



JAWABAN UJIAN TENGAH SEMESTER GENAP 2011-2012
MATA KULIAH PRASARANA TRANSPORTASI (3 SKS)
JURUSAN TEKNIK SIPIL FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH YOGYAKARTA

FINAL
MANUSCRIPT

Kelas : **Kelas A**
Dosen : Sri Atmaja P. Rosyidi, ST., M.Sc.(CE.), Ph.D., P.Eng.
Waktu : 120 menit (Pukul 08.00 – 10.00 wib.)
Hari/Tgl. : Rabu, 18 April 2012
Sifat : **Buku Terbuka**

Petunjuk : Berdo'alah sebelum memulai dan ketika mengakhiri mengerjakan naskah ujian ini, Semoga Berhasil.
Perbuatan curang selama ujian dalam bentuk apapun juga akan mengugurkan nilai akhir mata kuliah ini.

Direncanakan suatu trase jalan rel untuk *double track* yang menghubungkan dua stasiun utama yaitu stasiun 1 (Sta.13+050) dan stasiun 2. Rencana lalu lintas kereta api, tonase lokomotif & kereta, beban gandar dan gambar rencana geometrik jalan dijelaskan secara terperinci dalam data-data perencanaan di bawah ini. Saudara diminta untuk menjawab seluruh pertanyaan dalam soal ini. Referensi peraturan perencanaan struktur jalan rel menggunakan PD 10 tahun 86. Sifat dan karakteristik material yang digunakan dapat direncanakan secara proposional dengan asumsi nilai yang reliabel.

1. DATA PERANCANGAN :

a. Daya Lintas

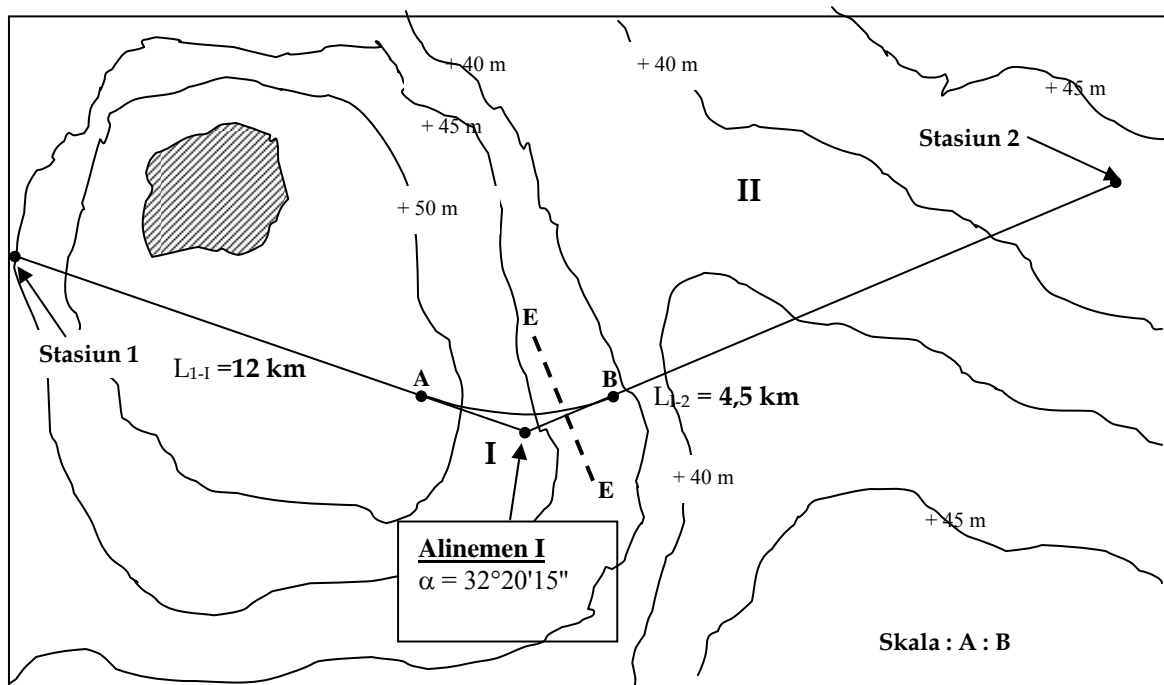
Lalu lintas kereta api setiap hari yang direncanakan untuk melalui trase jalan adalah :

Tabel 1. Lalulintas Kereta Api Rencana

Kecepatan Operasi Rata-Rata (km/jam)	Jenis Kereta Api	Jumlah Lintas Operasi per Hari	Jumlah Kereta Penumpang/Barang pada Rangkaian	Tonase Lokomotif & Kereta Penumpang/Barang (ton)	Beban Gandar Kereta Api Rata-Rata (ton)
116	Kereta Api Gatot Kaca	3 kali	15 kereta	Lokomotif : 90 K.Penumpang: 125	Lokomotif : 15 K.Penumpang : 11
	Kereta Api Pundawa	4 kali	15 kereta	Lokomotif : 90 K.Penumpang: 112	Lokomotif : 15 K.Penumpang : 11.8
	Kereta Api Muda	2 kali	12 kereta	Lokomotif : 80 K.Penumpang: 110	Lokomotif : 15 K.Penumpang : 11.5
115	Kereta Api Tratas	2 kali	15 kereta	Lokomotif : 80 K.Penumpang: 120	Lokomotif : 12 K.Penumpang : 10.5
	Kereta Api Kencana	2 kali	10 kereta	Lokomotif : 80 K.Penumpang: 115	Lokomotif : 15 K.Penumpang : 12
108	Kereta Api Ekonomi 1	4 kali	12 kereta	Lokomotif : 85 K.Penumpang: 110	Lokomotif : 12 K.Penumpang : 11.8
80	Kereta Api Ekonomi 2	2 kali	10 kereta	Lokomotif : 85 K.Penumpang: 100	Lokomotif : 12 K.Penumpang : 12

b. Jalan rel direncanakan untuk kondisi topografi pada daerah datar sebagaimana dijelaskan pada gambar di bawah. Dalam gambar ditunjukkan peta rencana yang digambarkan dalam garis pusat (*center line*) single track rencana dengan panjang total 16,5 km yang terdiri dari sekmen lurus dan lengkung horisontal dengan rincian panjang geometrik sebagaimana tertera pada

gambar. Untuk menghindari daerah yang tidak boleh dilalui (daerah yang diarsir), maka trase jalan dibuat dua titik perpotongan pada titik I.



2. PERTANYAAN :

1. Rencanakan **jenis dan dimensi rel** yang sesuai untuk track rencana tersebut ! (25 %)
2. Tentukan **gap (celah rel) rencana** apabila dari data observasi diketahui bahwa suhu udara di lapangan rata-rata pada 32° C dan suhu maksimum mencapai 49° C. (10 %)
3. Rencanakan lengkung horizontal pada titik I dengan sudut perpotongan, $\alpha = 32^{\circ}20'15''$ (45 %).
4. Gambarkan diagram superelevasi untuk lengkung horizontal I yang direncanakan (10 %).
5. Buatlan **sketsa potongan melintang track** (tidak perlu skalatis namun proporsional) pada garis E-E (lihat Gambar) dengan jarak $\frac{1}{4} L_S$ dari titik ST ! (10 %)

---oooOOOooo---

Jawaban Ujian:

Rencanakan kelas jalan yang diperlukan:

A. Perhitungan Kelas Jalan

Menggunakan Persamaan 10.4 dan 10.5 (Diktat) :

$$TE = T_p + (K_b \times T_b) + (K_1 \times T_1)$$

(1). Perhitungan Tonase Kereta Penumpang harian (T_p)

Kereta api Gatot Kaca	: $3 \times 15 \times 125 = 5625$ ton
Kereta api Pundawa	: $4 \times 15 \times 112 = 6720$ ton
Kereta api Muda	: $2 \times 12 \times 110 = 2640$ ton
Kereta api Tratas	: $2 \times 15 \times 120 = 3600$ ton
Kereta api Kencana	: $2 \times 10 \times 115 = 2300$ ton
Kereta api Ekonomi 1	: $4 \times 12 \times 110 = 5280$ ton
Kereta api Ekonomi 2	: $2 \times 10 \times 100 = 2000$ ton
Total	= 28.165 ton

(2). Perhitungan Tonase Lokomotif (T_1)

Lokomotif Kereta api Gatot Kaca	: $3 \times 90 = 270$ ton
Lokomotif Kereta api Pundawa	: $4 \times 90 = 360$ ton
Lokomotif Kereta api Muda	: $2 \times 80 = 160$ ton
Lokomotif Kereta api Tratas	: $2 \times 80 = 160$ ton
Lokomotif Kereta api Kencana	: $2 \times 80 = 160$ ton
Lokomotif Kereta api Ekonomi 1	: $4 \times 85 = 340$ ton
Lokomotif Kereta api Ekonomi 2	: $2 \times 85 = 170$ ton
Total	= 1.620 ton

$$TE = 28.165 + (1,4 \times 1.620) = 30.433 \text{ ton}$$

$$T = 360 \times S \times TE$$

$$T = 360 \times 1,1 \times 30.433 = 12.051.468 \text{ ton/tahun}$$

Penggolongan kelas jalan rel menurut Daya Lintas Kereta Api (juta ton/tahun) yang diijinkan untuk Indonesia, jalan rencana termasuk Kelas Jalan II dengan daya angkut $10-20 \times 10^6$ Ton/Tahun.

1. Rencanakan jenis dan dimensi rel:

Digunakan profil R-50, data perancangan (PD 10 tahun 1986, lihat tabel 5.4) sebagai berikut :

- Kelas Jalan II dengan $V_{rencana} = 1,25 V_{maksimum} = 1,25 (110) = 137.5 \text{ km/j}$
 - Kekakuan jalan rel (asumsi) = 180 kg/cm^2
 - Momen inersia R-50 = 1960 cm^4
 - Tahanan momen dasar (asumsi tahanan momen dasar diperkuat) = 250 cm^3
 - Modulus elastisitas rel (E) = $2,1 \times 10^6 \text{ kg/cm}^2$
 - Tegangan ijin dasar rel (lihat tabel PD 10) = 1231.8 kg/cm^2
 - Tegangan ijin (lihat tabel PD 10) = 1325 kg/cm^2
 - Beban gandar maksimum = 15 ton (lihat soal)
-

a. Perhitungan Momen :

$$Ma = 0,85 \frac{P}{4\lambda} = 0,85 \frac{7500 \left(1 + 0,01 \left[\frac{137,5}{1,609} - 5 \right] \right)}{4 \left(\frac{180}{4 \times 2,1 \times 10^6 \times 1960} \right)^{\frac{1}{4}}}$$

$$Ma = 281,260.7858 \text{ kgcm}$$

b. Tinjauan terhadap Tegangan Ijin Kelas Jalan :

$$\sigma_x = \frac{M \times y}{I_x} = \frac{281,260.7858 \times 7.16}{1960} = 1,027.463 \text{ kg/cm}^2 (< 1325 \text{ kg/cm}^2) \dots \text{OK!}$$

c. Tinjauan terhadap Tegangan yang terjadi di dasar rel :

$$S_{\text{base}} = \frac{Ma}{Wb} = \frac{281,260.7858}{200} = 1,125.043 \text{ kg/cm}^2 (< 1231.8 \text{ kg/cm}^2) \dots \text{OK!}$$

∴ **R-50** dapat digunakan dalam rencana struktur jalan rel.

2. Rencanakan gap antar rel:

Diketahui:

- suhu rata-rata lapangan = 32° C, diasumsikan rel dipasang pada suhu rata-rata lapangan
 - suhu maksimum = 49° C
 - $\alpha = 1,2 \times 10^{-5} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$
 - r (tahanan balas, asumsi) = 450 kg/m (menggunakan bantalan beton)
 - R-50 dengan :
 - $E = 2,1 \times 10^6 \text{ kg/cm}^2$
 - $A = 64.20 \text{ cm}^2$
-

Gep pada rel panjang dapat ditentukan menggunakan:

$$G \text{ (JNR)} = \frac{E \cdot A \cdot \alpha^2 \cdot (t_{\text{maks}} - t)^2}{2r} + 2 = \frac{2.1 \times 10^6 \cdot 64.20 \cdot (1.2 \times 10^{-5} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1})^2 \cdot (49 - 32)^2}{2(450)} \times (1000 \text{ mm}) + 2$$

$$G \text{ (JNR)} = 8 \text{ mm}$$

3. Rencanakan lengkung horisontal:

a) Data Kecepatan Rencana :

- Kelas Jalan II
- Kecepatan Operasi : 112,95 km/jam

$$\text{Kecepatan Rata- Rata Operasi} = \frac{\sum(N_i \cdot V_i)}{\sum N_i}$$

$$= \frac{[(3 \times 116) + (4 \times 116) + (2 \times 116) + (2 \times 115) + (2 \times 115) + (4 \times 108) + (2 \times 80)]}{(3 + 4 + 2 + 2 + 2 + 4 + 2)}$$

$$= 110,32 \text{ km/jam}$$

- Kecepatan Maksimum (Kelas Jalan II) : 110 km/jam

b) Kecepatan Rencana untuk Perencanaan Jari-Jari Lengkung dan Lengkung Peralihan :

$$V_{\text{rencana 1}} = V_{\text{maksium}} = 110 \text{ km/jam}$$

c) Perencanaan Jari-Jari Horisontal :

- $R_{\text{min}} = 0,076 V^2 = 0,076 (110)^2 = 919,6 \text{ m}$
- $R_{\text{min}} = 0,054 V^2 = 0,054 (110)^2 = 653,4 \text{ m}$
- R_{min} dari Tabel 2.1 PD.10 tahun 1986 = 660 m
- $R_{\text{rencana}} = 1040 \text{ m}$ (perlu dicoba hingga peninggian rel kurang dari nilai maksimum)

d) Perencanaan Peninggian Rel :

Kecepatan rencana untuk peninggian rel = $1,25 \times$ kecepatan operasi rata-rata

$$V_{\text{rencana 2}} = 1,25 \times 110,32 = 137,9 \text{ km/jam}$$

- $h_{\text{maksimum}} = 110 \text{ mm}$

$$- h_{\text{normal}} = 5,95 \frac{V^2}{R} = 5,95 \frac{(137,9)^2}{1040} = 108.796 \text{ mm} > 110 \text{ mm} \dots \text{OK!}$$

$$- h_{\text{min}} = \frac{8,8 V^2}{R} - 53,5 = \frac{8,8(137,9)^2}{1040} - 53,5 = 107.408 \text{ mm}$$

- Memenuhi syarat : $h_{\text{minimum}} < \underline{h_{\text{normal}}} < h_{\text{maksimum}}$

$$\therefore \text{peninggian rel yang direncanakan} = \underline{108.796 \approx 110 \text{ mm}}$$

e) Perencanaan Lengkung Peralihan :

$$L_s = L_h = 0,01 \times h \times V_{\text{maksimum}} = 0,01 \times 110 \times 110 = 121 \text{ m}$$

f) Perencanaan Lengkung Lingkaran :

$$\theta_s = \frac{90 \times L_s}{\pi \times R} = \frac{90 \times 121}{\pi \times 1040} = 3,33 = 3^\circ 19' 59,06''$$

$$\theta_c = \Delta_s - 2\theta_s = 32^\circ 20' 15'' - (2 \times 3^\circ 19' 59,06'') = 25,671 = 25^\circ 40' 16,88''$$

$$L_c = \frac{\theta_c}{360^\circ} \times 2\pi R = \frac{25^\circ 40' 16,88''}{360^\circ} \times 2\pi \times (1040) = 465,965 \approx 466 \text{ m}$$

$$L = 2L_s + L_c = 2(121) + 466 = 708 \text{ m}$$

g) Perencanaan Komponen Lengkung Lingkaran :

$$X_c = L_s - \frac{L_s^3}{40 \times R^2} = 121 - \left(\frac{(121)^3}{40 \times 1040^2} \right) = 120,959 \approx 121 \text{ m}$$

$$Y_c = \frac{L_s^2}{6 \times R} = \frac{121^2}{6 \times 1040} = 2,346 \text{ m} \approx 2,4 \text{ m}$$

$$p = Y_c - R(1 - \cos \theta_s) = 2,346 - 1040(1 - \cos 3^\circ 19' 59,06'') = 0,587 \approx 0,6 \text{ m}$$

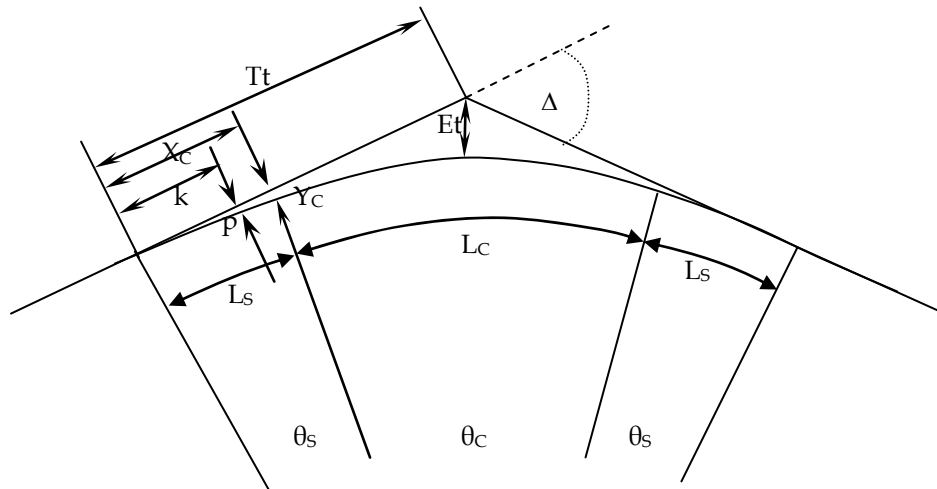
$$k = X_c - R \sin \theta_s = 121 - 1040(\sin 3^\circ 19' 59,06'') = 60,534 \approx 61 \text{ m}$$

h) Perencanaan Komponen Lengkung Lingkaran :

$$T_t = (R + p) \operatorname{tg} \frac{\Delta_s}{2} + k = (1040 + 0,6) \operatorname{tg} \frac{32^\circ 20' 15''}{2} + 61 = 362,7 \approx 363 \text{ m}$$

$$E_t = (R + p) \sec \frac{\Delta_s}{2} - R = (1040 + 0,6) \sec \frac{32^\circ 20' 15''}{2} - 1040 = 43,455 \approx 44 \text{ m}$$

Skematik Lengkung Horisontal :



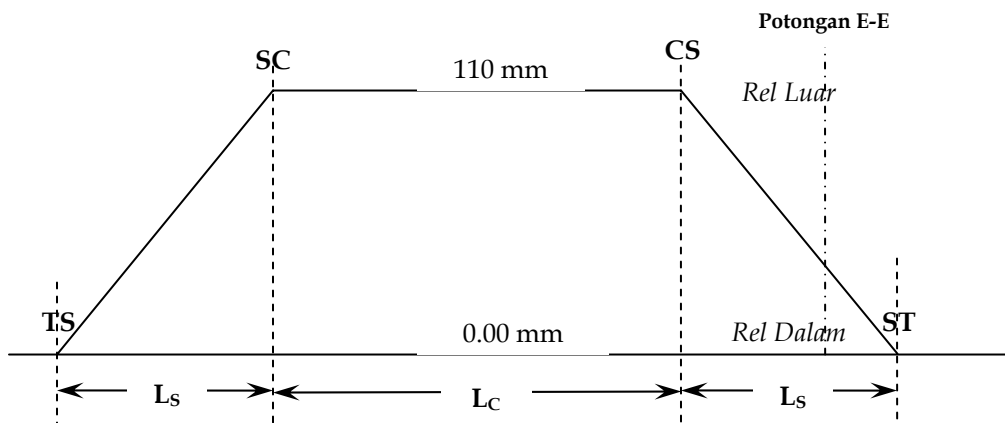
4. Data untuk **diagram superelevasi** :

Peninggian rencana rel : 110 mm

$L_s = 121$ m

$L_c = 466$ m

Diagram :



Perubahan peninggian rel pada lengkung peralihan :

Panjang lengkung peralihan yang ditinjau adalah titik pada $\frac{1}{4} L_s$ (titik 1):

$$\text{Titik 1} = \frac{\frac{1}{4} L_s}{L_s} \times 110 \text{ mm} = h = 27,5 \text{ mm}$$

5. Gambar potongan pada (4):

