

ANALISIS GEOMETRIK TIKUNGAN PADANGLUHONG PASIR PENGARAIAAN

ARBAIYAH¹

Pada Lumba², Khairul Fahmi³

e-mail : arbaiyah90@ymail.com

ABSTRAK

Berdasarkan survey penelitian dahulu pada tikungan Padangluhong yang berada disamping Hotel Sapadia, penulis menemukan beberapa kondisi geometrik pada tikungan tersebut yang tidak memenuhi SNI atau Standar yang berlaku. Seperti kemiringan yang terlalu besar yaitu sekitar 14,7% kemiringan tersebut melebihi batas maksimum yang dianjurkan oleh Bina Marga, tidak adanya pelebaran perkerasan pada tikungan, jari-jari tikungan yang terlalu kecil serta kurangnya bagian lurus sisipan antara kedua tikungan tersebut. Untuk itu perlu dilakukan analisis terhadap tikungan Padangluhong tersebut karena ketidak tepatan dalam mendesain geometrik jalan ini sangat berpengaruh terhadap keamanan dan kenyamanan bagi pengguna jalan.

Upaya dalam pemecahan masalah tersebut dibutuhkan data-data tikungan yang didapatkan melalui pengukuran parameter-parameter pada tikungan tersebut. Pengukuran yang dilakukan yaitu dengan cara pengambilan titik-titik hitungan dengan menggunakan alat Theodolit beserta kelengkapan yang dibutuhkan selama pengukuran. Selanjutnya data tersebut akan diolah dalam bentuk tabel dengan menggunakan Microsoft Excel dan akan digambarkan dalam program Autocad 2007. Dari hasil penggambaran tersebut barulah bisa dilakukan perhitungan geometriknya dengan menggunakan rumus-rumus perencanaan geometrik.

Dari hasil penelitian ini tikungan Padangluhong tersebut memang tidak memenuhi syarat yang ditetapkan oleh Bina Marga. Dalam perhitungan yang memakai trase jalan Eksisting, didapatkan perhitungan perencanaan tikungan tersebut melebihi jalan yang ada. Sehingga untuk meminimalisir angka kecelakaan tersebut perlu dilakukan perubahan trase jalan dalam mendesain jalan tersebut untuk mendapatkan perhitungan tikungan yang memenuhi standar yang telah ditetapkan.

Kata Kunci : Geometrik, Tikungan, Padangluhong

1) Mahasiswa Teknik Sipil UPP

2) Dosen Teknik Sipil UPP

3) Dosen Teknik Sipil UPP

PENDAHULUAN

Dengan melihat kecelakaan yang terjadi di Rokan Hulu ini khususnya pada daerah rawan lakalantas, maka pemerintah harus segera menyikapi hal tersebut karena masih banyak masyarakat yang menganggap kecelakaan tersebut di sebabkan oleh faktor mistis yang beredar di masyarakat, faktor nasib seseorang dan kelalaian ulah manusia itu sendiri tanpa mau mencari penyebab kecelakaan yang sebenarnya yang mungkin salah satunya adalah ketidak tepatan desain geometrik jalan.

Dalam ilmu teknik transportasi, desain geometrik jalan sangat berpengaruh terhadap keamanan dan kenyamanan bagi pengguna jalan yang merupakan prioritas utama serta syarat pokok pada perencanaan jalan raya. Desain geometrik jalan di titikberatkan pada bentuk fisik jalan, sehingga memenuhi syarat aman dan nyaman bagi pengguna jalan yang akan meminimalisir tingkat kecelakaan lalu lintas oleh faktor jalan.

Sebagai mahasiswa Teknik sipil, perlu menganalisa permasalahan secara teknis dan rasional yang terjadi pada daerah titik rawan kecelakaan tersebut. Salah satu daerah yang sering terjadi kecelakaan yaitu pada tikungan Padangluhong yang terletak di samping Hotel Sapadia Pasir Pengaraian. Berdasarkan survey penelitian dahulu pada tikungan tersebut ditemukan beberapa kondisi

geometrik jalan pada tikungan tersebut yang tidak memenuhi SNI atau Standar yang berlaku, seperti superelevasi tikungan yang terlalu miring sebesar 14,7% kemiringan tersebut melebihi batas maksimum yang dianjurkan oleh Bina Marga untuk jalan perkotaan yaitu 10%, tidak adanya daerah bebas samping atau pelebaran jalan pada tikungan tersebut dan juga jari-jari pada tikungan tersebut terlalu kecil. R yang kecil akan menyebabkan gaya sentrifugal menjadi besar, gaya sentrifugal inilah yang menyebabkan kendaraan terpelantak keluar jalur disaat kecepatan rencana terlampaui. Tikungan tersebut juga merupakan tikungan majemuk yang harus disisipi bagian lurus minimum sepanjang 20 m, sementara garis lurus antara tikungan tersebut hanya sepanjang 16,42 m.

Maksud dari penulisan ini adalah untuk menganalisa apakah tikungan pada lokasi tersebut sudah memenuhi standar perencanaan atau belum sesuai dengan perencanaan baku nasional. Tujuannya adalah untuk mendapatkan Perhitungan Perencanaan tikungan yang memenuhi standar baku nasional, sehingga bisa meminimalisir angka kecelakaan akibat geometrik pada tikungan tersebut.

TINJAUAN PUSTAKA

Muhammad Al Ansyari Nasution (2010) dengan judul penelitian Analisis geometrik tikungan pada jalan lintas Medan-Berastagi STA 56+650 S/D 56+829, membuat desain geometrik tikungan tersebut dengan menggunakan trase jalan eksisting. Dari penelitiannya tersebut Ansyari menyimpulkan bahwa hasil analisis desain geometrik tikungan pada jalan lintas Medan-Brastagi diantara Sta 56+650-56+829 sepanjang ± 179 meter tersebut tidak memenuhi syarat desain geometrik secara teoritis yang dianjurkan oleh Bina Marga. Sehingga Ansyari merencanakan desain geometrik pada tikungan tersebut dengan parameter-parameter hasil analisa lapangan sebagai acuannya yang mengakibatkan terjadinya perubahan pada trase jalan dan tipe tikungan jalan tersebut.

Dewi dan Amrita Winaya Shita (2009) dengan judul penelitian Analisis geometrik jalan ditinjau dari pelebaran perkerasan pada tikungan (Studi kasus Jalan Tol Solo-Kertosono, ruas Solo-Mantingan) dalam penelitian ini menggunakan metode yang bersumber dari Geometric Design for Highway and Streets-American Association of State Highway and Transportation Officials (AASHTO). Parameter-parameter yang digunakan untuk penentuan tambahan lajur pada tikungan meliputi kecepatan rencana, kendaraan rencana, dan radius tikungan. Secara umum, lebar lajur lalu lintas pada jalan utama ruas Solo-Mantingan dan interchange Solo telah cukup memadai untuk menampung pergerakan kendaraan pada tikungan dengan aman dan nyaman, tentunya dengan memberikan lebar perkerasan lajur lalu lintas dan bahu luar yang cukup besar. Dengan demikian aspek keamanan dan keselamatan tetap menjadi faktor utama yang harus dipertimbangkan dalam perancangan geometrik jalan.

Penelitian tentang Kajian pengaruh geometrik dan geoteknik lingkungan pada tikungan jalan Geunapet Banda Aceh oleh Fadhil, Fakhrurrazi, Nazliza dan Cut Raisa yang mengkaji masalah kecelakaan dengan faktor mistis yang beredar dikalangan masyarakat. Penelitian ini bertujuan untuk mencari akar permasalahan di tikungan tersebut dan mencari solusi untuk meminimalisir kecelakaan lalu lintas di tikungan tersebut. Selain itu juga untuk memberi penjelasan kepada masyarakat terkait kecelakaan lalu lintas di tikungan tersebut bahwa bukan faktor mistis penyebab kecelakaan sehingga tidak terjebak dalam mitos- mitos yang tidak jelas referensinya.

Dalam penelitian ini penulis membuat analisis perencanaan tikungan dengan menghitung parameter-parameter pada tikungan tersebut untuk mencari akar permasalahan di tikungan tersebut. Kemudian penulis berusaha untuk mencari solusi yang tepat untuk meminimalisir kecelakaan yang terjadi pada tikungan tersebut.

LANDASAN TEORI

Geometrik

Geometrik merupakan bagian dari perencanaan jalan yang dititik beratkan perencanaan bentuk fisik sehingga dapat memenuhi fungsi dari jalan yaitu memberikan pelayanan yang optimum pada arus lalu lintas dan sebagai akses kerumah-rumah. Tujuan dari perencanaan geometrik jalan adalah menghasilkan infrastruktur yang aman, efisiensi pelayanan arus lalu lintas dan memaksimalkan ratio tingkat penggunaan/biaya pelaksanaan. Ruang, bentuk dan ukuran jalan dikatakan baik jika dapat memberikan rasa aman dan nyaman kepada pemakai jalan.

Keadaan geometrik jalan pada ruas jalan yang rawan kecelakaan sangat perlu diketahui karena faktor geometrik jalan inilah yang sangat mempengaruhi terjadinya daerah rawan kecelakaan lalu lintas, disamping faktor-faktor lainnya yang ditinjau. Pengetahuan mengenai dasar-dasar perencanaan geometrik jalan dibutuhkan pada penelitian ini untuk dapat mendefinisikan kriteria penilaian pada informasi kondisi geometrik terutama tinjauan terhadap Alinyemen horizontal jalan tersebut.

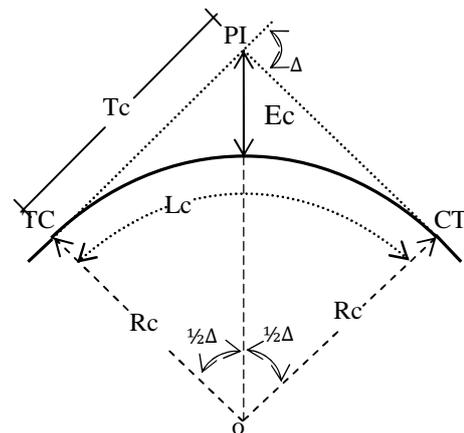
Alinyemen Horizontal

Alinyemen horizontal adalah proyeksi horizontal dari sumbu jalan tegak lurus bidang peta situasi jalan. Alinyemen ini berupa rangkaian garis lurus yang disebut garis singgung yang disambung dengan garis lengkung.

Jenis Tikungan

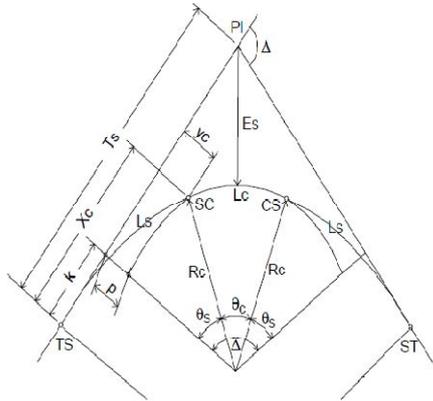
Tikungan terdiri atas 3 bentuk umum, yaitu :

- 1) *Full circle* (FC) yaitu tikungan yang berbentuk busur lingkaran secara penuh, seperti terlihat gambar 1 dibawah ini :



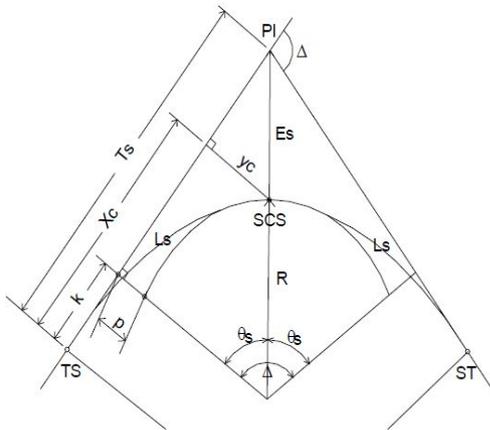
Gambar 1. Tikungan Full Circle (FC)

- 2) *Spiral-circle-spiral* (SCS) yaitu tikungan yang terdiri atas 1 lengkung circle dan 2 lengkung spiral. Bentuk dari tikungan ini dapat dilihat pada gambar 2 dibawah ini.



Gambar 2. Komponen Tikungan Spiral-Circle-Spiral (SCS)

3) *Spiral-spiral (SS)* yaitu tikungan yang terdiri atas dua lengkung spiral. Untuk bentuk spiral-spiral ini dapat dilihat pada gambar 3 dibawah ini.



Gambar 3. Tikungan Spiral-Spiral (SS)

METODE PENELITIAN

Pengumpulan Data

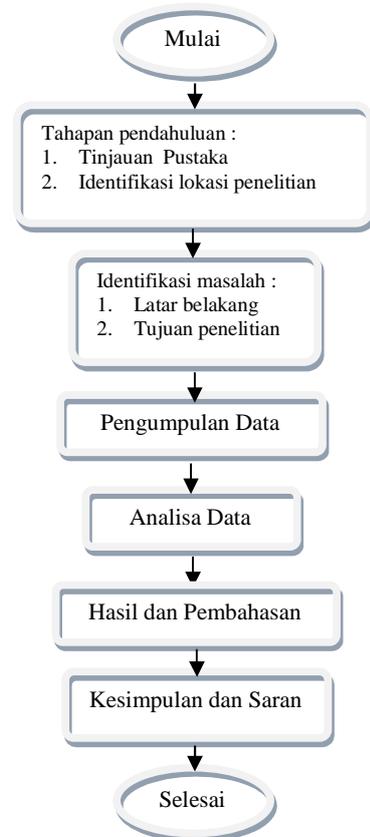
Data yang dikumpulkan terdiri dari data primer dan data sekunder. Data primer diperoleh dari pengukuran langsung di lapangan dengan menggunakan alat Theodolit beserta kelengkapan yang dibutuhkan selama pengukuran tersebut dilaksanakan. Sedangkan data sekunder diperoleh dari data-data yang sudah ada sebagai rujukan, antara lain; data kecelakaan lalu lintas dan peta daerah rawan kecelakaan yang didapatkan dari Polsek Pasir Pengaraian.

Analisa Data Pengukuran

Data yang didapatkan tersebut kemudian diolah dalam bentuk tabel dengan menggunakan Microsoft Excel. Dari tabel dilanjutkan dengan penggambaran bentuk tikungan tersebut di dalam Autocad 2007. Setelah gambar didapatkan barulah dilakukan perhitungan parameter-parameter tikungan dengan menggunakan rumus perencanaan tikungan untuk menentukan apakah tikungan tersebut memenuhi syarat-syarat perencanaan tikungan.

Diagram Alir Penelitian

Diagram alir mengenai Analisis geometrik tikungan Padangluhong Pasir Pengaraian dapat dilihat melalui gambar berikut ini :



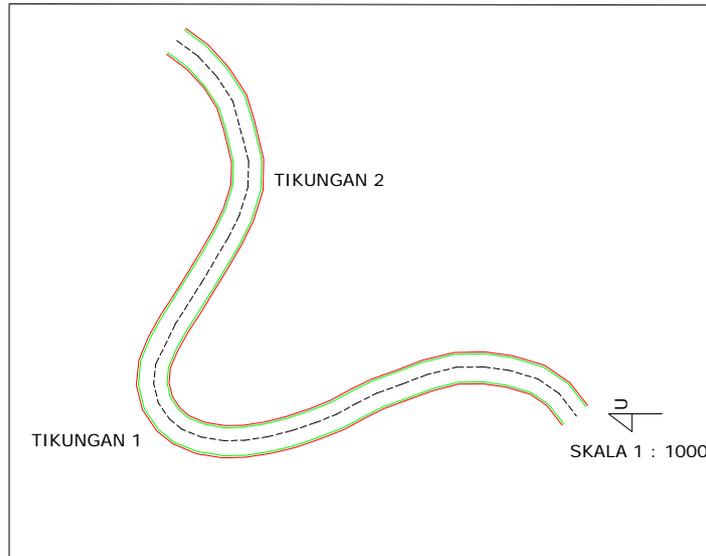
Gambar 4. Diagram Alir Metode Penelitian

HASIL DAN PEMBAHASAN

Analisa Hasil Pengukuran Di Lapangan

Pengukuran di lapangan ini penulis lakukan pada hari Selasa tanggal 14 Mei 2013 Pada Tikungan Padangluhong yang berada di samping Hotel Sapadia. Pengukuran ini penulis laksanakan dengan menggunakan alat Theodolit beserta kelengkapan yang dibutuhkan selama pengukuran. Setelah melakukan pengukuran tersebut, penulis melanjutkan dengan memasukkan data tersebut kedalam Tabel *Microsoft Excel* dan dilanjutkan dengan penggambaran dari hasil pengukuran tersebut dengan menggunakan program *Autocad 2007*.

Adapun bentuk gambar dari jalan tersebut dapat dilihat pada gambar dibawah ini.



Gambar 5 Bentuk Tikungan Jalan Padangluhong Kondisi Eksisting

Tikungan tersebut merupakan tikungan gabungan yang berbalik arah yang membutuhkan daerah sisipan lurus minimum sepanjang 20 m (Perencanaan Jalan Raya, Shirley L. Hendarsin), sementara pada tikungan tersebut daerah sisipannya hanya 16,42 m. Lebar perkerasan pada jalan ini yaitu 6 meter dan untuk Elevasi daerah maksimum pada tikungan 1 ini didapatkan :

Elevasi bahu jalan yang dikanan = 52,090

Elevasi bahu jalan yang dikiri = 51,208

$$e(1) = \frac{(\text{Elevasi bahu kanan} - \text{Elevasi bahu kiri})}{\text{Lebar Perkerasan}} \times 100$$

$$= \frac{(52,090 - 51,208)}{6} \times 100$$

$$= 14,7\%$$

Untuk tikungan yang kedua didapatkan :

Elevasi bahu jalan kanan = 52,295

Elevasi bahu jalan kiri = 52,962

$$e(2) = \frac{(\text{Elevasi bahu kiri} - \text{Elevasi bahu kanan})}{\text{Lebar Perkerasan}} \times 100$$

$$= \frac{(52,962 - 52,295)}{6} \times 100$$

$$= 11,11\%$$

Tikungan yang terlalu tajam menyebabkan superelevasi yang dibutuhkan menjadi besar agar dapat mengimbangi gaya sentrifugal yang terjadi. Nilai ini melebihi dari superelevasi maksimum yang diizinkan oleh Bina Marga yaitu adalah 10%.

Perhitungan dengan menggunakan Tikungan SCS

Diketahui :

$$V_R = 50 \text{ km/jam}$$

$$\Delta_1 = 141^\circ 12' 23''$$

$$\Delta_2 = 78^\circ 17' 2''$$

$$e_{\text{mak}} = 10\%$$

$$e_n = 2\%$$

Direncanakan $R_c = 80 \text{ m} > R_{\text{min}} = 76 \text{ m}$

$$D = \frac{1432,4}{R_c} = \frac{1432,4}{80} = 17,905^\circ$$

$$e = \frac{-e_{\text{mak}} \times D^2}{D_{\text{mak}}^2} + \frac{2 \times e_{\text{mak}} \times D}{D_{\text{mak}}}$$

$$= \frac{-0,1 \times 17,905^2}{18,91901^2} + \frac{2 \times 0,1 \times 17,905}{18,91901} = 0,0997$$

Perhitungan Lengkung Peralihan (L_s min)

a) Berdasarkan waktu tempuh maksimum (3 detik) untuk melintasi lengkung peralihan, maka panjang lengkung :

$$L_s = \frac{V_R}{3,6} T = \frac{50}{3,6} \times 3 = 41,667 \text{ m}$$

b) Berdasarkan antisipasi gaya sentrifugal, digunakan rumus Modifikasi Short, sebagai berikut :

$$L_s = 0,022 \frac{V_R^3}{R_c^2} - 2,727 \frac{V_R e}{c}$$

$$= 0,022 \frac{50^3}{80 \times 0,4} - 2,727 \frac{50 \times 0,0997}{0,4} = 51,948 \text{ m}$$

c) Berdasarkan tingkat pencapaian perubahan kelandaian,

$$L_s = \frac{(e_m - e_n) V_R}{3,6 \Gamma_e} = \frac{(0,1 - 0,0997)}{3,6 \times 0,035} \times 50 = 31,746 \text{ m}$$

Diambil nilai yang terbesar dari ketiga nilai diatas, $L_s = 51,948 \text{ m}$

L_s Hitung $<$ L_s tabelOk

L_s Pakai = 51,948

$$X_s = L_s \left(1 - \frac{L_s^2}{40R_c^2} \right)$$

$$= 51,948 \left(1 - \frac{51,948^2}{40(80)^2} \right) = 51,400 \text{ m}$$

$$Y_s = \frac{L_s^2}{6R_c} - \frac{51,948^2}{6(80)} = 5,622 \text{ m}$$

$$\theta_s = \frac{90 L_s}{\pi R_c} = \frac{90 \times 51,948}{3,14 \times (80)} = 18,6025^\circ$$

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

$$= \frac{51,948^2}{6(80)} - 80(1 - \cos 18,6025) = 1,4424$$

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

$$= 51,940 - \frac{51,943^2}{40(80)^2} - 0,0 \sin 10,6025 = 25,00 \text{ m}$$

$$Ts1 = (Rc + p) \tan \frac{1}{2} \Delta 1 + k$$

$$= (80 + 1,4424) \tan \frac{1}{2}(141,2064) + 25,88 = 257,189 \text{ m}$$

$$Ts2 = (Rc + p) \tan \frac{1}{2} \Delta 2 + k$$

$$= (80 + 1,4424) \tan \frac{1}{2}(78,28389) + 25,88 = 92,166 \text{ m}$$

Kontrol jarak Ts agar terdapat jarak lurus diantara kedua tikungan:

$Ts1 + Ts2 < d_{PI-B} \Rightarrow 257,189 + 92,166 < 146,3$
 $349,355 > 371,65$ maka perhitungan dengan menggunakan tikungan tipe SCS ini tidak dapat digunakan pada perencanaan tikungan tersebut.

Perhitungan dengan menggunakan Tikungan SS

Diketahui :

$$V_R = 50 \text{ km/jam}$$

$$\Delta_1 = 141^\circ$$

Direncanakan $R_c = 80 \text{ m} > R_{min} = 76 \text{ m}$

$$\theta_s = \frac{1}{2} \Delta$$

$$\theta_s = \frac{1}{2}(141^\circ) = 70,5^\circ$$

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

$$L_s = \frac{70,5^\circ \cdot 3,14 \cdot 80}{90} = 196,873 \text{ m}$$

$$L_{tot} = 2L_s$$

$$L_{tot} = 2(196,873) = 393,746 \text{ m}$$

$$X_s = L_s - \frac{L_s^2}{40 \times R_c^2}$$

$$X_s = 196,873 - \frac{196,873^2}{40 \times 80^2} = 167,066 \text{ m}$$

$$Y_s = \frac{L_s^2}{6R_c}$$

$$Y_s = \frac{196,873^2}{6 \times 80} = 80,748 \text{ m}$$

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

$$p = \frac{196,873^2}{6(80)} - 80(1 - \cos 70,5^\circ) = 27,453 \text{ m}$$

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

$$k = 196,873 - \frac{(196,873)^2}{40(80)^2} - 80 \times \sin 70,5^\circ = 91,65$$

$$Ts = (Rc + p) \tan \frac{1}{2} \Delta + k$$

$$Ts = (80 + 27,453) \tan \frac{1}{2}(141^\circ) + 91,65 = 395,091 \text{ m}$$

$$Es = (Rc + p) \sec \frac{1}{2} \Delta - Rc$$

$$Es = (80 + 27,453) \sec \frac{1}{2}(141^\circ) - 80 = 241,900 \text{ m}$$

$$2Ts = 2(395,091) = 790,182 \text{ m}$$

$$2Ts > L_{tot} = 790,182 > 393,746 \dots \text{ok..}$$

$Ts = 395,091 \text{ m} > d_{A-PI(1)} = 133,957 \text{ m}$, maka jenis tikungan S-S ini juga tidak dapat digunakan pada tikungan ini.

Pembahasan

Perencanaan tikungan dengan menggunakan trase jalan pada kondisi Eksisting tidak dapat digunakan karena tidak memenuhi standar yang berlaku walaupun kecepatan rencana minimum yang diambil. Perhitungan lengkung yang penulis dapatkan melebihi panjang jalan yang ada.

Jadi, untuk merencanakan tikungan pada jalan tersebut sebaiknya terlebih dahulu lakukan perubahan pada trase jalan tersebut.

Solusi Perencanaan Tikungan Padangluhong

a) Mementukan letak posisi PI

Diketahui koordinat :

$$A = (0;0)$$

$$B = (-215,204 ; 203,640)$$

$$PI = (-85,481;100,860)$$

Didapatkan :

$$\alpha_{A-PI} = 49^\circ 43' 5''$$

$$\alpha_{PI-B} = 40^\circ 16' 55''$$

$$\Delta_1 = 11^\circ 19' 41''$$

$$d_{A-PI} = 132,211 \text{ m}$$

$$d_{PI-B} = 165,504 \text{ m}$$

b) Perhitungan Komponen-Komponen Tikungan.

Perhitungan tikungan tipe FC :

Direncanakan $R_c > 500$ R_{min} untuk $V_r = 60 \text{ Km/Jam}$

$$D_{mak} = 12,784^\circ$$

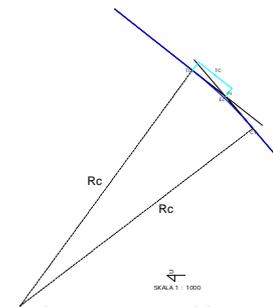
$$D = 2,865^\circ$$

$$e = 0,039$$

$$Tc = 49,589 \text{ m}$$

$$Ec = 2,4531 \text{ m}$$

$$Lc = 98,856 \text{ m}$$



Gambar 7. Komponen-komponen perhitungan Tipe FC

c) Menentukan Posisi Titik-Titik Tikungan

$$\text{Sta A} = 0 + 0$$

$$\text{Sta TC} = \text{Sta A} + d_{A-I} - Tc$$

$$= (0 + 0) + 132,211 - 98,856 = 0 + 82,6214$$

$$\text{Sta CT} = \text{Sta TC} + Lc$$

$$= (1 + 98,257) + 543,9231 = 0 + 181,477$$

$$\text{Sta B} = \text{Sta CT} - Tc + d_{I-B}$$

$$= (1 + 642,18) - 98,856 + 165,505$$

$$= 0 + 297,392$$

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Dari penelitian yang telah penulis laksanakan, didapatkan hasil pengukuran pada tikungan padangluhong yang berada disamping Hotel Sapadia tersebut belum memenuhi kriteria perencanaan karena banyak parameter-parameter perencanaan jalan yang tidak sesuai dengan standar yang telah ditetapkan oleh Bina Marga seperti superelevasi yang melebihi standar, tidak adanya pelebaran perkerasan pada tikungannya, serta daerah sisipan garis lurus antara tikungan tersebut tidak mencapai panjang 20 m.

Dalam penelitian ini penulis juga mencoba menghitung tikungan tersebut dengan menggunakan trase jalan Eksisting, tetapi dalam perencanaan tersebut perhitungannya melebihi jalan yang ada sehingga penulis perlu merubah trase jalan tersebut untuk mendapatkan perhitungan tikungan yang memenuhi standar yang telah ditetapkan.

Saran

Dalam penelitian ini penulis mendapatkan dua buah perhitungan alternatif rencana tikungan yaitu dalam perhitungan tikungan SS dan FC. Dalam pemakaian tikungan tersebut sebaiknya gunakan perhitungan FC karena perhitungan untuk tikungan SS itu cocok digunakan untuk tikungan yang tajam dimana sudut deflasi yang digunakan relative besar, yang secara geometrik terdiri dari dua lengkung peralihan.

Namun untuk solusi yang terbaik sebaiknya buatlah perencanaan jalan tersebut dengan jalan lurus dan hindarkan adanya tikungan karena kecelakaan lebih sering terjadi pada jalan yang berbentuk tikungan.

UCAPAN TERIMA KASIH

Saya mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada :

1. Ketua Program Studi Teknik Sipil Universitas Pasir Pengaraian.
2. Pada Lumba, ST. MT dan Khairul Fahmi, MT selaku dosen Fakultas Teknik Universitas Pasir Pengaraian.

DAFTAR PUSTAKA

- Dewi, Amrita Winaya Shita**, (2009). *Analisis geometrik jalan ditinjau dari pelebaran perkerasan pada tikungan : Tesis*.
- Direktorat Jenderal Bina Marga**, *Manual Kapasitas Jalan Indonesia* No. 036/T/BM/1997
- Fachrurrozy**.(2001), *Keselamatan Lalu Lintas (Traffic Safety)*, Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta.
- Fadhil, Fakhurrrazi, Nazliza ,Cut Raisa**, (2012). *Kajian Pengaruh Geometrik dan Geoteknik Lingkungan pada Tikungan Jalan Geunapet STA ±64.00 Jalan Nasional Banda Aceh – Medan*. Universitas Syiah Kuala. Aceh
- Hendarsin Shirle L**, 2000. *Perencanaan Teknik Jalan Raya*. Bandung: Politeknik Negeri Bandung
- Nasution, Muhammad Al Ansyari**, (2010). *Analisis Geometrik Tikungan Pada Jalan Lintas Medan-Berastagi STA 56+650^S/_D 56+829 : Skripsi*. Universitas Islam Sumatera Utara. Medan.
- Oglesby, C.H. Hicks, R.G.** (1982), *Highway Engineering*, Fourt Edition. Edisi Indonesia. 1998, terjemahan Purwo Setianto. Teknik Jalan Raya. Edisi Jilid ke Empat Erlangga, Jakarta.
- Pignataro, L.J.** (1973), *Traffik Engineering Theory and Practice*, Prentice Hall, Inc., Englewood Cliffs, New Jersey, U.S.A.

Sukirman, S, (1994), *Dasar Dasar Perencanaan Geometrik Jalan*, Nova, Bandung.

Warpani, S.P, (2001). *Rekayasa lalu lintas*, Bharata, Jakarta.