

**PERENCANAAN GEOMETRI JALAN REL KERETA API BUKITTINGGI-
PAYAKUMBUH STA 94+675-STA 124+526**

ELVI SYAMSUIR¹, FATMA IRA WAHYUNI², SRI TRIA SISKI³

Sekolah Tinggi Teknologi Payakumbuh¹

elvisyamsuir246@gmail.com¹, Fatmairawahyuni02@gmail.com², Sritriasiska@gmail.com³

Abstract: West Sumatra Province is one of the provinces where the City and Regency have natural resources and many tourist objects. These cities and regencies have natural resources and tourist objects that have their respective advantages. Several cities from the many cities in West Sumatra that have a busy tourist attraction are the cities of Bukittinggi and Payakumbuh. In addition to having many tourist attractions, it also has abundant natural resources such as plantations, forestry, and industry. To visit and transport these resources, it must be supported by proper and adequate transportation facilities. Currently, the transportation used to transport goods and passengers uses roads, so it has the potential to cause problems both in terms of facilities and infrastructure and the emergence of congestion due to heavy traffic. Therefore, an alternative mode of transportation is needed to help reduce the burden of the highway, namely the mode of rail transportation for the smooth flow of distribution of goods and services, so it is felt that the Bukittinggi - Payakumbuh railway line is needed. This line is part of the route traversed by the Trans Sumatra Railway. This railway line is built or reactivated in order to reduce congestion that occurs at certain times. In the process of loading the Bukittinggi - Payakumbuh railway line, a methodology for collecting primary and secondary data, problem identification, literature study and analysis is needed. planning data in the form of design speed analysis, rail analysis and bearing analysis to be used. In this paper, the selection of the route, Geometric Planning, Railroad Construction Planning and at Km 15 is carried out. The selection of the route is based on the design speed of the train plan. Geometric planning using the Railways Management and Engineering method. Railroad construction refers to regulation PD-10 PJKA (1986). The results obtained from this paper are the planning of the railroad route as an alternative mode of transportation along ± 30 km from the City of Bukittinggi - Payakumbuh. So that it can be used as a comparison suggestion for the West Sumatra Provincial Government in building railroads in the future.

Keywords: Railroad Geometry Planning; railroad track; Track Planning; Soil mechanics analysis.

Abstrak: Provinsi Sumatra Barat merupakan salah satu provinsi yang mana di Kota dan Kabupatennya memiliki sumber daya alam serta banyak objek wisata. Kota dan Kabupaten ini memiliki sumber daya alam dan objek wisata yang mempunyai keunggulan masing-masing. Beberapa kota dari sekian banyak kota yang ada di Sumatera Barat memiliki objek wisata yang ramai dikunjungi adalah kota Bukittinggi dan Payakumbuh. Selain banyak memiliki objek wisata juga banyak memiliki sumber daya alam yang melimpah seperti perkebunan, kehutanan, dan industri. Untuk kunjungan dan mengangkut sumber daya ini maka harus didukung oleh sarana transportasi yang layak dan memadai. Saat sekarang ini transportasi yang digunakan untuk mengangkut barang maupun penumpang menggunakan jalan raya sehingga berpotensi untuk timbulnya masalah baik dari segi sarana maupun prasarana dan timbulnya kemacetan akibat lalu lintas yang padat. Oleh karena itu dibutuhkan moda transportasi alternatif untuk membantu mengurangi beban jalan raya yaitu moda transportasi jalan rel guna kelancaran arus distribusi barang dan jasa, sehingga dirasa perlu adanya jalur rel kereta api Bukittinggi – Payakumbuh. Jalur ini merupakan bagian dari jalur yang dilalui oleh jalur Kereta Api Trans Sumatra. Jalur kereta api ini dibangun atau diaktifkan kembali guna untuk mengurangi kemacetan yang terjadi pada waktu – waktu tertentu. Dalam prosesnya memuat jalur kereta api Bukittinggi – Payakumbuh diperlukan lah metodologi pengumpulan data-data primer dan data sekunder, identifikasi masalah, studi literature dan analisa data perencanaan berupa analisa kecepatan rencana, analisa rel dan analisa bantalan yang akan digunakan. Dalam penulisan ini dilakukan pemilihan trase, Perencanaan Geometrik,

Perencanaan Konstruksi Jalan Rel dan pada Km 15. Pemilihan trase didasarkan pada desain kecepatan rencana kereta api. Perencanaan geometrik menggunakan metode Railways Management and Engineering. Konstruksi jalan rel merujuk peraturan PD-10 PJKA (1986). Hasil yang diperoleh dari penulisan ini adalah perencanaan trase jalan kereta api sebagai moda transportasi alternatif sepanjang ± 30 km dari Kota Bukittinggi – Payakumbuh. Sehingga bias dijadikan saran pembandingan bagi Pemerintah Provinsi Sumatera Barat dalam membangun jalan rel kereta api kedepannya.

Kata Kunci: Perencanaan Geometri jalan rel kereta api; trase jalan kereta api; Perencanaan Track; Analisa mekanika tanah.

A. Pendahuluan

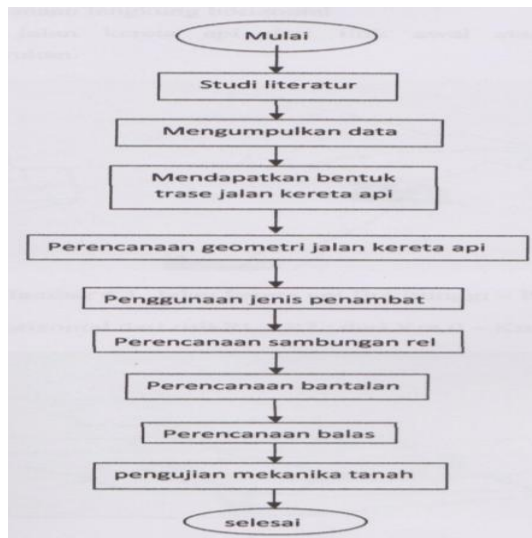
Provinsi Sumatera Barat merupakan salah satu provinsi yang mana di Kota dan Kabupatennya memiliki sumber daya alam serta banyak objek wisata. Kota dan Kabupaten ini memiliki sumber daya alam dan objek wisata yang mempunyai keunggulan masing-masing. Beberapa kota dari sekian banyak kota yang ada di Sumatera Barat memiliki objek wisata yang ramai dikunjungi adalah kota Bukittinggi dan Payakumbuh.

Kereta api di Pulau Sumatera sudah ada Sejak pra-kemerdekaan, pembangunan rel kereta api sudah dilakukan di Aceh (1874), Sumatera Utara (1886), Sumatera Barat (1891) dan Sumatera Selatan (1914). Meskipun sempat tidak diperhatikan sejak tahun 1970-an, akibat maraknya penggunaan kendaraan umum dan mobil pribadi, kereta api kini sudah diperhatikan lagi oleh pemerintah daerah di Sumatera. Apalagi penyebabnya kalau bukan kemacetan yang makin hari makin parah, yang berakibat pada mahal biaya pengiriman barang di wilayah ini. Pembangunan jalan tol yang sudah direncanakan pemerintah pun takkan cukup untuk mengatasi kemacetan ini. Pembangunan rel kereta api inilah yang menjadi solusi untuk kemacetan yang terjadi.

Salah satu nya jalur kereta api Padang Panjang-Bukittinggi-Payakumbuh. Jalur kereta api Padang Panjang – Bukittinggi – Payakumbuh ini adalah jalan kereta api yang akan dijadikan jalan kereta api Trans Sumatera, untuk itu lah perlunya di bangun atau di perbaiki jalan rel Payakumbuh – Bukittinggi ini. Jalur kereta api Padang Panjang – Bukittinggi – Payakumbuh ini adalah jalan kereta api yang akan dijadikan jalan kereta api Trans Sumatera, untuk itu lah perlunya di bangun atau di perbaiki jalan rel Payakumbuh – Bukittinggi ini, berikut ada berita dari REPUBLIKA.CO.ID, PADANG tahun 2016, bahwa Jalur kereta api Padang Panjang-Payakumbuh, Sumatera Barat, yang tersambung menuju jalur trans Sumatera di Provinsi Riau akan kembali diaktifkan paling lambat lima tahun ke depan. Kepala Dinas Perhubungan Sumatera Barat mengatakan dalam surat kabar pada hari Senin tanggal 28 Maret 2016, ada dua jalur yang akan menghubungkan jalur kereta api dari Sumbar ke Trans Sumatera yang membentang di wilayah Timur Sumatera, salah satunya melewati Payakumbuh ke Riau.

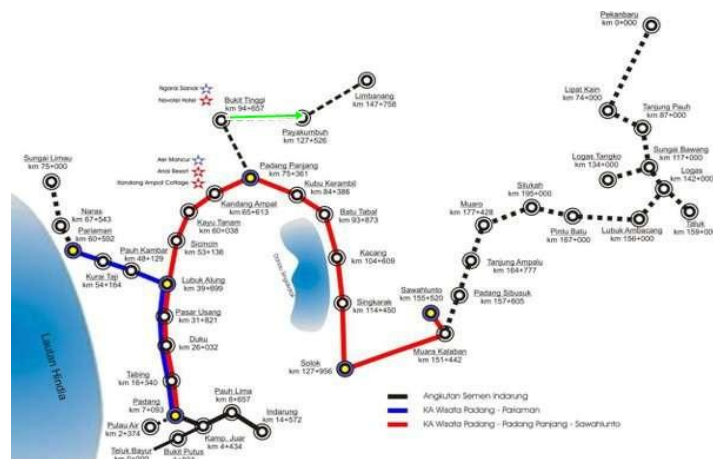
B. Metodologi Penelitian

Penelitian ini dilakukan dalam beberapa tahapan seperti yang disajikan pada Gambar 1. Metode Pengumpulan data sebagai berikut : (1) Metode Observasi, yaitu metode yang dilakukan dengan mengumpulkan data melalui peninjauan dan pengamatan langsung lapangan, (2) Metode Tinjauan Pustaka, yaitu metode pengumpulan data dari hasil survey lapangan, penyelidikan, pedoman standar yang diperlukan dalam perencanaan geometri jalan rel kereta api.



Gambar 1. Diagram Alir Penelitian

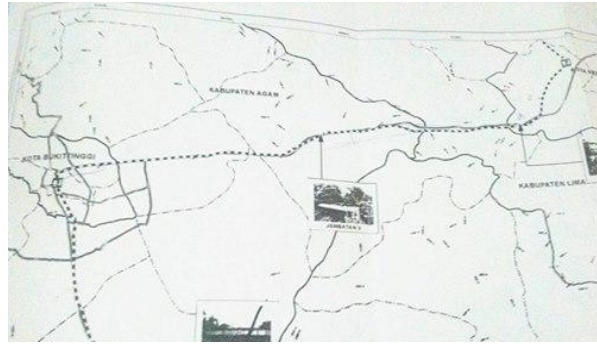
Lokasi penelitian yaitu sekitar ± 30 km yang berada dari Bukittinggi - Payakumbuh, karena jalur ini akan menghubungkan jalan kereta api ke Provinsi Riau (jalan kereta api Trans Sumatra).



Gambar 2. Lokasi Penelitian

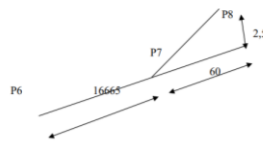
C.Hasil dan Pembahasan

Beberapa kota dari sekian banyak kota yang ada di Sumatera Barat memiliki objek wisata yang ramai dikunjungi adalah kota Bukittinggi dan Payakumbuh Untuk kunjungan dan mengangkut sumber daya ini maka harus didukung oleh sarana transportasi yang layak dan memadai. Saat sekarang ini transportasi yang digunakan untuk mengangkut barang maupun penumpang menggunakan jalan raya sehingga berpotensi untuk timbulnya masalah baik dari segi sarana maupun prasarana dan timbulnya kemacetan akibat lalu lintas yang padat. Oleh karena itu dibutuhkan moda transportasi alternatif untuk membantu mengurangi beban jalan raya yaitu moda transportasi jalan rel guna kelancaran arus distribusi barang dan jasa, sehingga dirasa perlu adanya jalur rel kereta api Bukittinggi – Payakumbuh. Berikut adalah trase jalan kereta api dari titik awal stasiun bukittinggi secara keseluruhan.



Gambar 3. Jalan kereta api Bukittinggi – Payakumbuh

1. Perhitungan lengkung horizontal dari Km 29-km 30 :



$$\begin{aligned} \tan \alpha &= \frac{25}{60} = \alpha 1 = 2,386 \\ \text{Jarak titik P6 ke P7} &= 16665 \text{ M} \\ \text{Jarak titik P7 ke P8} &= \\ \sqrt{60^2 + 2,5^2} &= 60,052 \text{ M} \\ V \text{ rencana} &= 200 \text{ km / jam} \\ R \text{ rencana} &= 4000 \text{ M} \\ >h &= 11,8 \cdot \frac{v^2}{r} \\ &= 11,8 \cdot \frac{200^2}{4000} \\ &= 118 \text{ mm} \\ >l &= X_s = \frac{h \cdot V}{144} \\ l &= X_s = \frac{118 \cdot 200}{144} = 163,889 \text{ M} \\ L &= L_s = l + \frac{l}{10} \left(\frac{l}{2 \cdot R} \right)^2 \\ L &= L_s = 163,889 + \frac{163,889}{10} \left(\frac{163,889}{2 \cdot 4000} \right)^2 \\ &= 163,896 \text{ M} \\ >\phi_s &= \frac{90 L_s}{\pi R} \\ \phi_s &= \frac{90 \cdot 163,896}{3,14 \cdot 4000} = 1,174 \\ >L_c &= \frac{(\Delta - 2\phi_s) \cdot \pi \cdot 4000}{180} \\ L_c &= \frac{(2,386 - 2 \cdot 1,174) \cdot 3,14 \cdot 4000}{180} = 2,652 \text{ M} \\ P &= \frac{L_s^2}{6 \cdot R} - R (1 - \cos \phi_s) \\ P &= \frac{163,896^2}{6 \cdot 4000} - 4000 (1 - \cos 1,174) \\ &= 0,319 \text{ M} \\ k &= L_s - \frac{L_s^3}{40 R^2} - R \cdot \sin \phi_s \\ k &= 163,896 - \frac{163,896^3}{40 \cdot 4000^2} - 4000 \cdot \sin 1,174 \\ &= 81,934 \text{ M} \\ T_s &= (R + P) \cdot \operatorname{tg} \left(\frac{1}{2} \cdot \Delta \right) + k \end{aligned}$$

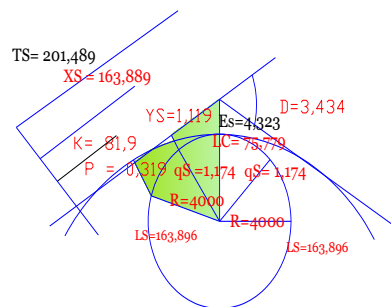
$$T_s = (4000 + 0,319) * \operatorname{tg}\left(\frac{1}{2} \cdot 2,386\right) + 81,934 = 165,239 \text{ M}$$

$$E = \frac{R+P}{\cos \frac{1}{2} \Delta} - 4000 = \frac{4000+0,319}{\cos \frac{1}{2} 2,386} - 4000 = 4,323 \text{ M}$$

$$Y_s = \frac{L_s^2}{6 \cdot R} = \frac{163,896^2}{6 \cdot 4000} = 1,119 \text{ M}$$

Berikut hasil perhitungan lengkung Horizontal yang dapat dilihat pada Tabel 1.
Tabel 1. Hasil Perhitungan Lengkung Horizontal

	Δ	Rc	h	Lc	Ls	ϕ_s	Ls+	Lc+	Xs	Ys	K	p	Ts	Es
	ls													
P1-2	3,434	4000	118	75,779	163,896	1,174	403,571	163,889	1,119	81,934	0,319	201,849	4,323	
P3-4	2,862	4000	118	35,866	163,896	1,174	363,658	163,889	1,119	81,934	0,319	181,865	4,323	
P5-6	3,814	4000	118	102,294	163,896	1,174	430,086	163,889	1,119	81,934	0,319	215,128	4,323	
P7-8	2,386	4000	118	2,652	163,896	1,174	330,444	163,889	1,119	81,934	0,319	165,239	4,323	



Gambar 3. Skema Lengkung Hozirontal

Dimana :

- TS = Titik perubahan dari jalan yang lurus ke lengkung peralihan (spiral curve)
- SC = Titik perubahan dari jalan lengkung peralihan (spiral) ke lingkaran (simple curve)
- ST = Titik percobaan dari spiral curve ke jalan yang lurus.
- Rc = Jari-jari lengkung lingkaran (simple curve)
- Es = Jarak P.I. ke lengkung lingkaran (External distance)
- Ls = Panjang lengkung peralihan dari TS ke S.C. dan C.S. ke S.T.
- I = Jarak lurus dari T.S. ke sesuatu titik P dalam spiral
- θ_s = Sudut antara garis singgung dititik S.C. dan garis singgung di titik T.S.
- θ = Sudut antara garis singgung dititik sembarang P, dalam spiral dan garis singgung dititik T.S.

$$K = \text{Perbandingan dari perubahan derajat dari Spiral} - K = \frac{Dc}{Ls}$$

$$\Delta = \text{Total sudut tikungan}$$

2. Perhitungan Lengkung Vertikal Km 8-Km 9

$$X_m = \frac{R}{2} X \varphi$$

$$Y_m = \frac{R}{2} X \varphi^2$$

$$X_m = \frac{20000}{2} X (0,0006 - 0,0000) = 6 \text{ m}$$

$$YM = \frac{20000}{8} X(0,0006 - 0,0000)^2$$

$$= 1,5 \text{ m}$$

3. Perhitungan lengkung dari Bukittingi

$$Xm = \frac{R}{2} X\varphi$$

$$YM = \frac{R}{2} X\varphi^2$$

V rencana = 120 km/jam

R rencana = 20000

$$Xm = \frac{20000}{2} X(0,0000 - 0,0030)$$

$$= 30 \text{ m}$$

$$YM = \frac{20000}{8} X(0,0000 - 0,0030)^2$$

$$= 0,0225 \text{ m}$$

4. Penentuan profil rel

Rel merupakan batang yang dipikul oleh penyangga-penyangga (bantalan), maka rel menderita momen pelengkungan. Oleh karena itu momen perlawanannya harus cukup kuat untuk menahan momen lengkungan tersebut. Semakin berat lalu lintas pada jalan kereta api tersebut maka makin dibutuhkan profil rel yang besar.

Persamaan diambil dalam Winkler (1867)

$$Y = \frac{p\partial}{2k} e^{-\partial x} (\cos \partial x - \sin \partial x)$$

$$M = \frac{p}{4\partial} e^{-\partial x} (\cos \partial x + \sin \partial x)$$

Dimana :

Pd : beban dinamis roda (ton)

k : modulus elastisitas jalan rel = 180 kg/cm²

λ : *damping factor* = $4 \sqrt{EI k}$

Ix : momen inersia rel pada sumbu x-x.

E : modulus elastisitas rel = $2,1 \times 10^6$ kg/cm²

M = 0 jika $\cos \lambda x_1 - \sin \lambda x_1 = 0$

$$x_1 = \frac{\pi}{4\lambda} = \frac{\pi}{4\lambda} \sqrt{\frac{4EI}{k}}$$

M maksimum, jika $(\cos \lambda x_1 - \sin \lambda x_1) = 1$, maka

$$M_0 = \frac{Pd}{4\partial}$$

Digunakan tipe rel R 60 dengan kecepatan rencana 200 km/jam. Tekan gandar 18 ton transformasi gaya statis roda menjadi gaya dinamis roda digunakan persamaan Talbot sebagai berikut:

V rencana = 200 km/jam

Pd = P + 0,01 P (V-5)

Pd = (9 + 0,01. 9. ((200/1.609) - 5))

ton = 19,73707 ton = 19737,07 kg

$$\partial = \sqrt[4]{\frac{k}{4.E.Ix}} = \sqrt[4]{\frac{180}{4.2,1 \times 10^6.3055}} = 9,1515 \times 10^{-3} \text{ cm}^4$$

$$M_0 = \frac{Pd}{4\partial} = \frac{19737,07}{4.9,1515 \times 10^{-3}} = 539175,81 \text{ kg cm}$$

$$\partial = \frac{M.I.y}{Ix}$$

Dimana :

P : gaya statis roda (ton)

V : kecepatan kereta api (mil/jam)

σ : tegangan yang terjadi pada rel

MI : 0,85 Mo (akibat super posisi beberapa gandar)

Y : jarak tepi bawah rel ke garis netral

I_x : momen inersia terhadap sumbu x-x

$$\begin{aligned}\sigma &= \frac{M \cdot y}{I_x} = \frac{0,85 \cdot 523785,349 \cdot 8,095}{3055} \\ &= 1214,38 \text{ kg/cm} \\ \sigma &= 1214,38 \text{ kg/cm}^2 < \text{tegangan ijin rel } 1325 \text{ kg/cm}^2 \dots\dots\dots\text{OK}\end{aligned}$$

Dengan demikian pemakaian rel R-60

D. Penutup

Perencanaan geometrik sesuai dengan perhitungan yang telah ditabelkan. Kecepatan rencana 200 km/jam (R 200 km/jam) sehingga membutuhkan jari-jari lengkung yang besar yakni 4000 m. Rel yang digunakan adalah rel tipe R- 60 dengan menggunakan bantalan beton menurut standar monoblock sleeper of German railway dengan panjang 260 cm dan menggunakan penambat elastik pandrol dengan jarak 40 cm, dan mutu beton K 500. Tebal lapisan balas atas 40 cm dan balas bawah 80 cm dengan penampang melintang sesuai dengan gambar perencanaan.

Daftar Pustaka

- Banks, J. H. (2002). *Introduction to transportation engineering* (Vol. 21). New York: McGraw-Hill.
- Setyanto, S., Putra, A. D., & Permana, E. (2013). Studi Daya Dukung Tanah Lempung Lunak Menggunakan Ecomix. *Jurnal Rekayasa Teknik Sipil Universitas Lampung*, 17(3), 139990.
- Hohnecker, E. (2005). Modern Railways for Cargo and Passenger Traffic High Speed-Heavy Loads Track Systems: Key note lecture for the BCRRA 2005 conference. In *Proceedings of the international conferences on the bearing capacity of roads, railways and airfields*.
- Hay, W. W. (1991). *Railroad engineering* (Vol. 1). John Wiley & Sons.
- Hardiyatmo Chistardy Hary, 2011, Perencanaan Perkerasan Jalan Dan Penyelidikan Tanah. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press.
- Hakam A, 2010, Rekayasa Pondasi Untuk Mahasiswa dan Pratisi, Fakultas Teknik Universitas Andalas.
- Hidayat, H. & Rachmadi. 2001. *Rekayasa Jalan Rel*. Catatan Kuliah. ITB. Bandung. Pebiandi, Vicho. 2010. perencanaan geometri jalan rel kereta api trase kota pinang – manggela pada ruas Rantau Parapat.
- Duri 11 Provinsi Riau Tugas akhir di jurusan Teknik Sipil
- Terzaghi, Karl, Ralph B. Peck. 1967. *Mekanika Tanah dalam Praktek Rekayasa*. Jakarta: Erlangga.
- Syamsuir, E. (2018). Analisis Kelayakan Kualitas Batako Hasil Produksi Industri Kecil Di Kota Payakumbuh Dan Kabupaten Lima Puluh Kota. *Menara Ilmu*, 12(7).
- Syamsuir, E., Armaya, W., & Irfan, M. (2022). Identifikasi Kerusakan Jalan Payakumbuh-Batusangkar Studi Kasus Jalan Barulak Tanjung Baruh–Tanjung Alam. *Rang Teknik Journal*, 5(1), 51-55.
- Wahyudi, H. 1993. *Jalan kereta api (Struktur Dan Geometri Rel)* Surabaya : Jurusan Teknik Sipil – FTSP-ITS