

BAB V

ANALISIS DAN PEMBAHASAN

A. Tinjauan Umum

Rencana pembangunan jalur kereta api ganda yang terletak pada Divisi Regional III Palembang, merupakan upaya Kementerian Perhubungan untuk menghubungkan antar Kecamatan, Kabupaten hingga Propinsi yang ada di pulau Sumatera.

Pada Tahap kegiatan desain teknis ini, akan dilakukan analisis dan perhitungan yang lebih komprehensif dan mendalam yang ditujukan untuk melakukan desain teknis jalur kereta api ganda antara stasiun Sukacinta sampai stasiun Lahat berdasarkan persyaratan teknis dan peraturan-peraturan yang berlaku di Kementerian Perhubungan maupun PT. Kereta Api Indonesia. Hal ini dilakukan agar mendapatkan hasil kualitas yang terbaik dan menjamin keamanan dan kenyamanan.

B. Kriteria Desain

Pada kriteria desain jalur kereta api ganda antara stasiun Sukacinta – stasiun Lahat akan disesuaikan pada peraturan dan ketentuan yang berlaku yaitu sebagai berikut :

1. Lebar dan jarak rel
 - a. Lebar jalur KA : 1067 mm, digunakan pada seluruh jaringan jalur kereta api di Indonesia.
 - b. Jarak minimum antar as jalur KA adalah 4,00 m.
 - c. Perencanaan jari – jari lengkung lingkaran dan peralihan tergantung pada kecepatan rencana.
 - d. Ruang bebas yang digunakan dengan lebar sepur 1067 pada jalur lurus dan tikungan sesuai dengan PM No. 60 Tahun 2012
2. Kecepatan dan beban gandar
 1. Kecepatan maksimum : 120 km/jam.
 2. Kecepatan di emplasemen (*sliding track*) : 45 km/jam.
 3. Beban maksimum gandar : 18 ton

3. Geometrik jalan rel

1. Jari-jari minimum pada lengkung vertikal adalah 6000 m.
2. Pada lintas datar, kelandaian jalan rel kereta api pada petak jalan adalah antara 0 ‰ – 10 ‰.
3. Khusus pada lintasan pegunungan, kelandaian jalan rel pada petak jalan dapat dibuat > 10 ‰ sampai dengan maksimum 40 ‰.
4. Kelandaian maksimum di emplasemen adalah 1,5 ‰.

4. Material

Pemilihan profil dan material tergantung dari beberapa pertimbangan, salah satunya adalah beban gandar terberat yang dapat dilayani. Kelas jalan rel yang digunakan pada jalur lintas stasiun Sukacinta sampai stasiun Lahat yaitu kelas I dengan jenis rel tipe R-54 dengan spesifikasi dan karakteristik yang memenuhi persyaratan. Sedangkan penambat yang digunakan yaitu tipe elastik yang sesuai syarat dan standar yang berlaku.

C. Perancangan Struktur Jalan Rel

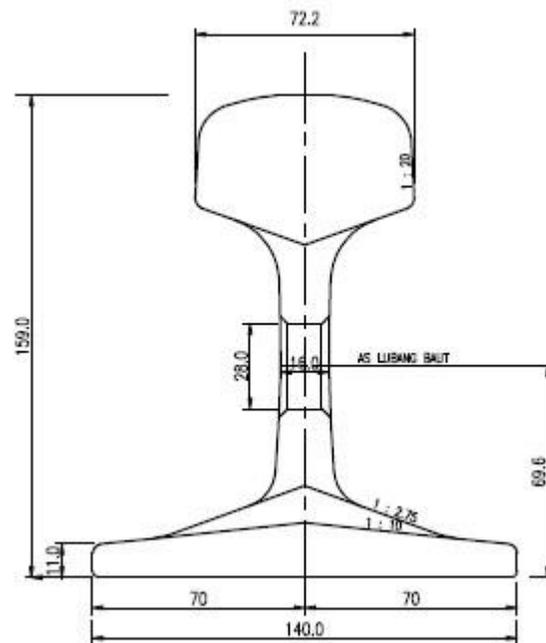
Perancangan struktur jalan rel perlu dirancang dan direncanakan supaya ekonomis dalam pelaksanaan dan konstruksinya dan mudah untuk dilakukan pemeliharaan. Perencanaan konstruksi jalur kereta api sesuai dengan Peraturan Menteri Perhubungan PM No. 60 tahun 2012 tentang Persyaratan Teknis Jalur Kereta Api, bahwa jalan rel harus direncanakan sesuai persyaratan teknis sehingga dapat dipertanggungjawabkan secara teknis dan ekonomis. Secara teknis diartikan konstruksi jalur kereta api tersebut harus aman dilalui oleh sarana perkeretaapian dengan tingkat kenyamanan tertentu selama umur konstruksinya.

Pada perencanaan struktur jalan kereta api ini merujuk kepada Peraturan Menteri Nomer 60 Tahun 2012. Struktur jalan kereta api terdiri atas struktur bangunan atas dan struktur bangunan bawah yaitu sebagai berikut :

1. Struktur Bangunan Atas

a. Rel

Rel yang digunakan pada jalur kereta api ganda antara stasiun Sukacinta sampai stasiun Lahat adalah tipe rel R-54. Penggunaan tipe rel R-54 dikarenakan melihat penggunaan rel yaitu diutamakan untuk mengangkut hasil tambang atau angkutan barang hingga beban yang melintas diatas rel sangat besar dan pertimbangan kecepatan yang direncanakan sesuai dengan peraturan yang berlaku. Untuk rel tipe R-54 dapat disajikan pada Gambar 5.1 dimensi akan diuraikan pada Tabel 5.1



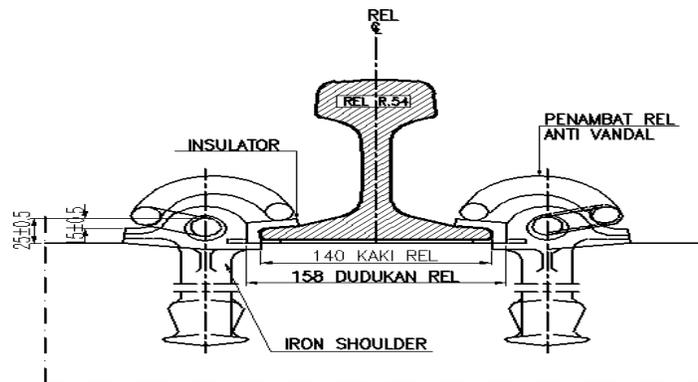
Gambar 5.1 Profil Rel R-54

Tabel 5.1 Dimensi profil R-54

Besaran Geometri Rel	Tipe Rel
	R-54
H (mm)	159,00
B (mm)	140,00
C (mm)	70,00
D (mm)	16,00
E (mm)	49,40
F (mm)	30,20
G (mm)	74,79
R (mm)	508,00
A (cm ²)	69,34
W (kg/m)	54,43
I _x (cm ⁴)	2346
Y _b (mm)	76,20
A = luas penampang	
W = berat rel per meter	
I _x = momen inersia terhadap sumbu x	
Y _b = jarak tepi bawah rel ke garis netral	

b. Penambat

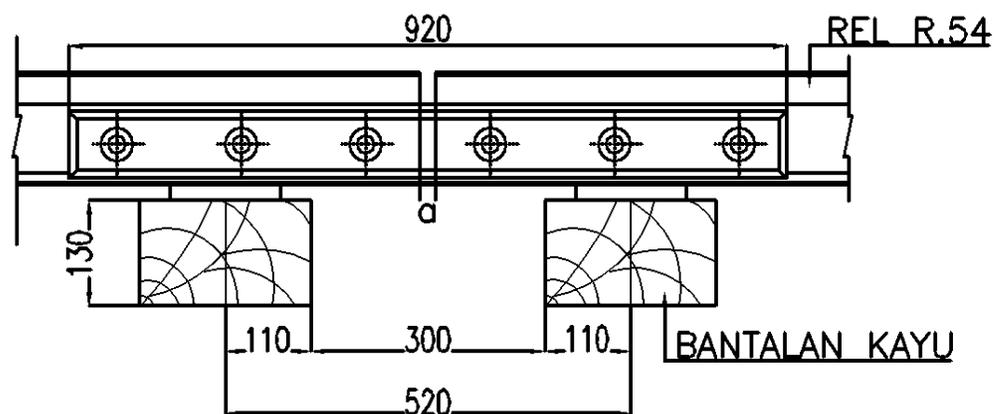
Penambat yang digunakan adalah penambat jenis elastis ganda tipe pandrol e-clips. Untuk jalan rel yang menggunakan R-54 dengan bantalan beton, digunakan tipe pandrol e1800 atau e2000 dengan gaya jepit mencapai 1100 kgf. Untuk gambar penambat rel yang digunakan dapat dilihat pada Gambar 5.2.



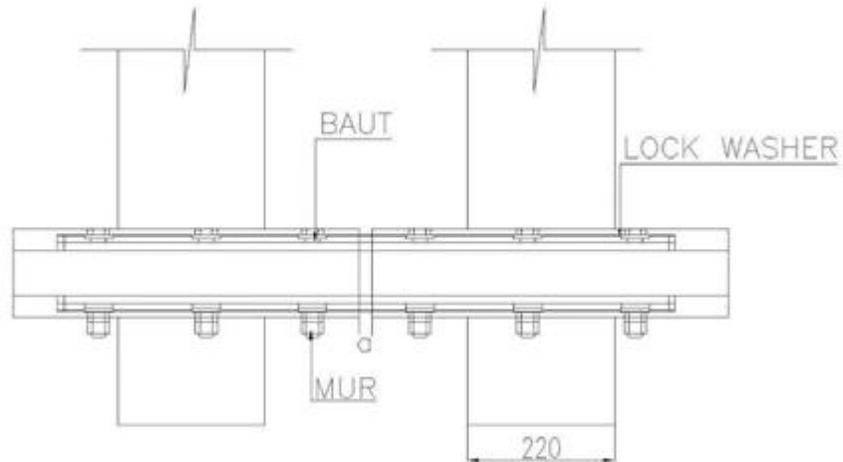
Gambar 5.2 Penambat rel

c. Pelat Sambung

Penyambung rel ialah konstruksi yang mengikat dua ujung rel dengan menggunakan dua pelat sambung kiri kanan dengan enam baut dengan mur, baut serta mur sedemikian rupa sehingga operasi Kereta Api tetap aman dan nyaman dengan celah sambungan 11-16 mm tebal pelat sambung 20 mm dengan diameter lubang mur-baut 25 mm. Pelat sambung harus digunakan apabila tidak diperkenankan menggunakan pengelasan terhadap rel. Untuk gambar pelat sambung dapat dilihat pada Gambar 5.3 dan Gambar 5.4.



Gambar 5.3 Sambungan rel dengan pelat sambung



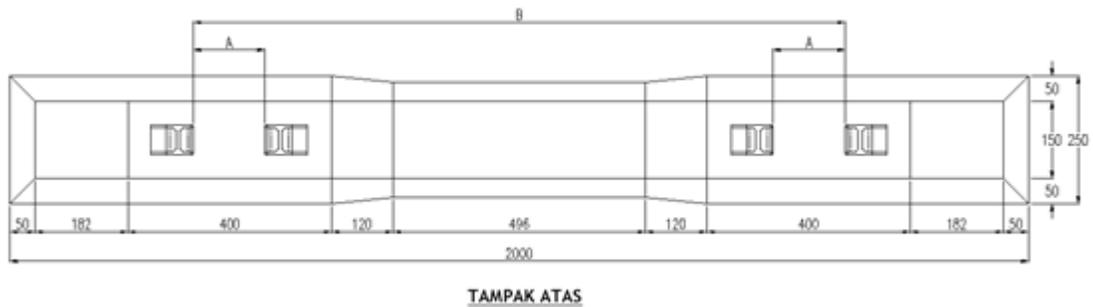
Gambar 5.4 Tampak atas sambungan rel

d. Bantalan

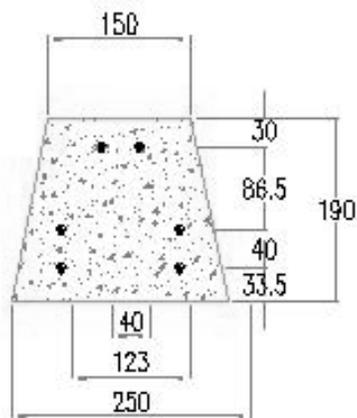
Bantalan berfungsi untuk meneruskan beban kereta api dan berat konstruksi jalan rel ke balas, mempertahankan lebar jalan rel dan stabilitas kearah luar jalan rel.

Untuk lebar jalan rel 1067 mm dengan kuat tekan karakteristik beton tidak kurang dari 500 kg/cm², dan mutu baja prategang dengan tegangan putus (*tensile strength*) minimum sebesar 16.876 kg/cm² (1.655 MPa). Bantalan beton harus mampu memikul momen minimum sebesar +1500 kg/m. Dimensi bantalan beton untuk lebar jalan rel 1067 mm:

- 1) Panjang = 2.000 mm
- 2) Lebar maksimum = 260 mm
- 3) Tinggi maksimum = 220 mm



Gambar 5.5 Tampak atas bantalan



Gamabr 5.6 Potongan bantalan

2. Struktur Bangunan Bawah

a. Balas

Balas adalah terusan dari lapisan sub-balas dan terletak di daerah yang mengalami konsentrasi tegangan terbesar akibat lalu lintas kereta pada jalan rel, oleh karena itu material pembentuknya harus sangat terpilih. Lapisan balas berfungsi untuk meneruskan dan menyebarkan beban bantalan ke tanah dasar, mengokohkan kedudukan bantalan dan meloloskan air sehingga tidak terjadi penggenangan air di sekitar bantalan rel. Material pembentuk balas memenuhi persyaratan berikut :

- 1) Tebal lapisan balas yang digunakan adalah 30 cm (PM No. 60 tahun 2012)
- 2) Kemiringan lereng lapisan balas atas 1 : 2
- 3) Balas terdiri dari batu pecah (25-60) mm dan memiliki kapasitas ketahanan yang baik, ketahanan gesek yang tinggi dan mudah dipadatkan.
- 4) Material balas harus bersudut banyak dan tajam
- 5) Porositas maksimum 3 %
- 6) Kuat tekan rata-rata maksimum 1000 kg/cm²
- 7) *Specific gravity* minimum 2,6
- 8) Kandungan tanah, lumpur, dan organik maksimum 0,5%
- 9) Kandungan minyak maksimum 0,2%
- 10) Keausan balas sesuai dengan *test Los Angeles* tidak boleh lebih dari 25%

b. Sub-balas

Sub-balas adalah terusan dari lapisan tanah dasar. Lapisan subbalas berfungsi sebagai lapisan penyaring (*fiter*) antara tanah dasar dan lapisan balas dan harus dapat mengalirkan air dengan baik. Materi subbalas memenuhi persyaratan berikut :

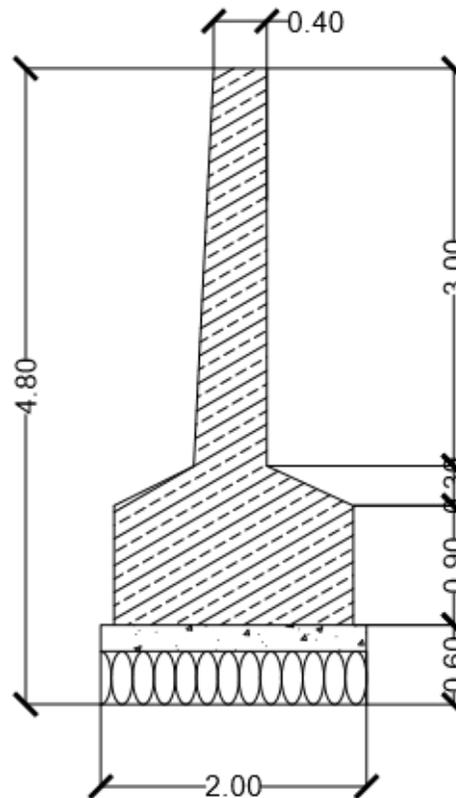
- a) Tebal lapisan sub balas yang digunakan adalah 50 cm (PM No. 60 tahun 2012).
- b) Kemiringan lereng lapisan subbalas 1 : 2.
- c) Material subbalas dapat berupa campuran kerikil (*gravel*) atau kumpulan agregat pecah dan pasir.
- d) Material subbalas tidak boleh memiliki kandungan material organik lebih dari 5%.
- e) Untuk material subbalas yang merupakan kumpulan agregat pecah dan pasir, maka harus mengandung sekurang-kurangnya 30% agregat pecah. Lapisan subbalas harus dipadatkan sampai mencapai 100%.

c. Lapisan tanah dasar

Fungsi tanah dasar dan melihat letak serta distribusi beban oleh lapisan di atasnya (balas), maka tanah dasar harus mempunyai daya dukung yang cukup. Menurut ketentuan PT. Kereta Api (persero), kuat dukung tanah dasar (nilai CBR) minimum adalah sebesar 8%, dengan ketebalan tanah dasar minimal 30 cm.

d. Perkuatan

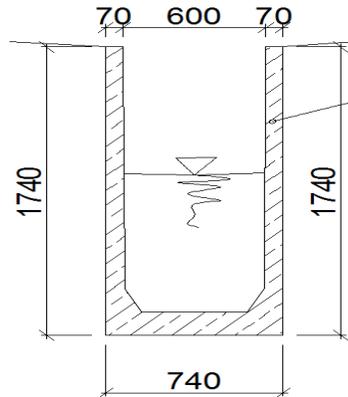
Pada studi ini menggunakan perkuatan menggunakan dinding penahan tanah dengan metode *retaining wall*. Konstruksi dinding penahan tanah ini biasanya di pasang pada daerah rawan longsor, curam atau keterbatasan lahan. Tipikal bentuk dinding penahan tanah dapat dilihat pada Gambar 5.7.



Gambar 5.7 Dinding penahan tanah

e. Sistem Drainasi

Pada sistem drainasi yang digunakan pada studi ini menggunakan *case in situ* dengan bentuk U dengan bentuk tipikal dapat dilihat pada Gambar 5.8



Gambar 5.8 Drainasi bentuk U

D. Perancangan Geometrik Jalan Rel

1. Perencanaan Alinemen Horizontal

Pada perancangan DED dari Stasiun Sukacinta sampai Stasiun Lahat terdapat 9 tikungan dengan berbagai jenis. Hasil perhitungan dibawah merupakan salah satu contoh perhitungan yang kemudian dilampirkan pada Tabel 5.3

a. Data Kecepatan Rencana :

Kelas jalan rel	: Kelas jalan 1
Kecepatan maksimum (V_{maks})	: 120 km/jam
Kecepatan rencana	: 100 km/jam

b. Perencanaan Jari-Jari Tikungan (R)

1) Gaya sentrifugal diimbangi sepenuhnya oleh gaya berat.

$$R_{min} = 0,076 (V_{rencana})^2 = 0,076 \times (100)^2 = 760 \text{ m}$$

2) Gaya sentrifugal diimbangi oleh gaya berat dan daya dukung komponen jalan rel.

$$R_{min} = 0,054 (V_{rencana})^2 = 0,054 \times (100)^2 = 540 \text{ m}$$

- 3) Jari – jari minimum untuk lengkung yang tidak memerlukan busur peralihan jika tidak ada peninggian rel yang harus dicapai ($h=0$).

$$R_{\min} = 0,164 (V_{\text{rencana}})^2 = 0,164 \times (100)^2 = 1640 \text{ m}$$

Dalam Tabel 2.3 Peraturan Menteri No. 60 Tahun 2012 tentang Persyaratan Teknis Jalur Kereta Api dengan kecepatan rencana 100 km/jam didapatkan jari – jari rencana minimal digunakan adalah 550 m dengan tinggi peninggian maksimal 110 mm. Sehingga dapat digunakan nilai R_{\min} adalah 550 m yang digunakan untuk perhitungan berikutnya.

c. Perencanaan Tikungan

1) Peninggian Rel

a) Peninggian Rel Minimum

Diketahui :

$$V_{\text{rencana}} = 100 \text{ km/jam}$$

$$R_{\text{disain}} = 550 \text{ m}$$

Rumus :

$$h_{\min} = \frac{8,8 V^2}{R} - 53,5 \text{ (dalam satuan mm)}$$

Perhitungan :

$$h_{\min} = \frac{8,8 (100)^2}{550} - 53,5 = 106,5 \text{ mm}$$

b) Peninggian Rel Normal

Diketahui :

$$V_{\text{rencana}} = 100 \text{ km/jam}$$

$$R_{\text{disain}} = 550 \text{ m}$$

Rumus :

$$h_{\text{normal}} = 5,95 \frac{V^2}{R} \text{ (dalam satuan mm)}$$

Penyelesaian :

$$h_{\text{normal}} = 5,95 \times \frac{(100)^2}{550} = 108,18 \text{ mm}$$

c) Peninggian Rel Maksimum

Peninggian rel maksimum berdasarkan stabilitas kereta api pada saat berhenti dibagian lengkung, digunakan faktor keamanan (*safety factor*, SF) = 3,0 sehingga kemiringan maksimum dibatasi sampai 10% atau $h_{\text{maksimum}} = 110 \text{ mm}$.

Dari uraian di atas dapat disimpulkan bahwa peninggian rel rencana/disain harus memenuhi syarat :

$$h_{\text{minimum}} < h_{\text{normal}} < h_{\text{maksimum}} = 106,5 \text{ mm} < 108,18 \text{ mm} < 110 \text{ mm}$$

nilai h_{rencana} digunakan dibulatkan menjadi bilangan kelipatan 5 mm di atasnya. Maka digunakan nilai $h_{\text{rencana}} = 110 \text{ mm}$.

2) Pelebaran Sepur

Untuk mengetahui nilai pelebaran sepur maka dapat langsung merujuk pada Tabel 5.2 untuk lebar sepur 1067 mm.

Tabel 5.2 Pelebaran sepur untuk 1067 mm

Jari – Jari Tingkungan (mm)	Pelebaran (mm)
$R > 600$	0
$550 < R \leq 600$	5
$400 < R \leq 550$	10
$350 < R \leq 400$	15
$100 < R \leq 350$	20

(Sumber : Peraturan Menteri No.60 Tahun 2012)

Dengan nilai $R_{\text{rencana}} 550 \text{ mm}$ maka dapat digunakan nilai pelebaran maksimum 5 mm.

d) Perhitungan Lengkung Horisontal

Berikut ini contoh perhitungan lengkung horisontal pada desain jalan rel Stasiun Sukacinta – Lahat, yaitu :

Tikungan 2

Diperoleh data perencanaan :

Kecepatan rencana ($V_{rencana}$) = 100 km/jam

Jari – jari rencana ($R_{rencana}$) = 600 m

Sudut belok (Δ) = 100,19°

1) Menghitung panjang lengkung

$$L_s = 0,01 \times h \times V = 0,01 \times 110 \times 100 = 110 \text{ m}$$

$$\theta_s = \frac{90 \times L_s}{\pi \times R} = \frac{90 \times 110}{\pi \times 600} = 5,261^\circ$$

$$\theta_c = \Delta_s - 2\theta_s = 110,19^\circ - 2(5,261^\circ) = 10,51^\circ$$

$$L_c = \frac{\theta_c}{360^\circ} \times 2\pi R = \frac{10,541}{360^\circ} \times 2\pi (600) = 110,103 \text{ m}$$

$$L = 2L_s + L_c = 2(110) + 110,103 = 330,474 \text{ m}$$

2) Menghitung X_c , Y_c , k dan p

$$X_c = L_s - \frac{L_s^3}{40 \times R^2} = 110 - \frac{(110)^3}{40 \times (600)^2} = 110,092 \text{ m}$$

$$Y_c = \frac{L_s^2}{6 \times R} = \frac{(110)^2}{6 \times 600} = 3,372 \text{ m}$$

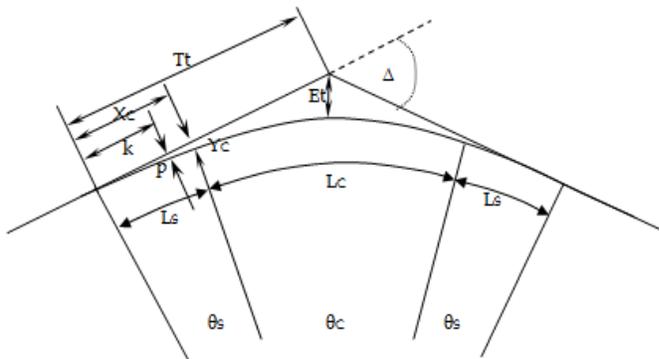
$$p = Y_c - R(1 - \cos \theta_s) = 3,372 - 600(1 - \cos(5,261)) = 0,845 \text{ m}$$

$$k = X_c - R \sin \theta_s = 110,092 - 600 \sin(5,261) = 55,077 \text{ m}$$

3) Menghitung T_t dan E_t

$$T_t = (R+p) \operatorname{tg} \frac{\Delta_s}{2} - k = (600+0,845) \operatorname{tg} \frac{21,036}{2} - 55,077 = 166,632 \text{ m}$$

$$E_t = (R+p) \sec \frac{\Delta_s}{2} - R = (600 + 0,845) \sec \frac{21,036}{2} - 600 = 11,113 \text{ m}$$



Gambar 5.9 Lengkung Horizontal

2. Perencanaan Alinemen Vertikal

Dalam perencanaan alinemen vertikal jalan rel antara Stasiun Sukacinta sampai stasiun Lahat digunakan beberapa data yang didapatkan dari Peraturan Menteri No. 60 Tahun 2012, yaitu :

- a. Nilai R digunakan R_{\min} 6000 dengan kecepatan sampai 100 km/jam.
- b. Pada jalur rel tingkat kelandaian yang digunakan antara 0 ‰ – 10 ‰.

Dalam pengukuran tinggi – rendahnya suatu jalan kereta api umumnya terdapat dataran maupun landai. Perubahan dari datar kelandaian maupun dari landai ke landai yang berurutan akan terjadi titik patah atau perpotongan sehingga membentuk sudut. Berikut ini adalah contoh perhitungan lengkung vertikal pada jalan rel stasiun Sukacinta sampai stasiun Lahat.

Perencanaan Tikungan Vertikal

Perhitungan :

Diperoleh data rencana pada lengkung vertikal 1 (IPV 110).

- a. Data Kelandaian I

Elevasi awal = 76,093 m.

Elevasi akhir = 77,052 m.

Jarak titik A – IPV 1 = 110,976 m.

$$\text{Kelandaian } d1 = \frac{\text{Elv.Akhir} - \text{Elv.Awal}}{\text{Jarak titik}} \times 1000 = \frac{77,052 - 76,093}{110,976} \times 1000 = 8,641 \text{ ‰.}$$

- b. Data kelandaian II

Elevasi awal = 77,052 m.

Elevasi akhir = 76,949 m.

Jarak IPV I – IPV II = 99,991 m.

$$\text{Kelandaian } d2 = \frac{\text{Elv.Akhir} - \text{Elv.Awal}}{\text{Jarak titik}} \times 1000 = \frac{76,949 - 77,052}{99,991} \times 1000 = 0,959 \text{ ‰.}$$

%.

- c. Beda kelandaian (φ) = $d2 - d1 = 9,672 \text{ ‰.}$

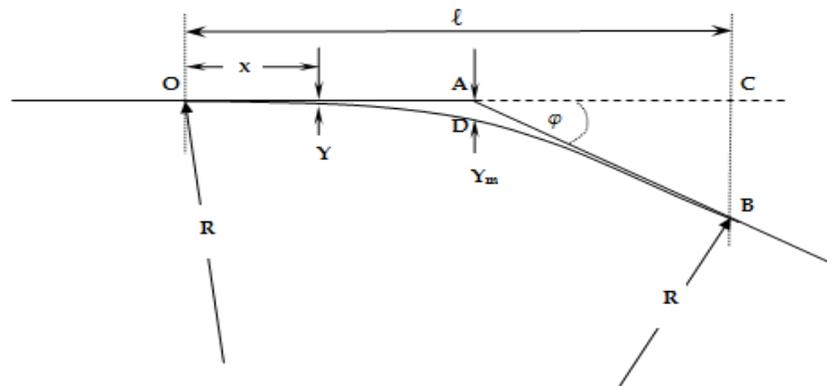
- d. Menghitung nilai Xm , Ym , dan Lv .

$R_{\min} = 6000 \text{ m.}$

$$Xm = \frac{R}{2}\varphi = \frac{6000}{2} \times 9,672 \text{ ‰} = 29,015 \text{ m.}$$

$$Ym = \frac{R}{8}\varphi^2 = \frac{6000}{8} \times 9,672 \text{ ‰}^2 = 0,0702 \text{ m.}$$

$$Lv = \varphi \times R = 9,672 \text{ ‰} \times 6000 = 58,029 \text{ m.}$$



Gambar 5.10 Lengkung vertikal

Berikut ini tabel hasil perhitungan lengkung vertikal yang terdapat pada perancangan jalan kereta api lintas Sukacinta - Lahat, yaitu :

Tabel 5.4 Data jumlah dan nilai pada setiap lengkung vertikal

Data	Stationing	Rmin (m)	Vrencana (km/jam)	S(%o)	Xm (m)	Ym (m)	Lv (m)	Jenis Lengkung
IPV 1	424 + 200	6000	100	1.931	5.793	0.003	11.587	Cekung
IPV 2	424 + 300	6000	100	4.463	13.389	0.015	26.778	Cembung
IPV 3	424 + 400	6000	100	2.004	6.012	0.003	12.024	Cekung
IPV 4	425 + 600	6000	100	3.026	9.078	0.007	18.156	Cekung
IPV 5	426 + 500	6000	100	6.453	19.359	0.031	38.719	Cekung
IPV 6	427 + 300	6000	100	1.439	4.317	0.002	8.633	Cekung
IPV 7	427 + 350	6000	100	0.224	0.671	0	1.343	Cekung
IPV 8	427 + 400	6000	100	5.06	15.179	0.019	30.357	Cembung
IPV 9	427 + 450	6000	100	3.405	10.216	0.009	20.432	Cekung
IPV 10	427 + 550	6000	100	1.447	4.34	0.002	8.679	Cekung
IPV 11	427 + 600	6000	100	0.288	0.864	0.012	1.729	Cembung
IPV 12	427 + 650	6000	100	3.93	11.79	0.012	23.58	Cembung
IPV 13	427 + 700	6000	100	2.225	6.674	0.004	13.349	Cembung
IPV 14	428 + 600	6000	100	6.534	19.603	0.032	39.205	Cekung
IPV 15	428 + 700	6000	100	7.49	22.47	0.042	44.939	Cembung
IPV 16	428 + 800	6000	100	7.763	23.29	0.045	46.58	Cembung
IPV 17	428 + 900	6000	100	2.661	7.983	0.005	15.966	Cembung
IPV 18	429 + 300	6000	100	12.322	36.967	0.114	73.935	Cekung

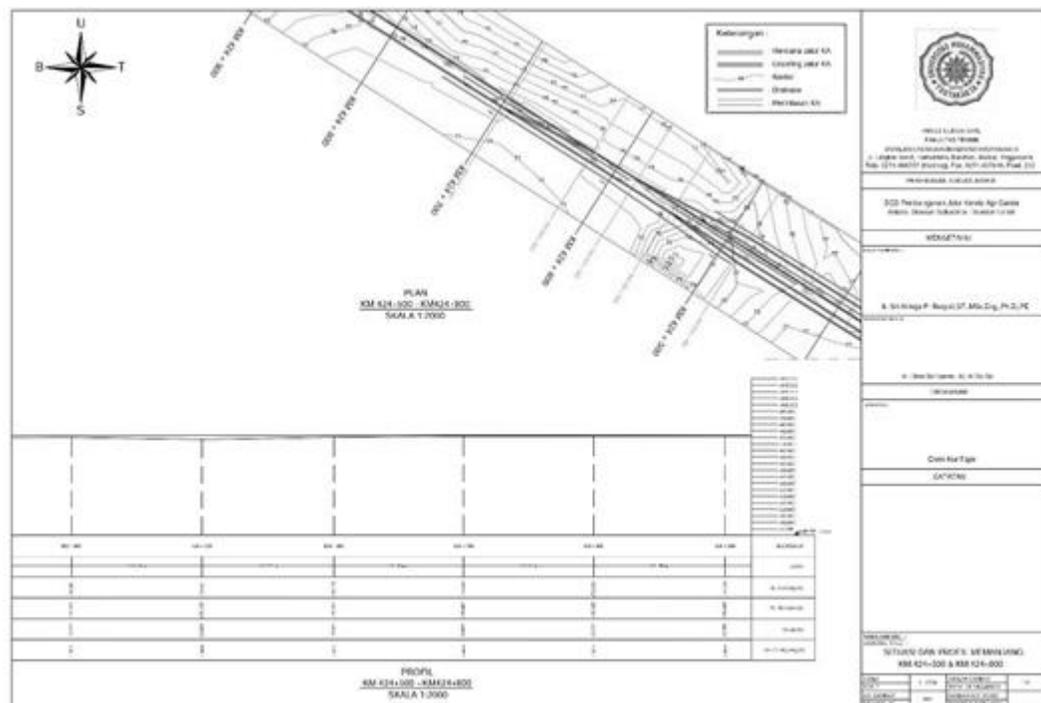
Tabel 5.4 Lanjutan

Data	Stationing	Rmin (m)	Vrencana (km/jam)	S(%o)	Xm (m)	Ym (m)	Lv (m)	Jenis Lengkung
IPV 19	429 + 600	6000	100	2.435	7.304	0.004	14.609	Cembung
IPV 20	430 + 100	6000	100	0.969	2.908	0.001	5.815	Cembung
IPV 21	430 + 150	6000	100	5.121	15.364	0.02	30.729	Cembung
IPV 22	430 + 200	6000	100	4.833	14.498	0.018	28.997	Cembung
IPV 23	430 + 250	6000	100	1.472	4.415	0.002	8.831	Cekung
IPV 24	430 + 900	6000	100	10.048	30.144	0.076	60.288	Cekung
IPV 25	431 + 500	6000	100	0.787	2.362	0	4.724	Cekung
IPV 26	431 + 600	6000	100	17.957	53.871	0.242	107.741	Cembung
IPV 27	431 + 700	6000	100	27.169	81.507	0.554	163.014	Cekung
IPV 28	431 + 800	6000	100	16.378	49.135	0.201	98.27	Cembung
IPV 29	431 + 900	6000	100	2.792	8.375	0.006	16.749	Cekung
IPV 30	433 + 000	6000	100	0.997	2.99	0.001	5.98	Cekung
IPV 31	433 + 100	6000	100	2.045	6.136	0.003	12.272	Cekung
IPV 32	433 + 200	6000	100	5.967	17.901	0.027	35.802	Cembung
IPV 33	433 + 250	6000	100	3.921	11.762	0.012	23.524	Cekung
IPV 34	433 + 700	6000	100	1.439	4.317	0.002	8.633	Cembung
IPV 35	433 + 750	6000	100	6.141	18.422	0.028	36.843	Cekung
IPV 36	433 + 800	6000	100	7.881	23.642	0.047	47.284	Cembung

3. Perancangan Potongan

a. Potongan memanjang

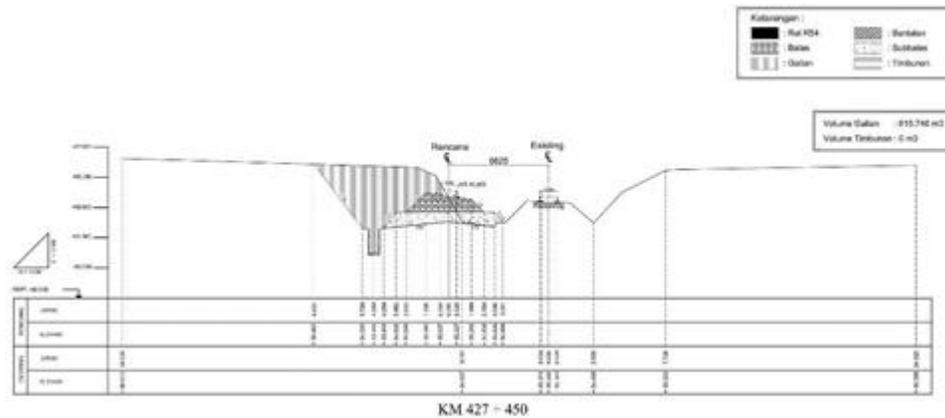
Potongan memanjang pada studi ini digunakan setiap per 1 KM. pada potongan memanjang menampilkan kondisi jalan yang akan direncanakan berupa data elevasi tanah asli, elevasi rel rencana dan berupa batas lahan PT. Kereta Api. Tipikal potongan memanjang dapat dilihat pada Gambar 5.11



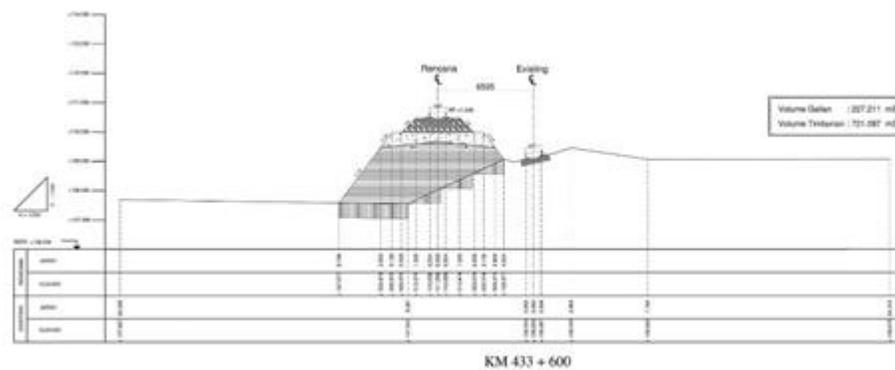
Gambar 5.11 Situasi dan potongan memanjang

b. Potongan melintang

Potongan melintang pada studi ini digunakan setiap 100 m pada kondisi lurus sedangkan pada kondisi tikungan digunakan setiap 50 m. pada gambar potongan kita dapat melihat galian dan timbunan pada struktur jalan rel. potongan melintang melintang galian dapat dilihat pada Gambar 5.12 sedangkan untuk timbunan dapat dilihat pada Gambar 5.13.



Gambar 5.12 Potongan melintang pada galian



Gambar 5.13 Potongan melintang pada timbunan

E. Estimasi Volume Pekerjaan

1. Pengadaan Material

Pada pekerjaan jalur ganda Kereta Api Ganda antara stasiun Sukacinta sampai stasiun Lahat, dilakukan pekerjaan pengadaan material berupa:

- Bantalan beton lengkap dengan penambat material.
- Situ (Sub Balas) di site.
- Balas batu pecah ukuran 2 – 6 cm.

2. Pelaksanaan Pekerjaan

- Pelaksanaan persiapan

Adapun lingkup pekerjaan persiapan pada pembangunan jalur kereta api ganda antara stasiun Sukacinta sampai stasiun Lahat ialah:

- 1) Mobilisasi peralatan kerja.
- 2) Pengukuran, pasang patok profil track dan gambar.
- 3) Gambar *soft drawing* dan *as built drawing*.
- 4) Pembuatan direksi keet dan gudang material.
- 5) Pembuatan papan nama proyek.
- 6) Penerangan lengkap peralatan direksi.
- 7) Penjagaan keamanan lingkungan kerja.

b. Pekerjaan pembebasan lahan

Pekerjaan pembebasan lahan yang utamanya merupakan bagian dari pembangunan jalan kereta api ganda ini disesuaikan dengan kondisi trase desain berupa penggantian biaya bongkar dan anti rugi tanam tumbuh.

c. Pekerjaan sipil dan badan kereta api

Adapun lingkup pekerjaan badan jalan kereta api pada pembangunan jalur kereta api ganda antara stasiun Sukacinta sampai stasiun Lahat ialah :

- 1) Menebang/membabat tanaman termasuk buang untuk lokasi tumbuhan.
- 2) Mengupas, menggali permukaan tanah humus pada lokasi timbunan dan membuat trap.
- 3) Membuang tanah humus pada lokasi timbunan dan bongkaran.
- 4) Pembuatan jalan masuk sementara.
- 5) Pembuatan perlintasan darurat.
- 6) Galian / keprasan tanah sesuai kemiringan lereng berikut buang tanah.
- 7) Menguruk tanah (tubuh baan) sesuai normalisasi jalan kereta api dari tanah (merah) luar lokasi / badan jalan kereta api.
- 8) Menggilas, memadatkan tanah lapis demi lapis dengan mesin berat / vibro, handy stemper.
- 9) Pemasangan geotekstil.
- 10) Mengurug pasir diatas geotekstil.

- 11) Biaya Pengujian pekerjaan tanah.
- 12) Pembangunan stasiun baru.
- 13) Pembangunan peron baru di stasiun.
- 14) Memperbaiki kondisi jalan masuk kendaraan angkutan.

d. Pekerjaan Jalan Rel

Adapun lingkup pekerjaan rel pada pembangunan jalur kereta api ganda antara stasiun Sukacinta sampai stasiun Lahat ialah:

- 1) Pengadaan Rel.
- 2) Pengadaan Wesel.
- 3) Angkut, bongkar dan ecer bantalan beton lengkap penambat elastis untuk track rel R 54.
- 4) Muat, bongkar/ecer susun rel R 54 dilokasi.
- 5) Melangsir bantalan beton lengkap alat penambat elastis termasuk muat/bongkar, susun sesuai jarak bantalan.
- 6) Pengelasan rel R.54 dengan aluminothermit termasuk bahan.
- 7) Pemasangan track baru rel R.54 + bantalan beton lengkap penambat elastis.
- 8) Menyambung track baru.
- 9) Pembuatan skip semboyan.
- 10) Pembuatan dan pemasangan patok Km+Hm per 100m.
- 11) Pembuatan dan pemasangan patok lengkung.
- 12) Penjagaan track, keamanan perjalanan kereta api.

e. Pekerjaan Balas

lingkup pekerjaan balas pada pembangunan jalur kereta api ganda antara stasiun Rejosari sampai stasiun Rengas ialah:

- 1) Angkutan balas dengan kereta api.
- 2) Menghampar, meratakan/memasukkan sub balas sirtu ke dalam tubuh baan berikut pemadatan dengan mesin berat / gilas.
- 3) Mengerjakan menghampar/memasukkan batu balas ke dalam track termasuk profil jalan kereta api.

- 4) Angkat listring track dengan HTT/manual sampai kecepatan 20 km/jam.
- 5) Angkat listring track dengan HTT/manual sampai kecepatan 40 km/jam.
- 6) Angkat listring track dengan HTT/manual sampai kecepatan 60 km/jam.
- 7) Angkat listring track dengan MTT (sampai kereta api normal) dan PBR (3 kali).
- 8) Pekerjaan Switch Over.

Tabel 5.5 Rekapitulasi Kebutuhan Pembangunan Jalur Kereta Api

No	Jenis Prasarana	Rencana Pembangunan Prasarana
1.	Jalur rel KA	Kelas jalan = kelas I
		Lebar Sepur = 1.067
		Tipe rel R-54
		Jenis Bantalan = Beton
		Jenis penambat = pandrol e-clips
		Jenis sambungan = tipe melayang
		Tipe wesel = 1:12
		Ballas
		Suballas
		Subgrade
2.	Bangunan Pelengkap (Drainase dan Saluran Terbuka)	Disesuaikan di lapangan
3.	Penggunaan lahan untuk dibebaskan	Pemukiman, pembebasan lahan tanah tumbuh
4.	Perkuatan tanah (<i>Retaining Wall</i>)	Disesuaikan kondisi di lapangan

Tabel 5.5 Lanjutan

5.	Sinyal dan telekomunikasi	Perencanaan dipersiapkan untuk penggunaan persinyalan dan telekomunikasi elektrifikasi
----	---------------------------	--

3. Volume pekerjaan

Berdasarkan hasil analisis trase yang dilakukan diperoleh volume galian mencapai 64.894 m^3 , volume timbunan 37.484 m^3 , volume dinding penahan tanah 2.062 m^3 dan volume drainasi 1.353 m^3 .(TERLAMPIR)

4. Pekerjaan penyelesaian

Adapun lingkup pekerjaan penyelesaian pada pembangunan jalur kereta api ganda antara stasiun Banjarsari – Sukacinta ialah:

a. Demobilisasi.

- 1) Transport alat-alat kerja dan perlengkapan proyek lainnya.
- 2) Transport lokasi pekerjaan dan alat komunikasi untuk koordinasi pekerjaan

b. Pembersihan lahan.

- 1) Pembersihan sisa-sisa material proyek yang tak terpakai sepanjang lokasi.
- 2) Pembongkaran bangunan sementara untuk oprasional proyek.

c. Dokumentasi dan gambar akhir.

F. Estimasi Rencana Anggaran Biaya (RAB) Pekerjaan

Rencana anggaran biaya adalah segala bentuk perencanaan mengenai aktivitas – aktivitas perusahaan yang dinyatakan dalam bentuk uang. Penyusunan Rencana Anggaran Biaya (RAB) pada studi kali ini, menggunakan standar acuan biaya dan analisa harga satuan berdasarkan Peraturan Menteri No. 78 Tahun 2014, tentang standar biaya di lingkungan Kementrian Perhubungan.

Berdasarkan hasil analisis Secara keseluruhan, biaya yang dibutuhkan untuk pekerjaan pembangunan jalur Kereta Api ganda Stasiun Sukacinta sampai Lahat adalah sebesar Rp 171,012,996,000,- dan bila dirata-ratakan maka akan didapat biaya sebesar Rp 16.231.301.800,- Milyar per km.

Penjabaran secara detail (*break down*) estimasi Rencana Anggaran Biaya (RAB) pekerjaan Pembangunan Jalur Kereta Api ganda antara Sukacinta sampai stasiun Lahat dijabarkan pada Tabel 5.6 di bawah ini.

Tabel 5.6 Rencana Anggaran Biaya

No.	URAIAN PEKERJAAN	SAT	VOL	H. SATUAN	JUMLAH
1	2	3	4	5	6
	I U M U M				
1	Pengukuran dan pemasangan patok profile trace	m'sp	10,536.00	41,400	436,190,400.00
2	Gambar shop drawing dan as builtdrawing	ls	2.00	13,863,000	27,726,000.00
3	Mobilisasi dan demobilisasi	ton	80.00	1,283,000	102,640,000.00
4	Pembuatan Direksi Keet /Gudang	m ²	40.00	487,300	19,492,000.00
5	Penjagaan Direksi Keet/gudang selama pekerjaan berlangsung	oh	360.00	80,200	28,872,000.00
6	Penerangan dan perlengkapan direksikeet	ls	2.00	24,000,000	48,000,000.00
7	Pembuatan papan nama proyek	ls	1.00	915,900	915,900.00
9	Membersihkan lapangan dari sisa-sisa pekerjaan	ls	1.00	15,323,000	15,323,000.00
10	Dokumentasi	ls	4.00	7,133,000	28,532,000.00
11	Keamanan lingkungan	oh	25.00	80,200	2,005,000.00
	JUMLAH I				709,696,300.00

	II PEKERJAAN SIPIL				
1	Pengupasan Lapisan atas tanah (Stripping)	m ²	273,936.00	20,000	5,478,720,000.00
2	Galian Tanah biasa dan membuang	m ³	35,559.00	111,900	3,979,052,100.00
3	Pemasangan Geotextile (sebagai separator termasuk bahan)	m ²	273,936.00	46,100	12,628,449,600.00
4	Pembuatan Tubuh jalan KA dengan Timbunan dari tanah luar lokasi	m ³	109,574.40	175,070	19,183,190,208.00
5	Menggilas, memadatkan tanah lapis demi lapis menggunakan alat berat	m ³	109,574.40	21,970	2,407,349,568.00
6	Biaya Pengujian tanah	ls	1.00	20,000,000	20,000,000.00
7	Pembuatan Drainase memanjang (long draine)	m ³	1,051.780	1,073,500	1,129,085,830.00
8	Pembuatan Lapisan Sub Balas	m ³	77,328.59	443,800	34,318,429,442.04
9	Menanam Gebalan rumput pada lereng tanah timbunan dan keprasan tebing	m ²	5,508.00	30,700	169,095,600.00
10	Memperbaiki Kondisi jalan masuk kendaraan angkutan berat dari jalan raya ke akses pekerjaan tubuh jalan rel	m'	1,250.00	233,900	292,375,000.00
	JUMLAH II				79,628,873,848.04

	III PEKERJAAN TRACK				
1	Pengadaan Bantalan Beton lengkap dengan penambat elastis	unit	63,216.00	650,000	41,090,400,000.00
2	Pengadaan Bantalan Kayu dan penambat	unit	7	1,271,700	8,901,900.00
3	Pengadaan Base Blate Bantalan Kayu (untuk sambungan)	unit	7	408,800	2,861,600.00
4	Pengadaan Plat sambung dan baut lengkap	set	14	1,686,400	23,609,600.00
5	Pengadaan Balas kricak	m ³	33,517.12	336,200	11,268,456,819.84
6	Pengerjaan Balas kricak	m ³	33,517.12	260,500	8,731,210,593.60
7	Pemasangan Bantalan Beton	unit	63,216.00	126,100	7,971,537,600.00
8	Pemasangan Bantalan Kayu (untuk sambungan)	unit	14	126,100	1,765,400.00
9	Pemasangan Pelat Sambung, Baut, dan Alat Penambat	unit	14	802,400	11,233,600.00
10	Mengebor Rel R.54 untuk tiap titik sambungan rel	ttk	1,685.76	38,000	64,058,880.00
11	Muat, Angkut bongkar Rel R.54 dari lokasi penimbunan ke lokasi	ton	568.94	861,300	490,031,467.20
12	Pekerjaan Pemasangan Rel	m'sp	21,072.00	107,600	2,267,347,200.00
13	Pengelasan Rel	ttk	1,685.76	1,474,400	2,485,484,544.00
14	Membuat dan Memasang Patok km/hm per 100m	unit	105.36	384,430	40,503,572.44
15	Membuat dan Memasang Patok Lengkung per 10m	unit	345	328,539	113,345,853.24
16	Membuat dan Memasang Patok Heling (awal dan akhir)	unit	9	1,363,453	12,271,074.93
17	Membuat dan Memasang Papan Lengkung	unit	9	328,539	2,956,848.35
18	Pekerjaan Angkat Listring	m'sp	10,536.00	10,285	108,362,760.00
19	Pekerjaan HTT	m'sp	10,536.00	10,285	108,362,760.00
20	Pekerjaan MTT	m'sp	31,608.00	10,285	325,088,280.00
	JUMLAH III				75,127,790,353.60
	JUMLAH I + II + III				155,466,360,501.64
	PPN 10%				15,546,636,050
	Total				171,012,996,552
	Dibulatkan				171,012,996,000

