

Geometri Jalan Rel Kamal-Pelabuhan Tanjung Bulupandan di Madura

Muhammad Zainal Muttaqin, Wahyu Herijanto, dan Budi Rahardjo

Departemen Teknik Sipil, Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS)
Corresponding Author: rahardjo@ce.its.ac.id

ARTIKEL INFO

Informasi Artikel

Artikel masuk :

Artikel revisi :

Artikel diterima :

Kata Kunci

Geometri Jalan Rel, Konstruksi Jalan Rel, Rencana Anggaran Biaya, Kamal-Pelabuhan Tanjung Bulupandan

ABSTRAK

Di dalam Rencana Tata Ruang Wilayah Bangkalan tahun 2009-2019 terdapat rencana pengembangan strategis jalur kereta api terutama untuk melayani angkutan massal regional maupun nasional baik penumpang maupun barang bagi wilayah industri terutama pelabuhan serta melayani terminal penumpang laut. Sedangkan Kabupaten Bangkalan memiliki rencana pengembangan prasarana transportasi laut yaitu proyek pembangunan Pelabuhan Peti Kemas Tanjung Bulupandan di Kecamatan Klampis sebagai pelabuhan peti kemas internasional, serta pengembangan zona industri di kawasan pelabuhan peti kemas. Adapun tujuan yang akan dicapai dalam pembangunan jaringan jalan rel Kabupaten Bangkalan antara lain dari aspek transportasi ialah berkurangnya konstruksi jalan raya dan pemakaian energi dalam jumlah yang besar dengan adanya perpindahan angkutan massal dari jalan raya ke jalan rel. Metode yang digunakan dalam menyelesaikan permasalahan adalah mengumpulkan data sekunder, menentukan rute terbaik beberapa alternatif rute menggunakan multi criteria analysis, membuat Gambar geometrik dari rute yang terpilih dan membuat rencana anggaran biaya (RAB). Hasil dari studi ini adalah rencana trase Kamal-Pelabuhan Tanjung Bulupandan. Jalur kereta api didesain menggunakan jenis rel R54 dengan lebar sepur 1067 mm, kecepatan maksimum 120 km/jam, jenis penambat pandrol elastik tunggal, Panjang trase yang dirancang sepanjang 37,1 km menggunakan bantalan beton dengan jarak 60 cm. Dan rencana anggaran biaya yang dibutuhkan sebesar Rp. 785.448.669.000

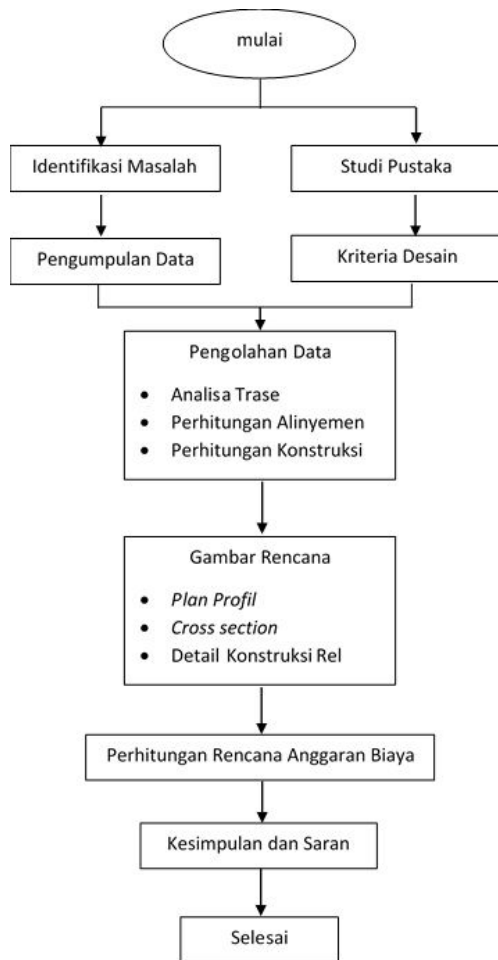
PENDAHULUAN

Kereta api adalah sarana perkeretaapian dengan tenaga gerak, baik berjalan sendiri maupun dirangkaikan dengan sarana perkeretaapian lainnya, yang akan ataupun sedang bergerak di jalan rel terkait dengan perjalanan kereta api [1]. Di negara Indonesia kereta api bukan menjadi pilihan utama bagi masyarakat. Moda transportasi jalan rel memiliki harga yang relatif murah, serta bisa digunakan untuk mengangkut orang dan barang dalam jumlah besar. Jaringan rel di Indonesia sendiri masih tergolong sedikit dan tidak merata. Pada tahun 2009 panjang jalan kereta api yang beroperasi hanya sebesar 4,684 km, turun 31,2% dibandingkan panjang jalan kereta api pada tahun 1939 [2]. Sedangkan di Pulau Madura, saat ini jalur kereta api yang ada sudah tidak beroperasi. Jalur kereta api di Madura pertama kali dibuka oleh Pemerintah Hindia Belanda pada tahun 1898. Tetapi pada masa pendudukan jepang, banyak rel yang dibongkar oleh Jepang untuk dijadikan senjata dan pada masa kemerdekaan jalur kereta yang tersisa hanya jalur Pamekasan sampai Kamal. Namun seiring dengan perkembangan jaman, moda transportasi kereta api di Madura mulai ditinggalkan dan beralih ke angkutan lain.

Sehingga pada tahun 1987, jalur kereta api di Madura resmi ditutup. Dan kondisi jalur kereta api yang ada di Madura pada umumnya dalam kondisi rusak.

Sesuai arahan pengembangan perkeretaapian nasional dalam Rencana Induk Perkeretaapian tahun 2011 diharapkan sarana kereta api terintegrasi dengan moda lain, terjangkau oleh seluruh lapisan masyarakat, serta tersebar di pulau-pulau besar, salah satunya yaitu Pulau Madura. Transportasi di Madura saat ini mengandalkan jaringan jalan raya. Hanya terdapat 1 jalur nasional yang menghubungkan antara kecamatan Kamal, Kabupaten Bangkalan sampai dengan kecamatan Kalianget, Kabupaten Sumenep. Pada tahun 2016 tercatat 7,5 juta kendaraan masuk maupun keluar melewati Jembatan Suramadu. Berdasarkan Rencana Tata Ruang Wilayah Kabupaten Bangkalan tahun 2009-2029 terdapat rencana pengembangan strategis jalur kereta api terutama untuk melayani angkutan massal regional maupun nasional baik penumpang maupun barang bagi wilayah industri terutama pelabuhan serta melayani terminal penumpang laut [3]. Rencana jalur yang dibangun merupakan revitalisasirel kereta api Kamal-Sampang-Pamekasan-Sumenep. Untuk pengembangan jalur kereta api Kamal-

Socah-Bangkalan terdapat didalam Rencana Induk



Gambar 1. Diagram Alir Metodologi Pengerjaan Studi.

Perkeretaapian Nasional.

Di sisi lain Kabupaten Bangkalan juga memiliki rencana pengembangan prasarana transportasi laut yaitu proyek pembangunan Pelabuhan Peti Kemas Tanjung Bulupandan di Kecamatan Klampis sebagai pelabuhan peti kemas internasional, serta pengembangan zona industri di kawasan pelabuhan peti kemas. Kemudian pengembangan Kota Metropolitan Bangkalan yang terdiri dari Kota Bangkalan dan Perkotaan sekitar Kawasan Kaki Jembatan Suramadu dan kota satelit (Perkotaan Socah dan Perkotaan Klampis) yang didukung oleh sistem angkutan massal perkotaan. Namun pembangunan infrastruktur Kabupaten Bangkalan pendukung yang direncanakan hanya sebatas pembangunan jalan kolektor primer yang menghubungkan antar daerah, salah satunya Padahal untuk distribusi barang khususnya untuk mendukung Pelabuhan Peti Kemas Tanjung Bulupandan membutuhkan distribusi barang yang banyak apabila menggunakan moda transportasi berbasis jalan seperti truk maupun trailer. Kondisi ini tidak didukung dengan kondisi jalan yang berdasarkan tahun 2016 terdapat kondisi jalan rusak berat sepanjang 188.683 km, sehingga dapat meningkatkan resiko menambah beban jalan Kabupaten Bangkalan.

Adapun tujuan yang akan dicapai dalam pembangunan jaringan jalan rel Kabupaten Bangkalan antara lain dari

aspek ekonomi mendukung pembangunan ekonomi yang hanya mengalami pertumbuhan 0,66% pada tahun 2016 sehingga diharapkan dapat meningkatkan taraf hidup masyarakat. Dan dari aspek transportasi ialah berkurangnya konstruksi jalan raya dan pemakaian energi dalam jumlah yang besar dengan adanya perpindahan angkutan barang dari jalan raya ke jalan rel.

METODE PENELITIAN

Metodologi yang dilakukan pada tahap perencanaan studi ini pertama-tama melakukan perumusan masalah yang ada seperti perencanaan trase jalan rel yang sesuai topografi, konstruksi jalan rel, volume galian dan timbunan. Untuk diagram dapat dilihat pada Gambar 1.

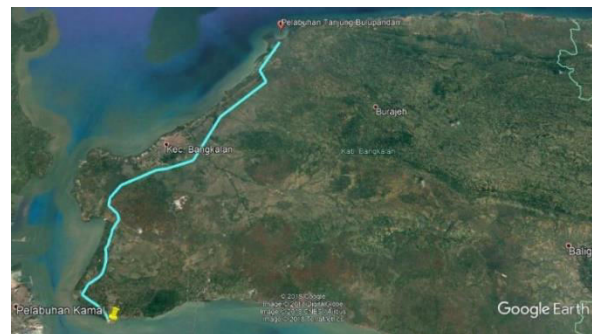
ANALISIS TRASE DAN PERENCANAAN

A. Analisis Trase

Dalam Analisis alternatif trase Kamal-Pelabuhan Tanjung Bulupandan terdapat tiga alternatif trase yang masing-masing memiliki kelebihan dan kekurangan.

a) Alternatif trase 1

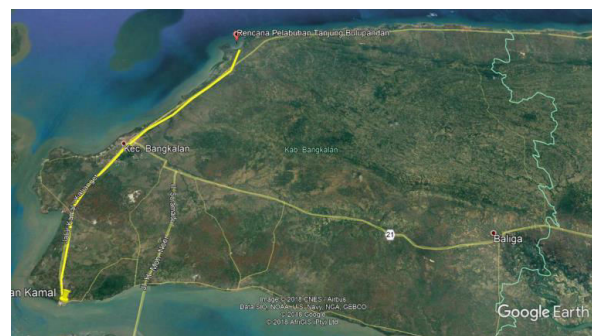
Pada alternatif 1 pertimbangan yang yang adalah Panjang trase 35,7 km , melewati Kecamatan Socah, terdapat 7 perlintasan sebidang . untuk lokasi trase dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Lokasi Alternatif 1.

b) Alternatif trase 2

Pada alternatif 1 pertimbangan yang yang adalah Panjang trase 32,9 km , melewati bekas jalur kereta lama, berdampingan dengan jalan nasional rute 21, untuk lokasi trase dapat dilihat pada Gambar 3.

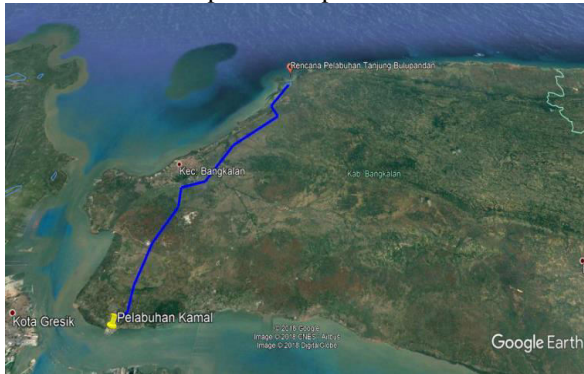


Gambar 3. Lokasi Alternatif 2.

c) Alternatif trase 3

Pada alternatif 3 pertimbangan yang yang adalah Panjang trase 37,1 km , 800 meter dari pintu masuk universitas

Trunojoyo madura, terdapat 6 titik perlintasan sebidang. untuk lokasi trase dapat dilihat pada Gambar 4



Gambar 4. Lokasi Alternatif 3.

B. Pemilihan Trase

Analisis trase terpilih dilakukan dengan metode multi criteria analysis yaitu dengan menggunakan matriks pairwise comparison dengan kriteria yang sudah ditentukan dengan poin rentang 1-3 yang akhirnya memunculkan nilai dari masing-masing trase dan nilai terbesar diambil sebagai alternatif trase terpilih. Untuk nilai masing-masing kriteria dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Nilai Multi Criteria Analysis Masing-Masing Kriteria

Kriteria	Poin		
	Low	Medium	High
Panjang Lintasan	3	2	1
Konstruksi Jembatan	3	2	1
Perlintasan Sebidang	3	2	1
Pembebasan Pemukiman	3	2	1
Pembebasan Sawah	3	2	1
Pembebasan Makam	3	2	1
Daerah Pemukiman	1	2	3
Daerah Pasar	1	2	3
Daerah Kampus	1	2	3

Untuk bobot dihitung menghitung menggunakan matriks pairwise yang dapat dilihat pada buku studi ini. Untuk hasil bobot yang digunakan dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Bobot Multi Criteria Analysis

Kriteria	Bobot
Pembebasan Pemukiman	19,0
Perlintasan Sebidang	16,5
Pembebasan Makam	14,2
Konstruksi Jembatan	12,1
Daerah Pemukiman	10,3
Panjang Lintasan	8,8
Daerah Pasar	7,4
Daerah Kampus	6,3
Pembebasan Sawah	5,5

Untuk hasil akhir perhitungan multi criteria analysis pada alternatif 1 dapat dilihat pada Tabel 3

Tabel 3. Multi Criteria Analysis Alternatif 1

Kriteria	Bobot	Nilai	Bobot x Nilai
Pembebasan Pemukiman	19,0	3	57,0
Perlintasan Sebidang	16,5	2	33,0
Pembebasan Makam	14,2	3	42,6
Konstruksi Jembatan	12,1	1	12,1
Daerah Pemukiman	10,3	1	10,3
Panjang Lintasan	8,8	2	17,6
Daerah Pasar	7,4	2	14,8
Daerah Kampus	6,3	1	6,3

Pembebasan Sawah	5,5	1	5,5
		Total	199,2

Untuk hasil akhir perhitungan multi criteria analysis pada alternatif 2 dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4. Multi Kriteria Analysis Alternatif 2

Kriteria	Bobot	Nilai	Bobot x Nilai
Pembebasan Pemukiman	19,0	1	19,0
Perlintasan Sebidang	16,5	1	16,5
Pembebasan Makam	14,2	2	28,4
Konstruksi Jembatan	12,1	2	24,2
Daerah Pemukiman	10,3	3	30,9
Panjang Lintasan	8,8	3	26,4
Daerah Pasar	7,4	3	22,2
Daerah Kampus	6,3	2	12,6
Pembebasan Sawah	5,5	3	16,5
		Total	196,7

Untuk hasil akhir perhitungan multi criteria analysis pada alternatif 3 dapat dilihat pada Tabel 5.

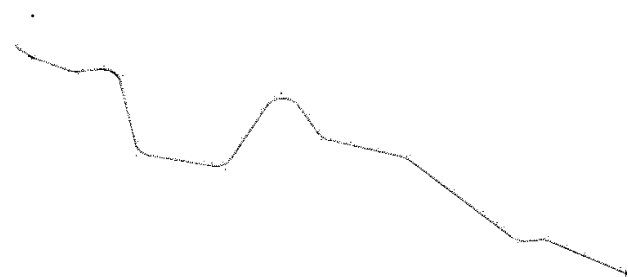
Tabel 5. Multi Kriteria Analysis Alternatif 3

Kriteria	Bobot	Nilai	Bobot x Nilai
Pembebasan Pemukiman	19,0	2	38,0
Perlintasan Sebidang	16,5	3	49,5
Pembebasan Makam	14,2	1	14,2
Konstruksi Jembatan	12,1	3	36,3
Daerah Pemukiman	10,3	2	20,6
Panjang Lintasan	8,8	1	8,8
Daerah Pasar	7,4	1	7,4
Daerah Kampus	6,3	3	18,9
Pembebasan Sawah	5,5	2	11,0
		Total	204,7

Karena pada alternatif 3 didapat poin paling besar, dipilih alternatif trase 3 sebagai perencanaan

C. Alinyemen Horizontal

Sesuai desain trase terpilih pada bab sebelumnya direncanakan alinyemen dengan kecepatan maksimum 120km/jam , lengkung minimum 780m , geometri lengkung menggunakan lengkung peralihan, peninggian maksimum 110 mm. Hasil perhitungan didapat seperti pada Gambar 5 dan Tabel 6



Gambar 5. Alinyemen Horizontal Jalur Kereta Kamal-Pelabuhan Tanjung Bulupandan.

Tabel 6. Perhitungan Alinyemen Horizontal

Titik	Koordinat X	Koordinat Y	Δ (sudut tikungan)	V rencana	R rencana
Kamal	585714,009	9235317,602			
PI 1	586364,131	9236061,518	17,225	120	780
PI 2	587200,998	9237947,684	32,377	120	780
PI 3	586917,793	9239853,778	87,175	120	784
PI 4	591789,998	9240825,188	66,994	120	780
PI 5	592599,120	9244721,786	73,428	120	780
PI 6	587850,725	9247278,826	121,890	120	784
PI 7	590926,572	9249040,883	44,024	120	780
PI 8	592024,501	9252827,623	27,293	120	784

PI 9	596764,062	9257828,643	49,718	120	780
PI 10	596630,068	9259051,048	34,256	120	784
T. Bulu	598481,526	9262533,002			

D. Alinyemen Vertikal

Sesuai desain trase terpilih pada bab sebelumnya direncanakan alinyemen dengan kecepatan maksimum 120km/jam, lengkung 8000 m, gradien rencana maksimum 1%, Hasil perhitungan dapat dilihat pada Tabel 7.

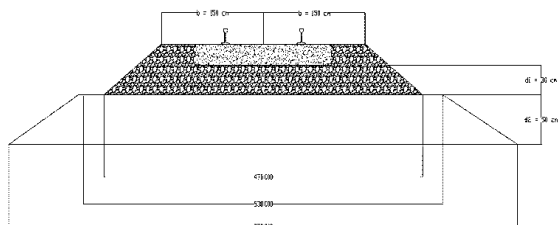
Tabel 7. Perhitungan Alinyemen Vertikal

PPV	STA	STA	El. PPV	g1 (%)	g2 (%)	R (m)
PPV 1	0+600	1+900	11,0	0,00%	1,00%	8000
PPV 2	1+900	5+600	24,0	1,00%	0,00%	8000
PPV 3	5+600	8+500	25,0	0,00%	0,90%	8000
PPV 4	8+500	9+000	45,0	0,90%	0,00%	8000
PPV 5	9+000	10+400	45,0	0,00%	-0,89%	8000
PPV 6	10+400	12+900	12,5	-0,89%	-1,00%	8000
PPV 7	12+900	14+400	5,0	-1,00%	-2,02%	8000
PPV 8	14+400	19+100	5,0	-2,02%	0,00%	8000
PPV 9	19+100	33+600	5,0	0,00%	0,75%	8000
PV 10	33+600	34+000	5,0	0,75%	0,00%	8000

E. Tipikal Struktur Jalan Rel

Sesuai dengan kelas jalan rel 1 pada Peraturan Menteri No. 60 tahun 2012 struktur jalan rel digambarkan pada Gambar 6.

1. Digunakan R54
2. Daya Angkut Lalu Lintas > 20 Juta/ton
3. Beban Gandar 18 Ton
4. Jarak antar bantalan 60 cm
5. Tebal balas dibawah bantalan 30 cm
6. Tebal sub balas 50 cm
7. Tipe Penambat pandrol
8. Sambungan Las termit



Gambar 6. Alinyemen Vertikal Jalur Kereta Kamal-Pelabuhan Tanjung Bulupandan.

F. Perencanaan Peron

Peron adalah bangunan yang terletak di samping jalur kereta api yang berfungsi untuk naik turun penumpang. Perencanaan peron disesuaikan dengan penampang melintang moda kereta api yang melintas.

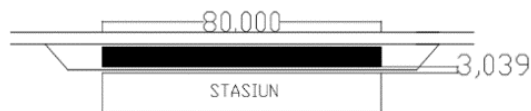
Dari data yang didapat dirancang peron dengan dimensi sebagai berikut:

Panjang peron : 80 m
 Lebar peron dihitung berdasarkan jumlah penumpang dengan menggunakan rumus:

$$b = \frac{0,64m2/orang \times V \times LF}{I} \tag{1}$$

- Dimana : b = Lebar peron m
 V = Jumlah maksimum penumpang kereta
 LF = Load factor 80%

- I = Panjang peron
 B = $(0,64 \times 624 \times 80\%)/80$
 = 4 m



Gambar 7. Dimensi Peron dalam Meter.

G. Wesel dan Emplasemen

Perencanaan wesel dan emplasemen disesuaikan dengan kebutuhan stasiun

- a) Stasiun Kamal
 Denah Stasiun Kamal seperti pada Gambar 8



Gambar 8. Denah Stasiun Kamal.

- b) Halte Telang
 Denah Stasiun Kamal seperti pada Gambar 9



Gambar 9. Denah Halte Talang.

- c) Stasiun Socah
 Denah Stasiun Kamal seperti pada Gambar 10



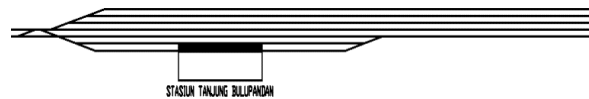
Gambar 10. Denah Stasiun Socah.

- d) Stasiun Bangkalan
 Denah Stasiun Kamal seperti pada Gambar 11



Gambar 11. Denah Stasiun Bangkalan.

- e) Stasiun Tanjung Bulupandan
 Denah Stasiun Kamal seperti pada Gambar 12



Gambar 12. Denah Stasiun Tanjung Bulupandan.

E. Rekapitulasi Rencana Anggaran Biaya

Rekapitulasi dari volume dan daftar harga satuan harga dari pekerjaan dijadikan rencana anggaran biaya:

Pekerjaan Persiapan	Rp. 17.681.963.245,27
Pekerjaan Tubuh Jalan dan Track	Rp. 696.362.280.480,81
Total	Rp. 714.044.243.726,08
PPn + 10%	Rp. 71.404.424.372,61
Total + PPn	Rp. 785.448.669.000,00

Total sejumlah Tujuh Ratus Delapan Puluh Lima Miliar Empat Ratus Empat Puluh Delapan Juta Enam Ratus Enam Puluh Sembilan Ribu Rupiah

KESIMPULAN

Dari hasil perancangan jalan rel jalur Kamal-Pelabuhan Tanjung Bulupandan sebagaimana yang telah disebutkan diatas didapatkan rincian sebagai berikut

1. Trase terpilih adalah alternative trase jalan rel 3
2. Perencanaan lengkung horizontal menggunakan kecepatan rencana 120 km/jam, jari-jari minimum 780 m didapatkan 10 tikungan; sedangkan lengkung vertikal direncanakan dengan kelandaian 0‰ - 4‰, radius 8000 m didapatkan 10 lengkung
3. Struktur Jalan rel yang digunakan didapatkan sebagai berikut:
 - a. Tipe rel R54
 - b. Lebar sepur 1067 mm

- c. Jarak bantalan beton 60 cm
 - d. Tebal balas dibawah bantalan 30 cm
 - e. Tipe penambat pandrol
 - f. Sambungan Las termit
 - g. Tebal balas atas 30 cm
 - h. Tebal balas bawah 50 cm
 - i. Tipe wesel yang digunakan W14
 - j. Peron tinggi dengan panjang 100 m dan lebar 4 m
4. Biaya yang dibutuhkan Rp. 785.448.669.000,00

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Menteri Perhubungan Republik Indonesia, "Peraturan Menteri Perhubungan Nomor : PM.60 TAHUN 2012," 2012.
- [2] Kementerian Perhubungan and Ditjen Perkeretaapian, "Rencana Induk Perkeretaapian Nasional," Jakarta, 2011.
- [3] P. Daerah and K. Bangkalan, "PEMERINTAH Kabupaten Bangkalan Nomor 10 Tahun 2009 Tentang Rencana Tata Ruang Wilayah Kabupaten Bangkalan Tahun 2009 – 2029," 2009.