EVALUASI PERANCANGAN TRASE JALAN JALUR PUNCAK 2 ALTERNATIF III DESA SUKANAGALIH PACET-PERBATASAN KABUPATEN BOGOR

¹ Suci Pratiwi,² Yudi Sekryadi

Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Suryakencana
sucip60@gmail.com, yudisekryadi65@gmail.com

Abstrak

Ruas jalan raya puncak merupakan akses jalan yang sering dilewati kendaraan baik itu dari arah Jakarta, Bogor, menuju Cianjur maupun dari arah sebaliknya, namun dengan bertambahnya volume kendaraan yang begitu pesat serta banyaknya wisatawan yang menuju kawasan puncak menyebabkan jalur puncak selalu mengalami kepadatan dan kemacetan kendaraan terutama pada akhir pekan maupun pada setiap momen tertentu. Pembuatan jalan alternatif puncak 2 bertujuan untuk mengatasi kemacetan arus lalu lintas di jalur puncak, serta bisa memacu kunjungan wisatawan dan pertumbuhan ekonomi di kawasan Cianjur dan Bogor. Dalam perencanaan geometrik jalan raya pada penulisan ini mengacu pada Tata Cara Perencanaan Geometrik Jalan Antar Kota tahun 1997 dan untuk perencanaan tebal perkerasan lentur mengacu pada Perencanaan Tebal Perkerasan Lentur Jalan Raya Dengan Analisa Komponen tahun 1989 yang dikeluarkan oleh Dinas Pekerjaan Umum Direktorat Jenderal Bina Marga. Klasifikasi jalan jalur puncak 2 alternatif III merupakan jalan Arteri (Kelas I) dengan panjang jalan 10 km, lebar perkerasan 7 m, kecepatan rencana 60 km/jam, direncanakan jenis tikungan (Spiral-Circle-Spiral). Perkerasan Jalan jalur puncak 2 alternatif III menggunakan jenis perkerasan lentur berdasarkan volume LHR yang telah didapat, yaitu: Lapis Permukaan = 10 cm, Lapis Pondasi Atas = 20 cm, Lapis Pondasi Bawah = 10 cm. Anggaran Biaya yang dibutuhkan untuk pembangunan Jalan Jalur Puncak 2 alternatif III sebesar Rp.150.978.359.000.

Kata kunci: Jembatan, Komposit, Beton, Baja

1. PENDAHULUAN

Jalan merupakan salah satu prasarana transportasi yang sering digunakan, jalan mempunyai peranan penting dalam kehidupan khususnya untuk kelancaran transportasi. Tentunya diharapkan Jalan yang aman, nyaman dan lancar menjadi kebutuhan yang harus terpenuhi demi mencapai cita-cita bersama.

Ruas jalan raya puncak merupakan akses jalan yang sering dilewati kendaraan baik itu dari arah Jakarta, Bogor, menuju Cianjur maupun dari arah sebaliknya, namun dengan bertambahnya volume kendaraan yang begitu pesat serta banyaknya wisatawan yang menuju kawasan puncak menyebabkan jalur puncak selalu mengalami kepadatan dan kemacetan kendaraan terutama pada akhir pekan maupun pada setiap momen tertentu. Kepadatan jalan raya puncak dapat merugikan berbagai pihak tidak terkecuali warga sekitar yang berada di kawasan tersebut karena warga sekitar akan disulitkan untuk beraktivitas dengan adanya kepadatan di daerah tersebut.

Pembuatan jalan alternatif puncak 2 bertujuan untuk mengatasi kemacetan arus lalu lintas di jalur puncak, serta bisa memacu kunjungan wisatawan

dan pertumbuhan ekonomi di kawasan Cianjur dan Bogor.

2. METODOLOGI PENELITIAN

Obyek penelitian untuk penulisan tugas akhir ini adalah Perancangan trase jalur puncak 2 alternatif III Desa Sukanagalih Pacet-Perbatasan Kabupaten Bogor, dimulai dari STA awal 0+000 - STA 10+000, dengan perkiraan panjang penanganan 10,00 km.

Trase jalan Jalur Puncak 2 Alternatif 2 merupakan lokasi yang dijadikan objek penelitian pembangunan jalan baru, dimulai dari Desa Sukanagalih Pacet Cianjur sampai dengan Perbatasan Kabupaten Bogor yang berada di daerah perbukitan. Direncanakan status jalan Nasional, jalan kelas 1 dengan tipe jalan 1 jalur, 2 lajur, 2 arah tak terbagi (2/2 UD). Lebar rencana badan jalan 10,00 m yang terdiri dari lebar jalur lalu lintas 7,00 m dan lebar bahu jalan bagian kiri dan kanan masing-masing 1,50 m dengan panjang jalan. Adapun Peta Lokasi Trase Jalur Puncak 2 Alternatif 2 dan profil ketinggian permukaan tanah terdapat pada Gambar 1 dan Gambar 2 berikut:

Gambar 1. Peta Trase Jalur Puneak 2 Alternatif 3

Gambar 2 Profil Ketinggian Permukaan Tanah
4 Sumber: Dinas PUPR Kabupaten

Dalam perancangan trase jalan jalur puncak 2 alternatif 2 ini terdapat alur dalam penyusunan ini, yaitu sebagai berikut

Gambar 3. Alur Metodologi Penelitian

1. Pengumpulan Data

Dalam menyelesaikan tugas akhir ini, dibutuhkan beberapa data pendukung untuk mendapatkan hasil perencanaan yang optimal. Data-data yang dibutuhkan tersebut dibagi menjadi data primer dan data sekunder yang akan dijelaskan di bawah ini:

a. Data Primer

Pada pendekatan ini, penulis melakukan pengumpulan data yang diperoleh dari hasil survei

dan pengamatan di lapangan serta mengadakan Tanya jawab langsung kepada pihak yang terkait.

1. Data lalu lintas harian rata-rata (LHR) digunakan untuk merencanakan tebal perkerasan jalan dengan adanya tingkat pertumbuhan kendaraan rata-rata per tahun. Adapun klasifikasi kendaraan yang dikelompokkan yaitu :

- Kendaraan Ringan (LV)* Kendaraan bermotor ber as dua dengan 4 roda dan dengan jarak as 2,0 – 3,0 m (meliputi: mobil penumpang, oplet, mikro bis, dan pick-up sesuai sistem klasifikasi Bina Marga).
- Kendaraan Berat Menengah (MHV)* Kendaraan bermotor ber as dua dengan 4 roda dengan jarak 3,5 – 5,0 meter (termasuk bis kecil, truk dua as, sesuai sistem klasifikasi Bina Marga).
- Sepeda Motor (MC)* Kendaraan bermotor dengan 2 atau 3 roda (meliputi sepeda motor dan kendaraan roda 3 sesuai sistem klasifikasi Bina Marga).

b. Data Sekunder

Data sekunder merupakan sumber data yang diperoleh dari pihak lain, baik secara langsung maupun tidak langsung. Data yang diperoleh penulis adalah sebagai berikut:

- Data topografi tugas akhir penulis dapatkan dari Bidang Pembangunan Jalan dan Jembatan Dinas PUPR Kabupaten Cianjur
- Data CBR Tanah
Uji CBR merupakan standar tes untuk mengetahui kekuatan tanah. Kekuatan tanah dasar seperti yang ada di lapangan seperti nilai CBR tergantung pada kondisi pada saat pelaksanaan dan selama pelayanan operasi berlangsung.
- Data Curah Hujan
Data curah hujan tahunan maksimum, sangat diperlukan guna untuk menghitung tinggi hujan rencana dan periode ulang.
- Data Analisa Harga Satuan

Data Analisis Harga satuan adalah sebagai tuntunan/pedoman pada saat akan merencanakan anggaran biaya yang terdapat angka-angka yang menjelaskan tenaga, biaya, dan jumlah material per satuan pekerjaan.

2. Pengolahan Data

Pengolahan data ini ditunjukkan untuk mendapatkan hasil perencanaan dari data-data yang telah dikumpulkan. Hasil perencanaan yang

dihasilkan antara lain adalah tebal perkerasan jalan raya, jarak pandang, Alinemen horizontal dan alinemen vertikal. Untuk mendapatkan tebal perkerasan yang direncanakan, maka digunakan Tata Cara Perencanaan Tebal Perkerasan Lentur Jalan Raya dengan Metode Analisa Komponen SNI 1732-1989-F. Untuk alternative geometrik jalan raya (jarak pandang, alinemen horizontal dan alinemen vertikal) digunakan Tata Cara Perencanaan Geometrik Jalan Antar Kota No. 038/TBM/1997.

3. PEMBAHASAN

a. Alinemen Horizontal

Peta yang dipakai Kabupaten Cianjur diperoleh dari citra satelit

Kelas I (Arteri)

$V_r = 60 \text{ km/jam}$

$e_{\max} = 10 \%$

$e_{\text{normal}} = 2 \%$

Lebar perkerasan = $2 \times 3,5 \text{ m}$

$F_{\max} = 0,192 - (0,00065 \times V_r)$

$F_{\max} = 0,192 - (0,00065 \times 60)$

$F_{\max} = 0,153$

$$R_{\min} = \frac{V_r^2}{127 (e_{\max} + F_{\max})}$$

$$R_{\min} = \frac{60^2}{127 (0,1 + 0,153)}$$

$$R_{\min} = 112 \text{ m}$$

$$D_{\max} = \frac{181913,53 \times (e_{\max} + F_{\max})}{V_r^2}$$

$$D_{\max} = \frac{181913,53 \times (0,1 + 0,153)}{60^2}$$

$$D_{\max} = 12,78^\circ$$

b. Tikungan PIg

Direncanakan $R_c = 130 \text{ m} > R_{\min} = 112 \text{ m}$

1. Perhitungan lengkung peralihan (ls)

a. Berdasarkan dari tabel dengan $V_r = 60 \text{ km/jam}$ didapat : $L_s \text{ min} = 60 \text{ m}$, $e_{\text{penuh}} 0,1 = 10 \%$

b. Berdasarkan waktu tempuh maksimum di lengkung peralihan

$$L_s = \frac{V_r}{3,6} T$$

$$T = 3 \text{ detik (ditetapkan)}$$

$$L_s = \frac{60}{3,6} \times 3 = 50 \text{ m}$$

c. Berdasarkan tingkat pencapaian perubahan kelandaian

$$L_s = \frac{(e_m - e_n)}{3,6 r_e} V_r$$

$$L_s = \frac{(10\% - 2\%)}{3,6 \times 0,035} \times 6 = 38,10 \text{ m}$$

d. Berdasarkan antisipasi gaya sentrifugal

$$L_s = 0,022 \times \frac{V_r^3}{R_{\text{desain}} \times C} - 2,727 \times \frac{V_r \times e_{\max}}{C}$$

$$L_s = 0,022 \times - 2,727 \times \frac{60 \times 0,1}{2}$$

$$L_s = 14,23 \text{ m}$$

Maka, diambil L_s terbesar yaitu $L_s = 60 \text{ m}$

2. Penentuan tipe lengkung horizontal

Penentuan tipe lengkung horizontal Tikungan direncanakan menggunakan (SCS).

Input data :

$$\beta = 67^\circ$$

$$V_r = 60 \text{ km/jam}$$

$$e_{\max} = 10 \%$$

$$e_{\text{normal}} = 2 \%$$

$$R_c = 130 \text{ m}$$

a. Menghitung sudut lengkung spiral (θ_s)

$$\theta_s = \frac{90 L_s}{\pi R_c}$$

$$\theta_s = \frac{90 \times 60}{3,14 \times 130}$$

$$\theta_s = 13,22^\circ$$

b. Menghitung sudut lengkung spiral (θ_c)

$$\theta_c = \beta - 2 \times \theta_s$$

$$\theta_c = 67 - 2 \times 13,22$$

$$\theta_c = 40,56^\circ$$

c. Menghitung panjang busur lingkaran (L_c)

$$L_c = \frac{\theta_c}{360} \times 2 \times \pi \times R_c$$

$$L_c = \frac{40,56}{360} \times 2 \times \pi \times 130$$

$$L_c = 91,98 \text{ m}$$

Syarat tikungan SCS : $L_c > 20 \text{ m}$

$$91,98 \text{ m} > 20 \text{ m} \dots \text{OK}$$

d. Menghitung pergeseran tangen terhadap spiral (p) dan absis dari p pada garis tangen spiral (k)

$$p = \frac{L_s^2}{6 \times R_c} - R_c (1 - \cos \theta_s)$$

$$p = \frac{60^2}{6 \times 130} - 130 (1 - \cos 13,22)$$

$$p = 1,17 \text{ m}$$

Syarat tikungan SCS : $p > 0,25$

$$1,17 > 0,25 \dots \text{OK}$$

$$k = L_s - \frac{L_s^3}{40 \times R_c^2} - R_c \times \sin \theta_s$$

$$k = 60 - \frac{60^3}{40 \times 130^2} - 130 \times \sin 13,22$$

$$k = 29,95 \text{ m}$$

- e. Menghitung jarak antar perpotongan bagian lurus (Ts)

$$Ts = (Rc + p) \tan 0,5\beta + k$$

$$Ts = (130 + 1,17) \tan 0,5 \times 67 + 29,95$$

$$Ts = 116,78 \text{ m}$$

- f. Menghitung jarak antara perpotongan bagian lurus dengan busur lingkaran (Es)

$$Es = \frac{(Rc + p)}{\left(\cos \frac{1}{2}\beta\right)} - Rc$$

$$= \frac{(130+1,17)}{\left(\cos \frac{1}{2}67\right)} - 130$$

$$= 27,2 \text{ m}$$

- g. Menghitung panjang busur keseluruhan (L_{tot})

$$L_{tot} = 2Ls + Lc = 2 \times 60 + 91,98$$

$$= 211,98 \text{ m}$$

Gambar 4 Tikungan Spiral Circle Spiral PI₈

Gambar 4. Diagram Superelevasi Tikungan Spiral-Circle-Spiral (PI3)

c. Perhitungan Pelebaran Perkerasan

Jalan kelas I (arteri) muatan sumbu terberat 10 ton sehingga direncanakan kendaraan terberat yang melintas adalah kendaraan berat.

Perhitungan:

$$1. b'' = 130 - (\sqrt{R^2 - P^2})$$

$$= 130 - (\sqrt{130^2 - 18,9^2})$$

$$= 1,38 \text{ m}$$

$$b' = 2,6 + 1,38$$

$$= 3,98 \text{ m}$$

$$2. T_d = \sqrt{R^2 + A(2P + A)} - R$$

$$= \sqrt{130^2 + 1,2(2 \times 18,9 + 1,2)} - 130$$

$$= 0,18 \text{ m}$$

$$3. Z = 0,105 \times \frac{Vr}{\sqrt{RC}}$$

$$= 0,105 \times \frac{60}{\sqrt{130}}$$

$$= 0,55 \text{ m}$$

$$4. B = n(b'c) + (n-1)T_d + Z$$

$$= 2(3,98 + 0,9) + (2-1)0,18 + 0,55$$

$$= 10,49 \text{ m} > 7 \text{ m}$$

$$W = B - L$$

$$= 10,49 - 7$$

$$= 3,5 \text{ m}$$

Karena $B > W$ maka diperlukan lebar perkerasan pada tikungan PI₈ sebesar 3,8 m.

d. Penghitungan kebebasan samping pada PI₈

Data-data:

$$Vr = 60 \text{ km/jam}$$

$$Rc = 130 \text{ m}$$

$$W = 2 \times 3,5 \text{ m} = 7 \text{ m}$$

$$Lc = 91,98 \text{ m}$$

- Jarak pandang henti (J_h) = 75 m

- Jarak pandang menyiap (J_d) = 350 m

- Lebar pengawasan minimal = 30 m

Perhitungan :

$$R' = Rc - \frac{1}{2} W$$

$$= 130 - \frac{1}{2} 7$$

$$= 126,5 \text{ m}$$

$$Lt = Lc + (2 \times Ls)$$

$$= 91,98 + (2 \times 60)$$

$$= 211,98 \text{ m}$$

- a. Jarak pandang henti berdasarkan TPGJAK

1997:

$$\begin{aligned} J_h &= 0,694 V_r + 0,004 [V_r^2 / (fp)] \\ &= 0,694 \times 60 + 0,004 \times [60^2 / (0,50)] \\ &= 70,44 \text{ m} \end{aligned}$$

- b. Jarak pandang henti berdasarkan Shirley L.hendarsin

fp = Koefisien gesek memanjang menurut Bina Marga, $fp = 0.35-0.55$

$$\begin{aligned} J_h &= 0,278 V_r \cdot t + \frac{V_r^2}{254f} \\ &= 0,278 \cdot 60 \times 2,5 + \frac{60^2}{254 \times 0,50} \\ &= 70,04 \text{ m} \end{aligned}$$

Diambil J_h terbesar = 70,04 m

- c. Berdasarkan jarak pandang menyiap

$$\begin{aligned} J_d &= d_1 + d_2 + d_3 + d_4 \\ d_1 &= 0,278 \times T_1 \times (V_R - m + \frac{a \times T_1}{2}) \\ d_2 &= 0,278 \times V_R \times T_2 \\ d_3 &= \text{antara } 30 - 100 \text{ m} \\ d_4 &= 2/3 \times d_2 \end{aligned}$$

Dimana :

T_1 = Waktu dalam (detik), $\infty 2.12 + 0,026 \times V_r$

T_2 = Waktu kendaraan berada di jalur lawan, (detik) $6,56 + 0,048 \times V_r$

A = Percepatan rata-rata km/jam/dtk, (km/jam/detik), $2,052 + 0,0036 \times V_r$

m = perbedaan kecepatan dari kendaraan yang menyiap dan kendaraan yang di siap, (biasanya diambil 10-15 km/jam)

$$\begin{aligned} T_1 &= 2.12 + 0,026 \times 60 \\ &= 3,7 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} T_2 &= 6,56 + 0,048 \times 60 \\ &= 9,44 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} A &= 2,052 + 0,003 \times 60 \\ &= 2,3 \end{aligned}$$

$$M = 15$$

$$\begin{aligned} d_1 &= 0,278 \times T_1 \times (V_R - m + \frac{a \times T_1}{2}) \\ &= 0,278 \times 3,7 \times (60 - 15 + \frac{2,3 \times 3,7}{2}) \\ &= 50,66 \text{ m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} d_2 &= 0,278 \times V_R \times T_2 \\ &= 0,278 \times 60 \times 9,44 \\ &= 157,46 \text{ m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} d_3 &= \text{antara } 30 - 100 \text{ m} \\ &= 30 \text{ m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} d_4 &= 2/3 \times d_2 \\ &= 2/3 \times 157,46 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} J_d &= d_1 + d_2 + d_3 + d_4 \\ J_d &= 50,66 + 157,46 + 30 + 104,97 \end{aligned}$$

$$J_d = 343,09 \text{ m}$$

J_d terbesar diambil = 343,09

Kebebasan samping yang tersedia

$$\begin{aligned} (mo) &= \frac{1}{2} (\text{lebar pengawasan minimal} - w) \\ &= \frac{1}{2} (30-7) \end{aligned}$$

$$= 11,5 \text{ m}$$

Secara analitis :

- Berdasarkan jarak pandang henti :

$$J_h = 70,44 \text{ m}$$

$$L_t = 211,98 \text{ m } J_h < L_t$$

$$E = R' \times (1 - \cos x (\frac{28,65 \times J_h}{R'})$$

$$E = 126,5 \times (1 - \cos x (\frac{28,65 \times 70,44}{126,5}))$$

$$E = 4,87 \text{ m}$$

- Berdasarkan jarak pandang menyiap :

$$J_d = 343,09$$

$$L_t = 211,98 \quad J_d < L_t$$

$$E = R' \times (1 - \cos x (\frac{28,65 \times J_d}{R'})) + \frac{(J_d - L_t)}{2} \times \sin (\frac{28,65 \times J_d}{R'})$$

$$\begin{aligned} &= 126,5 \times (1 - \cos x (\frac{28,65 \times 343,09}{126,5})) + \\ &\frac{(343,09 - 211,98)}{2} \times \sin (\frac{28,65 \times 343}{126,5}) \end{aligned}$$

$$= 154,42 \text{ m}$$

Rekapitulasi hitungan :

- Kebebasan samping henti = 4,87 m
- Kebebasan samping menyiap = 154,42 m
- Kebebasan samping tersedia = 11,52 m
- Kebebasan samping berdasarkan jarak pandang henti 4,87 m < 11,5 tidak aman
- Kebebasan samping berdasarkan jarak pandang menyiap 154,42 m > 11,5 m sehingga sebelum memasuki tikungan PI_1 perlu dipasang rambu dilarang menyiap.

e. Tikungan PI_{12}

Direncanakan $R_c = 179 \text{ m} > R_{min} = 112 \text{ m}$ (R_c berdasarkan tabel 2.7)

- Perhitungan lengkung peralihan (ls)

- Berdasarkan waktu tempuh maksimum di lengkung peralihan

$$L_s = \frac{V_r}{3.6} T$$

$$T = 3 \text{ detik (ditetapkan)}$$

$$L_s = \frac{60}{3.6} \times 3 = 50 \text{ m}$$

- Berdasarkan tingkat pencapaian perubahan kelandaian

$$L_s = \frac{(e_m - e_n)}{3.6 r_e} V_r$$

$$L_s = \frac{(10\% - 2\%)}{3.6 \times 0.035} \times 60 = 38.10 \text{ m}$$

c. Berdasarkan antisipasi gaya sentrifugal

$$L_s = 0,022 \times \frac{Vr^3}{R_{desain} \times C} - 2,727 \times \frac{Vr \times e_{max}}{C}$$

$$L_s = 0,022 \times \frac{60^3}{179 \times 2} - 2,727 \times \frac{60 \times 0,1}{2}$$

$$= 39,641 \text{ m}$$

Maka, diambil L_s terbesar yaitu $L_s = 50 \text{ m}$

2. Penentuan tipe lengkung horizontal
Tikungan direncanakan menggunakan (SCS)
data :

$$\beta = 64^\circ$$

$$Vr = 60 \text{ km/jam}$$

$$e_{max} = 10\%$$

$$e_{normal} = 2\%$$

$$Rc = 179 \text{ m}$$

a. Menghitung sudut lengkung spiral (θ_s)

$$\theta_s = \frac{90 L_s}{\pi Rc}$$

$$\theta_s = \frac{90 \times 50}{3,14 \times 179}$$

$$\theta_s = 8^\circ$$

b. Menghitung sudut lengkung spiral (θ_c)

$$\theta_c = \beta - 2 \times \theta_s$$

$$\theta_c = 64 - 2 \times 8$$

$$\theta_c = 48^\circ$$

c. Menghitung panjang busur lingkaran (L_c)

$$L_c = \frac{\theta_c}{360} \times 2 \times \pi \times Rc$$

$$L_c = \frac{48}{360} \times 2 \times \pi \times 179$$

$$L_c = 149,88 \text{ m}$$

Syarat tikungan SCS : $L_c > 20 \text{ m}$

$149,88 \text{ m} > 20 \text{ m} \dots \text{OK}$

3. Menghitung pergeseran tangen terhadap spiral (p) dan absis dari p pada garis tangen spiral (k)

$$p = \frac{L_s^2}{6 \times Rc} - Rc(1 - \cos \theta_s)$$

$$p = \frac{50^2}{6 \times 179} - 179(1 - \cos 8^\circ)$$

$$p = 0,58 \text{ m}$$

Syarat tikungan SCS : $p > 0,25$

$0,58 > 0,25 \dots \text{OK}$

$$k = L_s - \frac{L_s^3}{40 \times Rc^2} - Rc \times \sin \theta_s$$

$$k = 50 - \frac{50^3}{40 \times 179^2} - 179 \times \sin 8^\circ$$

$$k = 24,99$$

4. Menghitung jarak antar perpotongan bagian lurus (T_s)

$$T_s = (Rc + p) \tan [0,5\beta + k]$$

$$T_s = (179 + 0,58) \tan [0,5 \times 64 + 24,99]$$

$$T_s = 137,20 \text{ m}$$

5. Menghitung jarak antara perpotongan bagian lurus dengan busur lingkaran (E_s)

$$E_s = \frac{(Rc + p)}{(\cos 1/2 \beta)} - Rc$$

$$Rc = \frac{(179 + 0,58)}{(\cos 1/2 64^\circ)} - 179$$

$$= 32,75 \text{ m}$$

6. Menghitung panjang busur keseluruhan (L_{tot})

$$L_{tot} = 2L_s + L_c = 2 \times 50 + 149,88 = 249,88 \text{ m}$$

Gambar 5 Tikungan Spiral Circle Spiral PI₁₂

Gambar 6 Diagram superelevasi tikungan PI₁₂

$$= 0,13 \text{ m}$$

f. Perhitungan Pelebaran Perkerasan

Jalan kelas I (arteri) muatan sumbu terberat 10 ton sehingga direncanakan kendaraan terberat yang melintas adalah kendaraan berat.

Rumus:

$$\begin{aligned} B &= n(b' + c) + (n - 1)T_d + Z \\ b' &= (Rc - \sqrt{R^2 - P^2}) \\ T_d &= \sqrt{R^2 + A(2P + A)} - R \\ Z &= \frac{0.105 V_R}{\sqrt{Rc}} \end{aligned}$$

Dimana:

B = lebar perkerasan pada tikungan (7 m)

b = lebar lintasan kendaraan berat pada ruas jalan (2,6 m)

n = jumlah lajur lalu lintas (2)

T_d = lebar melintang akibat tonjolan depan

Z = lebar tambahan akibat kelainan dalam mengemudi

C = kebebasan samping (0.9 m)

$$C = 1/2B - b$$

$$C = \frac{1}{2}(7) - 2,6$$

$$C = 0,9$$

P = jarak antara as roda depan dan belakang (18,9 m)

A = jarak ujung mobil dan ban depan (1,2 m)

V_R = kecepatan rencana (60 km/jam)

Rc = jari-jari tikungan (m)

Rumus Lebar Pelebaran:

$$W = B - L$$

Dimana:

B = lebar total

L = lebar badan jalan (2 × 3,5 m)

Perhitungan:

$$1. \quad b'' = R - (\sqrt{R^2 - P^2})$$

$$= 179 -$$

$$(\sqrt{179^2 - 18,9^2})$$

$$= 1 \text{ m}$$

$$2. \quad b' = 2,6 + 1$$

$$= 3,6 \text{ m}$$

$$3. \quad T_d = \sqrt{R^2 + A(2P + A)} - R$$

$$=$$

$$\frac{\sqrt{179^2 + 1,2(2 \times 18,9 + 1,2)}}{179} -$$

$$\begin{aligned} 4. \quad Z &= 0,105 \times \frac{V_R}{\sqrt{Rc}} \\ &= 0,105 \times \frac{60}{\sqrt{179}} \\ &= 0,47 \text{ m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} 5. \quad B &= n(b' + c) + (n - 1)T_d + Z \\ &= 2(3,6 + 0,9) + (2 - 1)0,13 + 0,47 \\ &= 9,6 \text{ m} > 7 \text{ m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} W &= B - L \\ &= 9,6 - 7 \\ &= 2,6 \end{aligned}$$

Karena B > W maka diperlukan lebar perkerasan pada tikungan PI₁₂ sebesar 2,6 m.

g. Penghitungan kebebasan samping pada PI₁₂

Data-data:

$$V_R = 60 \text{ km/jam}$$

$$Rc = 179 \text{ m}$$

$$W = 2 \times 3,5 \text{ m} = 7 \text{ m}$$

$$Lc = 149,88 \text{ m}$$

- Jarak pandang henti (Jh) = 75 m
- Jarak pandang menyiap (Jd) = 350 m
- Lebar pengawasan minimal = 30 m

Perhitungan :

$$R' = Rc - \frac{1}{2} W$$

$$= 179 - \frac{1}{2} 7$$

$$= 175 \text{ m}$$

$$Lt = Lc + (2 \times Ls)$$

$$= 149,88 + (2 \times 50)$$

$$= 249,88 \text{ m}$$

a. Jarak pandang henti berdasarkan TPGJAK 1997:

$$Jh = 0,694 V_R + 0,004 [V_R^2 / (fp)]$$

$$= 0,694 \times 60 + 0,004 \times [60^2 / (0,50)]$$

$$= 70,44 \text{ m}$$

b. Jarak pandang henti berdasarkan Shirley L.hendarsin

fp = Koefisien gesek memanjang menurut

Bina Marga, fp = 0.35-0.55

$$Jh = 0,278 V_R t + \frac{V_R^2}{254f}$$

$$= 0,278 \times 60 \times 2,5 + \frac{60^2}{254 \times 0,50}$$

$$= 70,04 \text{ m}$$

Diambil Jh terbesar = 70,44 m

c. Berdasarkan jarak pandang menyiap

$$Jd = d_1 + d_2 + d_3 + d_4$$

$$d_1 = 0,278 \times T_1 \times (V_R - m + \frac{a \times T_1}{2})$$

$$d_2 = 0,278 \times V_R \times T_2$$

$$d_3 = \text{antara } 30 - 100 \text{ m}$$

$$d_4 = \frac{2}{3} \times d_2$$

Dimana :

$$T_1 = \text{Waktu dalam (detik), } \infty 2.12 + 0,026 \times V_r$$

$$T_2 = \text{Waktu kendaraan berada di jalur lawan, (detik) } 6,56 + 0,048 \times V_r$$

$$A = \text{Percepatan rata-rata km/jam/dtk, (km/jam/detik), } 2,052 + 0,0036 \times V_r$$

m = perbedaan kecepatan dari kendaraan yang menyiap dan kendaraan yang di siap, (biasanya diambil 10-15 km/jam)

$$T_1 = 2.12 + 0,026 \times 60$$

$$= 3,7$$

$$T_2 = 6,56 + 0,048 \times 60$$

$$= 9,44$$

$$A = 2,052 + 0,003 \times 60$$

$$= 2,3$$

$$M = 15$$

$$d_1 = 0,278 \times T_1 \times (V_R - m + \frac{a \times T_1}{2})$$

$$= 0,278 \times 3,7 \times (60 - 15 + \frac{2,3 \times 3,7}{2})$$

$$= 50,66 \text{ m}$$

$$d_2 = 0,278 \times V_R \times T_2$$

$$= 0,278 \times 60 \times 9,44$$

$$= 157,46 \text{ m}$$

$$d_3 = \text{antara } 30 - 100 \text{ m}$$

$$= 30 \text{ m}$$

$$d_4 = \frac{2}{3} \times d_2$$

$$= \frac{2}{3} \times 157,46$$

$$J_d = d_1 + d_2 + d_3 + d_4$$

$$J_d = 50,66 + 157,46 + 30 + 104,97$$

$$J_d = 343,09 \text{ m}$$

$$J_d \text{ terbesar diambil} = 343,09$$

Kebebasan samping yang tersedia

$$(m) = \frac{1}{2} (\text{lebar pengawasan minimal} - w)$$

$$= \frac{1}{2} (30 - 7)$$

$$= 11,52 \text{ m}$$

Secara analitis :

- Berdasarkan jarak pandang henti :

$$J_h = 70,44 \text{ m}$$

$$L_t = 249,88 \text{ m } J_h < L_t$$

$$E = R' \times (1 - \cos x (\frac{28,65 \times J_h}{R'}))$$

$$E = 175 \times (1 - \cos x (\frac{28,65 \times 70,44}{175}))$$

$$E = 3,53$$

- Berdasarkan jarak pandang menyiap :

$$J_d = 343,09$$

$$L_t = 249,88 \quad J_d > L_t$$

$$E = R' \times (1 - \cos x (\frac{28,65 \times J_d}{R'}) + \frac{(J_d - L_t)}{2} \times \sin (\frac{28,65 \times J_d}{R'}))$$

$$= 175 \times (1 - \cos x (\frac{28,65 \times 343,09}{175}) + \frac{(343,09 - 249,88)}{2} \times \sin (\frac{28,65 \times 343,09}{175}))$$

$$= 108,08 \text{ m}$$

Rekapitulasi perhitungan :

- Kebebasan samping henti = 3,53m
- Kebebasan samping menyiap = 108,08 m
- Kebebasan samping tersedia = 11,52 m
- Kebebasan samping berdasarkan jarak pandang henti $3,53 \text{ m} < 11,52 \text{ m}$ sehingga aman
- Kebebasan samping berdasarkan jarak pandang menyiap $108,08 \text{ m} > 11,52 \text{ m}$ sehingga sebelum memasuki tikungan PI_2 perlu dipasang rambu dilarang menyiap.

h. Perkerasan Lentur

- Data Perencanaan Tebal Perkerasan

Tebal perkerasan untuk 1 jalur 2 lajur 2 arah (2/2 UD), Jalan yang direncanakan adalah jalan Arteri, Umur rencana jalan = 10 tahun
Angka pertumbuhan lalu lintas = 5% per tahun. Curah hujan rata-rata = 1438 mm/tahun
Kelandaian jalan = 11,53%
CBR tanah dasar = 4,0%

- Susunan lapis perkerasan

- Lapisan permukaan (Surface Course) = (LASTON MS 744 Kg)
- Lapisan Pondasi Atas (Base Course) = (Batu Pecah CBR 100%)
- Lapisan Pondasi Bawah (Sub Base Course) = (SIRTU CBR 50%)

- Data hasil survey lalu lintas :

- Kendaraan ringan 2 ton
(1 + 1) 4051 kend/hari
- Bus Kecil 4 ton
(2 + 2) 34 kend/hari
- Bus Besar 8 ton
(3 + 5) 76 kend/hari
- Truk 2 As 8 ton
(3 + 5) 57 kend/hari
- Truk 2 As 13 ton
(5 + 8) 16 kend/hari

$$\sum \text{LHR} = 4234 \text{ kend/hari}$$

i. Perhitungan LHR_{awal} dan LHR_{akhir}

- LHR pada akhir umur rencana (tahun ke-10) :
 $LHR_{\text{akhir}} = LHR_{\text{awal}} (1 + \text{tingkat pertumbuhan kendaraan})^{UR}$

- Kendaraan ringan 2 ton
(1 + 1) = 4051
(1 + 5%)¹⁰ = 6599 kend/hari
- Bus Kecil 4 ton
(2 + 2) = 34 (1 + 5%)¹⁰ = 56 kend/hari
- Bus Besar 8 ton
(3 + 5) = 76
(1 + 5%)¹⁰ = 124 kend/hari

- Truk 2 As 8 ton
 $(3 + 5) = 57 \quad (1 + 5\%)^{10} = 93 \quad \text{kend/hari}$
- Truk 2 As 13 ton
 $(5 + 8) = 16 \quad (1 + 5\%)^{10} = 27 \quad \text{kend/hari}$
- b. Menghitung angka ekivalen (E) masing-masing kendaraan (tabel 2.14)
 - Kendaraan ringan 2 ton
 $(1 + 1) \quad 0,0002 + 0,0002 = 0,0004$
 - Bus kecil 4 ton
 $(2 + 2)0,0036 + 0,0036 = 0,0072$
 - Bus Besar 8 ton
 $(3 + 5) \quad 0,0183 + 0,1410 = 0,1593$
 - Truk 2 As 8 ton
 $(3 + 5) \quad 0,0183 + 0,1410 = 0,1593$
 - Truk 2 As 13 ton
 $(5 + 8) \quad 0,1410 + 0,9238 = 1,0648$
- c. Menghitung lintas ekivalen permulaan
 $LEP = \sum LHR \times C \times E$
 Nilai C di dapat dari tabel 2.13 koefisien distribusi kendaraan (C)
 - Kendaraan ringan 2 ton
 $(1 + 1) = 4051 \times 1 \times 0,0004 = 1,6204$
 - Bus Kecil 4 ton
 $(2 + 2) = 34 \times 1 \times 0,0072 = 0,2448$
 - Bus Besar 8 ton
 $(3 + 5) = 76 \times 1 \times 0,1593 = 12,1068$
 - Truk 2 As 8 ton
 $(3 + 5) = 57 \times 1 \times 0,1593 = 9,0801$
 - Truk 2 As 13 ton
 $(5 + 8) = 16 \times 1 \times 1,0648 = 17,0368$
$$\sum LEP = 40,0889$$
- d. Menghitung lintas ekivalen akhir
 $LEA = \sum LHR_{akhir} \times C \times E$
 - Kendaraan ringan 2 ton
 $(1 + 1) = 6599 \times 1 \times 0,0004 = 2,6396$
 - Bus Kecil 4 ton
 $(2 + 2) = 56 \times 1 \times 0,0072 = 0,4032$
 - Bus Besar 8 ton
 $(3 + 5) = 124 \times 1 \times 0,1593 = 19,7532$
 - Truk 2 As 8 ton
 $(3 + 5) = 93 \times 1 \times 0,1593 = 14,8149$
 - Truk 2 As 13 ton
 $(5 + 8) = 27 \times 1 \times 1,0648 = 28,7496$
$$\sum LEA = 66,3605$$
- e. Menghitung lintas ekivalen tengah
 $LET = \frac{1}{2} (LEP + LEA)$
 $LET = \frac{1}{2} (40,0889 + 66,3605)$
 $LET = 53,2247$
- f. Menghitung lintas ekivalen umur rencana
 $LER = LET \times UR/10$
 $LER = 53,2247 \times 10/10$
 $LER = 53,2247$

$$LER \approx 53$$

j. Perencanaan Perkerasan Lentur

1. Data Perencanaan Tebal Perkerasan

Tebal perkerasan untuk 1 jalur 2 lajur 2 arah (2/2 UD)

Jalan yang direncanakan adalah jalan Arteri

Umur rencana jalan = 10 tahun

Angka pertumbuhan lalu lintas = 5% per tahun.

Curah hujan rata-rata = 1438 mm/thn

Kelandaian jalan = 11,53%

CBR tanah dasar = 4,0%

2. Data

LHR = 4234 kend/hari

Susunan lapis perkerasan

- Lapisan permukaan (*Surface Course*)
 $= (\text{LASTON MS 744 Kg})$
- Lapisan Pondasi Atas (*Base Course*)
 $= (\text{Batu Pecah CBR 100\%})$
- Lapisan Pondasi Bawah (*Sub Base Course*)
 $= (\text{SIRTU CBR 50\%})$
- Untuk CBR Tanah dasar 4,0 %

DDT = $4,3 \log (\text{CBR} = 4) + 1,7$ diperoleh DDT = 4,29

3. Penentuan Tebal Lapis Perkerasan

Dengan DDT = 4,29, LER = 53, FR = 2,5 maka diperoleh ITP = 7,6

- Lapisan permukaan (Surface Course)
 $= (\text{LASTON MS 744 Kg}) \quad a_1 = 0,40$
- Lapisan Pondasi Atas (Base Course)
 $= (\text{Batu Pecah CBR 100\%}) \quad a_2 = 0,14$
- Lapisan Pondasi Bawah (Sub Base Course)
 $= (\text{SIRTU CBR 50\%}) \quad a_3 = 0,12$
- Tebal minimum perkerasan untuk ITP = 7,6 diperoleh :
 - Lapis permukaan LASTON ($D_{1 \min}$)
 - Lapis Permukaan AC-WC = 4 cm
 - Lapis Permukaan AC-BC = 6 cm
 - LPA dari batu pecah ($D_{2 \min}$) = 20 cm
 - LPB untuk setiap nilai ITP ($D_{3 \min}$) = 10 cm

Menetapkan Tebal Lapis Perkerasan

$$ITP = a_1.D_1 + a_2.D_2 + a_3.D_3$$

$$7,6 = (0,40)(D_1) + (0,14)(20) + (0,12)(10)$$

$$D_1 = [7,6 - (2,8 + 1,2)] / 0,40$$

$D_1 = 9 \text{ cm}$ ini $< D_{1 \min} = 10 \text{ cm}$, sehingga diambil $D_1 = 10 \text{ cm}$

Susunan Perkerasan menjadi :

- LASTON (MS 744 kg) = 10 cm
- Lapis permukaan AC-WC = 4 cm
- Lapis permukaan AC-BC = 6 cm
- Batu Pecah Kelas B (CBR 80%) = 20 cm

- Sirtu Kelas C (CBR 30%) = 10 cm

Gambar 7. Perencanaan Susunan Perkerasan jalan

k. Rekapitulasi Rencana Anggaran Biaya

Tabel 1. Perhitungan rencana Anggaran Biaya

Paket : Jalur Puncak 2 Alternatif 3
Panjang Jalan : 10.000 m (STA 0+000 - STA 10+000)

No.	Uraian Pekerjaan	Satuan	Perkiraan Kuantitas	Harga Satuan	Jumlah Harga-harga
DIVISI 1 - UMUM					
1(1)	Mobilisasi	Is	1	Rp 50.000.000	Rp 50.000.000
JUMLAH DIVISI 1 - UMUM					Rp 50.000.000
DIVISI 2 - DRAINASE					
2(1)	Drainase dan Saluran Air	M3	20.000	Rp 52.317,35	Rp 1.046.346.998
2(2)	Pekerjaan Pasangan Batu Dengan Mortar	M3	8.000	Rp 634.054,56	Rp 5.072.436.504
JUMLAH DIVISI 2 - DRAINASE					Rp 6.118.783.502
DIVISI 3 - PEKERJAAN TANAH					
3(1)	Galian Biasa	M3	906.000	Rp 51.226,18	Rp 46.410.914.550
3(2)	Galian Batu	M3	699.000	Rp 77.182,31	Rp 53.950.432.426
3(3)	Timbunan Biasa Dari Selim Galian Sumber Bahan	M3	699.000	Rp 77.182,31	Rp 53.950.432.426
JUMLAH DIVISI 3 - PEKERJAAN TANAH					Rp 100.361.346.976
DIVISI 4 - PELEBARAN PERKERASAN DAN BAHU JALAN					
4(1)	Lapis Pondasi Agregat kelas B	M3	6.000	Rp 365.918,00	Rp 2.195.508.000
JUMLAH DIVISI 4 - PELEBARAN PERKERASAN DAN BAHU JALAN					Rp 2.195.508.000
DIVISI 5 - PERKERASAN BERBUTIR					
5(1)	Lapis Pondasi Agregat kelas A	M3	14.000	Rp 365.917,57	Rp 5.122.845.910
5(2)	Sirtu (Pasir Batu)	M3	7.000	Rp 364.420,65	Rp 2.550.944.553
JUMLAH DIVISI 5 - PERKERASAN BERBUTIR					Rp 7.673.790.463
DIVISI 6 - PERKERASAN ASPAL					
6(1)	Lapis Resap Pengikat	Liter	56.000	Rp 20.142,75	Rp 1.127.994.132
6(2)	Lapis Perekat	Liter	24.500	Rp 17.014,16	Rp 416.846.969
6(3)	Laston - Lapis Aus (AC-WC)	M2	77.000	Rp 128.907,43	Rp 9.925.872.477
6(4)	Laston - Lapis Antarm (AC-BC)	M3	4.620	Rp 2.009.321	Rp 9.283.063.020
JUMLAH DIVISI 6 - PERKERASAN ASPAL					Rp 20.753.776.598
DIVISI 7 - STRUKTUR					
7(1)	Beton K. 250	M3	-	Rp 1.185.233,12	-
7(2)	Batu Tulangan U24 Pokok	Kg	-	Rp 15.678,16	-
7(3)	Pembongkaran Pasangan Batu	M3	-	Rp 146.397,00	-
JUMLAH DIVISI 7 - STRUKTUR					Rp -
DIVISI 8 - PENGEMBALAN KONDISI DAN PEKERJAAN MINOR					
8(1)	Marka Jalan Thermoplastic	M2	484,61	Rp 63.860,06	Rp 30.947.225
8(2)	Patok Pengarah	Buah	40	Rp 260.000	Rp 10.400.000
8(3)	Rel Pengaman	M	100	Rp 585.000	Rp 58.500.000
JUMLAH DIVISI 8 - PENGEMBALAN KONDISI DAN PEKERJAAN MINOR					Rp 99.847.225
REKAPITULASI					
DIVISI 1 - UMUM					Rp 50.000.000
DIVISI 2 - DRAINASE					Rp 6.118.783.502
DIVISI 3 - PEKERJAAN TANAH					Rp 100.361.346.976
DIVISI 4 - PELEBARAN PERKERASAN DAN BAHU JALAN					Rp 2.195.508.000
DIVISI 5 - PERKERASAN BERBUTIR					Rp 7.673.790.463
DIVISI 6 - PERKERASAN ASPAL					Rp 20.753.776.598
DIVISI 7 - STRUKTUR					Rp -
DIVISI 8 - PENGEMBALAN KONDISI DAN PEKERJAAN MINOR					Rp 99.847.225
JUMLAH					Rp 137.253.052.765
PPN 10%					Rp 13.725.305.276
JUMLAH TOTAL					Rp 150.978.358.041
Dibulatkan = (Rp.)					Rp 150.978.359.000

Terbilang : SERATUS LIMA PULUH MILYAR SEMBILAN RATUS TUJUH PULUH DELAPAN JUTA TIGA RATUS LIMA PULUH SEMBILAN RIBU RUPIAH

4. KESIMPULAN

Dari hasil perencanaan geometrik dan tebal perkerasan pada rencana Jalan Jalur Puncak 2 alternatif III dapat disimpulkan bahwa:

1. Jalan Jalur Puncak 2 alternatif III merupakan jalan Arteri (Kelas I) dengan tipe jalan 1 jalur 2 lajur 2 arah (2/2 UD), panjang jalan 10 km, lebar perkerasan 7 m, kelas medan jalan merupakan daerah perbukitan dengan kecepatan rencana 60 km/jam.
2. Perencanaan alinemen horizontal direncanakan jenis tikungan dengan lengkung peralihan Spiral-Circle-Spiral (SCS).
3. Untuk perencanaan tebal perkerasan jalan pada trase jalan ini penulis merencanakan dengan Perkerasan Lentur. Hasil perhitungan di sajikan dalam tabel yaitu sebagai berikut :

Umur Rencana	DDT	LER	FR	Ipt	Ipo	ITP	Tebal Perkerasan		
							Lapis Permukaan	LPA	LPB
10 Tahun	4,29	53	2,5	2	LASTON (MS 744 KG) 3,9 - 3,5	7,6	10 cm	20 cm	10 cm

4. Anggaran Biaya yang dibutuhkan untuk pembangunan Jalan Jalur Puncak 2 Alternatif III sebesar Rp.150.978.359.000.00 (seratus lima puluh milyar sembilan ratus tujuh

DAFTAR PUSTAKA

- Departemen Pekerjaan Umum Direktorat Jenderal Bina Marga Jalan No.038/T/BM/1997, *Tatacara Perencanaan Geometrik Jalan Antar Kota*. Badan Penerbit Pekerjaan Umum. Jakarta: 1997.
- Departemen Pekerjaan Umum Direktorat Jenderal Bina marga, *Petunjuk Perencanaan Tebal Perkerasan Lentur Jalan Raya Dengan Analisa Komponen*. Badan Penerbit Pekerjaan Umum. Jakarta: 1989.
- Silvia, Sukirman, *Dasar-Dasar Perencanaan Geometrik Jalan*, Nova. Bandung: 1995.
- Saodang, Hamirhan, *Konstruksi Jalan Raya*, Nova. Bandung : 2004.