

ANALISA TIKUNGAN PADA RUAS JALAN PEMATANG SIANTAR KECAMATAN BALIGE KABUPATEN TOBA SUMATERA UTARA

Benget Dayon Juansen Simanjuntak, Yudha Hanova

Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Dan Komputer Universitas Harapan Medan

Jl.HM Joni No.70 Teip. (061) 4521513 Medan 20271 Sumatera Utara

bengetj@gmail.com

Abstrak.

Analisa tikungan dibutuhkan untuk mengetahui kondisi jalan yang sekiranya memberikan dampak buruk seperti kecelakaan. Tikungan membutuhkan kajian khusus karena tidak jarang menjadi penyebab kecelakaan. Penelitian ini bertujuan untuk melakukan analisis mendalam terhadap tikungan pada ruas jalan dengan fokus pada beberapa aspek kunci. Metode penelitian yang digunakan survei lapangan untuk mengumpulkan data fisik dari tikungan yang ada, seperti radius tikungan, kemiringan, lebar jalan, dan faktor-faktor lain yang relevan yang berada di lokasi penelitian. Hasil penelitian ini menemukan bahwa Bentuk tikungan pada ruas Jalan Pematang Siantar, Kecamatan Balige, Kabupaten Toba, Sumatera Utara STA 0:750 adalah tikungan Spiral-Spiral. Dua tikungan memiliki jari-jari yang tidak memenuhi kriteria jenis tikungan Full Circle, Karena nilai $e > 3\%$. Dilakukan perhitungan dengan jenis tikungan Spiral-Circle-Spiral atau Spiral-Spiral ditemukan nilai $L_c < 20m$ (tidak memenuhi syarat tikungan). Selanjutnya dihitung dengan jenis tikungan Spiral-Spiral dengan hasil $T_s > L_s$ yang memenuhi syarat. Jenis Lengkung yang dipakai sesuai dengan standart bina Marga pada tikungan P3 dan P6 adalah Lengkung Spiral-Spiral didapat dari analisa data tangen ke Spiral (T_s) lebih besar dari panjang lengkung peralihan (L_s) yang menjadi syarat utama, Karena $T_s = 8,1m > L_s = 8m$ dan $T_s = 16,4m > L_s = 16,3m$, maka tikungan jenis Spiral-Spiral dapat digunakan

Kata Kunci: Tikungan Jalan, Keselamatan Pengendara, Geometri

I. Pendahuluan

Jalan Pematang Siantar, Kecamatan Balige, Kabupaten Toba, Sumatera Utara merupakan jalan vital daerah tersebut. Jalan ini termasuk pada jalan kolektor primer yang merupakan jalan nasional. Jalan Pematang Siantar termasuk pada Lintas Timur Sumatera. Jalan ini terletak berjarak 300 meter dari Kota Balige yang merupakan Ibukota Kabupaten Toba. Walaupun jalan ini merupakan jalan vital bagi masyarakat, namun tak sering juga terjadi kecelakaan diruas jalan tersebut. Kecelakaan sering terjadi diruas Jalan Pematang Siantar. Kecelakaan lalu lintas kerap terjadi disekitar kita, ada beberapa penyebab yaitu faktor jalan, kondisi lingkungan, kelalaian pengguna jalan, dan faktor kendaraan. Faktor jalan ini merupakan bagian yang sangat penting karena pada faktor ini kecepatan rencana, geometri jalan direncanakan. Apabila rencana tidak sesuai ketentuan akan memberikan hasil negatif bagi pengguna jalan. Maka sebab itu penulis melakukan penelitian pada ruas jalan Pematang Siantar, Kecamatan Balige, Kabupaten Toba, Sumatera Utara.

Besarnya angka kecelakaan yang terjadi di Indonesia dengan 94.617 kasus mengakibatkan korban 19.054 orang tewas, angka yang memprihatinkan, sehingga bisa dikatakan setiap hari Indonesia kehilangan nyawa di jalan raya. Banyaknya terjadi kecelakaan diruas Jalan Pematang Siantar, Kecamatan Balige, Kabupaten Toba, Sumatera Utara ini menimbulkan keresahan bagi masyarakat.

Berdasarkan pada uraian di atas, maka penulis tertarik untuk mengkaji dan menganalisis hubungan geometrik dengan kecelakaan lalu lintas di ruas jalan Pematang Siantar Kecamatan Balige, Kabupaten Toba, Sumatera Utara, dikarenakan kerap terjadi kecelakaan pada ruas jalan Pematang Siantar, Kecamatan Balige, Kabupaten Toba, Sumatera Utara. Serta belum pernah dilakukan penelitian menyangkut kecelakaan dan penyebab terjadinya pada ruas jalan Pematang Siantar, Kecamatan Balige, Kabupaten Toba, Sumatera Utara. Adapun point sasaran yang ditetapkan dalam karya ilmiah ini yaitu :

1. Mengetahui bentuk tikungan pada jalan Pematang Siantar, Kecamatan Balige, Kabupaten Toba, Sumatera Utara.
2. Mengetahui bentuk tikungan sesuai dengan pedoman desain rencana Bina Marga.

II. Tinjauan Pustaka

2.1 Jalan

Jalan adalah prasarana transportasi darat yang meliputi seluruh bagian jalan, termasuk bangunan pelengkap dan perlengkapannya yang diperuntukkan bagi lalu lintas, yang berada pada permukaan tanah, di atas permukaan tanah, di atas permukaan air serta di bawah permukaan tanah dan atau air, kecuali jalan kereta api, jalan lori dan jalan kabel (*Peraturan Pemerintah Nomor 34 Tahun 2006*). Jalan raya adalah jalur - jalur tanah di atas permukaan bumi yang dibuat oleh manusia dengan bentuk, ukuran dan jenis konstruksinya sehingga dapat digunakan untuk menyalurkan lalu lintas orang, hewan dan

kendaraan yang mengangkut barang dari suatu tempat ke tempat lainnya dengan mudah dan cepat. (Clarkson H. Oglesby. 1999)

Klasifikasi Jalan Menurut Fungsi Jalan adalah:

- 1 Jalan *Arteri* adalah jalan umum yang melayani angkutan utama dengan ciri ciri perjalanan jarak jauh, kecepatan rerata tinggi dan jumlah jalan masuk dibatasi secara efisien.
- 2 Jalan *Kolektor* adalah jalan umum yang melayani angkutan pengumpul / pembagi dengan ciri perjalanan jarak sedang, kecepatan rerata sedang dan jumlah jalan masuk dibatasi.
- 3 Jalan Lokal Merupakan jalan umum yang berfungsi melayani angkutan setempat dengan ciri perjalanan jarak dekat, kecepatan rerata rendah dan jumlah jalan masuk tidak dibatasi.
- 4 Jalan Lingkungan Merupakan jalan umum yang berfungsi melayani angkutan lingkungan dengan ciri perjalanan jarak dekat dan kecepatan rerata rendah.

2.2 Faktor Penyebab Kecelakaan

Menurut *Hoobs F.D (1995)* keselamatan jalan dapat ditingkatkan dan kecelakaan dapat dikurangi atau kosekuensinya bisa diperkecil. Terjadi suatu kecelakaan tidak selalu timbul oleh suatu sebab tetapi oleh kombinasi berbagai efek dari sejumlah kelemahan atau gangguan yang berkaitan dengan pemakai kendarannya dan tata letak jalan. Serta menurut *Austrod (2002) Warpani (1999)* dan *Pignataro (1973)* faktor paling umum yang berkrontribusi dalam kecelakaan lalu lintas adalah pengemudi dan penjalan kaki, jalan, lingkungan jalan.

Menurut *Austroad (2002)* kecelakaan disebabkan oleh 4 faktor yaitu, manusia, kendaraan, jalan, dan lingkungan serta interaksi dan kombinasi satu atau dua lebih faktor tersebut.

2.3 Geometrik Jalan

Geometrik Jalan merupakan membangun badan jalan raya di atas permukaan tanah baik secara vertikal maupun *horizontal* dengan asumsi bahwa permukaan tanah adalah tidak rata. Tujuannya adalah menciptakan sesuatu hubungan yang baik antara waktu dan ruang menurut kebutuhan kendaraan yang bersangkutan, menghasilkan bagian-bagian jalan yang memenuhi persyaratan kenyamanan, keamanan serta efisiensi yang optimal. Hal-hal tersebut haruslah menjadi bahan pertimbangan dalam perancangan sehingga menghasilkan geometrik jalan memenuhi tingkat kenyamanan dan keamanan yang diharapkan.

2.4 Alinyemen Horizontal

Alinyemen horizontal jalan umumnya berupa serangkaian bagian-bagian jalan yang lurus dan melengkung berbentuk busur lingkaran, dan yang dihubungkan oleh lengkung peralihan atau tanpa lengkung peralihan.

- a. Tikungan
Jari-Jari Minimum Kendaraan pada saat tikungan dengan kecepatan (V) akan menerima gaya sentrifugal yang menyebabkan kendaraan tidak stabil.
- b. Jarak Pandang
Jarak pandang didefinisikan dari geometri jalan raya jarak di sepanjang tengah tengah suatu jalur dari mata pengemudi ke suatu titik dimuka garis yang sama yang dapat dilihat oleh pengemudi (RSNI T 14-2004) Jarak pandang adalah panjang jalan didepan yang terlihat (Bina Marga, 2021),
- c. Volume Lalu Lintas
Volume lalu lintas adalah jumlah kendaraan yang melewati suatu titik tertentu pada pada ruas jalan persatuan waktu dinyatakan dalam kendaraan per jam atau satuan mobil penumpang per jam. (*PM nomor 96 Tahun 2015*). Volume lalu lintas adalah banyaknya kendaraan yang melewati suatu titik atau garis tertentu pada suatu penampang melintang jalan. Data pencacahan volume lalu lintas adalah informasi yang diperlukan untuk fase perencanaan, desain, manajemen sampai pengoperasian jalan (*Sukirman 1994*).
- d. Tingkat pelayanan jalan
Tingkat pelayanan jalan adalah ukuran dari pengaruh yang membatasi akibat peningkatan volume. Tolak ukur terbaik untuk melihat tingkat pelayanan pada suatu kondisi lalu lintas arus terganggu adalah kecepatan perjalanan dan perbandingan antara volume dan kapasitas
- e. Perhitungan LHR
Perhitungan LHR Seminggu Anggaplah perhitungan selama 16 jam : Jumat 10.000 Kendaraan Sabtu 9.000 Kendaraan Minggu 7.500 Kendaraan Senin sampai Jumat dianggap sama, maka arus Lalu lintas seminggu LHR adalah $5 \times 10.000 + 1 \times 9.000 + 1 \times 7.500 = 66.500$ (2.26) Namun perhitungan 16 jam adalah kurang lebih 93 % daripada seluruh arus Lalu lintas. Jadi, Lalu lintas Mingguan = $66.500 \times 100/93 = \pm 72.000$ Kendaraan Dengan mengetahui arus Lalu lintas Bulanan rata-rata (LBR) dapat dihitung arus lalu lintas Tahunan rata-rata (LTR). Apabila LBR suatu kawasan atau area tidak diketahui, data rata-rata Daerah atau Negara seperti dalam tabel 2.18 dapat digunakan. Misalnya kita menggunakan perhitungan Bulan Juni yang LMR nya adalah 72.000 Kendaraan itu. Perhitungan dalam Bulan Juni adalah 110 % dari LTR. Maka : $LHRt = 72.000/7 \times 100/110 = 9.300$ Kendaraan per hari

III. Metode Penelitian

3.1 Lokasi Penelitian

Lokasi penelitian ini dilakukan pada Jalan Pematang Siantar, Kecamatan Balige, Kabupaten Toba, Sumatera Utara.



Gambar 1. Lokasi Penelitian
Sumber: Google earth Pro

3.2 Pengumpulan data

Data yang akan digunakan dalam penelitian ini terdiri dari dua macam data pokok yaitu:

1. Data Primer

Data primer merupakan data yang didapatkan dari survey lapangan .Data tersebut meliputi geometrik jalan kecepatan rata rata dan perlengkapan jalan.

2. Data sekunder

Data sekunder sekunder merupakan informasi yang didapat dari intasnsi terkait yang mempunyai wewenang adapun data tersebut ialah Data LHR dan Data kecelakaan.

3.3 Data Geometrik Jalan

Data yang dicari adalah jari jari tikungan, derajat kelengkungan, lebar perkerasan, kelandaian jalan, serta panjang lokasi penelitian.

Alat yang digunakan yaitu:

1. Theodolit
2. Rollmeter
3. Alat tulis
4. Kompas
5. Rambu ukur

Cara Kerja:

1. Menentukan titik pendirian alat
2. Menyetel alat stabilkan kedudukan alat agar kedudukannya tidak bergerak,nivo harus seimbang
3. Awal pembacaan diawali dari BM
4. Lakukan pembacaan BA, BT, BB, sudut azimuth, sudut Vertikal dan mencatatnya pada form
5. Lakukan pembacaan pada titik kedua
6. Pengukurann menggunakan sistem polygon terbuka

3.4 Analisi jari-jari tikungan

Analisi jari jari tikungan (R) dilakukan dengan langsung Data yang dari pengukuran langsung dianalisis dengan bantuan aplikasi excel kemudian hasil analisis dirubah kedalam bentuk gambar dengan batuan program autocad. Menentukan titik penting dalam tikungan seperti bagian lurus,awal tikungan dan akhir tikungan Dari gambar diperoleh letak awal tikungan serta akhir tikungan serta panjang lengkungnya.Untuk memperoleh jari jari tikungan bisa didapat dengan menarik tegak lurus dari titik awal tikungan sampai memotong dua garis tersebut

3.5 Survey kecepatan rata-rata

Survey kecepatan dilakukan dengan menghitung jarak yang ditempuh kendaraan dibagi dengan waktu.lokasi survey sepanjang 100 meter.Klasifikasi kendaraan yaituSepeda motor,mobil pribadi ,bus dan truck

Alat yang digunakan:

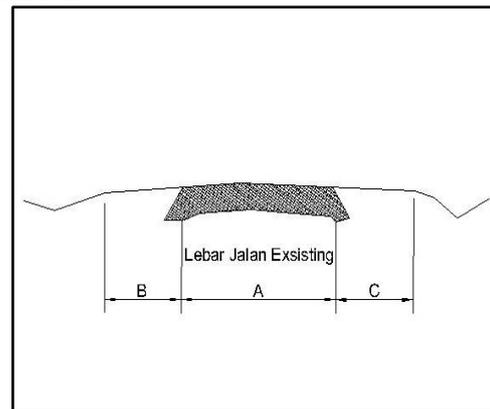
1. Stopwatch mencatat waktu
2. Roll meter untuk menentukan panjang penelitian
3. Alat tulis.

Cara kerja :

1. Menyiapkan alat tulis dan stopwatch
2. Menempatkan titik survey dari titik awal sampa akhir yang mempunyai jarak 100 m.
3. Mencatat waktu tempu pada setiap jenis kendaraan.

3.6 Survey perlengkapan jalan

Mengamati secara langsung apakah perlengkapan jalan apa saja yang ada dilokasi penelitian.



Gambar 2. Eksisting Jalan
Sumber: Data Lapangan

Tabel 1. Data Eksisting Jalan

| No. | STA | | Panjang (m) | Ukuran Eksisting Jalan (m) | | |
|-----|-------|--------|-------------|----------------------------|-----|-----|
| | Dari | Sampai | | A | B | C |
| 1 | 0+00 | 0+50 | 50 | 8 | 1.2 | 1.2 |
| 2 | 0+50 | 0+100 | 50 | 8 | 1.2 | 1.2 |
| 3 | 0+100 | 0+150 | 50 | 8 | 1.2 | 1.2 |
| 4 | 0+150 | 0+200 | 50 | 8 | 1.2 | 1.2 |
| 5 | 0+200 | 0+250 | 50 | 8 | 1.2 | 1.2 |
| 6 | 0+250 | 0+300 | 50 | 8 | 1.2 | 1.2 |
| 7 | 0+300 | 0+350 | 50 | 8 | 1.2 | 1.2 |
| 8 | 0+350 | 0+400 | 50 | 7 | 1.2 | 1.2 |
| 9 | 0+400 | 0+450 | 50 | 7 | 1.2 | 1.2 |
| 10 | 0+450 | 0+500 | 50 | 7 | 1.2 | 1.2 |
| 11 | 0+500 | 0+550 | 50 | 7 | 1.2 | 1.2 |
| 12 | 0+550 | 0+600 | 50 | 7 | 1.2 | 1.2 |
| 13 | 0+600 | 0+650 | 50 | 7 | 1.2 | 1.2 |
| 14 | 0+650 | 0+700 | 50 | 7 | 1.2 | 1.2 |

| | | | | | | |
|----|-------|-------|----|---|-----|-----------------|
| 15 | 0+700 | 0+750 | 50 | 7 | 1.2 | .2 ¹ |
| 16 | 0+750 | 0+800 | 50 | 7 | 1.2 | .2 ¹ |
| 17 | 0+800 | 0+850 | 50 | 7 | 1.2 | .2 ¹ |
| 18 | 0+850 | 0+900 | 50 | 7 | 1.2 | .2 ¹ |
| 19 | 0+900 | 0+950 | 50 | 7 | 1.2 | .2 ¹ |
| 20 | 0+950 | 1+00 | 50 | 7 | 1.2 | .2 ¹ |

Sumber: Data Lapangan

Tabel 2. Data elevasi

| No. | STA | | Panjang (m) | Elevasi | |
|-----|-------|-------|----------------|----------------|-----------------------------|
| | | | | Existing Tanah | Elevasi Rencana Timbunan |
| 1 | 0+00 | 0+50 | 50 | 19,19 | 19,29 |
| 2 | 0+50 | 0+100 | 50 | 20,29 | 20,39 |
| 3 | 0+100 | 0+150 | 50 | 19,86 | 19,96 |
| 4 | 0+150 | 0+200 | 50 | 19,56 | 19,66 |
| 5 | 0+200 | 0+250 | 50 | 19,61 | 19,71 |
| 6 | 0+250 | 0+300 | 50 | 20,14 | 20,24 |
| 7 | 0+300 | 0+350 | 50 | 20,39 | 20,49 |
| 8 | 0+350 | 0+400 | 50 | 20,23 | 20,33 |
| 9 | 0+400 | 0+450 | 50 | 20,31 | 20,41 |
| 10 | 0+450 | 0+500 | 50 | 20,33 | 20,43 |
| 11 | 0+500 | 0+550 | 50 | 20,35 | 20,45 |
| 12 | 0+550 | 0+600 | 50 | 20,29 | 20,39 |
| 13 | 0+600 | 0+650 | 50 | 20,25 | 20,35 |
| 14 | 0+650 | 0+700 | 50 | 20,15 | 20,25 |
| 15 | 0+700 | 0+750 | 50 | 20,06 | 20,16 |
| 16 | 0+750 | 0+800 | 50 | 19,87 | 19,97 |
| 17 | 0+800 | 0+850 | 50 | 20,29 | 20,39 |
| 18 | 0+850 | 0+900 | 50 | 20,19 | 20,29 |
| 19 | 0+900 | 0+950 | 50 | 19,92 | 20,02 |
| 20 | 0+950 | 1+00 | 50 | 19,69 | 19,79 |

Sumber: Data Lapangan

IV. Analisa Data

4.1 Hasil Pengukuran

Hasil pengukuran menggunakan metode survey lapangan pada lokasi penelitian, menggunakan alat Theodolit.

Tabel 4. Data Koordinat Titik

| No | Titik | Data Koordinat | |
|----|-------|----------------|--------|
| | | X | Y |
| 1 | P0 | 508163 | 258180 |
| 2 | P1 | 508253 | 258249 |
| 3 | P2 | 508328 | 258301 |
| 4 | P3 | 508375 | 258309 |
| 5 | P4 | 508538 | 258325 |
| 6 | P5 | 508733 | 258345 |

| | | | |
|---|----|--------|--------|
| 7 | P6 | 508825 | 258356 |
| 8 | P7 | 508866 | 258367 |

Sumber: Data Pengukuran Lapangan

Tabel 5. Data Koordinat Tikungan

| No | Titik | Data Koordinat | |
|----|-------|----------------|--------|
| | | X | Y |
| 1 | P3 | 508375 | 258309 |
| 2 | P6 | 508733 | 258345 |

Sumber: Data Pengukuran Lapangan

Dari survey maka didapat hasil koordinat titik dan tikungan seperti pada Tabel 4 dan Tabel 5, yang akan digunakan untuk perhitungan pemilihan jenis titik, jarak pandang, dan daerah bebas sampling.

Data-data yang diperlukan untuk menghitung jarak, sudut azimuth dan sudut bearing adalah data koordinat dari trase jalan yang sudah ditentukan.

4.2 Perhitungan Jarak

$$\begin{aligned}
 d_{0-1} &= \sqrt{(X_1 - X_0)^2 + (Y_1 - Y_0)^2} \\
 &= \sqrt{(508253 - 508163)^2 + (258249 - 258180)^2} \\
 &= 113,4 \text{ m} \\
 d_{1-2} &= \sqrt{(X_2 - X_1)^2 + (Y_2 - Y_1)^2} \\
 &= \sqrt{(508328 - 508253)^2 + (258301 - 258249)^2} \\
 &= 91,2 \text{ m} \\
 d_{2-3} &= \sqrt{(X_3 - X_2)^2 + (Y_3 - Y_2)^2} \\
 &= \sqrt{(508375 - 508328)^2 + (258309 - 258301)^2} \\
 &= 47,6 \text{ m} \\
 d_{3-4} &= \sqrt{(X_4 - X_3)^2 + (Y_4 - Y_3)^2} \\
 &= \sqrt{(508538 - 508375)^2 + (258325 - 258309)^2} \\
 &= 163,7 \text{ m} \\
 d_{4-5} &= \sqrt{(X_5 - X_4)^2 + (Y_5 - Y_4)^2} \\
 &= \sqrt{(508733 - 508538)^2 + (258345 - 258325)^2} \\
 &= 196 \text{ m} \\
 d_{5-6} &= \sqrt{(X_6 - X_5)^2 + (Y_6 - Y_5)^2} \\
 &= \sqrt{(508825 - 508733)^2 + (258356 - 258345)^2} \\
 &= 92,6 \text{ m}
 \end{aligned}$$

$$d_{6-7} = \sqrt{(X_1 - X_0)^2 + (Y_1 - Y_0)^2}$$

$$= \sqrt{(508866 - 508825)^2 + (258367 - 258356)^2}$$

$$= 42,4 \text{ m}$$

$$d_{\text{total}} = d_{0-1} + d_{1-2} + d_{2-3} + d_{3-4} + d_{4-5} + d_{5-6} + d_{6-7}$$

$$= 747,2 \text{ m}$$

4.3 Perhitungan Sudut Azimuth

$$\alpha_{P0} = \text{ArcTg} \frac{X_1 - X_0}{Y_1 - Y_0}$$

$$= \text{ArcTan} \frac{508253 - 508163}{258249 - 258180}$$

$$= 52,5^\circ$$

$$\alpha_1 = \text{ArcTg} \frac{X_2 - X_1}{Y_2 - Y_1}$$

$$= \text{ArcTan} \frac{508328 - 508253}{258328 - 258249}$$

$$= 55,2^\circ$$

$$\alpha_2 = \text{ArcTg} \frac{X_3 - X_2}{Y_3 - Y_2}$$

$$= \text{ArcTan} \frac{508375 - 508328}{258309 - 258328}$$

$$= 80^\circ$$

$$\alpha_3 = \text{ArcTg} \frac{X_4 - X_3}{Y_4 - Y_3}$$

$$= \text{ArcTan} \frac{508538 - 508375}{258325 - 258309}$$

$$= 84,3^\circ$$

$$\alpha_4 = \text{ArcTg} \frac{X_5 - X_4}{Y_5 - Y_4}$$

$$= \text{ArcTan} \frac{508733 - 508538}{258354 - 258325}$$

$$= 84,1^\circ$$

$$\alpha_5 = \text{ArcTg} \frac{X_6 - X_5}{Y_6 - Y_5}$$

$$= \text{ArcTan} \frac{508825 - 508733}{258356 - 258354}$$

$$= 83,1^\circ$$

$$\alpha_6 = \text{ArcTg} \frac{X_7 - X_6}{Y_7 - Y_6}$$

$$= \text{ArcTan} \frac{508866 - 508825}{258367 - 258356}$$

$$= 74,9^\circ$$

4.4. Perhitungan sudut bearing (Δ)

$$\Delta_1 = |\alpha_{0-1} - \alpha_{1-2}|$$

$$= |52,2 - 55,2| = 2,7^\circ$$

$$\Delta_2 = |\alpha_{1-2} - \alpha_{2-3}|$$

$$= |55,2 - 80,3| = 25^\circ$$

$$\Delta_3 = |\alpha_{2-3} - \alpha_{3-4}|$$

$$= |80,3 - 84,3| = 4^\circ$$

$$\Delta_4 = |\alpha_{3-4} - \alpha_{4-5}|$$

$$= |84,3 - 84,1| = 0,9^\circ$$

$$\Delta_5 = |\alpha_{4-5} - \alpha_{5-6}|$$

$$= |84,1 - 83,1| = 8,2^\circ$$

$$\Delta_6 = |\alpha_{5-6} - \alpha_{6-7}|$$

$$= |83,1 - 74,9| = 74^\circ$$

| Perhitungan jarak | | Perhitungan Sudut azimuth | |
|-------------------|--------|---------------------------|-------|
| d0-1 | 113,4m | ap0 | 52,5° |

| | | | |
|--------|--------|-----|-------|
| d1-2 | 91,2m | ap1 | 55,2° |
| d2-3 | 47,6m | ap2 | 80° |
| d3-4 | 163,7m | ap3 | 84,3° |
| d4-5 | 196m | ap4 | 84,1° |
| d5-6 | 92,6m | ap5 | 83,1° |
| d6-7 | 42,4m | ap6 | 74,9° |
| dTotal | 750m | ap7 | 55,2° |

4.5 Pemilihan Jenis tikungan

Berdasarkan hasil pengamatan yang dilakukan dilapangan, tikungan pada di titik P1, P2, P3, P4. Perencanaan tikungan dilakukan untuk memperoleh rasa keamanan dan kenyamanan jalan bagi para pemakai jalan. Oleh sebab itu perencanaan tikungan harus diperhitungkan secara teknis agar mendapatkan tikungan yang layak untuk dipakai. Perhitungan tikungan tersebut dijabarkan sebagai berikut:

4.5.1 Tikungan di P3

Data dan klasifikasi desain:

$$\Delta_3 = 4^\circ$$

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

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

$$r_{\text{max}} = 0,035 \text{ m/m/det}$$

$$f_{\text{max}} = -0.00065VR + 0,192 = -$$

$$0.00065(60) + 0,192 = 0,153$$

$$R_{\text{min}} = \frac{V_R^2}{127(e_{\text{maks}} + f_{\text{maks}})}$$

$$= \frac{60^2}{127(0,1 + 0,153)} = 112,04 \text{ m}$$

$$R_c = 115 \text{ m}$$

$$R_c > R_{\text{min}}$$

$$115 > 112,04 \text{ m}$$

4.5.2 Perhitungan super elevasi desain

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

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

$$= 12,784^\circ$$

$$D_d = \frac{1432,39}{R_c} = \frac{1432,39}{115}$$

$$= 12,456^\circ$$

$$e_d = \frac{e_{\text{max}} D_d^2}{D_{\text{max}}^2} + \frac{2e_{\text{max}} D_d}{D_{\text{max}}^2}$$

$$= \frac{-0,1 \times 12,456^2}{12,784^2} + \frac{2 \times 0,1 \times 12,456}{12,784}$$

$$= 0,1 = 10\%$$

Syarat Tikungan *Full Circle* adalah $e \leq 3\%$

Karena $e = 10\% > 3\%$ tidak memenuhi syarat tikungan jenis *Full Circle*. Maka jenis tikungan

yang digunakan adalah *Spiral-Circle-Spiral* atau *Spiral-Spiral*.

4.5.3 Perhitungan lengkung peralihan (Ls)

a. Berdasarkan waktu tempuh maximum (3 detik) untuk melintasi lengkung peralihan

$$Ls = \frac{V_r T}{3,6} = \frac{V_r T}{3,6} = 50m$$

b. Berdasarkan antisipasi gaya sentrifugal:

$$Ls = \frac{0,022V_r^3}{R_c C} - \frac{0,022V_r e}{C}$$

$$= \frac{0,022 \times 60^3}{115 \times 0,4} - \frac{2,727 \times 60 \times 0,1}{0,4} = 64,246m$$

c. Berdasarkan tingkat pencapaian perubahan kelandaian :

$$Ls = \frac{(e_{max} - e_n)}{3,6 X R_c} V_r = \frac{(0,1 - 0,02)}{3,6 \times 0,035} 60$$

$$= 38,095 m$$

Dipakai nilai Ls yang terbesar yaitu 62,426m. Digunakan Rc=115m

Dengan e=10%

d. Cek nilai p

$$p = \frac{Ls^2}{24 \times Rc} = \frac{62,426^2}{24 \times 115} = 1,412$$

Jika nilai p < 0,25 m, maka lengkung peralihan tidak diperlukan sehingga tipe tikungan menjadi *Full Circle*. Nilai p yang didapat adalah 1,412m > 0,25m, maka jenis tikungan bukan jenis *Full Circle*.

4.5.4 Perhitungan θ_s dan L_c

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

$$= \frac{90 \times 62,426}{\pi \times 115}$$

$$= 15,551$$

$$L_c = \frac{(\Delta - 2\theta_s)}{180} \times \pi \times R_c$$

$$= \frac{(4 - 2 \times 15,551)}{180} \times 3,14 \times 115$$

$$= -54m$$

Syarat Tikungan *Spiral-Circle-Spiral* adalah $L_c \geq 20m$.

Karena $L_c = -54m < 20m$ tidak memenuhi syarat tikungan jenis *Spiral-Circle-Spiral*. Maka jenis tikungan yang digunakan adalah *Spiral-Spiral*.

4.5.5 Perhitungan Besar Tikungan

$$L_c = 0$$

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

$$= \frac{1}{2} (4)$$

$$= 2$$

$$L_s = \frac{\theta_s \cdot \pi \cdot R_c}{90} = \frac{2 \times 3,14 \times 115}{90} = 8 m$$

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

$$= \frac{8^2}{6 \times 115} - 115 (1 - \cos 2) = 0,022 m$$

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

$$= 4 - \frac{4^3}{40 \times 115^2} - 115 \sin(2) = 3,9m$$

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

$$= (115 + 0,022) \tan \frac{1}{2} 4 + 3,9 = 8,1 m$$

$$Es = (R_c + p) \tan \frac{1}{2} \Delta + R_c$$

$$= (115 + 0,022) \tan \frac{1}{2} 4 + 115$$

$$= 117,15m$$

$$L_{total} = 2 Ls$$

$$= 2 \times 8 = 16m$$

Syarat Tikungan *Spiral-Spiral* adalah $Ts > Ls$. Karena $Ts = 8,1m > Ls = 8 m$, maka tikungan jenis *Spiral-Spiral* dapat digunakan

Tikungan di P6

Data dan klasifikasi desain:

$$\Delta 12 = 8,2^\circ \quad T$$

$$= 3 \text{detik}$$

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

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

$$Remax = 0,035 \text{m/m/det}$$

$$Fmax = -0,00065 VR + 0,192 =$$

$$-0,00065(60) + 0,192 = 0,153$$

$$Rmin = \frac{V_R^2}{127(e_{maks} + f_{maks})}$$

$$= \frac{60^2}{127(0,1 + 0,153)} = 112,04m$$

$$Rc = 115m$$

$$Rc > Rmin = 115 > 112,04$$

4.5.6 Perhitungan super elevasi desain

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

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

$$= 12,784^\circ D_d = \frac{1432,39}{Rc} = \frac{1432,39}{115}$$

$$= 12,456^\circ$$

$$e_d = \frac{e_{max} D_d^2}{D_{max}^2} + \frac{2e_{max} D_d}{D_{max}^2}$$

$$= \frac{-0,1 \times 12,456^2}{12,784^2} + \frac{2 \times 0,1 \times 12,456}{12,784}$$

$$= 0,1 = 10\%$$

Syarat Tikungan *Full Circle* adalah $e \leq 3\%$

Karena $e = 10\% > 3\%$ tidak memenuhi syarat tikungan jenis *Full Circle*. Maka jenis tikungan yang digunakan adalah *Spiral-Circle-Spiral* atau *Spiral-Spiral*.

4.5.7 Perhitungan lengkung peralihan (Ls)

a. Berdasarkan waktu tempuh maximum (3detik) untuk melintasi lengkung peralihan

$$Ls = \frac{V_r T}{3,6} = \frac{V_r T}{3,6} = 50m$$

b. Berdasarkan antisipasi gaya sentry fugal:

$$L_s = \frac{0,022V_r^3}{R_c C} - \frac{0,022V_r e}{C}$$

$$= \frac{0,022 \times 60^3}{115 \times 0,4} - \frac{2,727 \times 60 \times 0,1}{0,4} = 64,246 \text{ m}$$

c. Berdasarkan tingkat pencapaian perubahan kelandaian :

$$L_s = \frac{(e_{\max} - e_n)}{3,6 \times R_c} V_r$$

$$= \frac{(0,1 - 0,02)}{3,6 \times 0,035} 60 = 38,095 \text{ m}$$

Dipakai nilai L_s yang terbesar yaitu 62,426m. Digunakan $R_c = 115\text{m}$ dengan $e = 10\%$

d. Cek nilai p

$$p = \frac{L_s^2}{24 \times R_c} = \frac{62,426^2}{24 \times 115} = 1,412$$

Jika nilai $p < 0,25 \text{ m}$, maka lengkung peralihan tidak diperlukan sehingga tipe tikungan menjadi *Full Circle*. Nilai p yang didapat adalah $1,412 \text{ m} > 0,25 \text{ m}$, maka jenis tikungan bukan jenis *Full Circle*.

4.6 Jarak Pandang

4.6.1 Jarak Pandang di titik P3

Data yang harus diketahui sebelumnya :

Kecepatan rencana (V_R) = 60 km/jam

F_p = dipakai 0,35 m

= dipakai 15 km/jam

a. Jarak Pandang henti

$$J_h = 0,694 V_R + 0,0004$$

$$\frac{V_R^2}{f_p} = 0,694 V_R + 0,0004$$

$$\frac{V_R^2}{f_p} = 82,783$$

b. Jarak Pandang Mendahului

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

$$a = 2,052 + 0,0036 V_R$$

$$= 2,052 + 0,0036(60)$$

$$= 2,268 \text{ m/det}^2$$

$$T_1 = 2,12 + 0,026 V_R$$

$$= 2,12 + 0,026(60) = 3,680 \text{ m/det}$$

$$T_2 = 6,56 + 0,048 V_R$$

$$= 6,56 + 0,048(60) = 9,448 \text{ m/det}$$

$$d_1 = 0,278 T_1 \left(V_r - m + \frac{a T_1}{2} \right)$$

$$= 0,278 T_1 \left(60 - 15 + \frac{2,268(3,68)}{2} \right)$$

$$= 50,306$$

$$d_2 = 0,278 V_r T_2$$

$$= 0,278 (60)(9,440)$$

$$= 157,459$$

$$d_3 = \text{dipakai } 30 \text{ m}$$

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

$$= \frac{2}{3} (157,459)$$

$$= 104,973$$

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

$$= 50,306 + 157,459 + 30 + 104,973$$

$$= 342,738 \text{ m}$$

Maka jarak pandang henti yang diperlukan adalah sebesar 82,783 m dan jarak pandang mendahului yang dibutuhkan adalah sebesar 342,738 m

4.6.2 Jarak Pandang di titik P6

Data yang harus diketahui sebelumnya :

Kecepatan rencana (V_R) = 60 km/jam

F_p = dipakai 0,35

m = dipakai 15 km/jam

a. Jarak Pandang henti J_h

$$= 0,694 V_R + 0,0004 \frac{V_R^2}{f_p}$$

$$= 0,694 V_R + 0,0004 \frac{V_R^2}{f_p} = 82,783$$

b. Jarak Pandang Mendahului

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

a. $a = 2,052 + 0,0036 V_R$

$$= 2,052 + 0,0036(60)$$

$$= 2,268 \text{ m/det}^2$$

$$T_1 = 2,12 + 0,026 V_R$$

$$= 2,12 + 0,026(60)$$

$$= 3,680 \text{ m/det}$$

$$T_2 = 6,56 + 0,048 V_R$$

$$= 6,56 + 0,048(60)$$

$$= 9,448 \text{ m/det}$$

$$d_1 = 0,278 T_1 \left(V_r - m + \frac{a T_1}{2} \right)$$

$$= 0,278 T_1 \left(60 - 15 + \frac{2,268(3,68)}{2} \right)$$

$$= 50,306$$

$$d_2 = 0,278 V_r T_2$$

$$= 0,278 (60)(9,440)$$

$$= 157,459$$

$$d_3 = \text{dipakai } 30 \text{ m}$$

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

$$= \frac{2}{3} (157,459)$$

$$= 104,973$$

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

$$= 50,306 + 157,459 + 30 + 104,973$$

$$= 342,738 \text{ m}$$

Maka jarak pandang henti yang diperlukan adalah sebesar 82,783 m dan jarak pandang mendahului yang dibutuhkan adalah sebesar 342,738 m

4.7 Daerah bebas samping

4.7.1 Daerah bebas samping pada di tikungan P3

Data-data yang diketahui

R_c = 115

Lebar jalan = 9m

$$\begin{aligned}
L_{\text{total}(L_t)} &= 79,4\text{m} \\
J_h &= 82,783\text{m} \\
R' &= R_c - \frac{1}{2}W \\
W &= 115 - \frac{1}{2}(9) = 110,5\text{m} \\
\text{Disimpulkan bahwa} \\
J_h &> L_t \\
\text{Maka :} \\
E &= R' \left(1 - \cos\left(\frac{90^\circ J_h}{\pi R'}\right)\right) + \frac{1}{2}(J_h - L_t) \sin\left(\frac{90^\circ J_h}{\pi R'}\right) \\
&= 115 \left(1 - \cos\left(\frac{90^\circ 82,783}{3,14 \times 110,5}\right)\right) + \frac{1}{2}(82,783 - 79,4) \sin\left(\frac{90^\circ 82,783}{3,14 \times 110,5}\right) \\
&= 8,6\text{ m}
\end{aligned}$$

Daerah bebas samping berdasarkan jarak pandang henti adalah sebesar 8,6 meter

4.7.2 Daerah bebas samping pada di tikungan P6

Data-data yang diketahui

$$\begin{aligned}
R_c &= 115 \\
\text{Lebar jalan} &= 9\text{m} \\
L_{\text{total}(L_t)} &= 67,8\text{m} \\
J_h &= 82,783\text{m} \\
R' &= R_c - \frac{1}{2}W \\
&= 115 - \frac{1}{2}(9) \\
&= 110,5\text{m} \\
\text{Disimpulkan bahwa} \\
J_h &> L_t \\
\text{Maka :} \\
E &= R' \left(1 - \cos\left(\frac{90^\circ J_h}{\pi R'}\right)\right) + \frac{1}{2}(J_h - L_t) \sin\left(\frac{90^\circ J_h}{\pi R'}\right) \\
&= 115 \left(1 - \cos\left(\frac{90^\circ 82,783}{3,14 \times 110,5}\right)\right) + \frac{1}{2}(82,783 - 67,8) \sin\left(\frac{90^\circ 82,783}{3,14 \times 110,5}\right) \\
&= 10,7\text{ m}
\end{aligned}$$

Daerah bebas samping berdasarkan Jarak Pandang Henti adalah sebesar 10,7 meter

V. Kesimpulan Dan Saran

5.1 Kesimpulan

Dari pembahasan yang disajikan, maka diperoleh kesimpulan sebagai berikut:

1. Bentuk tikungan pada ruas Jalan Pematang Siantar, Kecamatan Balige, Kabupaten Toba, Sumatera Utara STA 0:750 adalah tikungan *Spiral-Spiral*.
2. Dua tikungan memiliki jari-jari yang tidak memenuhi kriteria jenis tikungan *Full Circle*, Karena nilai $e > 3\%$. Dilakukan perhitungan dengan jenis tikungan *Spiral-Circle-Spiral* atau *Spiral-Spiral* ditemukan nilai $L_c < 20\text{m}$ (tidak memenuhi syarat tikungan). Selanjutnya dihitung dengan jenis tikungan *Spiral-Spiral* dengan hasil $T_s > L_s$ yang memenuhi syarat.
3. Jenis Lengkung yang dipakai sesuai dengan standart bina Marga pada tikungan P3 dan P6 adalah Lengkung *Spiral-Spiral* didapat dari analisa data tangen ke *Spiral*(T_s) lebih besar dari panjang lengkung peralihan (L_s) yang menjadi syarat utama, Karena $T_s = 8,1\text{m} > L_s = 8\text{ m}$ dan $T_s = 16,4\text{ m} > L_s = 16,3\text{ m}$, maka tikungan jenis *Spiral-Spiral* dapat digunakan

5.2 Saran

Hasil evaluasi perhitungan yang telah dilakukan pada ruas jalan Pematang Siantar STA 0:750 didapat bahwa tikungan yang dipakai adalah *Spiral-Spiral*, dan untuk kecepatan yang disarankan pada tikungan ialah sebesar 45 Km/jam dan untuk jalan lurus ialah 60 Km/jam, serta diberikan rambu lalu lintas kecepatan maksimum agar pengendara dapat lebih berhati-hati agar meminimalisir kecelakaan yang terjadi pada ruas Jalan Pematang Siantar, Kecamatan Balige, Kabupaten Toba, Sumatera Utara.

Daftar Pustaka

- [1]. Anonim, 2006, *Peraturan Pemerintah No 34 Tentang Jalan*, Jakarta .
- [2]. Hobbs, F. D. 1995, *Perencanaan dan Teknik lalulintas (Edisi Kedua)*, Gadjah Mada University Press, Yogyakarta
- [3]. Austroads, 2002. *Road Safety Audit (2nd Edition)*, Sydney: Austroads Incorporated.
- [4]. Departemen Perhubungan, 1993, “*Peraturan pemerintah No. 43 Tahun 1993 Tentang Prasarana dan Lalu lintas*”, Jakarta.
- [5]. Lalawata, dkk, 2019, *Perancangan geometric jalan dan jembatan*, Jakarta .
- [6]. Clarkson H. Oglesby & R. Gary Hicks, 1988, *Teknik Jalan Raya*, Erlangga, Jakarta, Jilid I
- [7]. Sukirman Silvia, 1997, *Dasar-dasar Perencanaan Geometrik Jalan*, Bandung, Penerbit Nova.
- [8]. Direktorat Jendral Bina. 19 Oktober 201, Marga SE No : 20/SE/Db/2021 *Tentang Pedoman Desain Geometrik Jalan Raya*
- [9]. Hendarsin, S.L., 2000, *Penuntun Praktis Perencanaan Teknik Jalan Raya*, Politeknik Negeri Bandung, Bandung.
- [10]. Wasta, A.S., 2014, *Analisis Kelayakan Geometri Jalan Pada Ruas Jalan Ring*