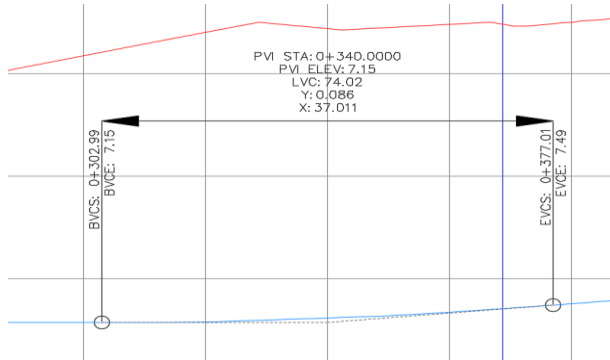
##### B. Alinemen Vertikal

Dalam merancang lengkung vertikal, dipertimbangkan kelandaian, topografi, serta galian dan timbunan yang akan diperlukan. Dipertimbangkan pula kelandaian dari setiap tanjakan. Berdasarkan PM No. 60 Tahun 2012, disebutkan untuk kelas jalan IV, landai penentu maksimum adalah sebesar 10% atau setara dengan 1% [5].

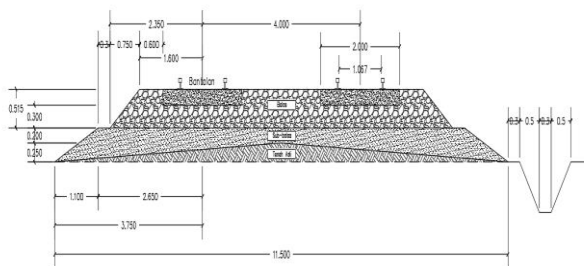




Gambar 9. Parameter lengkung scs oleh civil 3D.



Gambar 10. Parameter alinyemen vertikal oleh civil 3D.



Gambar 11. Dimensi penampang melintang jalan rel.

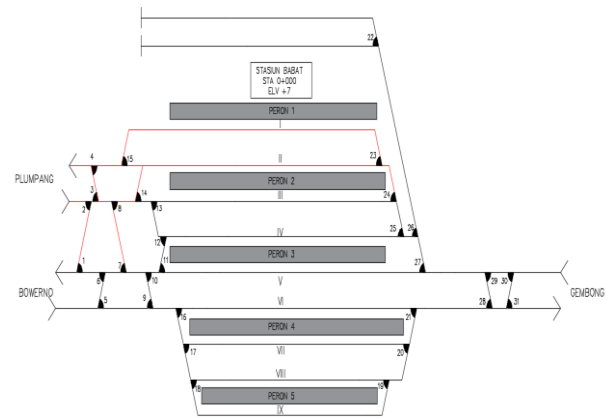
Berdasarkan PM No. 60 Tahun 2012 juga, untuk jalur dengan kecepatan rencana 120 km/jam, maka dapat digunakan jari-jari lengkung sebesar 8.000 m. Sama seperti perancangan lengkung horizontal, pada lengkung vertikal digunakan juga aplikasi bantu Civil 3D. Hasil perancangan alinyemen vertikal ada pada Gambar 7 dengan detail pada Tabel 7.

Rekapitulasi perhitungan pada lengkung cembung dan cekung di alinemen vertikal dapat dilihat pada Tabel 7.

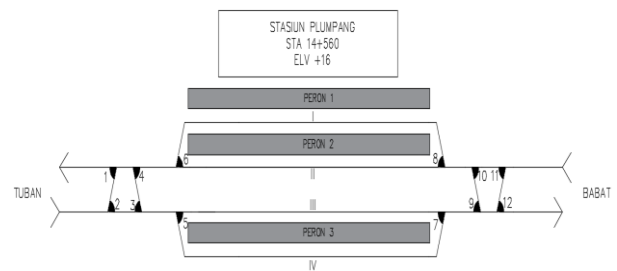
C. Struktur Jalan Rel

Dalam merancang struktur jalan rel kereta api, diperlukan kecepatan rencana kereta akan melaju. Kecepatan rencana ini mengacu pada PM No. 60 Tahun 2012. Berikut merupakan hasil perancangan struktur dari jalur rel kereta api. Struktur jalan rel dapat dilihat pada Gambar 8.

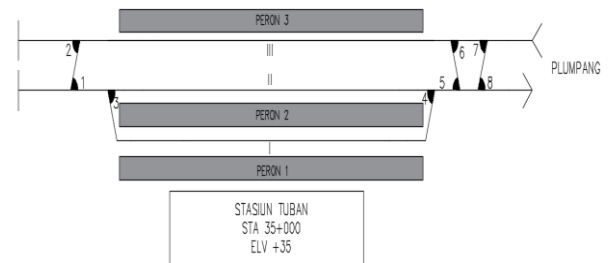
- Lebar sepur 1.067 mm
- Jarak antar rel 4 m
- Profil rel R54
- Bantalan produk PT. WIKA Beton tipe N-67
- Tebal balas di bawah bantalan 30 cm
- Tebal sub balas 20 cm
- Tipe penambat DE-Clips dengan rubber pad



Gambar 6. Sketsae emplasemen Stasiun Babat.



Gambar 7. Sketsa emplasemen stasiun plumpang.



Gambar 8. Sketsa Emplasemen Stasiun Tuban.

D. Perancangan Peron

Dalam perancangan peron, mengacu pada PM No. 29 Tahun 2011. Sesuai dengan peraturan tersebut, dirancang, tinggi lantai kereta jika diukur dari kepala rel adalah + 1.000 mm [2]. Sehingga tinggi peron yang digunakan adalah jenis peron tinggi dengan ketinggian 1 m dari kepala rel. Kemudian dilakukan perhitungan panjang efektif minimal untuk stasiun. Perhitungan panjang efektif untuk kereta penumpang dan barang dihitung sebagai berikut.

$$\begin{aligned}
 P_{EP} &= \text{Jumlah lokomotif} \times \text{panjang lokomotif} + \\
 &\quad \text{jumlah gerbong} \times \text{panjang gerbong} + \\
 &\quad \text{faktor aman} \\
 &= 1 \times 14,134 + 10 \times 20,92 + 20 \\
 &= 243,334 \text{ m} \\
 &\approx 245 \text{ m}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 P_{EB} &= \text{Jumlah lokomotif} \times \text{panjang lokomotif} + \\
 &\quad \text{jumlah gerbong} \times \text{panjang gerbong} + \text{faktor aman} \\
 &= 1 \times 12,495 + 30 \times 14,062 + 20 \\
 &= 408,984 \text{ m} \\
 &\approx 410 \text{ m}
 \end{aligned}$$

Panjang peron ditentukan berdasarkan jumlah rangkaian kereta api penumpang yang melewati stasiun dengan yaitu sepanjang 245 m.

Tabel 10.

Kejadian Kritis pada Perjalanan KA di Stasiun Babat

No.	Nomor KA	Tiba	Berangkat	Ket.	Jumlah Track
1	KA 440	05.35	05.48	Berhenti	
2	KA 2521	05.37	05.37	Langsung	3
3	KA 78F	05.42	05.42	Langsung	
4	KA 2703	09.47	12.10	Berhenti	
5	KA 505	11.46	11.48	Berhenti	3
6	KA 230	11.47	11.49	Berhenti	

Tabel 11.

Data Teknis Emplasemen Stasiun Babat

Nomor Jalur	Panjang Efektif (m)	Keterangan	Panjang Peron (m)
Jalur I	490,476	Jalur samping	
Jalur II	429,319	Jalur raya untuk perjalanan menuju Stasiun Plumpang.	
Jalur III	417,513	Jalur raya untuk perjalanan dari Stasiun Plumpang.	
Jalur IV	446,642	Jalur samping.	Peron 1 = 317,389
Jalur V	549,415	Jalur raya untuk perjalanan menuju Stasiun Bowerno.	Peron 2 = 317,389
Jalur VI	525,810	Jalur raya untuk perjalanan dari Stasiun Bowerno.	Peron 3 = 437,126
Jalur VII	445,101	Jalur samping.	Peron 4 = 463,553
Jalur VIII	323,512	Jalur samping.	Peron 5 = 275,889
Jalur IX	324,076	Jalur samping.	

$$\begin{aligned}
 b &= \frac{0,64m^2/orang \times V \times LF}{I} \\
 &= \frac{0,64 \times 1060 \times 0,8}{245} \\
 &= 2,21 \text{ m}
 \end{aligned}$$

dimana:

- b = lebar peron (meter)
- V = jumlah rata-rata penumpang perjam sibuk dalam satu tahun (orang)
- LF = Load Factor (80%)
- I = panjang peron sesuai dengan rangkaian terpanjang kereta api yang beroperasi (meter)

**E. Perencanaan Emplasemen**

Pada trase jalan rel Babat–Tuban terdapat total 3 stasiun yang dirancang yaitu Stasiun Babat, Stasiun Plumpang, dan Stasiun Tuban. Dari ketiga stasiun ini, Stasiun Babat merupakan stasiun yang masih aktif. Sehingga perlu dilakukan modifikasi terhadap emplasemennya untuk bisa mengakomodir perjalanan kereta api yang sudah ada dan perjalanan yang akan ditambahkan.

**1) Stasiun Babat**

Dalam modifikasi menjadi stasiun percabangan, perlu diketahui terlebih dahulu bagaimana pola perjalanan yang terjadi di Stasiun Babat setiap harinya. Analisis dilakukan dengan menghitung berapa banyak kereta api yang dilayani oleh Stasiun Babat. Grafik Perjalanan Kereta Api

(GAPEKA), terdapat 58 kereta api yang dilayani oleh Stasiun Babat setiap harinya. Dari 58 perjalanan ini terdapat 2 kali kejadian kritis di mana terdapat 3 kereta api menggunakan Stasiun Babat sekaligus seperti pada Tabel 8.

Dari Tabel 8, maka dengan penambahan perjalanan baru yaitu Babat–Tuban, jumlah kereta api yang menggunakan

Tabel 8.

Data Teknis Stasiun Plumpang

Nomor Jalur	Panjang Efektif (m)	Keterangan	Panjang Peron (m)
Jalur I	323,825	Jalur samping.	
Jalur I	323, 187	Jalur raya.	Peron 1 = 261,954
Jalur III	323, 187	Jalur raya.	Peron 2 = 261,954
Jalur IV	323,825	Jalur samping.	Peron 3 = 261,954

Tabel 9.

Data Teknis Stasiun Tuban

Nomor Jalur	Panjang Efektif (m)	Keterangan	Panjang Peron (m)
Jalur I	453,392	Jalur samping.	Peron 1 = 397,179
Jalur II	453,261	Jalur raya.	Peron 2 = 397,179
Jalur III	551,836	Jalur raya.	Peron 3 = 441,504

Stasiun Babat akan bertambah menjadi paling sedikit 4 kereta api. Dengan begitu, dirancang Stasiun Babat seperti pada Gambar 9.

Stasiun Babat memiliki spesifikasi teknis seperti pada Tabel 9. Pada stasiun ini, wesel yang digunakan adalah W10 dengan kecepatan ijin 35 km/jam.

Untuk memastikan 4 kereta api dapat menggunakan Stasiun Babat sekaligus, maka berikut adalah rencana pergerakan kereta api di stasiun tersebut.

**2) Kereta Tiba**

- a. Kereta yang masuk dari Stasiun Gembong akan masuk ke jalur I, III, dan IV.
- b. Kereta yang masuk dari Stasiun Bowerno akan masuk ke jalur VII, VIII, dan IX.
- c. Kereta yang masuk dari Stasiun Plumpang akan masuk ke jalur IV, VII, VIII, dan IX.

**3) Kereta Berangkat**

- a. Kereta yang berangkat ke Stasiun Gembong akan diarahkan melalui jalur VI.
- b. Kereta yang berangkat ke Stasiun Bowerno akan diarahkan melalui jalur .
- c. Kereta yang berangkat ke Stasiun Plumpang akan diarahkan melalui jalur I.

**4) Penyusulan**

Dalam keadaan perlu terjadi penyusulan kereta, maka apabila 2 atau kereta datang dari Stasiun Gembong, maka kereta pertama akan diarahkan ke jalur III dan IV untuk berhenti, atau menurunkan dan menaikkan penumpang. Sedangkan kereta yang menyusul akan masuk ke jalur V untuk berjalan langsung.

Dalam keadaan perlu terjadi penyusulan kereta, maka apabila 2 atau kereta datang dari Stasiun Plumpang atau Bowerno, maka kereta pertama akan diarahkan ke jalur VII, VIII, dan IX untuk berhenti, atau menurunkan dan menaikkan penumpang. Sedangkan kereta yang menyusul akan masuk ke jalur VI untuk berjalan langsung.

### 5) *Langsiran*

Dalam kasus langsiran, kereta akan langsung diarahkan menuju jalur IX.

### 6) *Stasiun Plumpang*

Stasiun Plumpang merupakan salah satu stasiun yang telah dinon-aktifkan di jalur kereta api Babat–Tuban. Stasiun Plumpang yang dirancang kali ini memiliki lokasi yang berbeda dengan stasiun yang sebelumnya sudah ada. Pemandangan stasiun ini dilakukan dengan pertimbangan lokasi awal yang tidak strategis dan tidak memungkinkan untuk dihubungkan dengan trase yang baru. Lokasi yang baru dipilih dengan pertimbangan lahan yang kosong bersama dengan daerah yang padat pemukiman.

Pada stasiun ini, wesel yang digunakan adalah W10 dengan kecepatan ijin 35 km/jam. Ilustrasi emplasemen Stasiun Plumpang yang baru dapat dilihat di Gambar 10 dan data teknis dapat dilihat di Tabel 10.

### 7) *Stasiun Tuban*

Stasiun Tuban juga merupakan salah satu stasiun yang telah dinonaktifkan di jalur kereta api Babat–Tuban. Stasiun Tuban yang dirancang kali ini memiliki lokasi yang berbeda dengan stasiun yang sebelumnya sudah ada. Lokasi yang baru dipilih dengan pertimbangan lahan yang kosong bersama dengan daerah yang padat pemukiman. Lahan kosong ini dipertimbangkan untuk pembangunan lebih lanjut apabila Stasiun Tuban akan dilanjutkan untuk menghubungkan stasiun lain.

Stasiun Tuban direncanakan memiliki 3 jalur. Wesel yang digunakan adalah W10 dengan kecepatan ijin 35 km/jam. Ilustrasi dari emplasemen Stasiun Tuban yang baru dapat dilihat di Gambar 11 dan data teknis dapat dilihat di Tabel 11.

## V. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil analisis dan perhitungan yang sudah dilakukan di Bab IV, dapat disimpulkan hal-hal seperti berikut: (1) Hasil survey lapangan dan juga analisis menggunakan aplikasi bantu Civil 3D, didapatkan bahwa trase awal dari jalur kereta api Babat–Tuban memiliki banyak bagian yang sudah tidak bisa digunakan karena alih fungsi. Reaktivasi dengan menggunakan bagian trase ini akan

dikhawatirkan akan memberikan masalah baru seperti kemacetan dan pergusuran rumah dalam jumlah banyak. (2) Trase alternatif yang dipilih dirancang untuk menjauhi daerah-daerah pusat pemukiman dan perkotaan terkecuali stasiun, untuk mengurangi pembebasan lahan. Desain geometrik dengan menggunakan trase alternatif ini dirancang sepanjang 35,392 km. Trase ini dirancang sebagai rel dengan kelas jalan I yang memiliki kecepatan maksimum 120 km/jam. Trase ini memiliki 24 tikungan yang dilengkapi dengan lengkung horizontal berupa full circle (FC) dengan jari-jari 2.380 m dan spiral-circle-spiral (SCS) dengan jari-jari 790 m, serta 450 m dan 560 m akibat keterbatasan lahan. Lengkung vertikal yang dimiliki trase ini berjumlah 38 lengkungan dengan jari-jari sebesar 8.000 m. (3) Pada jalur kereta api Babat–Tuban, direncanakan untuk memiliki 3 stasiun yaitu Stasiun Babat, Stasiun Plumpang, dan Stasiun Tuban. Stasiun Babat terdiri dari 9 jalur, Stasiun Plumpang terdiri dari 4 jalur, serta Stasiun Tuban terdiri dari 3 jalur. Setiap stasiun dirancang untuk memiliki panjang efektif minimal 245 m untuk kereta penumpang dan 456 m untuk kereta barang. Setiap stasiun dilengkapi dengan wesel dengan nomor wesel W10.

## DAFTAR PUSTAKA

- [1] Pemerintah RI, “Peraturan Presiden Republik Indonesia Nomor 80 Tahun 2019 Tentang Percepatan Pembangunan Ekonomi di Kawasan Gresik - Bangkalan - Mojokerto - Surabaya - Sidoarjo - Lamongan, Kawasan Bromo - Tengger - Semeru, Serta Kawasan Selingkar Wilis Dan Lintas Selatan.” Badan Pemeriksa Keuangan, Jakarta, 2019. [Online]. Available: <https://peraturan.bpk.go.id/>
- [2] Kemenhub, “Peraturan Menteri Perhubungan No. 29 Tahun 2011 Tentang Persyaratan Teknis Bangunan Stasiun Kereta Api.” JDIH Kemenhub, Jakarta, 2012. [Online]. Available: <https://jdih.dephub.go.id/>
- [3] Kemenhub, “Keputusan Menteri Perhubungan Republik Indonesia Nomor 2128 Tahun 2018 Tentang Rencana Induk Perkeretaapian Nasional.” JDIH Kemenhub, Jakarta, 2018. [Online]. Available: <https://jdih.dephub.go.id/>
- [4] Kemenhub, “Peraturan Menteri Perhubungan No. 36 Tahun 2011 Tentang Perpotongan dan/atau Persinggungan Antara Jalur Kereta Api dengan Bangunan Lain.” JDIH Kemenhub, Jakarta, 2011. [Online]. Available: <https://jdih.dephub.go.id/>
- [5] Kemenhub, “Peraturan Menteri Perhubungan No. 60 Tahun 2012 Tentang Persyaratan Teknis Jalur Kereta Api.” JDIH Kemenhub, Jakarta, 2012. [Online]. Available: <https://jdih.dephub.go.id/>