

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Jalan merupakan salah satu prasarana transportasi yang sangat penting dalam mendukung mobilitas masyarakat serta distribusi barang dan jasa. Kualitas Desain Geometrik Jalan, terutama pada bagian lengkung Horisontal atau Tikungan, memiliki peran krusial dalam menjamin keselamatan, kenyamanan, dan efisiensi berkendara. Desain geometrik yang baik pada tikungan sangat mempengaruhi stabilitas kendaraan, visibilitas pengemudi, serta kapasitas jalan dalam menampung volume lalu lintas.

Pada tahun 2021, telah diterbitkan Pedoman Desain Geometrik Jalan yang menjadi acuan dalam perencanaan dan pembangunan jalan di Indonesia. Pedoman ini memberikan standar yang lebih mutakhir terkait berbagai aspek teknis, terutama lengkung horisontal, yang mempertimbangkan berbagai parameter seperti kecepatan rencana, jari-jari tikungan, superelevasi dan lebar jalur. Namun praktiknya, tidak semua ruas jalan diimplementasikan sesuai dengan standar yang telah ditetapkan dalam pedoman tersebut.

Perkembangan Kota Parepare yang sangat pesat menjadikan volume kendaraan terus meningkat, sehingga kebutuhan akan jalan yang aman dan efisien menjadi prioritas. Dalam konteks ini, evaluasi geometrik jalan terutama pada lengkung horisontal (Tikungan) sangat penting dalam mendukung program

keselamatan jalan dan pengelolaan transportasi yang berkelanjutan di Kota Parepare.

Salah satu jalan di Kota Parepare perlu dilakukan evaluasi geometrik jalan yaitu Ruas Jalan Swaka Alam Lestari, karena jalan ini merupakan jalur strategis yang sering dilalui berbagai jenis kendaraan dan terdapat banyak tikungan tajam. Kondisi geometrik pada beberapa tikungan di ruas jalan ini diduga belum sepenuhnya sesuai dengan standar pedoman desain yang terbaru. Hal ini bisa berpotensi menyebabkan berbagai masalah seperti kecelakaan lalu lintas, penurunan kecepatan, serta ketidaknyamanan bagi pengguna jalan. Dengan melakukan evaluasi terhadap geometrik jalan pada lengkung horisontal diharapkan dapat diidentifikasi kekurangan-kekurangan yang ada, serta memberikan rekomendasi perbaikan yang dapat diterapkan.

Oleh karena itu, diperlukan suatu kajian evaluasi terhadap kondisi geometrik jalan di Ruas Jalan Swaka Alam Lestari, terutama pada tikungan (Lengkung Horisontal) untuk menilai kesesuaian dengan Pedoman Desain Geometrik Jalan Tahun 2021. Penelitian ini diharapkan dapat memberikan gambaran yang komprehensif mengenai kondisi eksisting, serta dasar bagi pihak terkait dalam melakukan perbaikan dan penyesuaian yang diperlukan untuk meningkatkan dan kenyamanan pengguna jalan di Kota Parepare.

Dari uraian diatas penulis merasa tertarik untuk melakukan penelitian diruas Jalan Swkala Alam Lestari dan tugas akhir ini diangkat dengan judul “ Evaluasi Geometrik Jalan Pada Tikungan (Lengkung Horisontal) Berdasarkan Pedoman Desain Geometrik Jalan Tahun 2021”.

B. Rumusan Masalah

Berdasarkan uraian latar belakang di atas, penulis merumuskan masalah sebagai berikut :

1. Apakah kondisi geometrik pada lengkung horisontal (tikungan) Ruas Jalan Swaka Alam Lestari sudah memenuhi standar berdasarkan Pedoman Desain Geometrik Jalan tahun 2021?
2. Bagaimana desain atau jenis tikungan setelah dievaluasi?

C. Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini dapat dirumuskan sebagai berikut:

1. Untuk mengetahui kondisi geometrik jalan pada lengkung horisontal (tikungan) Jalan Swaka Alam Lestari berdasarkan Pedoman Desain Geometrik Jalan 2021.
2. Membuat desain tikungan setelah evaluasi sesuai standar.

D. Manfaat Penelitian

1. Manfaat bagi fakultas teknik Universitas Muhammadiyah Parepare
 - a). Sebagai bahan referensi akademik untuk pembelajaran dan pengembangan kurikulum terkait desain geometrik jalan dan infrastruktur transportasi.
 - b). Memberikan sumber inspirasi bagi mahasiswa untuk melakukan penelitian lanjutan terkait desain geometrik jalan.
2. Manfaat bagi instansi terkait

- a). Memberikan informasi teknis kepada Dinas Pekerjaan Umum Kota Parepare mengenai kondisi eksisting geometrik di Ruas Jalan Swaka Alam Lestari.
 - b). Menjadi acuan dalam melakukan perencanaan dan perbaikan geometrik jalan untuk meningkatkan keselamatan lalu lintas.
3. Manfaat bagi Peneliti, meningkatkan pemahaman terkait analisi dan desain geometrik jalan sesuai pedoman terbaru.

E. Batasan Masalah

Agar penelitian ini dapat dilakukan secara efektif dan fokus pada penyelesaian masalah sesuai dengan tujuan yang diharapkan, diperlukan penetapan batasan masalah sebagai berikut:

- 1. Lokasi Penelitian berada pada STA 0+000 sampai STA 1+325 pada Ruas Jalan Swaka Alam Lestari Kota Parepare.
- 2. Perhitungan volume lalu lintas harian (VLHR) dilakukan pada hari Selasa dan Rabu.
- 3. Penelitian ini menggunakan Metode Bina Marga tentang Pedoman Desain Geometrik Jalan tahun 2021.
- 4. Pada penelitian ini geometrik yang ditinjau hanya Alinyemen Horisontal.

F. Sistematika Penulisan

Penulisan yang digunakan disini adalah dengan membagi beberapa kerangka masalah dalam beberapa bagian, yang kemudian disusun dalam lima Bab

yang dimasukkan agar masa Penulisan dalam penelitian ini dilakukan dengan membagi kerangka masalah ke dalam beberapa bagian.

Untuk mendapatkan gambaran keseluruhan isi dari penulisan ini setiap Bab terdiri dari :

Bab. I Pendahuluan, Berisi latar belakang, rumusan masalah, maksud dan tujuan penelitian, manfaat penelitian, batasan masalah, sistematika penulisan.

Bab. II Landasan teori, Berisi tentang teori-teori yang membahas Geometrik jalan yang menyangkut penelitian ini.

Bab. III Metodologi Penelitian, Membahas tentang jenis penelitian, Lokasi penelitian, Pengumpulan data, Teknik analisa data, dan bagan alir penelitian.

Bab. IV Hasil dan Pembahasan, pada bab ini dibahas tentang proses analisis data, penyajian data dan hasil data serta pembahasannya.

Bab. V Hasil dan Pembahasan, Bab ini memuat kesimpulan dari hasil analisis data dan temuan yang telah diperoleh, disertai dengan bukti-bukti yang disajikan sebagai dasar untuk memberikan saran atau rekomendasi yang dapat diusulkan.

BAB II

LANDASAN TEORI

A. Pengertian Jalan

Jalan adalah infrastruktur transportasi yang memiliki peranan krusial dalam mendukung pertumbuhan ekonomi, budaya, dan sosial, pengembangan kawasan wisata serta pertahanan, keamanan dan persatuan bangsa (Fitriana, 2014). Jalan juga merupakan infrastruktur yang dapat menunjang kegiatan ekonomi, sosial, budaya dan pariwisata. Oleh karena itu, jalan merupakan infrastruktur terpenting dalam kehidupan kita sehari-hari. Menyadari pentingnya penggunaan jalan, pemerintah berupaya menambah dan memperbaiki fasilitas jalan, termasuk pelebaran jalan atau perbaikan jalan yang rusak. Namun setelah pembangunan infrastruktur, muncul permasalahan lain seperti kecelakaan lalu lintas.

Untuk memenuhi persyaratan yang ditetapkan dalam Undang-Undang Nomor 19/PRT/M/2011 dari Menteri Pekerjaan Umum tentang Persyaratan Teknis Jalan (PTJ) dan Kriteria Perencanaan Teknis Jalan (KPTJ), konstruksi jalan harus kuat ekonomis aman dan ramah lingkungan jika jalan yang baik adalah jalan yang memiliki semua aspek yang diperlukan untuk beroperasi dengan baik seperti lebar, kapasitas, akses jalan, persimpangan, bundaran, bahu jalan, dan drainase jalan.

B. Pengelompokan Jalan

Desain jalan geometrik harus dikategorikan. Dalam PP Nomor 34 Tahun 2006 tentang Jalan dan Undang-Undang (UU) Nomor 22 Tahun 2009 tentang Lalu Lintas dan Angkutan Jalan, jalan dikategorikan berdasarkan peruntukannya, sistem jaringan jalan (SJJ), ciri-ciri jalan, kegunaan jalan dan klasifikasi, yang terdiri dari klasifikasi prasarana jalan, posisi, dan penyediaan rute jenis penyediaan prasarana jalan (SPPJ) dan tingkat penggunaan jalan.

1. Pengelompokan Berdasarkan Lokasi Jalan

Jalan terbagi menjadi dua kategori berdasarkan fungsinya yaitu jalan umum dan jalan pribadi memiliki perbedaan mendasar. Jalan umum adalah fasilitas yang disediakan untuk digunakan oleh masyarakat luas sebagai sarana lalu lintas, termasuk di dalamnya Jalan tol dan jalan bebas hambatan (JBH) yang dikelola oleh pihak yang berwenang. Namun, jalan khusus adalah jalan yang tidak ditujukan untuk lalu lintas umum dan dirancang untuk kebutuhan tertentu. Bagi angkutan umum dan diperuntukkan bagi kepentingan atau keuntungan langsung orang perseorangan, kelompok sosial swasta, badan usaha niaga atau badan swasta.

2. Pengelompokan Berdasarkan Status Jalan

Meneurut kewenangannya jalan umum dibagi menjadi lima jalan, yaitu:

- a. Jalan nasional, provinsi, daerah, perkotaan, dan jalan pedesaan.

Berdasarkan pekerjaan yang dilakukan oleh masing-masing kelompok, mereka dibagi menjadi berikut:

- b. Jalan raya nasional adalah jalan raya yang dikelola oleh pemerintah yang dikembangkan, dipelihara dan direnovasi oleh pemerintah, meliputi jalan arteri primer, jalan kolektor primer, jalan tol dan rencana strategis nasional.
- c. Jalan provinsi merupakan jenis jalan umum yang, dikelola oleh pemerintah provinsi dan meliputi jalan arteri primer yang menjadi penghubung pusat provinsi dengan pusat kabupaten atau kota, Jalan arteri primer yang menghubungkan pusat provinsi atau kota, Jalan strategis provinsi, Jalan Kota Metropolitan Jakarta.
- d. Jalan kabupaten adalah jalan umum yang dikelola oleh pemerintah kabupaten, meliputi jalan kolektor primer yang tidak masuk kategori jalan nasional maupun jalan provinsi. Selain itu, jalan ini mencakup jalan primer lokal yang menghubungkan ibu kota kabupaten dengan ibu kota kecamatan, ibu kota kabupaten dengan pusat desa, antar ibu kota kecamatan, ibu kota kecamatan dengan desa, serta antar desa. Jalan sekunder yang tidak termasuk dalam jalan provinsi atau jalan sekunder dalam kota juga masuk dalam kategori ini, termasuk jalan strategis kabupaten. Jalan kota adalah jalan umum yang diselenggarakan oleh pemerintah kota dan merupakan bagian dari jaringan jalan dalam kota.
- e. Jalan desa merupakan jalan umum yang dikelola oleh pemerintah kabupaten. Jalan ini meliputi jalan lingkungan primer dan jalan primer lokal yang tidak termasuk dalam kategori jalan kabupaten. Jalan desa biasanya berada di wilayah pedesaan dan berfungsi untuk menghubungkan kawasan atau antar pemukiman dalam satu wilayah desa.

3. Pengelompokan Jalan Berdasarkan Sistem Jaringan Jalan

Sistem jaringan jalan (SJJ) terdiri dari jalan yang terhubung secara hierarkis berdasarkan fungsinya. Jaringan primer fokus pada perencanaan dan distribusi barang serta jasa di tingkat nasional, menghubungkan pusat kegiatan. Sementara itu, jaringan sekunder berfungsi dalam penataan ruang kabupaten/kota dan mendukung distribusi layanan di daerah perkotaan, menghubungkan kawasan dengan berbagai fungsi.

4. Pengelompokan Jalan Berdasarkan Fungsi Jalan

Berdasarkan fungsinya, jalan dapat dikelompokkan dan dibedakan dalam Sistem Jaringan Jalan (PP No. 34/2006).

- a. Pengelompokan jalan berdasarkan fungsinya dalam Sistem Jaringan Jalan (SJJ) primer.
 - 1). Jalan Arteri induk yang berfungsi menghubungkan antar Pusat Kegiatan Nasional (PKN) atau antara Pusat Kegiatan Nasional (PKN) dengan Pusat Kegiatan Wilayah (PKW), melayani angkutan utama dengan ciri-ciri :
 - a. Untuk melayani lalu lintas jarak jauh tanpa gangguan dari lalu lintas barang, lalu lintas lokal, atau aktivitas di sekitar wilayah setempat.
 - b. Kecepatan maksimum rata-rata dengan D_v minimum 60 km/jam
 - c. memiliki kapasitas volume lalu lintas yang lebih besar dari rata-rata.
 - d. Memiliki lebar jalan minimal 11 m.

- e. Perpotongan bidang tanah disusun sedemikian rupa sehingga sesuai dengan definisi titik a, b, dan c.
 - f. Jumlah masuk terbatas.
 - g. Jalur arteri utama yang memasuki kawasan perkotaan dan/atau kawasan pembangunan perkotaan tidak boleh diganggu.
- 2). Jalan Kolektor Primer berfungsi sebagai penghubung antara Pusat Kegiatan Nasional (PKN) dengan Pusat Kegiatan Lokal (PKL), antar Pusat Kegiatan Wilayah (PKW), atau antara Pusat Kegiatan Wilayah (PKW) dan Pusat Kegiatan Lokal (PKL), akan melakukan pelayanan angkutan pengumpulan/pendistribusian sesuai dengan karakteristiknya dengan ciri-ciri sebagai berikut :
- a. Sesuai untuk transportasi dengan jarak menengah.
 - b. Memiliki kecepatan rata-rata sedang dengan V_D minimal 40 km/jam.
 - c. Kapasitasnya dirancang untuk menampung volume lalu lintas yang lebih tinggi dari rata-rata.
 - d. Lebar badan jalan harus mencapai 9,0 meter.
 - e. Jalur utama harus memenuhi kriteria yang telah ditetapkan.
 - f. Jumlah akses masuk ke dalam kota atau kawasan pemanfaatan perkotaan dibatasi dan tidak dapat dikurangi. .
- 3). Jalan lokal primer, penghubung Pusat Kegiatan Nasional (PKN) dan Pusat Kegiatan lokal (PKL), Pusat Kegiatan Wilayah (PKW) dan Pusat Kegiatan Lingkungan (PKLing), antara Pusat Kegiatan Lokal (PKL) atau Pusat Kegiatan Lokal (PKL) dan Pusat Kegiatan Lingkungan

(PKLing) atau antara Pusat Kegiatan Lingkungan (PKLing), pelayanan angkutan lokal dan ciri-cirinya sebagai berikut :

- a. Digunakan untuk perjalanan jarak pendek.
 - b. Memiliki kecepatan rata-rata rendah dengan V_D minimal 20 km/jam.
 - c. Lebar jalan paling sedikit 7,5 meter.
 - d. Jumlah akses jalan masuk tidak dibatasi.
- 4). Jalan lingkungan primer berperan sebagai penghubung antara berbagai kawasan utama di dalam perdesaan dengan jalan di dalam perdesaan, digunakan untuk transportasi lingkungan dengan ciri-ciri sebagai berikut:
- a. Pergi ke pedesaan atau rumah.
 - b. Memiliki Kecepatan rata-rata dan V_D dibatasi hingga 15 km/jam.
 - c. Memiliki Lebar jalan sebaiknya 6,5 meter untuk 3 kendaraan bermotor atau lebih, dan lebar jalan 3,5 meter atau lebih untuk dua kendaraan.
 - d. Memiliki Jumlah Jalan masuk tidak dibatasi.
- b. Pengelompokan jalan berdasarkan fungsinya dalam SJJ sekunder
- 1). Jalan arteri sekunder memiliki fungsi untuk menghubungkan Kawasan Primer (KP) dengan Kawasan Sekunder Pertama (KS1), antar-KS1, atau KS1 dengan Kawasan Sekunder Kedua (KS2), dengan karakteristik sebagai berikut:
 - a. Kecepatan minimum adalah 30 km/jam.

- b. Lebar jalan minimal 11 meter.
 - c. Kapasitas lebih besar dari ukuran Lalulintas rata-rata.
 - d. Kendaraan yang lebih cepat tidak boleh diganggu oleh kendaraan yang lebih lambat.
 - e. Persimpangan sebidang diatur dengan pengaturan tertentu yang sesuai dengan ketentuan pada huruf a, b, dan c.
- 2). Jalan kolektor sekunder berfungsi untuk menghubungkan Kawasan Sekunder Kedua (KS2) dengan Kawasan Sekunder Ketiga (KS3) atau antar Kawasan Sekunder Kedua (KS2). Jalan ini memiliki karakteristik sebagai berikut:
- a. Kecepatan minimum ditetapkan sebesar 20 km/jam.
 - b. Lebar jalan setidaknya 9 meter.
 - c. Kapasitas jalan harus melebihi rata-rata volume lalu lintas.
 - d. Kendaraan yang bergerak lebih cepat harus dapat melintas tanpa terganggu oleh kendaraan yang lebih lambat.
 - e. Persimpangan sebidang diatur berdasarkan prosedur tertentu yang disesuaikan dengan ketentuan pada poin a, b, dan c.
- 3). Jalan sekunder berfungsi menghubungkan Kawasan Sekunder Kesatu (KS1) ke pemukiman, Kawasan Sekunder Kedua (KS2) ke pemukiman, Kawasan Sekunder Ketiga (KS3) dan seterusnya ke pemukiman /persil dengan ciri-ciri sebagai berikut :
- a. Kecepatan minimum adalah 10 km/jam.
 - b. Lebar jalan minimal 7,5 meter.

- 4). Jalan lingkungan sekunder, sering disebut sebagai jalan dinas di kawasan perkotaan, berfungsi untuk menghubungkan antar blok di area perkotaan dengan karakteristik sebagai berikut:
- a. Kecepatan minimum ditetapkan sebesar 10 km/jam.
 - b. Lebar jalan paling sedikit 6,5 meter.
 - c. Diperuntukkan bagi kendaraan bermotor yang memiliki tiga roda atau lebih.
 - d. Jika tidak digunakan oleh kendaraan bermotor tiga roda atau lebih, lebar badan jalan harus minimal 3,5 meter.

C. Klasifikasi Jalan

Menurut pedoman desain geometrik jalan Nomor 13/P/BM/2021, Kelas jalan dibagi menjadi dua kategori Yaitu jalan yang diklasifikasikan berdasarkan penggunaannya dan kelancaran Lalu Lintas Angkutan Jalan (LLAJ). dan Persyaratan Peny Infrastruktur Jalan (SPJJ). Pembagian kelas jalan berdasarkan penggunaan jalan dan kelancaran LLAJ adalah jalan kelas I, jalan kelas II, jalan kelas III, dan jalan khusus.

1. Klasifikasi Jalan Berdasarkan Spesifikasi Penyediaan Prasarana Jalan

Spesifikasi Penyediaan Prasarana Jalan (SPPJ) diklasifikasikan menurut penguasaan akses jalan, keberadaan perlintasan diagonal, jumlah serta ukuran jalan, ketersediaan median pagar dan rumija. Spesifikasi Penyediaan Prasarana Jalan (SPPJ) dibagi menjadi empat kelompok yaitu :

- a. Jalan Bebas Hambatan (JBH), jalan yang memenuhi spesifikasi sebagai berikut:
- 1) Terowongan terisi penuh,
 - 2) Tidak ada perlintasan,
 - 3) Setiap arah ada 2 lajur,
 - 4) Lebar lajur 3,5 meter,
 - 5) Dilengkapi median jalan,
 - 6) Memiliki pagar yang membatasi ruang milik jalan,
- b. Jalan raya (JRY) adalah jalan umum permanen untuk lalu lintas yang memenuhi standar jalan sebagai berikut:
- 1) Akses jalan terbatas,
 - 2) Terdapat persimpangan sebidang,
 - 3) Sedikitnya dua lajur pada tiap sisi,
 - 4) Lebar lajur 3,5m atau lebih,
 - 5) Jalur median jalan dipasang,
 - 6) Pagar ruang jalan tidak dipasang.
- c. Jalan Sedang (JSD) adalah jalan umum yang diperuntukkan bagi angkutan jarak menengah dengan spesifikasi jalan sebagai berikut:
- 1) Akses jalan dibatasi,
 - 2) Terdapat persimpangan sebidang,
 - 3) Sedikitnya dua lajur pada dua arah,
 - 4) Minimal lebar lajur 7,5m,
 - 5) Median jalan tidak dipasang,

- 6) Tidak terdapat pagar yang membatasi ruang milik jalan.
- d. Jalan Kecil (JKC), adalah jalan umum yang berfungsi untuk melayani lalu lintas setempat dengan spesifikasi jalan sebagai berikut:
- 1) Akses jalan dibatasi,
 - 2) Memiliki persimpangan sebidang,
 - 3) Sedikitnya dua lajur pada dua arah,
 - 4) Minimal lebar lajur 5,5 m,
 - 5) Tidak dilengkapi dengan median jalan,
 - 6) Tidak memiliki pagar yang membatasi ruang milik jalan.

2. Klasifikasi Jalan Berdasarkan Penggunaan Jalan

Seperti terlihat pada Tabel 2.1, Jalan diklasifikasikan menjadi empat jenis menurut fungsi dan volume lalu lintas untuk tujuan peraturan penggunaan jalan dan kelancaran operasional Lalu Lintas Angkutan Jalan (LLAJ).

Tabel 2. 1 Kelas Jalan Sesuai Penggunaannya

Kelas Jalan	Fungsi Jalan	Dimensi Kendaraan, m			Muatan Sumbu Terberat (MST) ton
		Lebar	Panjang	Tinggi	
Kelas I	Arteri, Kolektor	$\leq 2,55$	$\leq 18,0$	$\leq 4,2$	10
Kelas II	Arteri, Kolektor,	$\leq 2,55$	$\leq 12,0$	$\leq 4,3$	8
Kelas III	Lokal dan Lingkungan	$\leq 2,2$	$\leq 9,0$	$\leq 3,5$	8 *
Kelas Khusus	Arteri	$> 2,55$	$> 18,0$	$\leq 4,2$	> 10

Catatan: *) dalam keadaan tertentu dapat < 8 ton

Sumber : Pedoman Desain Geometrik Jalan 2021

3. Klasifikasi Medan Jalan

Permukaan jalan di mana jalan tersebut dibangun diklasifikasikan. Setiap klasifikasi wilayah mempunyai ciri-ciri yang berkaitan dengan bentuk fisik dan unsur-unsur geometrik yang mempengaruhi pengguna jalan, dan ciri-ciri tersebut saling berinteraksi. Pada proses desain awal, karakteristik topografi permukaan jalan mempengaruhi penentuan arah horizontal dan vertikal kecepatan desain. Sifat jalan dibagi menjadi tiga kategori: datar, berbukit dan bergunung. Masing-masing mempunyai standar luas lahan yang diukur secara tepat dalam garis melingkar. Tabel 2.2 mencantumkan klasifikasi tersebut dan kriterianya.

Tabel 2. 2 Klasifikasi Medan Jalan

No.	Jenis Medan	Notasi	Kemiringan Medan *)
			%
1.	Datar	D	<10
2.	Bukit	B	10-25
3.	Gunung	G	>25

*Catatan: *) nilai kemiringan medan rata-rata per 50m dalam satu kilometer*

Sumber : Pedoman Desain Geometrik Jalan 2021

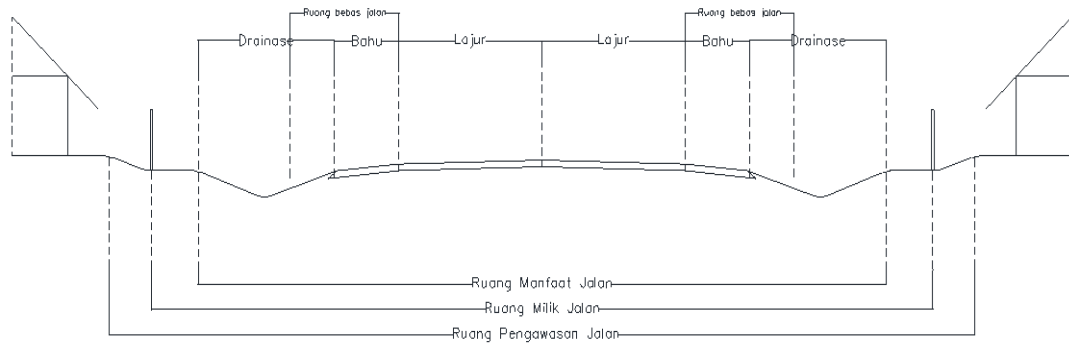
4. Bagian-Bagian Jalan Pada Permukaan Tanah Dasar

- a. Ruang manfaat jalan (Rumaja) adalah bagian jalan yang dibatasi oleh ruang bebas, dihitung dari dua garis vertikal di batas luar area keselamatan. Jarak bebas minimum memiliki ketinggian 5,1 meter dan kedalaman 1,5 meter. Dilengkapi dengan badan jalan, jalur pengaman dan drainase jalan.
- b. Ruang milik jalan (Rumija) adalah jalan yang lebar dan tingginya dibatasi serta meliputi wilayah di luar Rumija. Apabila tepi jalan tidak lebar, maka

lebar tepi jalan ditentukan dari sisi jalan paling sedikit yaitu JBH 30 m, JRY 25 m, JSD 15 m dan JKC 11 m.

- c. Ruang pengawasan Jalan (Ruwasja) merupakan kawasan pinggir jalan dengan lebar dan tinggi terbatas dan meliputi sebagian wilayah di luar Rumija. Ruwasja mengacu pada pandangan dan keselamatan pengemudi yang tidak terhalang selama pembangunan jalan, dan pemeliharaan pekerjaan jalan. Ruwasja merupakan tanah umum milik pembangun jalan. Apabila bahu jalan tidak lebar, maka lebar bahu jalan ditentukan dari sisi jalan.
 - 1). Jalan arteri primer sepanjang 15 meter.
 - 2). Jalan kolektor primer sepanjang sepuluh meter.
 - 3). Jalan utama lokal sepanjang 7 meter.
 - 4). 5 m dari jalan utama lingkungan.
 - 5). Jalan arteri sekunder sepanjang 15 meter.
 - 6). Jalan kolektor sekunder sepanjang 5 meter.
 - 7). Jalan lokal sekunder sepanjang 3 meter.
 - 8). Jalan lingkungan sekunder sepanjang 2 meter,

- 9). jembatan sepanjang 100 meter di hulu dan hilir Ruang-ruang jalan tersebut diilustrasikan pada gambar 2.1



Gambar 2. 1 Ruang jalan pada tipikal jalan 2/2-TT dan bagian -bagian jalan pada permukaan tanah dasar

Sumber : Pedoman Desain Geometrik Jalan 2021

D. Kriteria Desain

Standar perancangan geometrik jalan merupakan parameter geometrik yang nilainya ditentukan pada awal perancangan dan menjadi dasar penentuan desain elemen geometri lainnya. Kriteria perancangan Diklasifikasikan menjadi dua kategori. perancangan utama dan kriteria perancangan lainnya yang menjadi dasar penentuan komponen-komponen kriteria perancangan utama.

Rincian kriteria desain utama adalah :

1. Kecepatan desain (V_D), dan
2. Kelas penggunaan jalan.

Kriteria desain lainnya meliputi:

1. Tipe jalan, dimensi jalan, dan spesifikasi prasarana penyediaan jalan (SPPJ).
2. Jenis perkerasan dan ruang jalan.
3. Geometri pada bangkapja dan perlengkapan jalan.

Hal ini mengacu pada kriteria desain teknis jalan yang ditetapkan dalam Undang-Undang Nomor 19 Tahun 2011 dari Kementerian Pekerjaan Umum, Yang ditetapkan berdasarkan ketentuan sebagai berikut :

1. Klasifikasi jalan berdasarkan peruntukan jalan, sistem jaringan jalan (SJJ), kondisi, fungsi jalan, kelas jalan berdasarkan penggunaan, dan kelas jalan berdasarkan Spesifikasi Prasarana Penyediaan Jalan (SPPJ).
2. Persyaratan geometri jalan,
3. MST (beban gandar maksimum), ukuran kendaraan dan kapasitas jalan,
4. Ukuran jalan,
5. Ruang Jalan,
6. Pembangunan pelengkap jalan (Bankapja) dan perlengkapan jalan,

Jika klasifikasinya berbeda dari aturan ini, koreksi yang sesuai harus dilakukan. Pada dasarnya undang-undang ini didasarkan pada asas bahwa jalan yang dibangun cukup untuk memenuhi kebutuhannya, yaitu untuk menghubungkan dan mengendalikan arus lalu lintas.

1. Kecepatan Desain

Berdasarkan Pedoman Perencanaan Geometris Jalan Nomor 13/P/BM/Tahun 2021 yang diterbitkan Direktorat Jenderal Jalan Kementerian Pekerjaan Umum menyatakan bahwa penetapan kecepatan rencana (V_D) menjadi dasar dalam memutuskan penentuan geometris lainnya. Parameter geometri dalam rekayasa jalan ada beberapa pertimbangan dalam menentukan kecepatan rencana (V_D) seperti di bawah ini.

- a. Dirancang untuk membuat anda tetap aman dan nyaman saat berkendara pada kecepatan pengoperasian yang ditentukan dalam cuaca cerah, lalu lintas lancar dan mengabaikan lalu lintas dan penghalang jalan.
- b. Pertimbangkan kinerja jalan dan pilih kecepatan desain maksimum dari nilai V_D yang diizinkan, jika kecepatan lebih rendah mempertimbangkan keselamatan, ekonomi (termasuk ketersediaan anggaran), alami dan mudah dibuat.
- c. Bayangkan medan jalan itu datar, berbukit, dan bergunung.
- d. Pikirkan tentang bagaimana rasanya mengemudi.
- e. Pada ruas jalan yang akan diperbaiki di kemudian hari atau sedang melaksanakan pembangunan ruas, V_D yang ditentukan harus sesuai dengan V_D yang akan datang (akhir umur desain akhir).

2. Kriteria Desain Utama

Panduan desain geometri jalan nomor 13/P/BM/2021, menurut Tabel 2.4, menyatakan bahwa V_D ditentukan berdasarkan jarak. Namun, jika diperlukan, nilai V_D yang lebih rendah dapat dipilih dibandingkan dengan V_D yang lebih tinggi. Pada tingkat yang lebih rendah ini, proses desain akan dikaji kembali dan diakhiri dengan evaluasi. Jika lolos evaluasi, desain geometri dengan V_D yang lebih rendah akan diterima sebagai desain final.

Untuk menentukan kriteria desain utama, bisa dilihat pada Tabel 2.3.

Tabel 2. 3 Kriteria Desain Utama

Elemen Kriteria desain utama		JBH	Jalan Antarkota				Jalan Perkotaan
Rentang V_D , Km/Jam	Datar	80-120	15-100				10-60
	Bukit	70-110	15-90				
	Gunung	60-100	15-80				
Kelas penggunaan		I	I	I	III	JLR	1
Kelandaian memanjang, G, paling tinggi, %	Datar	4	6	6	6	6	5
	Bukit	5	8	8	8	10	
	Gunung	6	8	10	12	15	
Superelevasi (e), %, paling tinggi		8					
Kekesatan melintang, paling tinggi, (f_{maks})		Lihat diagram faktor kekesatan melintang sebagai fungsi dari kecepatan					
Kekesatan memanjang		0,35 untuk MP dan 0,29 untuk Truk					
R_{min} lengkung Horizontal		$R_{min} = V_D^2 / (127(f_{max} + e_{max}))$					
R_{min} lengkung Vertikal Cembung		$R_{min} = f \{VD ; K\}$					
R_{min} lengkung vertikal cekung							

Keterangan: K = nilai kontrol untuk lengkung vertikal cekung atau lengkung vertikal cembung

Sumber : Pedoman Desain Geometrik Jalan 2021

3. Kriteria Desain Teknis

Unsur-unsur kriteria desain teknis yang bersifat geometri, berikut ini diambil dari kriteria rencana induk, bertujuan untuk menetapkan dimensi jalan, termasuk jalan itu sendiri, bahu jalan, kerb (jika ada), jenis perkerasan jalan, serta lokasi. Metode utama untuk menentukan pengukuran ruas jalan adalah melalui analisis volume lalu lintas, yang diperoleh dari kajian lalu lintas dan analisis data lalu lintas yang ada.

a. Desain jam arus lalu lintas

Rancangan Arus Lalu Lintas Per Jam (qJD) menggambarkan jalur lalu lintas yang dirancang untuk mengakomodasi arus lalu lintas sepanjang umur rencana. Penghitungan beban kendaraan dilakukan dengan menggunakan Combined Standard Load Equations (CESA) untuk menentukan kapasitas yang sesuai sebagai dasar perancangan permukaan jalan yang mampu memikul dan mengangkut beban kendaraan, untuk menjaga jalan tersebut tetap berfungsi sepanjang masa pakainya rencana jalan (biasanya 20 tahun). Untuk menghitung LHRT (rata-rata harian tahunan) tahun berjalan sampai dengan akhir tahun kerja, caranya menggunakan persamaan (1.1) sebagai berikut. (*Sumber Pedoman Desain Geometrik Jalan Tahun 2021*)

$$\mathbf{LHRT_D = LHRTT_B \times (1 + i)^n} \quad (1.1)$$

Keterangan:

LHRT_D adalah volume lalu lintas harian rata-rata tahunan desain

LHRT_D adalah volume lalu lintas harian rata-rata pada tahun berjalan

i faktor pertumbuhan, gunakan nilai yang diterima, nilai khas yang digunakan adalah antara 5,5% s.d. 10% n yaitu umur desain, bilangan qJD ditentukan dari persamaan berikut (2).

$$\mathbf{qJD = LHRT_D \times K} \quad (1.2)$$

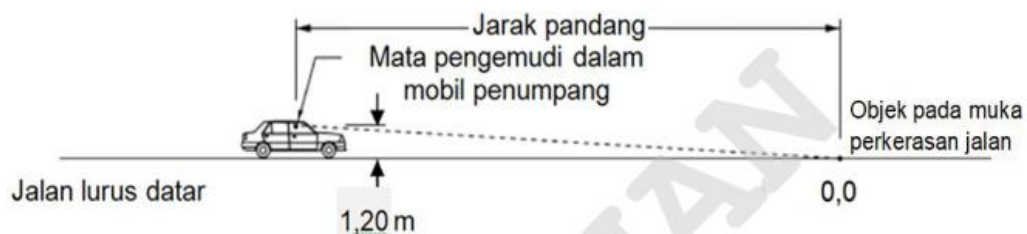
Keterangan :

K adalah faktor jam desain, dengan nilai umumnya berkisar antara 8% hingga 11% untuk jalan yang sibuk, dan antara 7% hingga 15% untuk jalan yang kurang sibuk, seperti jalur wisata atau jalan di luar kota. Nilai qJD digunakan untuk menentukan

spesifikasi ruas jalan. Pemilihan kriteria desain teknis dilakukan saat menentukan tipe jalan berdasarkan qJD serta pemilihan jenis permukaan untuk jalan antar kota.

4. Jarak Pandang dan Jarak Ruang Bebas Samping di Tikungan

Untuk mengoperasikan kendaraan dengan aman di jalan umum, pengemudi harus memiliki penglihatan yang memadai untuk mengenali dan bereaksi terhadap kondisi buruk di depan. Jarak pandang adalah panjang jalan yang terlihat di depan pengemudi. Harus ada jarak pandang yang jelas di jalan agar kendaraan dapat melaju dengan kecepatan yang telah dihitung dan berhenti sebelum mencapai benda atau hambatan apa pun di jalan. Gambar 2.2 mengilustrasikan konsep jarak visual. Dalam diagram geometri, jarak visual didasarkan pada V_D .



Gambar 2. 2 Jarak Pandang

Sumber : Pedoman Desain Geometrik Jalan 2021

Dalam pedoman ini, perbedaan dibuat antara empat jarak pandang dan masing-masing digunakan sesuai dengan definisi dan persyaratan sebagai berikut.

a. Jarak pandang henti (J_{PH})

Menurut Shirley Liliawaty (2000) dalam bukunya yang membahas perencanaan teknik jalan raya, jarak pandang henti adalah jarak yang dibutuhkan

oleh pengemudi saat berkendara, sehingga apabila pengemudi melihat suatu hambatan yang membahayakan, ia dapat melakukan tindakan (antisipasi) untuk menghindari bahaya tersebut dengan aman..

JPH mobil dan truk berbeda karena berat dan tinggi wajah pengemudi berbeda, sehingga kondisi pengereman juga berbeda. Truk J_{PH} umumnya lebih panjang, meskipun ketinggian mata pengemudi lebih tinggi, sehingga ia dapat melihat ke depan. Persyaratan teknis jalan mengharuskan semua jalan dipenuhi pada pandangan horizontal ke J_{PH} .

1). Jarak pandang henti mobil penumpang

Gambar 2-9 menunjukkan komponen J_{PH} yang meliputi waktu reaksi pengemudi (J_{HT}) dan jarak pengereman (J_{HF}). Tabel 5-11 dan Tabel 5-12 nilai J_{PH} untuk desain berdasarkan waktu reaksi 2,5 detik, perlambatan panjang 3,4 meter perdetik dan penyesuaian pandangan dari atas lereng penurunan atau penurunan lereng pemandangan di perbukitan Itu naik. Nilai kedalaman pada tabel dihitung berdasarkan persamaan (1.3). (*Sumber Pedoman Desain Geometrik Jalan Tahun 2021*).

$$JPH = \frac{Vdt}{3,6} + \frac{Vd^2}{2 \times 3,6^2 \times 9,81 \left(\frac{a}{9,81} + G \right)} \quad (1.3)$$

$$= 0,278 Vdt + 0,039 \frac{Vd^2}{254 \left(\frac{a}{9,81} + G \right)} \quad (1.3.1)$$

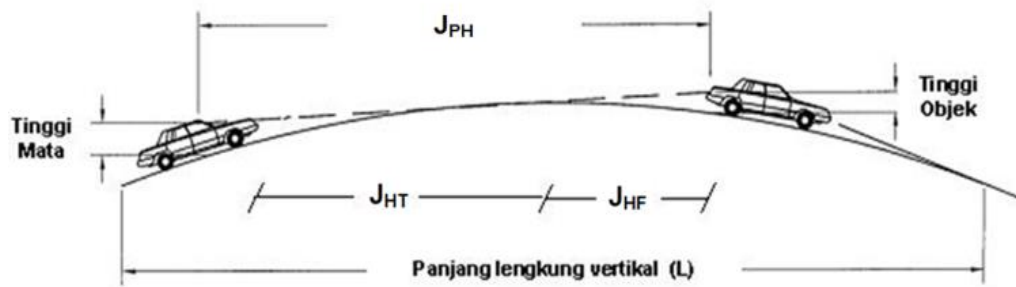
Keterangan :

JPH = adalah jarak pandangan henti, m.

t = adalah waktu reaksi, 2,5 detik.

Vd = adalah kecepatan desain, Km/Jam

- a = adalah perlambatan longitudinal, m/det^2
- G = adalah kelandaian memanjang jalan, e.g. 0,05 (= 5%), tanda positif untuk nanjak



Gambar 2.3 Konsep J_{PH}

Sumber : Pedoman Desain Geometrik Jalan 2021

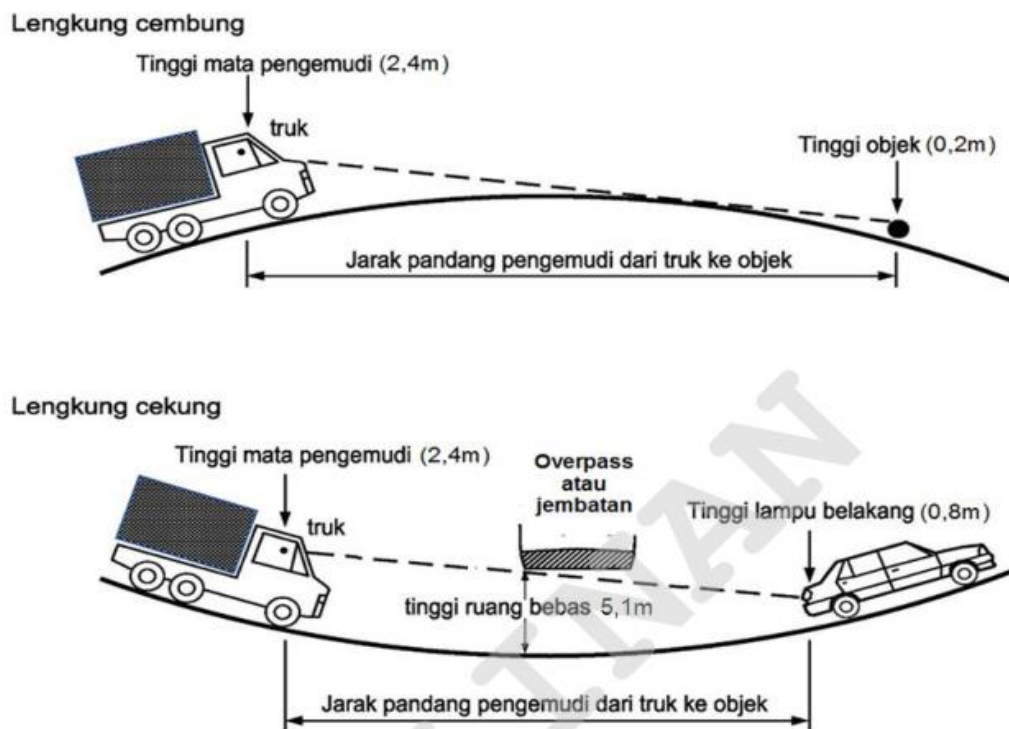
2). Jarak pandang henti truk

Sesuai Pedoman Desain Geometris Jalan No. 13/P/BM/2021 menyebutkan area berikut pada jalan baru sebaiknya mempertimbangkan pertemuan dengan truk J_{PH} karena berbahaya.

- Mendekati titik yang kecepatannya perlu diubah, seperti titik tikungan lurus pada kurva dan garis kombinasi pengurangan.
- di area yang memerlukan penggabungan, seperti garis yang dicetak (bergaris bawah).
- Di area konstruksi, terutama ketika permukaan berubah dari lapis penutup yang dilapisi (disegel) menjadi tidak dilapisi (tidak disegel).
- Jarak Pandang jalur underpass.
- Sebelum kereta lewat.

- f) Penyeberangan dengan jarak pandang terbatas, misalnya penyeberangan dalam kota, sekitar pertokoan, bukit dan lain lain.
- g) Beralih ke kurva vertikal atau dekat melingkar.
- h) mendekati suatu area dengan kecepatan sekitar truk hampir sama kecepatan mobil penumpang.
- i) Berada di tempat dengan lengkungan vertikal cembung dan cekung.

Jika J_{PH} tidak mencukupi untuk truk yang tidak dapat memperbaiki geometri dan Jalan yang ada, maka rambu tambahan dan garis marka jalan harus dipasang untuk meningkatkan keselamatan. Gambar 2.4 menunjukkan lokasi yang harus sesuai dengan J_{PH} truk. Tabel 2.7 menunjukkan nilai J_{PH} untuk mobil penumpang dan Tabel 2.8 menunjukkan nilai J_{PH} untuk truk.



Gambar 2. 4 J_{PH} untuk Truk

Sumber : Pedoman Desain Geometrik jalan 2021

Tabel 2. 4 J_{PH} Mobil Penumpang Pada Kelandaian Datar, Menurun dan Menanjak

V_D (Km/Jam)	J_{ht} (m)	J_{hf} (m)	J_{PH} (dibulatkan), m						
			Datar	Menurun			Menanjak		
			Grade: 0%	3%	6%	9%	3%	6%	9%
20	13,9	4,6	20	20	20	21	19	18	18
30	20,9	10,3	35	33	34	36	31	30	30
40	27,8	18,4	50	49	52	54	46	44	43
50	34,8	28,7	65	68	72	76	63	60	59
60	41,7	41,3	85	89	95	101	81	78	76
70	48,7	56,2	105	113	120	129	103	99	95
80	55,6	73,4	130	140	149	161	126	121	116
90	62,6	92,9	160	169	181	196	151	145	139
100	69,5	114,7	185	201	216	234	179	171	164
110	76,5	138,8	220	236	253	275	209	199	190
120	83,4	165,2	250	273	294	320	241	229	219

Sumber : Pedoman Desain Geometrik Jalan 2021

Tabel 2. 5 J_{PH} Truk pada Kelandaian Normal dan Koreksi Kelandaian.

V_D (Km/Jam)	Jarak reaksi*) (m)	Jarak rem*) (m)	J_{PH} (normal) (m)	J_{PH} , (dibulatkan), m					
				Pada Turunan			Pada Tanjakan		
				3%	6%	9%	3%	6%	9%
20	13,9	5,4	19	20	21	22	19	19	19
30	20,8	12,2	33	35	37	39	32	31	31
40	27,8	21,7	49	53	56	60	48	46	45
50	34,7	33,9	69	73	78	84	66	63	61
60	41,7	48,9	91	97	104	113	86	83	79
70	48,6	66,5	115	123	133	145	109	104	100

V_D (Km/Jam)	Jarak reaksi*) (m)	Jarak rem*) (m)	J_{PH} (normal) (m)	JPH, (dibulatkan), m					
				Pada Turunan			Pada Tanjakan		
				3%	6%	9%	3%	6%	9%
80	55,6	86,9	142	153	166	182	135	128	122
90	62,5	110,0	172	186	202	222	163	154	147
100	69,4	135,8	205	221	241	267	193	182	173
110	76,4	164,3	241	260	284	315	226	213	202
120	83,3	195,5	279	302	330	367	261	246	233

Catatan : *) Berdasarkan waktu reaksi 2,5 detik dan perlambatan 2,84 m/detik²

Sumber : *Pedoman Desain Geometrik Jalan 2021*

b. Jarak Pandang Mendahului (J_{PM})

J_{PM} menurut pedoman desain geometrik jalan 2021 yaitu memberikan jarak pandang dan panjang jalan di depan pengemudi yang memadai cukup panjang untuk mendahului kendaraan di depan dengan aman. Persyaratan teknis J_{PM} harus dipenuhi hanya pada jalan dua arah dan tanpa median (2/2-TT) pada jalan perantara dan ruas, mencapai 20% dari seluruh panjang ruas. Ruas yang dirancang sesuai dengan J_{PM} belum diterapkan di jalan kota atau di J_{BH} .

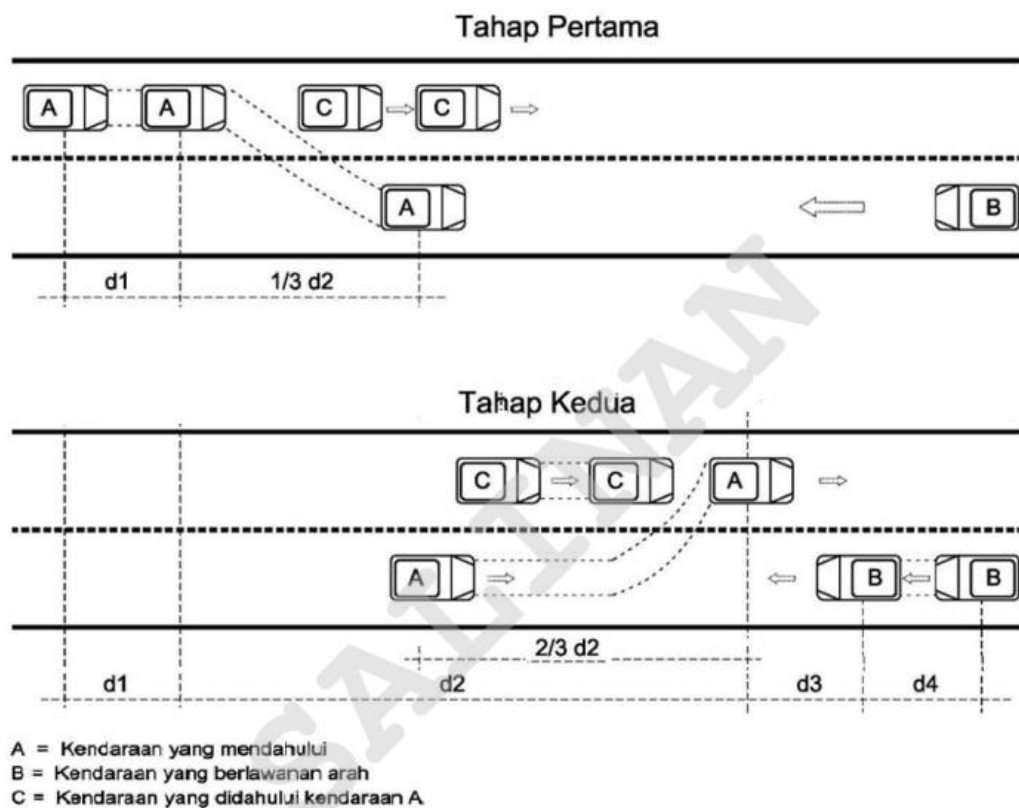
J_{PH} diukur dengan asumsi tinggi mata pengemudi 120 cm dan tinggi rintangan (benda) di depan jalan 120 cm. J_{PM} ditentukan menggunakan persamaan (2.4), persamaan pertama ditunjukkan pada Gambar 2.5 dan elemen J_{PM} untuk jalan 2/2-TT ditunjukkan pada Tabel 2.9. (*Pedoman Desain Geometrik Jalan 2021*)

$$J_{PM} = d_1 + d_2 + d_3 + d_4 \quad (1.4)$$

Keterangan:

J_{PM} adalah jarak pandang mendahului, m

- d1 adalah jarak yang ditempuh selama waktu tanggap, m
- d2 adalah jarak yang ditempuh selama mendahului sampai dengan kembali ke lajur semula (m).
- d3 adalah jarak antara kendaraan yang mendahului dengan kendaraan yang datang dari arah berlawanan setelah proses mendahului selesai (m).
- d4 jarak yang ditempuh oleh kendaraan yang datang dari arah berlawanan, yang besarnya ditetapkan sama dengan $\frac{2}{3} d_2$ (m).



Gambar 2. 5 Manuver Mendahului

Sumber : Pedoman Desain Geometrik Jalan 2021

Tabel 2. 6 Elemen J_{PM} untuk Jalan 2/2-TT

Komponen dari manuver mendahului	Rentang kecepatan arus (Km/Jam)			
	50-65	66-80	81-95	96-110
	Kecepatan rata-rata mendahului (Km/Jam)			
	56,2	70,0	84,5	99,8
Awal manuver:				
a = percepatan rata-rata	2,25	2,30	2,37	2,41
t1 =waktu (detik)	3,6	4,0	4,3	4,5
d1=jarak yang ditempuh	45	66	89	113
Keberadaan pada lajur kanan:				
t2 =waktu (detik)	9,3	10,0	10,7	11,3
d2 =jarak yang ditempuh	145	195	251	314
Panjang yang diizinkan:				
d3 =jarak yang ditempuh	30	55	75	90
Kendaraan arah berlawanan:				
d4 =jarak yang ditempuh	97	130	168	209
$J_{PM} = d1+d2+d3+d4$	317	446	583	726

Sumber : Pedoman Desain Geometrik Jalan 2021

Tabel 2. 7 Jarak Pandang Henti (J_{PM})

V_D (Km/h)	Asumsi kecepatan kendaraan dalam arus (Km/Jam)		J_{PM} (pembulatan) (m)
	Kendaraan didahului	Kendaraan mendahului	
30	29	44	200
40	36	51	270
50	44	59	345
60	51	66	410
70	59	74	485
80	65	80	540
90	73	88	615
100	79	94	670
110	85	100	730
120	90	105	775

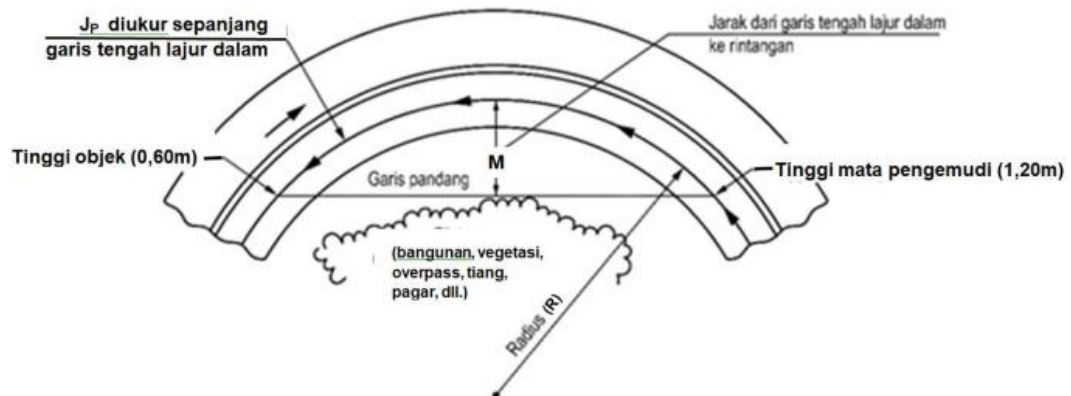
Sumber : Pedoman Desain Geometrik Jalan 2021

c. Ruang bebas samping tikungan

Jarak bebas samping di tikungan adalah seberapa jauh jarak bebas yang dibutuhkan pengemudi untuk melihat objek di jalan atau mobil di sisi lain tikungan. Besarnya jarak bebas dari penghalang tergantung pada radius tikungan dan kecepatan desain. Tabel 2.9 menunjukkan hubungan antara jari-jari kurva horizontal, jarak berdiri dalam pandangan (J_{PH}) dan jarak bebas lateral ke sudut (M). Pengemudi dapat melihat objek dari jarak berdiri. Gambar 2.6 menunjukkan Tabel 2.9 sebagai kurva yang digunakan untuk mengekstrapolasi nilai M yang diperlukan untuk desain kecepatan dan radius tikungan. Nomor M digunakan untuk memeriksa kurva desain untuk mencapai J_{PH} .

V_D (Km/Jam)	20	30	40	50	60	70	80	90	100	110	120
30	1,49	4,17									
20	2,21										

Sumber : Pedoman Desain Geometrik Jalan 2021



Gambar 2. 6 Ruang Bebas Samping di Tikungan

Sumber : Pedoman Desain Geometrik Jalan 2021

Catatan: Posisi mata pengemudi

1. Mobil penumpang = di tengah lajur
2. Truk yang membelok ke kiri = 1,15 m dari tepi kanan lajur
3. Truk yang membelok ke kanan = 2,85 m dari tepi lajur

Untuk Penentuan Jarak bebas bagi truk (M):

1. Gunakan J_{PH} truk dan radius garis tengah lajur
2. Untuk truk membelok ke kiri kurangi, 0,30 m dari perhitungan Langkah 1
3. Untuk truk membelok ke kanan, tambahkan 0,55 m dari perhitungan Langkah 1.

M dan JP dapat dihitung menggunakan rumus persamaan (1.5) dan (1.6)

(gunakan formula ini jika $JP \leq$ panjang lengkung)

$$M = R \left\{ 1 - \cos \left[28,65 \frac{JP}{R} \right] \right\} \quad (1.5)$$

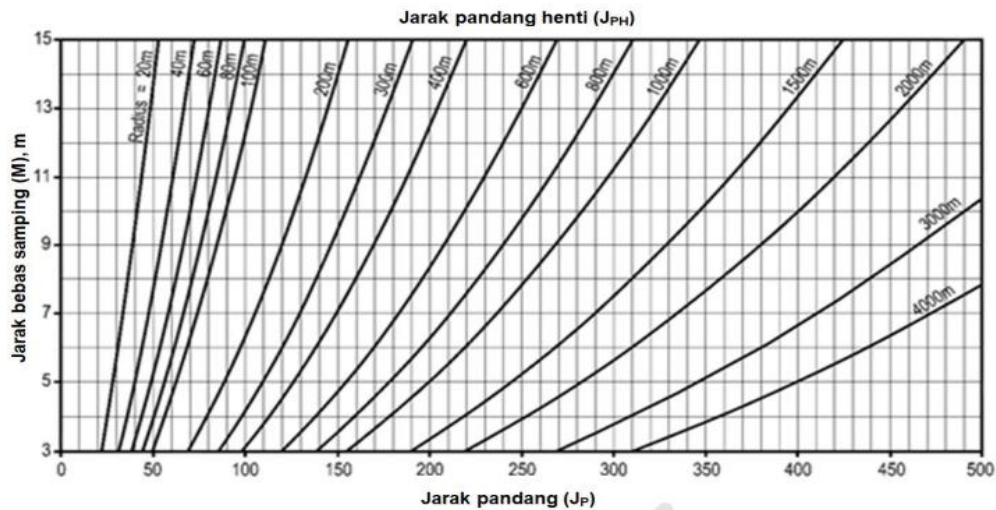
$$JP = \frac{R}{28,65} \left\{ \cos' \left(\frac{R-M}{R} \right) \right\} \quad (1.6)$$

Keterangan :

M adalah jarak bebas samping di tikungan, m

P adalah radius di pusat lajur sebelah dalam, m

Jp adalah jarak pandang (J_{PH} atau J_{PM}), m



Gambar 2. 7 Jarak ruang bebas samping di tikungan

Sumber : Pedoman Desain Geometrik Jalan 2021

E. Alinyemen Horisontal

Dalam bukunya *Traffic and Highway Engineering*, Garber dan Hoel (2009) menyatakan bahwa alinyemen horizontal sangat mempengaruhi visibilitas, stabilitas kendaraan, dan kecepatan operasional. Mereka menekankan bahwa kurva horizontal harus dirancang dengan mempertimbangkan faktor-faktor seperti radius kurva, super elevasi (kemiringan jalan), dan friksi antara ban dan permukaan jalan. Elemen-elemen alinyemen horisontal terdiri dari bagian panjang lurus, derajat

lengkung, radius/jari-jari minimum, lengkung peralihan, superelevasi, koefisien gesekan melintang, kemiringan melintang normal.

1. Panjang Bagian Alinyemen yang Lurus

Jalan yang panjang dan lurus, dengan waktu berkendara yang lama serta kecepatan tinggi, dapat meningkatkan risiko kelelahan dan kantuk karena membutuhkan tingkat konsentrasi yang tinggi. Oleh karena itu, perlu mempertimbangkan hal-hal berikut::

- a. Cahaya silau dari sorotan lampu kendaraan yang datang dari arah berlawanan dapat mengganggu pengemudi pada jarak kurang dari 3.000 meter di malam hari.
- b. Pada jarak lebih dari 2.500 meter, pengemudi akan mengalami kesulitan dalam memperkirakan kecepatan kendaraan yang datang dari arah berlawanan, karena tidak adanya referensi visual dari samping seperti yang terlihat ketika kendaraan berada di tikungan.
- c. Silau sinar matahari pagi dan sore pada jalan dengan sumbu alinyemen arah timur-barat yang bisa menyilaukan pengemudi.

2. Bagian Tikungan

a. Jari-jari Tikungan

Jari-jari tikungan minimum ($R_{\min}$) ditetapkan sebagai berikut (Pedoman Desain Geometrik Jalan Tahun 2021) :

$$R = \frac{v^2}{g(e + f)}$$

$$= \frac{v^2}{127(e+f)} \quad (1.7)$$

Keterangan :

v = kecepatan kendaraan dalam satuan m/detik

V = adalah kecepatan kendaraan dalam unit kilometer per jam.

R = Radius benda

e = Peningkatan tanah, m/m

f = Ketebalan lintasan antara batas dan tanah

g = kecepatan konstan karena gravitasi 9.81 m/sec

Tabel 2. 9 $R_{\min}$ lengkung Horizontal Berdasarkan $e_{\max}$ dan $f_{\max}$

V_D (Km/jam)	Kesesatan samping (f)	$e_{\max} = 4\%^1$	$e_{\max} = 6\%$	$e_{\max} = 8\%$
		$R_{\min}$ (m)	$R_{\min}$ (m)	$R_{\min}$ (m)
20	0,18	15	15	10
30	0,17	35	30	30
40	0,17	60	55	50
50	0,16	100	90	80
60	0,15	150	135	125
70	0,14	215	195	175
80	0,14	280	250	230
90	0,13	375	335	305
100	0,12	490	435	395
110	0,11	-	560	500

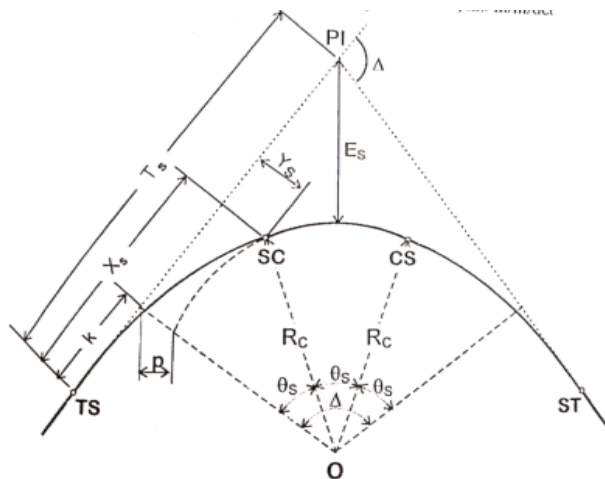
V_D (Km/jam)	Kesesatan samping (f)	$e_{\max} = 4\%^1$	$e_{\max} = 6\%$	$e_{\max} = 8\%$
		$R_{\min}$ (m)	$R_{\min}$ (m)	$R_{\min}$ (m)
120	0,09	-	755	665

Catatan: Pemakaian $e_{\max} = 4\%$ hanya terbatas untuk jalan pada kondisi perkotaan

Sumber : Pedoman Desain Geometrik Jalan 2021

b. Tikungan Full Circle (FC)

Full Circle merupakan jenis tikungan yang hanya terdiri dari bagian-bagian tertentu saja suatu lingkaran. Tikungan lingkaran penuh hanya digunakan untuk R (Jari-jari tikungan) besar agar tidak terjadi patahan, karena dengan R kecil maka diperlukan superelevasi yang besar. Jika $P \Delta < 0,25$ maka jenis tikungan adalah F-C dan tidak memerlukan lengkung peralihan.



Gambar 2. 8 Tikungan full circle (FC)

Sumber : Shirley L. Hendarsin “Perencanaan Teknik Jalan Raya”

Rumus yang digunakan pada tikungan Full circle :

$$Tc = Rc \tan \frac{1}{4} \Delta \quad (1.8)$$

$$EC = Tc \tan \frac{1}{4} \Delta \quad (1.9)$$

$$LC = \frac{\pi}{180} \Delta R \quad (2.0)$$

Keterangan :

Δ = Sudut tangen ($^{\circ}$).

Tc = Panjang tangen jarak dari TC ke P1 ke CT (m).

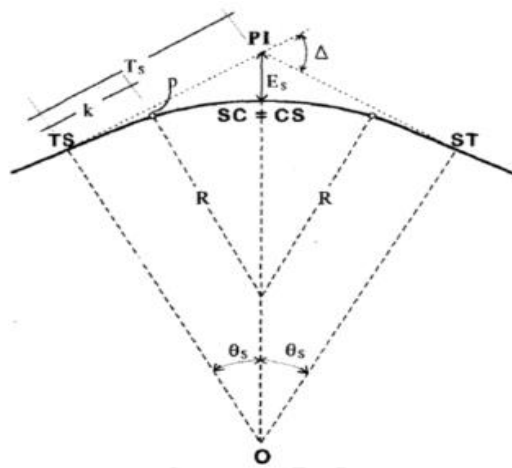
Rc = Jari-jari lingkaran (m).

Ec = Panjang luar P1 ke busur lingkaran (m).

Lc = Panjang busur lingkaran (m).

c. Tikungan *Spiral-Spiral* (SS)

Tikungan ini terdiri dari dua buah kurva yaitu lingkaran dan spiral. menggunakan Kurva spiral untuk mempertahankan gaya sentrifugal yang timbul pada saat masuk/keluar tikungan bisa terjadi pelan-pelan, tidak secara tiba-tiba.



Gambar 2.9 Tikungan *Spiral-Spiral* (S-S)

Sumber : Shirley L. Hendarsin “ Perencanaan Teknik Jalan Raya ”

Ketentuan dan rumus yang digunakan untuk jenis tikungan S-C-S sebagai berikut:

$$Ts = (R + P) \tan \frac{1}{2} \Delta + K \quad (2.2)$$

$$Es = \frac{R+P}{\cos \frac{1}{2} \Delta} - R \quad (2.3)$$

$$Lc = \frac{\Delta}{360} 2 \pi R \quad (2.4)$$

$$L = Lc + 2 Ls \quad (2.5)$$

Keterangan :

Xs = absis titik SC pada garis tangen, jarak titik TS ke SC (m).

Ys = Ordinat titik SC pada garis tegak lurus pada garis tangen (m).

Ls = Panjang lengkung peralihan (m).

L' = Panjang busur lingkaran (dari titik SC ke CS) (m).

Ts = Panjang tangen (titik P1 ke TS atau ke ST) (m).

TS = Titik dari tangen ke spiral (m).

SC = Titik dari spiral ke lingkaran (m).

Es = Jarak dari PI ke lingkaran (m).

R = Jari-jari lingkaran (m).

P = Pergeseran tangen terhadap spiral (m).

K = Absis dari p pada garis tangen spiral (m).

S = Sudut lengkung spiral (°).

3. Lengkung Peralihan-Lengkung Spiral (Ls)

Lengkungan peralihan dibuat untuk menghindari perubahan alinyemen secara mendadak dari bentuk lurus ke bentuk lingkaran, sehingga gaya sentrifugal

pada kendaraan berubah saat melewati tikungan tersebut. Kurva peralihan diletakkan di antara ruas lurus (tangen) dan ruas lingkaran (circle), berupa busur lingkaran sebelum dan sesudah tikungan. Panjang lengkung peralihan (L_s) diambil dari nilai yang terbesar dari tiga persamaan sebagai berikut :

- a. Berdasarkan waktu tempuh maksimum, sebesar 3 detik yaitu waktu untuk melintasi lengkung peralihan maka panjang lengkung diestimasikan sebagai berikut:

$$L_s = \frac{V_R}{3,6} t \quad (2.6)$$

Keterangan :

t = waktu tempuh lengkung peralihan, ditetapkan 3 detik

V_R = kecepatan rencana (km/jam)

- b. Berdasarkan antisipasi gaya sentrifugal, maka nilai L_s , ditentukan dengan menggunakan rumus Modifikasi Shortt, sebagai berikut:

$$L_s = 0,022 \frac{V_R^3}{R_C C} - 2,727 \frac{V_R^3}{C} \quad (2.7)$$

Keterangan :

R_C = Jari-jari busur lingkaran, (m)

C = perubahan percepatan, 1-3 m/det³ (disarankan 0,4)

e = Superelevasi

- c. Berdasarkan tingkat pencapaian perubahan kelandaian

$$L_s = \left(\frac{e_m - e_n}{3,6 \Gamma e} \right) V_R \quad (2.8)$$

Keterangan :

Γ_e = Tingkat pencapaian perubahan kelandaian melintang jalan sebagai berikut:

$V_R \leq 70$ km/jam, maka $\Gamma_{maks} = 0,035$ m/m/det

$V_R \geq 80$ km/jam, maka $\Gamma_{maks} = 0,025$ m/m/det

e_m = Superelevasi maksimum

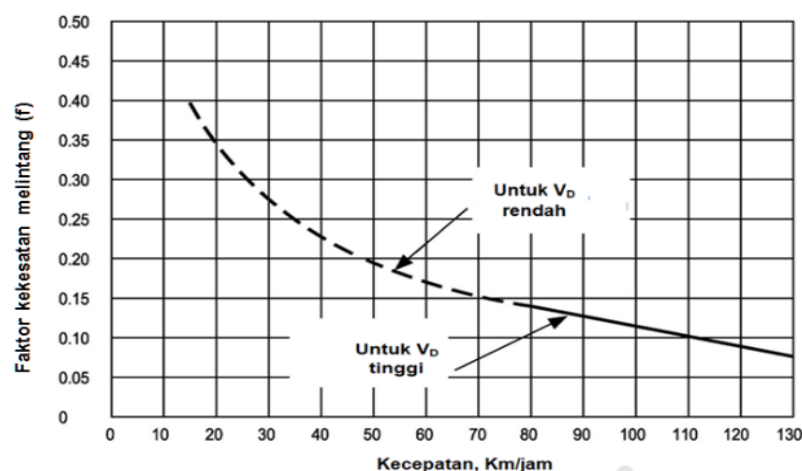
e_n = Superelevasi normal

Tabel 2. 10 Radius Maksimun yang Memerlukan Lengkung Peralihan

Kecepatan Operasi (Km/Jam)	Radius Maksimun yang memerlukan Lengkung Peralihan (m)
20	24
30	54
40	95
60	148
50	213
70	290
80	379
90	480
100	592
110	716
120	852

Sumber : Pedoman Desain Geometrik Jalan 2021

Koefisien kekasaran lateral (kekesatan melintang) bervariasi tergantung kecepatan desain, dari 0,18 untuk kecepatan 20 km/jam, hingga kira-kira 0,15 untuk kecepatan 70 km/jam. Perhatikan bahwa $V_D < 80$ km/jam adalah kecepatan rencana rendah dan $V_D \geq 80$ km/jam adalah kecepatan rencana tinggi. Nilai koefisien kekasaran melintang pada Gambar 2.10 direkomendasikan untuk digunakan saat merancang kurva horizontal.



Gambar 2. 11 Faktor Kesesatan Melintang

Sumber : Pedoman Desain Geometrik Jalan 2021

Panjang tikungan yang kecil (minimun) sangat diperlukan sehingga tidak membelok pada arah horizontal jalan dan tetap mempertahankan bentuk yang baik. Ini berbeda dalam hal dasarnya, Pada dasarnya kurva horizontal diberikan setiap kali arahnya berubah. Perubahan terkecil pada pandangan tanpa busur horizontal tidak terlihat oleh pengendara, dan dalam kasus ini tidak diperlukan busur melingkar. Tetapi pada jalan pegunungan panjang minimum tersebut dapat saja lebih pendek. Pada Jalan Raya (JRY) yang standarnya tinggi yang dilengkapi medan ,panjang lengkung yang kurang dari 300 m akan terlihat pendek.

Tabel 2.11 mencantumkan sudut defleksi maksimum yang tidak memerlukan tekukan horizontal. Perhatikan bahwa serangkaian sudut defleksi kecil tidak digunakan untuk menghindari perlunya lengkungan horizontal.

Tabel 2. 11 Sudut Defleksi maksimum , lengkung horizontal tidak diperlukan dan panjang tikungan minimum

V_D (Km/Jam)	Sudut Defleksi (Derajat)		Panjang lengkung horizontal minimum (dari T_s ke S_T) ¹⁾ (m)
	Jalan 2 Lajur	Jalan 4 Lajur	
40	1,5	N/A	45
50	1,5	N/A	70
60	1,0	0,50	100
70	1,0	0,50	140
80	1,0	0,50	180
90	1,0	0,50	230
100	1,0	0,50	280
110	0,5	0,25	340
120	0,5	0,25	400

Catatan: ¹⁾. “Panjang minimum lengkung horizontal termasuk panjang lingkaran dan lengkung transisi melingkar (spiral) T_S = Tangent to spiral, S_T = Spiral to Tangent. Dihitung dari $L_h = V^2 / 36$, dimana L_h = panjang lengkung horizontal dan V = kecepatan desain (Km/Jam)”

Sumber : Pedoman Desain Geometrik Jalan 2021

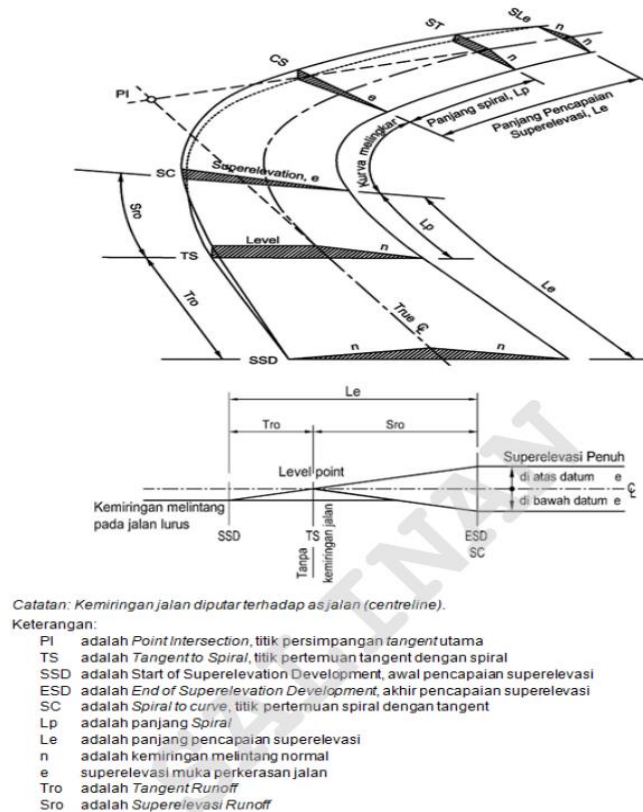
4. Superelevasi

Menurut AASHTO (American Association of State Highway and Transportation Officials) dalam "A Policy on Geometric Design of Highways and

Streets" (1954): Superelevasi adalah sudut kemiringan jalan yang diberikan pada lengkung horizontal untuk mengurangi efek gaya sentrifugal dan meningkatkan keselamatan kendaraan saat berbelok.

a. Metode Pencapaian Superelevasi

Cara memperoleh ketinggian superelevasi maksimum didasarkan pada hubungan lengkung antara permukaan atas dan kekesatan samping jalan serta kelengkungan kurva. Nilai Superelevasi maksimum yang ditetapkan adalah 8% untuk jalan antar kota, Pekotaan, dan Jalan Bebas Hambatan (Permen PU No.19/PRT/2011, Sedangkan nilai superelevasi minimum pada kecepatan menengah dan rendah memiliki nilai superelevasi sama dengan kemiringan melintang normal jalan pada bagian lurus (3%). Pada jalan dua lajur dua arah, superelevasi dibentuk dengan rotasi setiap setengah potongan melintang (termasuk bahu jalan) pada garis tengah atau sumbu rotasi. Lihat Gambar 2.11



Gambar 2. 12 Profil tipikal pencapaian superelevasi pada jalan 2 lajur
Sumber : Pedoman desain geometrik jalan 2021

Panjang total yang diperlukan untuk mencapai tinggi maksimum (maksimum) disebut panjang superelevasi (L_s). Panjang ini terdiri dari dua elemen yaitu :

1. Panjang puncak superelevasi runoff (S_{ro}) adalah panjang jalan yang diperlukan untuk mendapatkan perubahan kemiringan melintang jalan dari tingkat (disebut tingkat pada gambar) ke superelevasi.
2. Panjang Tangen runout (T_{ro}) adalah panjang jalan yang diperlukan untuk mengubah kemiringan jalan dari kemiringan normal ke kemiringan datar.

Untuk mendapatkan panjang lengkung peralihan (*superelevation runoff*) selain menggunakan tabel, dapat pula menggunakan persamaan (1.1) dibawah ini:

$$L_s = \frac{wn_1 e_d}{\Delta} (b_w) \quad (2.9)$$

Keterangan :

L_s = Panjang minimum *runoff* superelevasi lengkung peralihan (*runoff*), m

Δ = Kelandaian relatif maksimum, %

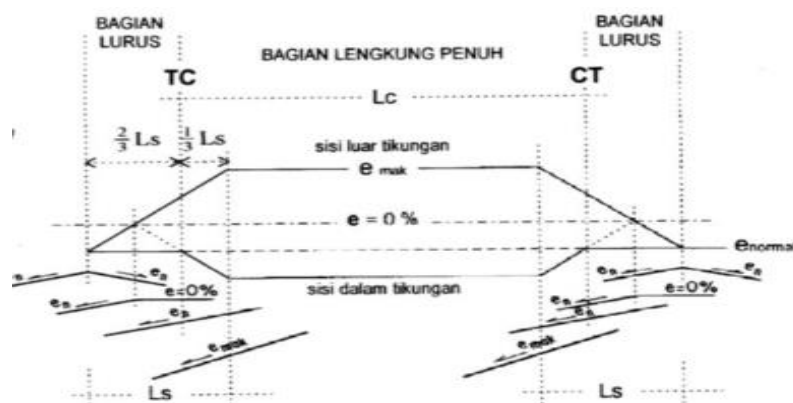
n_1 = Jumlah jalur yang diputar

b_w = Faktor penyesuain untuk jumlah jalur yang diputar

w = Lebar satu jalur lalu lintas, m

e_d = Tingkat superelevasi desain, %

Kriteria pemilihan penggunaan bentuk tikungan diprioritaskan yang pertama adalah *Full Circle* (F-C) dan setelahnya *Spiral-Circle-Spiral* (S-C-S). Jika kondisi panjang minimum spiral tidak bisa diperoleh, maka kecepatan desain untuk desain harus dikurangi. Secara umum pada jalan dua jalur dua arah pada kondisi jalan datar, metode yang digunakan adalah dengan memutar garis tengah jalan.



Gambar 2. 13 Diagram Superelevasi *Full-Circle*
Sumber : Pedoman Desain Geometrik Jalan 2021



Gambar 2. 14 Diagram Superelevasi *Spiral-Circle-Spiral*
 Sumber : Pedoman Desain Geometrik Jalan 2021



Gambar 2. 15 Diagram Superelevasi *Spiral-Spiral*
 Sumber : Pedoman Desain Geometrik Jalan 2021

b. Landai Relatif

Landai relatif merupakan kelandaian atau kemiringan melintang pada penampang jalan antara tepi perkerasan luar dan sumbu jalan sepanjang lengkung peralihan (Shirley L. Hendarsin). Untuk persentase kelandaian dicocokkan dengan kecepatan desain dan jumlah lajur yang ada. Dapat dihitung dengan persamaan dibawah ini. (Sumber Pedoman Desain Geometrik Jalan 2021)

$$\frac{1}{m} = \frac{(e+en)B}{Ls} \quad (3.0)$$

Keterenagan ;

$\frac{1}{m}$ = Landai relatif, (%)

e = Superelevasi, (m/m')

en = Kemiringan melintang normal, m/m)

B = Lebar lajur, (m)

c. Pelebaran Perkerasan pada Tikungan

Pelebaran perkerasan pada tikungan jalan dilakukan untuk menjaga keamanan dan kenyamanan berkendara, terutama untuk menjaga jarak antar kendaraan yang sejajar dengan jarak bebas pada jalan lurus. Pelebaran perkerasan pada tikungan diperlukan karena dua alasan utama yaitu:

1. Saat kendaraan berbelok, terutama pada tikungan dengan radius kecil, kendaraan membutuhkan ruang lebih besar untuk melakukan manuver
2. Pada tikungan, terutama yang memiliki radius kecil, kendaraan cenderung melambat untuk mempertahankan stabilitas dan mengurangi risiko tergelincir. Kecepatan yang lebih rendah ini menyebabkan kendaraan mengambil jalur yang lebih lebar saat berbelok, yang dapat mengakibatkan kendaraan melintasi garis tengah jalan dan mendekati kendaraan dari arah yang berlawanan

Penentuan lebar pelebaran perkerasan jalan ditikungan yang ditinjau dari elemen-elemen keluar lajur dan kesukaran dalam mengemudi ditikungan, dengan

menggunakan persamaan sebagai berikut: (Sumber Shirley L. Hendarsin, *Perencanaan Teknik Jalan Raya*)

$$Ri = \sqrt{(Rc^2 - (p + A)^2)} - 1/2b \quad (3.1)$$

$$Rw = \sqrt{(Ri + b)^2 + (p + A)^2} \quad (3.2)$$

$$Rc^2 = Ri + 1/2b)^2 + (p + A)^2 \quad (3.3)$$

$$Z = \frac{0,105.Vr}{\sqrt{Rc}} \quad (3.4)$$

$$B = Rw + b - \sqrt{Rw^2 - (p + A)^2} \quad (3.5)$$

$$Bt = n(B + C) + Z \quad (3.6)$$

$$\Delta b = Bt - Bn \quad (3.7)$$

Keterangan :

B = Lebar perkerasan ditikungan (m)

n = Jumlah Lajur lalu lintas

C = Kebebasan samping (m)

Z = Lebar tambahan akibat kesukaran pengemudi (m)

b = lebar kendaraan 2,5 m

P = Jarak antara gandar kendaraan 6,5 m

A = Panjang tonjolan depan kendaraan diukur dari as depan 1,5 m

V = Kecepatan rencana (km/jam)

R = Jari-jari tikungan (m)

Bn = Lebar jalan bagian lurus (m)

Bt = Lebar tolal perkerasan ditikungan

Δb = Tambahan lebar perkerasan pada tikungan

Jika dari hasil perhitungan pelebaran jalan kurang dari 0,5 meter maka pelebaran dapat diabaikan atau tidak perlu.

Dalam konteks umum perencanaan geometrik jalan raya, persamaan yang digunakan untuk menghitung nilai pergeseran yaitu: (*Sumber Shirley L. Hendarsin, Perencanaan Teknik Jalan Raya*)

$$P = \frac{L_p^2}{24 R} \quad (3.8)$$

Keterangan ;

P = Pergeseran, (m)

L_p = Panjang lengkung peralihan

R = Radius busur lingkaran

F. Penelitian Terdahulu

Beberapa penelitian terdahulu yang bisa menjadi referensi dalam penelitian ini yaitu :

1. Fitriyanti Kaharu (2020) melakukan penelitian mengenai Evaluasi Geometrik Jalan Pada Ruas Jalan Trans Sulawesi Manado-Gorontalo di Desa Botumoputi Sepanjang 3 Km, Dari penelitian yang dilakukan, diperoleh 14 tikungan, 8 diantaranya tidak memenuhi syarat jari-jari minimum yang dianjurkan Bina Marga dengan kecepatan rencana 60 km/jam R_{min} = 110 m. Berdasarkan perhitungan perencanaan ulang geometrik jalan diperoleh 8 tikungan dengan tipe tikungan Spiral Circle Spiral dengan 3 lengkung vertikal dimana didapat 2 lengkung vertikal cembung dan 1 lengkung vertikal cekung.

2. Ade Irma SM. Siregar (2020) melakukan penelitian mengenai Evaluasi Geometrik Jalan Pada Lengkung Horisontal (Tikungan) dengan Metode Bina Marga (Studi Kasus Ruas Jalan Kisaran-Air Joman-watas Tanjung Balai section 1. Hasil penelitian menunjukkan dari 9 tikungan terdapat 7 tikungan yang jari-jarinya tidak memenuhi kriteria jenis tikungan Full Circle, setelah dilakukan perhitungan ulang dengan jari-jari yang sama, maka didapatkan jenis tikungan tersebut yang sesuai adalah Spiral-Spiral.
3. M. Wildan Agusta I.P (2020) melakukan penelitian mengenai Analisis Geometrik Pada Ruas Jalan Raya Dekso-Sentolo, Hasil analisis alinyemen horisontal menunjukkan bahwa dari 5 tikungan belum memenuhi syarat bina marga. Setelah di analisis didapatkan jari jari minimum 120 meter dan landai maksimum dengan kecepatan 60 km/jam adalah 8%.
4. Deslyanto Palayukan (2022) melakukan penelitian mengenai Evaluasi Geometrik Jalan Raya Studi Kasus Pada Ruas Jalan Raya Malino Kab. Gowa, Hasil evaluasi yang telah dilakukan tikungan eksisting belum memenuhi standar metode bina marga, karena terdapat nilai radius tikungan 15 m di sta 53+306.
5. David W. Rambitan (2022) melakukan penelitian mengenai Analisis Geometrik Jalan Pada Ruas Jalan Tondano-Suluan STA 0+000–STA 3+000, Hasil evaluasi kondisi geometrik ruas jalan belum memenuhi standar sesuai Pedoman Desain Geometrik Jalan bina marga tahun 2021. Sebanyak 21 tikungan/alinyemen eksisting 19 tikungan/alinyemen tidak memenuhi radius jari-jari minimum sehingga direncanakan kembali menjadi 8 lengkung.

6. Ahmad Alfin (2023) melakukan penelitian mengenai Evaluasi Geometrik Jalan Berdasarkan Pedoman Desain Geometrik Jalan No.13/P/BM/2021 dan Kondisi Perkerasan dengan Metode PCI (Pavement Condition Index) Pada ruas Jalan Kertek-Kepil KM 65+500-67+500 Wonosobo, Berdasarkan dari pengamatan yang dilakukan pada ruas jalan Kertek – Kepil Wonosobo sepanjang 2000 m terdapat 6 tikungan, dengan jarak pandang henti (JPH) sebesar 59,302 m, jarak pandang mendahului (JPM) 295,86 m yang belum memenuhi Pedoman Desain Geometrik Jalan 2021 yaitu jarak pandang henti (JPH) sebesar 69 m dan jarak pandang mendahului (JPM) sebesar 345 m untuk kecepatan 50 km/jam.
7. Ipung Wisnu Triono (2023) melakukan penelitian mengenai Hasil akhir yang diperoleh dari perencanaan ulang geometrik jalan ini berupa alinemen horizontal sebanyak 15 tikungan yang terdiri dari 10 tikungan S-C-S dan 5 tikungan F-C. Bukan hanya itu, melainkan juga ada 10 lengkung vertikal yang terdiri dari 5 lengkung vertikal cekung dan 5 lengkung vertikal cembung.
8. Abda Syakura Taqwadin (2023) melakukan penelitian mengenai Evaluasi Geometrik Tikungan di Jalan Medan – Banda Aceh pada STA 81+000 - STA 82+000 dengan Menggunakan Pedoman Desain Geometrik Jalan Tahun 2021, Dari hasil evaluasi yang dilakukan diperoleh lengkung horizontal pada tikungan 1 adalah 60 meter dan pada tikungan 2 adalah 30 meter, lengkung peralihan pada tikungan 1 adalah 30 meter dan pada tikungan 2 adalah 38 meter, superelevasi desain pada tikungan 1 adalah 6,3 %.
9. Arya Diva Rizqandro (2023) melakukan penelitian mengenai Evaluasi Geometrik Dan Redesain Geometrik Jalan Pada Ruas Sampakan-Singosaren

menggunakan Aplikasi Civil 3D, Berdasarkan hasil redesain diperoleh trase sepanjang 1,952 Kilometer dengan total jumlah tikungan sebanyak 7 tikungan dan 12 lengkung vertikal.

10. Miftah Angraini Daulay (2024) melakukan penelitian mengenai Evaluasi Desain Geometrik Jalan Alternatif di wilayah Kota Malang Menuju Kawasan Wisata Kota Batu, Evaluasi geometrik ini mengacu pada Pedoman Desain Geometrik Jalan No 13/P/BM/2021. Dari hasil penelitian ini diperoleh 12 tikungan jenis Spiral-Circle-Spiral, serta 6 lengkung vertikal cembung dan 5 lengkung vertikal cekung.
11. Muhammad Yusran, Muh. Nashir, Kasmaida (2024) melakukan penelitian mengenai Studi Kinerja Ruas Jalan di Sekitar Mesjid Terapung BJ. Habibie Kota Parepare. Dari hasil penelitian menunjukkan bahwa arus lalu lintas terpadat di ruas Jalan Mattirotasi yakni pada hari sabtu pukul 16.00-17.00 dengan volume lalu lintas 220,10 smp/jam, v/c ratio 0,11 serta LoS A dengan kecepatan rata-rata 28,77 km/jam.

BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

A. Jenis Penelitian

Penelitian ini termasuk dalam penelitian Evaluatif dengan pendekatan Kuantitatif. Penelitian Evaluatif yaitu mengevaluasi atau menilai suatu objek berdasarkan standar atau pedoman yang berlaku, dalam hal ini adalah Evaluasi Geometrik Jalan Pada Lengkung Tikungan (Horisontal) berdasarkan Pedoman Desain Geometrik Jalan Tahun 2021. Pendekatan Kuantitatif digunakan dalam penelitian ini karena mengumpulkan data numerik, seperti radius tikungan, superelevasi, lebar jalur dan kecepatan rencana. Data-data ini kemudian dianalisis secara Kuantitatif untuk mengukur sejauh mana kondisi eksisting Alinyemen Horisontal Jalan sesuai atau tidak sesuai dengan pedoman yang berlaku.

B. Lokasi Penelitian

Lokasi penelitian ini berada di Ruas Jalan Swaka Alam Lestari pada Sta 0+000 sampai Sta 1+325 di Kelurahan Bumi Harapan Kecamatan Bacukiki Barat Kota Parepare. Lokasi penelitian ditunjukkan pada gambar 3.1.

C. Alat Penelitian

1. Waterpass

2. GPS

3. Pita Ukur (Meteran)

4. Pilos

5. Kamera Hp

Digunakan untuk mengambil foto situasi ruas jalan.

D. Pengumpulan data

Dalam pelaksanaan penelitian ini pengumpulan data dilakukan untuk melakukan analisis, adapun data yang digunakan dalam penelitian ini yaitu :

1. Data Primer

Data primer diperoleh dengan melakukan survey lapangan untuk mengukur langsung parameter geometrik jalan pada lengkung horisontal (tikungan) seperti;

- a). Radius tikungan
- b). Sudut Belok
- c). Superelevasi
- d). Lebar Jalur
- e). Kecepatan Rencana
- f). Foto Dokumentasi Eksisting tikungan

2. Data Sekunder

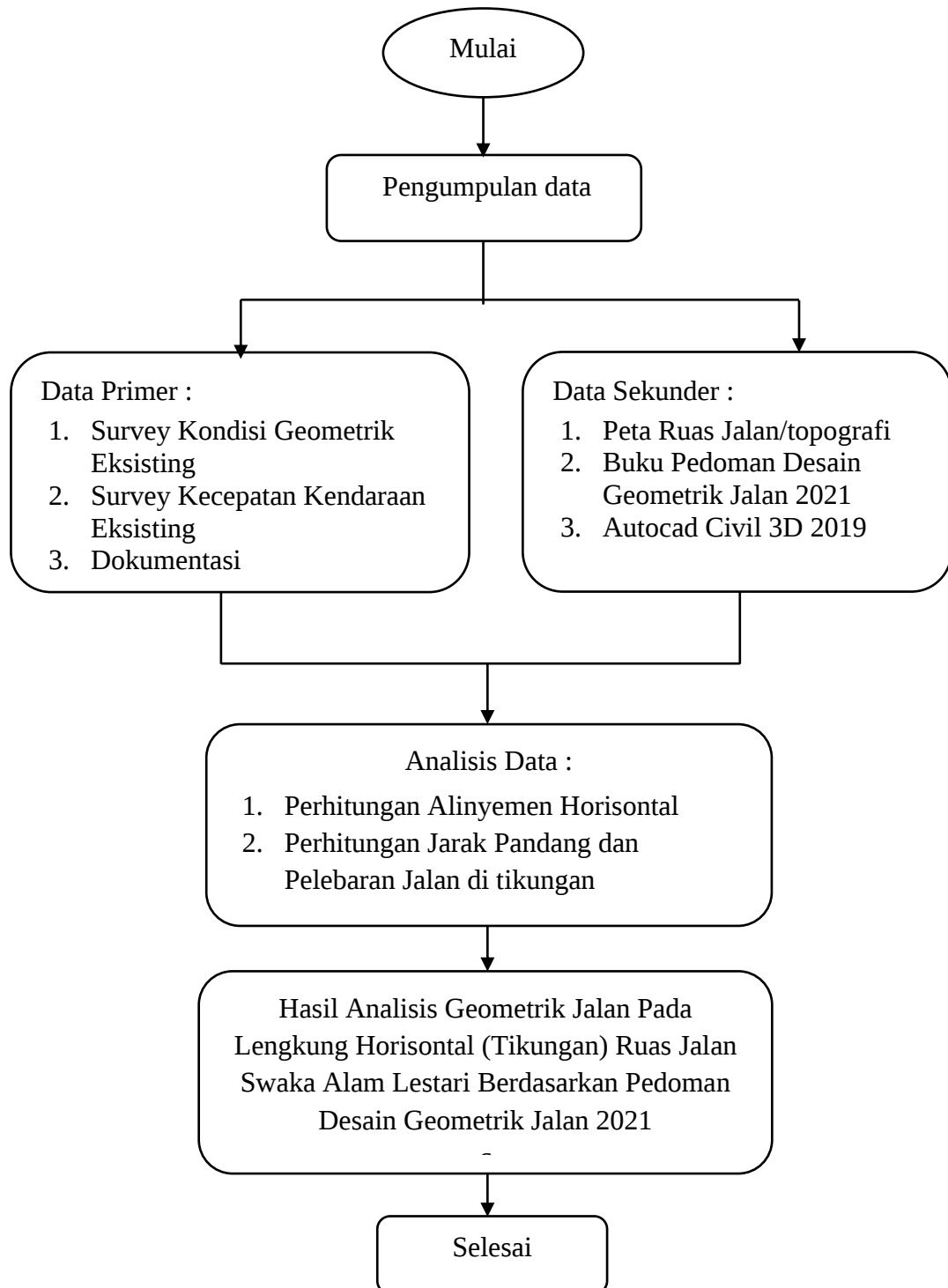
Data sekunder yang diperlukan dalam penelitian ini yaitu :

- a). Peta Ruas Jalan Swaka Alam Lestari yang di peroleh dari aplikasi Google Earth
- b). Buku Pedoman Desain Geometrik Jalan (2021)
- c). Software Autocad Civil 3D 2019

E. Teknik Analisis Data

Perhitungan dan Analisis alinyemen horisontal berupa jari-jari tikungan, lengkung peralihan, derajat lengkung, bentuk lengkung horisontal, superelevasi dan pelebaran pada tikungan dilakukan dengan langkah sebagai berikut ;

- a). Membuat peta topografi dengan tiga aplikasi yaitu Google earth, Global Mapper dan ArcGIS.
- b). Hasil pengukuran dari lapangan akan didapatkan titik point Trase jalan, sehingga didapat tampak dari atas (Gambar situasi/plan) melalui penggambaran *autocad civil 3d*.
- c). Penentuan titik Point Intersection (PI) dan Sudut tikungan dengan menggambar garis tangen (as) jalan.
- d). Melakukan perhitungan Volume lalu lintas harian, Perhitungan kecepatan kendaraan eksisting, perhitungan sudut tikungan, perhitungan Radius tikungan minimum (R_{min}), perhitungan lengkung peralihan, perhitungan superelevasi dan menentukan jenis tikungan.
- e). Melakukan perhitungan Jarak pandang henti dan pelebaran perkerasan pada tikungan.
- f). Melakukan evaluasi geometrik jalan pada tikungan dengan standar teknis yang berlaku yaitu Pedoman Desain Geometrik Jalan Tahun 2021.

F. Bagan Alir Penelitian**Gambar 3. 2** Bagan Alir Penelitian

BAB IV

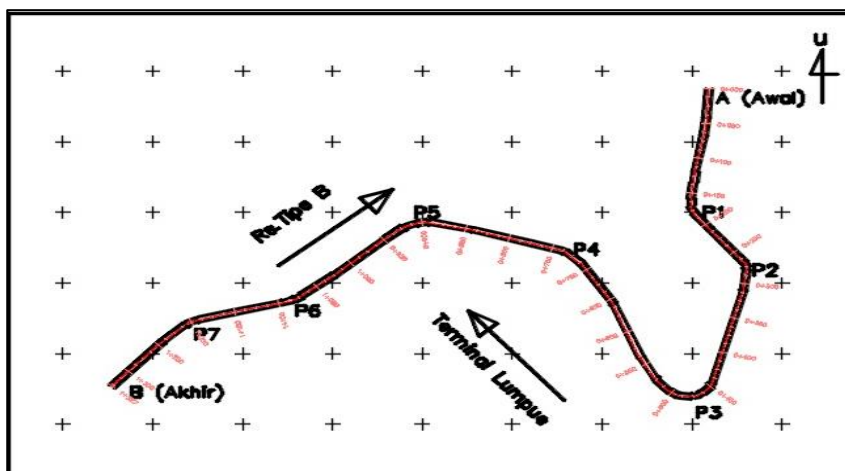
HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Pengumpulan Data Lapangan

Data primer yang akan di dapat berdasarkan hasil pengukuran dilapangan berupa data kondisi geometrik eksisting berupa lebar jalan dan bahu, jarak pandang, alinyemen horisontal, dan kecepatan kendaraan di jalan eksisting. Sedangkan data sekunder yang didapat yaitu peta lokasi penelitian dan Literatur.

1. Data Trase Jalan

Untuk mendapatkan gambaran situasi dan trase jalan maka dilakukan tracking dan marking As jalan dengan menggunakan alat GPS (*Global Positioning*). Kemudian diolah kedalam aplikasi *Global Mapper* dan *Autocad Civil 3d* sehingga bisa memperoleh data koordinat setiap tikungan untuk menjadi tinjauan survey selanjutnya. Koordinat hasil pengukuran lapangan bisa dilihat pada lampiran 1.



Gambar 4. 1 Layout Lokasi Penelitian

2. Data Elevasi Eksisting

Pengambilan data elevasi eksisting dilakukan menggunakan alat Waterpass sesuai dengan titik atau stationing yang sudah ditentukan. Hasil data ukur elevasi eksisting bisa dilihat pada lampiran I.

3. Data Kecepatan Dilapangan

Pengambilan data kecepatan dilakukan dengan metode *sampling random* dan waktu tempuh yang dicatat oleh surveyor pada kendaraan yang melintasi jalan tersebut. Jumlah pengambilan data kecepatan sebanyak 60 sampel dari dua arah yaitu arah ke utara (rumah sakit tipe B) sebanyak 30 sampel dan arah selatan (ke terminal Lumpue) sebanyak 30 sampel, pengamatan dilakukan pada jalan lurus dan sebelum memasuki tikungan. Data kecepatan kendaraan dilapangan bisa dilihat pada lampiran II.

4. Data Volume Lalu Lintas Harian Rata-Rata

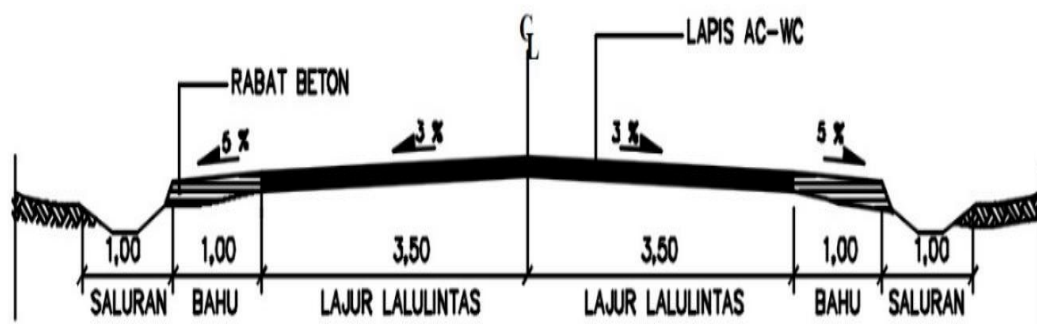
Data volume lalu lintas harian rata-rata (VLHR) diambil dengan metode observasi yaitu Pencatatan langsung jumlah kendaraan dilapangan dan dilakukan selama dua hari, yaitu pada hari Selasa dan Rabu dengan waktu pengamatan 11 jam setiap hari dari jam 7.00-17.00 WITA, Pemilihan hari Selasa dan Rabu dilakukan untuk mendapatkan data lalu lintas yang mewakili rata-rata lalu lintas harian tanpa terlalu banyak variasi atau kenaikan drastis aktivitas lalu lintas, Pengamatan dilakukan dua arah yaitu arah ke rumah sakit tipe B dan arah ke terminal lumpue.

Rekapitulasi perhitungan survey volume lalu lintas dicantumkan pada Lampiran III-A dan Lampiran III-B.

5. Data Ruas Jalan Swaka Alam Lestari

- a. Fungsi Jalan : Arteri
- b. Kelas Jalan : III (tiga)
- c. Status Jalan : Lokal
- d. Lebar badan Jalan : 7 meter
- e. Lebar Lajur Lalu Lintas : 2 x 3,5 meter
- f. Lebar bahu jalan : 1,00 - 2,00 meter
- g. Tipe perkerasan : Perkerasan lentur

Adapun gambar profil melintang eksisting ruas jalan Swaka Alam Lestari bisa dilihat pada gambar 4.2 dibawah ini.



Gambar 4.2 Profil Melintang Jalan
Sumber : Hasil penggambaran Autocad 2019

Untuk perbandingan Spesifikasi antara kondisi ruas jalan eksisting Swaka Alam Lestari dengan Pedoman Desain Geometrik Jalan Tahun 2021 ditunjukkan pada tabel 4.1 dan gambar kondisi eksisting jalan dapat dilihat di gambar 4.3.

Tabel 4. 1 Perbandingan Spesifikasi Kondisi eksisting Jalan dengan Pedoman
Desain Geometrik Jalan tahun 2021

Spesifikasi	Eksisting Jalan	Pedoman 2021	Keterangan
Jalur lalulintas	2 lajur untuk 2 arah (2/2 TT)	Minimum jumlah lajur yaitu 2 untuk 2 arah yang tak terbagi 2/2 TT	Memenuhi syarat
Lebar Lajur	3,5 x 2 m (7m)	Lebar lajur lalulintas 2 x 3,5 m	Memenuhi syarat
Median	Tidak ada median	Tidak disyaratkan	Memenuhi syarat
Bahu Jalan	1,57 m – 1,86 m	Minimal 0,5 m	Memenuhi syarat
Saluran pada tepi jalan	0,5 m – 1,0 m	Minimal 0,5 m	memenuhi syarat
Kemiringan pada jalan lurus (%)	2,5%	2-3 %	memenuhi syarat
Kemiringan pada bahu jalan (%)	2% - 3%	Minimal 5%	Tidak memenuhi syarat
Superelevasi pada	2%	Maksimal 8%	memenuhi syarat

Spesifikasi	Eksisting Jalan	Pedoman 2021	Keterangan
tikungan (%)			

Sumber : Hasil Analisis Lapangan berdasarkan Pedoman Desain Geometrik Jalan



Gambar 4. 3 Kondisi Tikungan P-3 Pada Ruas Jalan Swaka Alam Lestari

B. Perhitungan Data Lapangan

1. Perhitungan Data Kecepatan Lapangan

Kecepatan rata-rata hasil perhitungan dengan menggunakan rumus SMS (*Space Mean Speed*) berdasarkan waktu tempuh mobil di lapangan berdasarkan tabel 4.2 sebagai berikut.

- a. Kecepatan rata-rata arah utara (RS. Tipe B) pada jalan lurus

$$t = \frac{\text{waktu tempuh total kendaraan}}{\text{jumlah sampel kendaraan}}$$

$$t = \frac{374,73 \text{ detik}}{30}$$

$$t = 12,49 \text{ detik}$$

$$t = \frac{14,26}{3600}$$

$$t = 0,0035 \text{ Jam}$$

Kecepatan Rata-rata (*Space Mean Speed*), Panjang Pengamatan 160 meter

$$SMS = \frac{X \text{ (Jarak)}}{\frac{1}{n} \cdot t(\text{Kecepatan Rata - rata}) \cdot n(\text{Jumlah Kendaraan})}$$

$$SMS = \frac{0,160 \text{ Km}}{\frac{1}{30} \times (0,0035 \times 30)}$$

$$SMS = 46.11 \text{ km/Jam},$$

- b. Kecepatan rata-rata arah selatan (Terminal Lumpue) pada jalan lurus

$$t = \frac{\text{waktu tempuh total kendaraan}}{\text{jumlah sampel kendaraan}}$$

$$t = \frac{427.85 \text{ detik}}{30}$$

$$t = 14,26 \text{ detik}$$

$$t = \frac{14,26}{3600}$$

$$t = 0,0040 \text{ Jam}$$

Kecepatan Rata-rata (*Space Mean Speed*), Panjang Pengamatan 160 meter

$$SMS = \frac{X \text{ (Jarak)}}{\frac{1}{n} \cdot t(\text{Kecepatan Rata - rata}) \cdot n(\text{Jumlah Kendaraan})}$$

$$SMS = \frac{0,160 \text{ Km}}{\frac{1}{30} \times (0,0040 \times 30)}$$

$$SMS = 40,38 \text{ km/Jam}$$

- c. Kecepatan rata-rata arah utara (RS. Tipe B) pada jalan tikungan

$$t = \frac{\text{waktu tempuh total kendaraan}}{\text{jumlah sampel kendaraan}}$$

$$t = \frac{352,90 \text{ detik}}{30}$$

$$t = 11,76 \text{ detik}$$

$$t = \frac{11,76}{3600}$$

$$t = 0,00327 \text{ Jam}$$

Kecepatan Rata-rata (*Space Mean Speed*), Panjang Pengamatan 120 meter

$$SMS = \frac{X (\text{Jarak})}{\frac{1}{n} \cdot t (\text{Kecepatan Rata - rata}) \cdot n (\text{Jumlah Kendaraan})}$$

$$SMS = \frac{0,120 \text{ Km}}{\frac{1}{30} \times (0,00327 \times 30)}$$

$$SMS = 36,72 \text{ km/Jam},$$

- d. Kecepatan rata-rata arah selatan (*Terminal lumpue*) pada jalan tikungan

$$t = \frac{\text{waktu tempuh total kendaraan}}{\text{jumlah sampel kendaraan}}$$

$$t = \frac{352,30 \text{ detik}}{30}$$

$$t = 11,74 \text{ detik}$$

$$t = \frac{11,74}{3600}$$

$$t = 0,00326 \text{ Jam}$$

Kecepatan Rata-rata (*Space Mean Speed*), Panjang Pengamatan 120 meter

$$SMS = \frac{X (\text{Jarak})}{\frac{1}{n} \cdot t (\text{Kecepatan Rata - rata}) \cdot n (\text{Jumlah Kendaraan})}$$

$$SMS = \frac{0,120 \text{ Km}}{\frac{1}{30} \times (0,00326 \times 30)}$$

$$SMS = 36,78 \text{ km/Jam}$$

Berdasarkan hasil Perhitungan kecepatan dilapangan ruas swaka alam lestari pada jalan lurus dan tikungan yaitu ;

$$V_{rata - rata} = \frac{40,38 + 46,11 + 36,78 + 36,72}{4}$$

$$V_{rata - rata} = 40,00 \text{ Km/Jam},$$

2. Perhitungan Arus Lalulintas Jam Desain

Volume Lalu Lintas Harian Rata-rata (VLHR) didapat dari hasil perhitungan didapat nilai sebesar 360,40 SMP/Hari , yang akan diproyeksikan ke 10 tahun yang akan datang. nilai volume lalulintas harian rata-rata tahun desain (LHRT_D) yaitu:

(sumber : Pedoman Desain Geometrik Jalan Tahun 2021)

$$LHRT_D = LHRT_{TB} \times (1+i)^n$$

$$LHRT_D = 360,40 \times (1+0,10)^{10}$$

$$LHRT_D = 934,78 \text{ SMP per hari}$$

Nilai faktor jam desain (K) untuk jalan yang kurang padat diambil nilai sebesar 15% (peraturan pedoman 2021 hal.47). maka q_{JD} ditetapkan dengan persamaan :

$$q_{JD} = LHRT_D \times K$$

$$q_{JD} = 934,78 \times 15\%$$

$$q_{JD} = 140,22 \text{ SMP per jam}$$

Pilihan kriteria desain teknis dalam menetapkan tipe jalan sesuai dengan q_{JD} untuk jalan antar kota sesuai dengan Pedoman Desain Geometrik Jalan Tahun 2021 (hal.49). diperoleh data sebagai berikut:

- a). Tipe jalan : 2/2 TT
- b). Lebar jalur lalu lintas : 2 x 3,5 m
- c). Lebar bahu luar : 1 - 2 m
- d). Kemiringan bahu jalan : 5%
- e). Saluran tepi jalan : 0,5 m
- f). Ambang pengaman : 0,5 m
- g). Lebar median : tanpa median
- h). Kemiringan melintang : 3%
- i). Rumaja : 12 m
- j). Rumija : 15 m
- k). Ruwasja : 10 m

3. Perhitungan Klasifikasi Medan

Perhitungan klasifikasi medan menggunakan persamaan sebagai berikut :

$$\Delta h = \text{elevasi kiri} - \text{elevasi kanan}$$

$$\Delta h = 122,51 - 119,88$$

$$\Delta h = 2,63 \text{ m}$$

$$g \text{ (Kelandaian)} = \Delta h \text{ (beda tinggi)} / L \text{ (Panjang)} \times 100 \%$$

$$g = 2,63 / 40 \times 100\%$$

$$g = 6,59 \%$$

Berdasarkan tabel 2.5 maka klasifikasi medan pada sta 0+000 merupakan medan datar. Hasil rekapitulasi perhitungan klasifikasi medan dapat dilihat pada tabel 4.2, sebagai berikut.

Tabel 4. 2 Rekapitulasi Klasifikasi Medan Jalan

No	STA	Elevasi		Δh (m)	L (m)	Kelandaian (%)	Klasifikasi Medan
		Kiri	Kanan				
1.	0+000	122.51	119.88	2.63	40.00	6.59	Datar
2.	0+050	122.88	119.71	3.17	40.00	7.93	Datar
3.	0+100	121.88	117.62	4.26	40.00	10.64	Bukit
4.	0+150	120.23	115.24	4.99	40.00	12.49	Bukit
5.	0+172	120.02	114.57	5.45	40.00	13.62	Bukit
6.	0+200	121.09	117.14	3.95	40.00	9.88	Datar
7.	0+250	120.22	117.84	2.38	40.00	5.95	Datar
8.	0+277	116.53	116.66	-0.12	40.00	0.31	Datar
9.	0+300	114.53	115.38	-0.86	40.00	2.14	Datar
10.	0+350	112.75	109.62	3.13	40.00	7.82	Datar
11.	0+400	111.41	106.63	4.78	40.00	11.95	Bukit
12.	0+450	113.57	110.64	2.93	40.00	7.31	Datar
13.	0+478	116.51	112.12	4.39	40.00	10.97	Bukit
14.	0+500	118.44	112.61	5.83	40.00	14.58	Bukit
15.	0+550	118.45	110.35	8.10	40.00	20.25	Bukit
16.	0+600	110.33	107.71	2.63	40.00	6.57	Datar
17.	0+650	106.67	105.35	1.32	40.00	3.29	Datar
18.	0+700	100.95	102.02	-1.07	40.00	2.67	Datar
19.	0+724	97.16	96.55	0.61	40.00	1.54	Datar
20.	0+750	94.86	91.87	2.99	40.00	7.47	Datar
21.	0+800	86.38	83.46	2.93	40.00	7.32	Datar
22.	0+850	75.35	73.10	2.26	40.00	5.65	Datar

No	STA	Elevasi		Δh (m)	L (m)	Kelandaian (%)	Klasifikasi Medan
		Kiri	Kanan				
23.	0+900	67.41	65.38	2.04	40.00	5.09	Datar
24.	0+907	67.16	64.57	2.59	40.00	6.47	Datar
25.	0+950	64.95	61.53	3.41	40.00	8.54	Datar
26.	1+000	62.60	56.26	6.34	40.00	15.85	Bukit
27.	1+050	55.19	44.85	10.33	40.00	25.83	Bukit
28.	1+083	45.88	40.94	4.94	40.00	12.36	Bukit
29.	1+100	42.56	38.42	4.14	40.00	10.36	Bukit
30.	1+150	34.82	29.07	5.76	40.00	14.39	Bukit
31.	1+200	25.32	18.30	7.02	40.00	17.55	Bukit
32.	1+205	24.16	17.29	6.88	40.00	17.19	Bukit
33.	1+250	19.69	15.27	4.42	40.00	11.04	Bukit
34.	1+300	16.74	13.13	3.61	40.00	9.03	Datar
35.	1+325	16.32	13.27	3.04	40.00	7.61	Datar

Sumber : Hasil Perhitungan berdasarkan Pedoman Desain Geometrik Jalan 2021

$$\begin{aligned}
 \text{Kelandaian rata-rata} &= \frac{\sum \text{Kelandaian}}{\sum \text{Titik}} \\
 &= \frac{338,21\%}{35} \\
 &= 9,66 \%
 \end{aligned}$$

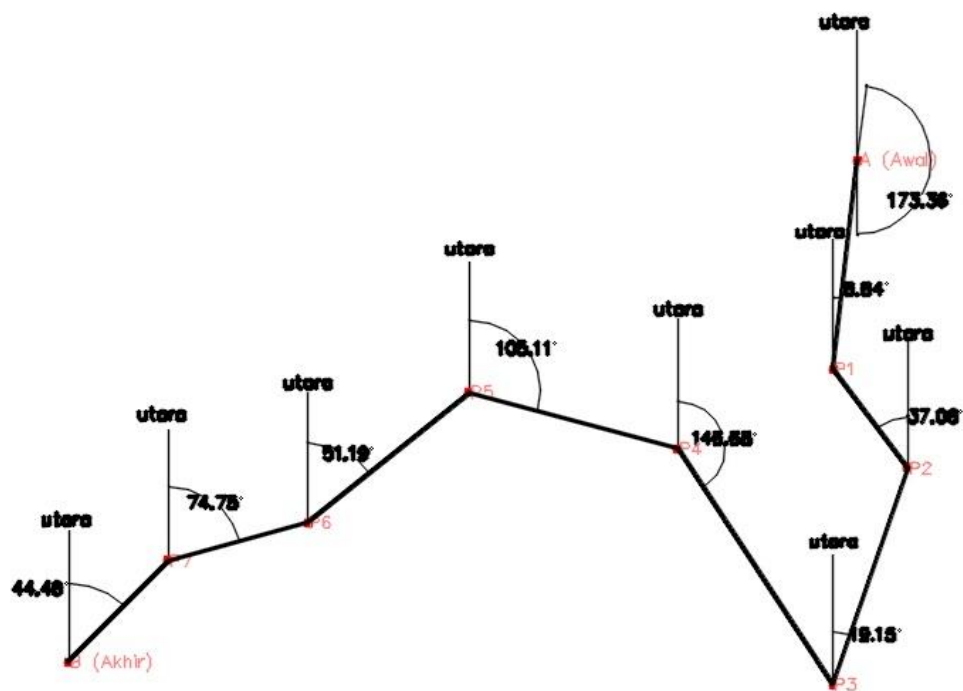
Jika, $9,66\% < 10\%$ (medan datar)

Berdasarkan perhitungan Klasifikasi medan pada ruas jalan swaka alam lestari, yang mengacu pada Pedoman Desain Geometrik Jalan Tahun 2021, jalan ini termasuk kategori Medan Datar.

C. Perhitungan Alinyemen Horisontal

1. Perhitungan Jarak, Sudut Azimuth, Sudut Pusat (Tikungan)

Hasil Pengukuran dilapangan kemudian digambarkan menggunakan *Software Autocad Civil 3D*. Hasil penggambaran didapatkan bentuk dan situasi tikungan pada jalan swaka alam lestari, Seperti pada gambar 4.3



Gambar 4.4 Trase jalan

Sumber : Penggambaran Auto cad Civil 3d

Tabel 4. 3 Koordinat tikungan

Titik	Koordinat	
	X	Y
Awal	793569.8286	9552170.497
PI1	793549.3537	9551994.643
P12	793612.2704	9551911.388

Titik	Koordinat	
	X	Y
P13	793549.0991	9551729.462
P14	793418.7181	9551927.78
P15	793242.9708	9551975.24
P16	793106.7749	9551865.697
P17	792989.1949	9551833.647
Akhir	792905.3275	9551748.249

Sumber : Hasil Perhitungan berdasarkan Pedoman Desain Geometrik Jalan 2021

a. Perhitungan Jarak

Rumus perhitungan Jarak :

$$Jarak = \sqrt{(X_{P1} - X_A)^2 + (Y_{P1} - Y_A)^2}$$

Contoh perhitungan :

$$\begin{aligned} \text{Jarak A ke PI1} &= \sqrt{(793549,35 - 793569,83)^2 + (9551994.64 - 9552170,50)^2} \\ &= 177.04 \text{ m.} \end{aligned}$$

b. Perhitungan Sudut Azimuth (α)

Rumus perhitungan sudut azimuth:

$$\text{Azimuth A ke PI}_1 = \arctan \left(\frac{X_1 - X_A}{Y_1 - Y_A} \right)$$

Yang dimana, perhitungan tersebut memiliki syarat kuadran sebagai berikut

Kuadran I = $X_1 - X_A = (+)$	Kuadran II = $X_1 - X_A = (+)$
$Y_1 - Y_A = (+)$	$Y_1 - Y_A = (-)$
Hasil + 0°	Hasil + 180°
Kuadran III = $X_1 - X_A = (-)$	Kuadran I = $X_1 - X_A = (-)$
$Y_1 - Y_A = (-)$	$Y_1 - Y_A = (+)$
Hasil + 180°	Hasil + 360°

Contoh perhitungan sudut azimuth:

$$\alpha A - PI_1 = \arctan \left(\frac{793549,35 - 793569,83}{9551994,64 - 9552170,50} \right)$$

$$= 6,04^\circ$$

Nilai azimuth berada pada kuadran III maka nilai back azimuth yaitu

$$6,04^\circ + 180^\circ = 186,64^\circ$$

$$\alpha PI_1 - PI_2 = \arctan \left(\frac{793612,27 - 793549,35}{9551911,39 - 9551994,64} \right)$$

$$= -37,08^\circ$$

Nilai azimuth berada pada kuadran II maka nilai back azimuth yaitu

$$-37,08^\circ + 180^\circ = 142,92^\circ$$

c. Perhitungan Sudut Pusat (Tikungan Δ)

Rumus perhitungan sudut pusat:

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

Contoh perhitungan :

1. Sudut Tikungan $PI_{1,1}$

$$\begin{aligned}\Delta PI_1 &= |186,64^\circ - 142,92^\circ| \\ &= 43,72^\circ\end{aligned}$$

2. Sudut Tikungan $PI_{.1}$

$$\begin{aligned}\Delta PI_2 &= |142,92^\circ - 199,15^\circ| \\ &= 56,23^\circ\end{aligned}$$

Rekapitulasi perhitungan jarak, sudut azimuth, dan sudut tikungan bisa dilihat pada tabel 4.4

Tabel 4. 4 Rekapitulasi Perhitungan Jarak, Sudut Azimuth, Sudut Tikungan

Titik	STA	Koordinat		Jarak (L)	Kwadran	Azimuth (α°)	Sudut Tikungan (ΔPI°)
		X	Y				
A	0+000	793569,83	9552170,50				
PI_1	0+172	793549,35	9551994,64	177,04	Kw III	186,64	43,72
PI_2	0+277	793612,27	9551911,39	104,36	Kw II	142,92	56,23
PI_3	0+478	793549,10	9551729,46	192,58	Kw III	199,15	127,53
PI_4	0+724	793418,72	9551927,78	237,34	Kw IV	326,69	41,57
PI_5	0+907	793242,97	9551975,24	182,04	Kw IV	285,11	53,92
PI_6	1+083	793106,77	9551865,70	174,78	Kw III	231,19	23,56
PI_7	1+205	792989,19	9551833,65	121,87	Kw III	254,75	30,27
B	1+317	792905,33	9551748,25	119,69	Kw III	224,48	

2. Perhitungan Tikungan

Berdasarkan hasil pengukuran dan pengamatan dilapangan, ruas jalan swaka alam lestari yang ditinjau mempunyai beberapa tikungan yaitu P1, P2, P3, P4, P5, P6, dan P7. Pemilihan jenis tikungan dijabarkan sebagai berikut:

a. Tikungan Titik P1

Diketahui data tikungan desain :

$$\Delta_1 = 43,72^\circ$$

$$V_D = 40 \text{ km/jam}$$

$$e_{\max} = 8\%$$

$$e_n = 2\%$$

$$\begin{aligned} f_{\max} &= -0,00065 \times V_R + 0,192 \\ &= -0,00065 \times (40) + 0,192 \\ &= 0,166 \end{aligned}$$

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

$$R_{\min} = \frac{40^2}{127 \times (0,08 + 0,166)}$$

$$R_{\min} = 51,21$$

$$R_c = 60 \text{ m (Tabel lengkung peralihan PDGJ 2021)}$$

Syarat $R_c > R_{\min}$ maka dipilih $R_c = 60 \text{ m}$, Rekapitulasi hasil perhitungan jari jari minimum (R_c) semua tikungan bisa dilihat pada tabel 4.5

Tabel 4. 5 Rekapitulasi perhitungan Jari-jari (R) pada semua tikungan

Titik	V _D Km/Jam	e _{max}	e _n	f _{max}	R _{min} (m)	R _c (m)
PI ₁	40	8%	2%	0,166	51,21	60
PI ₂	30	8%	2%	0,173	28,07	32
PI ₃	30	8%	2%	0,173	28,07	40
PI ₄	40	8%	2%	0,166	51,21	100
PI ₅	30	8%	2%	0,173	28,07	40
PI ₆	40	8%	2%	0,166	51,21	150
PI ₇	40	8%	2%	0,166	51,21	80

Sumber : Hasil Perhitungan berdasarkan Pedoman Desain Geometrik Jalan 2021

b. Perhitungan Superelevasi tikungan

- Menentukan derajat lengkung maksimum (D_{maks})

$$D_{\text{maks}} = \frac{181913,53 \times e_{\text{maks}} + f_{\text{maks}}}{V_D^2}$$

$$D_{\text{maks}} = \frac{181913,53 \times (0,08 + 0,166)}{40^2}$$

$$= 27,97^\circ$$

- Menentukan derajat lengkung (D)

$$D = \frac{1432,39}{R_c}$$

$$= \frac{1432,39}{60}$$

$$= 23,87^\circ$$

- Menentukan nilai (e+f)

$$(e + f) = (e_{\text{maks}} + f_{\text{maks}}) \frac{D}{D_{\text{maks}}}$$

$$= (0,08 + 0,166) \times \frac{8,19}{27,97}$$

$$= 0,210$$

- Menentukan nilai kecepatan Aktual $V_{R(\text{aktual})}$

$$V_R = 0,85 \times V_D$$

$$= 0,85 \times 40 \text{ km/jam}$$

$$= 34 \text{ km/jam}$$

- Menentukan nilai D_P

$$D_P = 181913,53 \times e_{\text{maks}} / V_D^2$$

$$= 181913,53 \times 0,08 / 40^2$$

$$= 12,59$$

- Menentukan nilai h

$$\begin{aligned} h &= e_{\max} \times (V_D^2 / VR^2) - e_{\max} \\ &= 0,08 \times (40^2 / 34^2) - 0,08 \\ &= 0,031 \end{aligned}$$

- Menentukan nilai $\text{tg } \alpha_1$ dan $\text{tg } \alpha_2$

$$\begin{aligned} \text{tg } \alpha_1 &= h / D_p \\ &= 0,031 / 12,59 \\ &= 0,00244 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{tg } \alpha_2 &= f_{\max} - h / D_{\max} - D_p \\ &= 0,166 - 0,031 / 27,97 - 12,59 \\ &= 0,0088 \end{aligned}$$

- Menentukan nilai M_o

$$\begin{aligned} M_o &= \frac{D_p \times (D_{\max} - D_p) \times (\text{tg } \alpha_1 - \text{tg } \alpha_2)}{2 \times D_{\max}} \\ &= 12,59 \times (27,97 - 12,59) \times (0,00244 - 0,0088) / 2 \times 27,97 \\ &= 0,022 \end{aligned}$$

- Menentukan nilai f_D

Karena nilai $D_p < D_{\max} = 12,59 < 27,97$ maka rumus yang digunakan

$$\begin{aligned} f_D &= M_o \times ((D/D_p)^2 + (D \times \text{tg } \alpha_1)) \\ &= 0,022 \times ((23,87/12,59)^2 + (23,87 \times 0,00244)) \\ &= 0,132 \end{aligned}$$

- Menentukan nilai superelevasi

$$e = (e + f) - (f_D)$$

$$= 0,210 - 0,132$$

$$= 0,078$$

$$= \mathbf{7,8\%}$$

Persyaratan Pedoman Desain Geometrik Jalan $e < 8\%$

Jadi besar superelevasi pada titik PI_1 yaitu 7,8% kurang dari 8% , syarat tikungan *Full Circle* $e \leq 3\%$, Karena titik PI_1 $e = 7,8\% > 3\%$ tidak memenuhi syarat tikungan *Full Circle* maka jenis tikungan yang dipakai adalah *Spiral-Circle-Spiral* atau *Spiral-Spiral*. Hasil rekapitulasi perhitungan superelevasi untuk semua tikungan dapat dilihat pada tabel 4.6

Tabel 4. 6 Perhitungan Superelevasi

Titik	D	D _{maks}	V _{aktual}	(e+f)	D _p	h	tg α_1	tg α_2	M _o	f _(D)	e (%)	Kontrol e ≤ 8%
PI-1	23,87	27,97	34,00	0,210	12,59	0,0307	0,0024	0,0088	0,0220	0,132	7,8%	Ok
PI-2	44,76	51,04	34,00	0,221	22,38	0,0307	0,0014	0,0049	0,0225	0,143	7,9%	Ok
PI-3	35,81	51,04	25,50	0,177	22,38	0,0307	0,0014	0,0049	0,0225	0,104	7,4%	Ok
PI-4	14,32	27,97	34,00	0,126	12,59	0,0307	0,0024	0,0088	0,0220	0,063	6,3%	Ok
PI-5	35,81	51,04	25,50	0,177	22,38	0,0307	0,0014	0,0049	0,0225	0,104	7,4%	Ok
PI-6	9,55	27,97	34,00	0,084	12,59	0,0307	0,0024	0,0088	0,0220	0,036	4,8%	Ok
PI-7	17,90	27,97	34,00	0,157	12,59	0,0307	0,0024	0,0088	0,0220	0,087	7,1%	Ok

Sumber : Hasil Perhitungan berdasarkan Pedoman Desain Geometrik Jalan 2021

c. Perhitungan Lengkung Peralihan (Ls)

Untuk menghitung panjang lengkung peralihan beberapa yang harus diperhatikan. Berikut salah satu contoh untuk perhitungan panjang lengkung peralihan yang terdapat pada titik PI-1 sebagai berikut.

- Berdasarkan waktu tempuh maksimum (3detik) untuk melintasi lengkung peralihan panjang lengkung menggunakan persamaan :

$$\begin{aligned} L_s &= \frac{VD}{3,6} \times T \\ &= \frac{40}{3,6} \times 3 \\ &= 33,33 \text{ m} \end{aligned}$$

- Berdasarkan antipasi gaya sentrifugal, menggunakan rumus modifikasi shortt:

$$\begin{aligned} L_s &= 0,022 \times \frac{V_R^3}{R_c \times C} - 2,727 \times \frac{V \times e}{C} \\ L_s &= 0,022 \times \frac{40^3}{60 \times 0,4} - 2,727 \times \frac{40 \times 0,043}{0,4} \\ L_s &= 37,28 \text{ m} \end{aligned}$$

- Berdasarkan tingkat pencapaian perubahan kelandaian:

$$\begin{aligned} L_s &= \frac{(e_m - e_n)}{3,6 \times r_e} \times V_R \\ L_s &= \frac{(0,08 - 0,02)}{3,6 \times 0,035} \times 40 \\ L_s &= 19,048 \text{ m} \end{aligned}$$

Dari 3 perhitungan diatas maka diambil nilai Ls yang terbesar, maka didapatkan nilai panjang lengkung peralihan (Ls) sebesar 37,28 m.

Persyaratan penentuan tikungan yaitu :

- Digunakan tikungan *Full-Circle (F-C)* jika, **$P < 0,25 \text{ m}$**
- Digunakan tikungan *Spiral-Circle-Spiral (S-C-S)* jika,

$$\mathbf{P > 0,25 \text{ m}}$$

$$\mathbf{L_c > 25 \text{ m}}$$

$$\mathbf{L_c + 2L_s < 2T_s}$$

- Digunakan tikungan *Spiral-Spiral (S-S)* jika,

$$\mathbf{P > 0,25 \text{ m}}$$

$$\mathbf{L_c < 25 \text{ m}}$$

- Perhitungan penentuan bentuk tikungan, contoh Perhitungan pada tikungan PI-1.

Menentukan sudut lengkung spiral (θ_s)

$$\begin{aligned}\theta_s &= \frac{90 \times L_s}{\pi \times R_c} \\ &= \frac{90 \times 37,28}{3,14 \times 60} \\ &= 17,80^\circ\end{aligned}$$

Menentukan panjang lengkung spiral (L_c)

$$\begin{aligned}L_c &= \frac{(\Delta - 2 \cdot \theta_s)}{180} \times \pi \times R_c \\ L_c &= \frac{(43,72 - 2 \times 17,81)}{180} \times 3,14 \times 60 \\ &= 8,51 \text{ m}\end{aligned}$$

Syarat tikungan *Spiral-Circle-Spiral* yaitu $L_c > 25 \text{ m}$.

Karena $L_c = 8,51 \text{ m} > 25 \text{ m}$, tidak memenuhi syarat lengkung *Spiral-Circle-Spiral (S-C-S)*. maka jenis tikungan ini adalah lengkung *Spiral-Spiral (S-S)*, dengan rumus sebagai berikut.

Menentukan sudut lengkung spiral (θ_s)

$$\begin{aligned}\theta_s &= \frac{1}{2} \Delta \\ &= \frac{1}{2} \times 43,72 \\ &= 21,86^\circ\end{aligned}$$

Menentukan panjang lengkung spiral (L_s)

$$\begin{aligned}L_s &= \frac{\theta_s \cdot \pi \cdot R_c}{90} \\ &= \frac{21,86 \times 3,14 \times 60}{90} \\ &= 45,78 \text{ m}\end{aligned}$$

Menghitung nilai P

$$\begin{aligned}P &= \frac{L_s^2}{6 \times R} - R(1 - \cos \theta_s) \\ &= \frac{45,78^2}{6 \times 60} - 60(1 - \cos 21,86) \\ &= 1,51 \text{ m.}\end{aligned}$$

- Jarak titik TS ke titik pergeseran tikungan (k)

$$\begin{aligned}k &= L_s - \frac{L_s^3}{40 R_c^2} - R_c \sin \theta_s \\ k &= 45,78 - \frac{45,78^3}{40 \times 60^2} - 60 \times \sin (17,90) \\ &= 22,78 \text{ m}\end{aligned}$$

- Panjang tangent dari titik PI ke TS (Ts)

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

$$Ts = (60 + 1,05) \tan \frac{1}{2} 43,72 + 22,78$$

$$= 47,45 \text{ m}$$

- Jarak dari PI ke busur Lingkaran (Es)

$$Es = (Rc + p_{cek}) \cos \frac{1}{2} \Delta + k$$

$$Es = (60 + 1,05) \cos \frac{1}{2} 43,72 + 22,78$$

$$= 6,27 \text{ m}$$

- Panjang total lengkung (Ltot)

$$L_{tot} = 2 Ls$$

$$L_{tot} = 2 \times 45,78$$

$$= 91,57 \text{ m}$$

- Kontrol

$$Ts > Ls$$

$$47,45 > 45,78 \text{ (memenuhi)}$$

Rekapitulasi hasil perhitungan jenis tikungan alinyemen horisontal dapat dilihat pada tabel 4.7 dan rekapitulasi perhitungan lengkung *spiral-spiral* pada tabel 4.8 sebagai berikut.

Tabel 4. 7 Rekapitulasi hasil perhitungan jenis tikungan alinyemen horisontal

Titik	Ls (m) berdasarkan			Ls Pakai (m)	Δs (°)	Lc (m)	P _{cek}	Jenis tikungan
	Waktu tempuh	Gaya sentrifugal	Perubahan kelandaian					
PI-1	33,33	37,28	19,048	45,78	21,86	8,51	1,508	S-S
PI-2	25,00	30,26	14,286	31,40	28,11	1,14	1,361	S-S
PI-3	25,00	22,06	14,286	25,00	17,90	64,03	0,670	S-C-S
PI-4	33,33	18,11	19,048	33,33	9,55	39,21	0,470	S-C-S
PI-5	25,00	22,06	14,286	37,64	26,96	12,64	1,557	S-S
PI-6	33,33	10,37	19,048	33,33	6,37	28,35	0,310	S-C-S
PI-7	33,33	24,75	19,048	42,27	15,14	8,93	0,947	S-S

Sumber : Hasil Perhitungan berdasarkan Pedoman Desain Geometrik Jalan 2021

Tabel 4. 8 Rekapitulasi perhitungan Lengkung *Spiral -Spiral*

Titik	V _D (km/jam)	R _c (m)	ΔPI (°)	L _s (m)	□ _s	p	k	T _s	E _s	L _{tot}	Kontrol T _s > L _s
PI-1	40	60	43,72	45,78	21,86	1,51	22,78	47,45	6,27	91,57	Ok
PI-2	30	32	56,23	31,40	28,11	1,36	15,57	33,39	5,82	62,81	Ok
PI-5	30	40	53,92	37,64	26,96	1,56	18,68	39,81	6,63	75,29	Ok
PI-7	40	80	30,27	42,27	15,14	0,45	21,08	42,98	3,86	84,53	Ok

Sumber : Hasil Perhitungan berdasarkan Pedoman Desain Geometrik Jalan 2021

d. Langkah Perhitungan Lengkung *Spiral-Circle-Spiral (S-C-S)*.

Syarat jenis tikungan S-C-S Jika $\Delta c > 0^\circ$, dan $L_c > 25$ meter jika salah satu tidak memenuhi syarat, maka tikungan tersebut berjenis S-S. Langkah perhitungan jenis tikungan S-C-S sebagai berikut :

- Menentukan sudut circle (Δc)

$$\begin{aligned}\Delta c &= \Delta PI_4 - 2 \cdot \Delta s \\ &= 41,57^\circ - 2 \times 17,90 \\ &= 5,77^\circ\end{aligned}$$

Karena $\Delta c = 32,80^\circ > 0^\circ$ dan $L_c = 120,20 > 25$ meter, maka tikungan S-C-S memenuhi syarat. Sehingga digunakan rumus sebagai berikut:

- Menentukan jarak tegak lurus dari TS/ST ke titik SC (X_s)

$$\begin{aligned}X_s &= L_s \left[1 - \frac{L_s^2}{40 \times R_c^2} \right] \\ X_s &= 33,33 \left[1 - \frac{33,33^2}{40 \times 100^2} \right] \\ &= \mathbf{32,34 \text{ m}}\end{aligned}$$

- Menentukan Jarak tegak lurus ke titik SC pada lenkung (Y_s)

$$\begin{aligned}Y_s &= \frac{L_s^2}{6 R_c} \\ Y_s &= \frac{33,33^2}{6 \times 100} \\ &= \mathbf{1,85 \text{ m}}\end{aligned}$$

- Jarak titik TS ke titik pergeseran tikungan (k)

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

$$k = 33,33 - \frac{33,33^3}{40 \times 100^2} - 100 \times \sin(17,90)$$

$$= 16,65 \text{ m}$$

- Panjang tangent dari titik PI ke TS (Ts)

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

$$Ts = (100 + 0,47) \tan \frac{1}{2} 41,57 + 16,65$$

$$= 54,78 \text{ m}$$

- Jarak dari PI ke busur Lingkaran (Es)

$$Es = (Rc + p_{cek}) \cos \frac{1}{2} \Delta + k$$

$$Es = (100 + 0,47) \cos \frac{1}{2} 41,57 + 16,65$$

$$= 7,46 \text{ m}$$

- Panjang total lengkung (Ltot)

$$L_{tot} = Lc + 2 Ls$$

$$L_{tot} = 39,21 + 2 \times 33,33$$

$$= 105,88 \text{ m}$$

- Kontrol

$$L_{tot} < 2.Ts$$

$$105,88 < 2 \times 54,78 = 109,56 \text{ (memenuhi)}$$

Untuk perhitungan lengkung *Spiral-Circle-Spiral* untuk semua tikungan bisa dilihat pada tabel 4.9

Tabel 4. 9 Rekapitulasi perhitungan Lengkung *Spiral-Circle-Spiral*

Titik	V _D (km/jam)	R _c (m)	ΔPI (°)	L _s (m)	□ _s	p	k	T _s	E _s	L _c	X _s	Y _s	L _{tot}	Kontrol L _{tot} < 2.T _s
PI-3	30	40	127,53	25,00	17,90	0,67	12,46	94,97	51,99	64,03	24,01	2,60	114,03	Ok
PI-4	40	100	41,57	33,33	9,55	0,47	16,65	54,78	7,46	39,21	32,34	1,85	105,88	Ok
PI-6	40	150	23,56	33,33	6,37	0,31	16,66	48,01	3,54	28,35	32,33	1,23	95,02	Ok

Sumber : Hasil Perhitungan berdasarkan Pedoman Desain Geometrik Jalan 2021

3. Perhitungan Jarak Pandang

a. Perhitungan Jarak Pandang Henti (JPh)

Berdasarkan pengamatan dilapangan diperoleh kecepatan lapangan sebesar 40 km/jam pada tikungan PI-1, maka diperoleh jarak pandang henti dengan menggunakan rumus sebagai berikut.

$$V_D = 40 \text{ km/jam}$$

$$\text{Waktu (t)} = 2,5 \text{ detik (PDGJ 2021)}$$

$$\text{Gravitasi (g)} = 9,81 \text{ m/s}$$

$$\text{Koefisien gesek antar roda dengan jalan (f)} = 0,4$$

$$J_{Ph} = \left(\frac{V}{3,6} \times t \right) + \left(\frac{\left(\frac{V}{3,6} \right)^2}{2 \times g \times f} \right)$$

$$J_{Ph} = \left(\frac{40}{3,6} \times 2,5 \right) + \left(\frac{\left(\frac{40}{3,6} \right)^2}{2 \times 9,81 \times 0,4} \right)$$

$$= 43,51 \text{ m}$$

b. Perhitungan Jarak Pandang Menyiap (J_{PM})

$$V_D = 40 \text{ km/jam}$$

$$m = 15 \text{ km/jam}$$

$$T_1 = 2,12 + (0,026 \times V_D)$$

$$= 2,12 + (0,026 \times 40)$$

$$= 3,16 \text{ detik}$$

$$T_2 = 6,56 + (0,048 \times V_D)$$

$$= 6,56 + (0,048 \times 40)$$

$$= 8,48 \text{ detik}$$

$$a = 2,052 + (0,0036 \times V_D)$$

$$= 2,052 + (0,0036 \times 40)$$

$$= 2,196 \text{ km/jam/detik}$$

$$d_1 = 0,278 \times T_1 (V_D - m + a \times T_1/2)$$

$$= 0,278 \times 3,16 \times (40 - 15 + 2,196 \times 3,16 / 2)$$

$$= 25,01 \text{ m}$$

$$d_2 = 0,278 \cdot V_D \cdot T_2$$

$$= 0,278 \times 40 \times 8,48$$

$$= 94,30 \text{ m}$$

$$d_3 = 30 \text{ s.d } 100 \text{ m, di ambil } 30 \text{ m}$$

$$d_4 = 2/3 \cdot d_2$$

$$= 2/3 \times 94,30$$

$$= 62,87 \text{ m}$$

$$J_{PM} = d_1 + d_2 + d_3 + d_4$$

$$= 25,01 + 94,30 + 30 + 62,87$$

$$= \mathbf{212,17 \text{ meter}}$$

Untuk perhitungan nilai J_{Ph} dan J_{PM} pada setiap tikungan dapat dilihat pada tabel 4.10 dan Tabel 4.11.

Tabel 4. 10 Perhitungan Jarak Pandang Henti (JPh)

Titik	V_D (km/jam)	t (detik)	g (m/s)	Koefisen (fp)	JPh (m)
PI-1	40	2,5	9,81	0,4	43.51
PI-2	30	2,5	9,81	0,4	29.68
PI-3	30	2,5	9,81	0,4	29.68
PI-4	40	2,5	9,81	0,4	43.51
PI-5	30	2,5	9,81	0,4	29.68
PI-6	40	2,5	9,81	0,4	43.51
PI-7	40	2,5	9,81	0,4	43.51

Sumber : Hasil Perhitungan berdasarkan Pedoman Desain Geometrik Jalan 2021

Tabel 4. 11 Perhitungan Jarak Pandang Mendahului J_{PM}

Titik	V_D (km/jam)	T_1 (detik)	T_2 (detik)	a m/s	m km/jam	d_1 (m)	d_2 (m)	d_3 (m)	d_4 (m)	J_{PM} (m)
PI-1	40	3.16	8.48	2.20	15	25.01	94.30	30	62.87	212.17
PI-2	30	2.90	8.00	2.16	15	14.62	66.72	30	44.48	155.82
PI-3	30	2.90	8.00	2.16	15	14.62	66.72	30	44.48	155.82
PI-4	40	3.16	8.48	2.20	15	25.01	94.30	30	62.87	212.17
PI-5	30	2.90	8.00	2.16	15	14.62	66.72	30	44.48	155.82
PI-6	40	3.16	8.48	2.20	15	25.01	94.30	30	62.87	212.17
PI-7	40	3.16	8.48	2.20	15	25.01	94.30	30	62.87	212.17

Sumber : Hasil Perhitungan berdasarkan Pedoman Desain Geometrik Jalan 2021

4. Perhitungan Pelebaran Lajur Pada Tikungan

Perhitungan pelebaran pada tikungan dilakukan untuk menambah lebar jalan agar mudah dilewati oleh pengemudi, tambahan pelebaran jalan yang perlu untuk truk tunggal sebagai kendaraan rencana dalam analisa perhitungan ini. Adapun data yang diketahui untuk menghitung pelebaran perkerasan jalan yaitu :

Contoh perhitungan pada tikungan PI-1

$$V_D = 40 \text{ km/jam}$$

$$b_{(\text{lebar truk})} = 2,60 \text{ m}$$

$$p_{(\text{gandar kendaraan})} = 7,60 \text{ m}$$

$$A_{(\text{tonjolan depan})} = 2,10 \text{ m}$$

$$B_n = 7,00 \text{ m (lebar perkerasan bagian lurus)}$$

$$\text{Jumlah lajur, } n = 2$$

$$R_{\text{radius lengkung}} = 60 \text{ m}$$

- Menentukan lebar lintasan kendaraan rencana ditikungan (b')

$$b' = b + \left(R - \sqrt{R^2 - p^2} \right)$$

$$b' = 2,60 + \left(60 - \sqrt{60^2 - 7,60^2} \right)$$

$$b' = 3,08 \text{ m}$$

- Menentukan lebar melintang kendaraan akibat tonjolan depan (T_d)

$$T_d = \sqrt{R^2 + A \cdot (2 \cdot p + A)} - R$$

$$T_d = \sqrt{60^2 + 2,10 \times (2 \times 7,60 + 2,10)} - 60$$

$$T_d = 0,56 \text{ m}$$

- Menentukan lebar tambahan perkerasan akibat kesukaran pengemudi (Z)

$$Z = 0,105 \frac{V_D}{\sqrt{Rc}}$$

$$Z = 0,105 \frac{40}{\sqrt{60}}$$

$$Z = 0,54 \text{ m}$$

- Menentukan lebar perkerasan di tikungan (Bt)

$$B_t = n \cdot (b' + C) + (n - 1) \cdot T_d + Z$$

$$B_t = 2 \times (3,08 + 1) + (2 - 1) \times 0,56 + 0,54$$

$$B_t = 9,26 \text{ m}$$

- Menentukan tambahan lebar perkerasan di tikungan (Δb)

$$\Delta b = B_t - B_n$$

$$\Delta b = 9,26 - 7,00$$

$$\Delta b = 2,26 \text{ m}$$

- Cek pelebaran tambahan ditikungan

$$\Delta b < 0,5 \text{ m}$$

$$2,26 < 0,5 \text{ m}$$

Berdasarkan perhitungan diatas diperoleh pelebaran tikungan sebesar 2,26 m lebih besar dari syarat 0,5 m, maka diperlukan pelebaran tikungan di PI-1. rekapitulasi hasil perhitungan pelebaran ditikungan bisa dilihat pada tabel 4.12.

Tabel 4. 12 Perhitungan Pelebaran Perkerasan Jalan ditikungan

Titik	Rc (m)	V _D (km/jam)	Jumlah Lajur	C (m)	b' (m)	Td (m)	Z (m)	Δb (m)	Lebar Jalur (m)	Tambahan perkerasan	Cek perlu/tidak
PI-1	60	40	2	1	3.08	0.556	0.54	9.26	7	2.26	perlu
PI-2	32	30	2	1	3.52	1.031	0.56	10.62	7	3.62	perlu
PI-3	40	30	2	1	3.33	0.829	0.50	9.98	7	2.98	perlu
PI-4	100	40	2	1	2.89	0.335	0.42	8.53	7	1.53	perlu
PI-5	40	30	2	1	3.33	0.829	0.50	9.98	7	2.98	perlu
PI-6	150	40	2	1	2.79	0.223	0.34	8.15	7	1.15	perlu
PI-7	80	40	2	1	2.96	0.418	0.47	8.81	7	1.81	perlu

Sumber : Hasil Perhitungan berdasarkan Pedoman Desain Geometrik Jalan 2021

D. Pembahasan Hasil Analisa Data

Berdasarkan hasil survey lapangan beberapa data yang didapat berupa keadaan eksisting jalan yaitu kecepatan rencana, elevasi, volume lalu lintas harian rata-rata, Panjang jalan, dan lebar jalan. Sedangkan data sudut pusat tikungan, panjang tangen dan kelandaian jalan didapat dari hasil gambar proyeksi *software autocad civil 3d* dan hasil perhitungan. Pada penelitian ini data variabel yang tetap kecepatan rencana, sudut pusat dan elevasi, karena data tersebut digunakan untuk mengetahui perbedaan dengan hasil analisis geometrik alinyemen horisontal berdasarkan metode pedoman desain geometrik jalan tahun 2021.

Hasil analisis dan perhitungan Alinyemen horisontal yang telah dilakukan pada ruas jalan swaka alam lestari dan merupakan jalan lokal kelas III A dengan kondisi medan datar ($<10\%$). Hasil survey dilapangan didapatkan kecepatan 40 km/jam, kecepatan yang dipersyaratkan oleh Pedoman Desain Geometrik Jalan Tahun 2021 pada jalan arteri medan datar yaitu 40-60 km/jam namun untuk kondisi medan yang sulit dapat diturunkan dengan syarat bahwa penurunan tidak lebih 20 km/jam, dan Volume lalu lintas pada ruas Jalan Swaka Alam Lestari termasuk Jalan lalu lintas rendah (JLR) <2000 smp/hari. Pada analisis lengkung horisontal menunjukkan bahwa masih terdapat tikungan yang belum memenuhi persyaratan standar dari Pedoman Desain Geometrik Jalan Tahun 2021, serta pencapaian superelevasi pada tikungan dan bahu jalan. Lengkung horisontal eksisting pada tikungan P3 melalui proyeksi autocad memiliki nilai jari-jari sangat kecil yaitu 16 meter dan belum memenuhi R_{min} . Setelah dilakukan analisis menggunakan data pusat tikungan dan kecepatan lapangan yang sama didapatkan hasil minimal radius

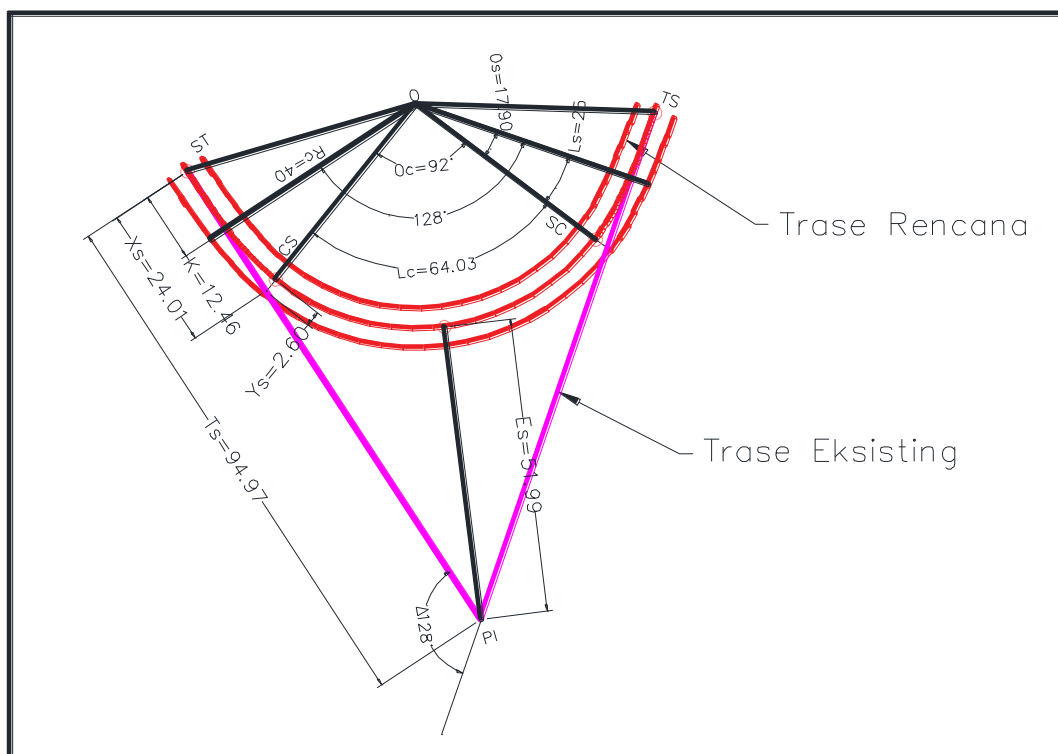
jari-jari ($R_{\min}$) pada tikungan P3 sebesar 28,07, maka dari itu di ambil Radius rencana (R_C) Sebesar 40 meter dengan jenis tikungan *Spiral-Circle-Spiral (S-C-S)*. Oleh sebab itu, pada tikungan PI-3 perlu dilakukan perbaikan geometrik jalan, karena belum memenuhi persyaratan berdasarkan metode Pedoman Desain Geometrik Jalan Tahun 2021. Selain itu, hasil survei menunjukkan panjang jalan eksisting sebesar 1325 meter sementara hasil analisis menunjukkan 1212 meter, mengindikasikan perlunya penyusuaian desain geometrik. Semua tikungan juga memerlukan penambahan pelebaran perkerasan minimal 0,5 meter untuk meningkatkan keselamatan dan kenyamanan pengguna jalan. Peningkatan pada lengkung horisontal ini bisa menyesuaikan dengan hasil analisis, karena hasil analisis berdasarkan Pedoman Desain Geometrik Jalan Tahun 2021. Untuk lebih jelasnya rekapitulasi hasil perhitungan Alinyemen Horisontal dan gambar layout hasil analisis bisa di lihat pada tabel 4.14 dan gambar 4.6.

Tabel 4. 13 Tabel Perbandingan antara Kondisi Lapangan Tahun 2024 dengan Standar Pedoman Desain Geometrik Jalan Tahun 2021

Aspek	Kondisi Lapangan	Standar Pedoman	Keterangan
Kecepatan Rencana (V_D)	30-40 Km/Jam	30-40 Km/Jam untuk jalan medan datar ($<10\%$)	Memenuhi standar
Radius Tikungan ($R_{\min}$) PI-3	16 Meter	Minimun 28,07 meter, direkomendasikan 40 meter	Belum memenuhi standar, perlu perbaikan
Jenis Tikungan PI-3	<i>Full Circle (F-C)</i>	<i>Spiral-Circle-Spiral (S-C-S)</i>	Perlu perbaikan

Aspek	Kondisi Lapangan	Standar Pedoman	Keterangan
Jumlah Tikungan	Tujuh tikungan	-	Informasi Lapangan
Panjang Jalan	1325 meter (survey lapangan)	-	Panjang hasil analisis 1212 meter, perlu penyesuaian
Pelebaran Tikungan	Belum memenuhi syarat tambahan pelebaran minimal 0,5 meter	Tambahan pelebaran 0,5 meter ditikungan	Belum memenuhi standar, perlu tambahan pelebaran jalan

Sumber : Hasil Analisis berdasarkan Pedoman Desain Geometrik Jalan 2021



Gambar 4. 5 Tikungan PI-3

Sumber : Hasil Penggambaran Autocad 2019

Tabel 4.14 Rekapitulasi hasil analisis Alinyemen Horisontal

No.	Perhitungan	Syarat PD 2021	PI-1	PI-2	PI-3	PI-4	PI-5	PI-6	PI-7
1	$\Delta(^{\circ})$	40-60 8% 2%-3%	43,72	56,23	127,53	41,57	53,92	23,56	30,27
2	V_D (km/jam)		40,00	30,00	30,00	40,00	30,00	40,00	40,00
3	f_{maks}		0,17	0,17	0,17	0,17	0,17	0,17	0,17
4	e_{maks}		8%	8%	8%	8%	8%	8%	8%
5	e_n		2%	2%	2%	2%	2%	2%	2%
6	$R_{eksisting}$		60,32	28,80	16,00	32,49	35,20	40,10	51,25
7	R_{min} (m)		51,21	28,07	28,07	51,21	28,07	51,21	51,21
	Jika $R_{eksisting} > R_{min}$, maka memenuhi standar		Ok	Ok	Tidak	Ok	Ok	Ok	Ok
8	R_c (m) (Radius rencana)		60,00	32,00	40,00	100,00	40,00	150,00	80,00
9	D		23,87	44,76	35,81	14,32	35,81	9,55	17,90
10	D_{maks}		27,97	51,04	51,04	27,97	51,04	27,97	27,97

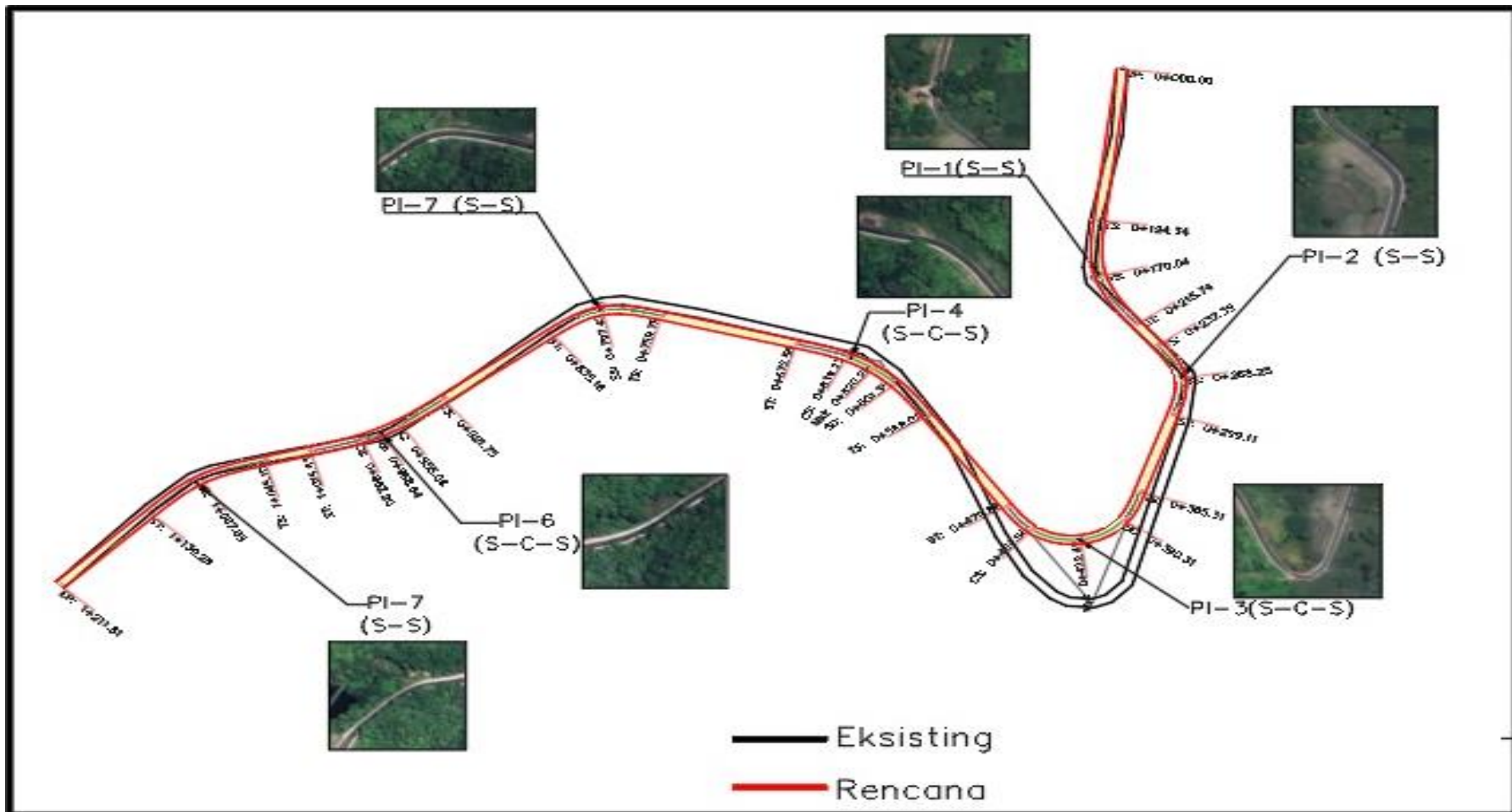
No.	Perhitungan	Syarat PD 2021	PI-1	PI-2	PI-3	PI-4	PI-5	PI-6	PI-7
11	(e+f)		0,21	0,22	0,18	0,13	0,18	0,08	0,16
12	Dp		12,59	22,38	22,38	12,59	22,38	12,59	12,59
13	h		0,031	0,031	0,031	0,031	0,031	0,031	0,031
14	Tan $\alpha 1$		0,002	0,001	0,001	0,002	0,001	0,002	0,002
15	Tan $\alpha 2$		0,009	0,005	0,005	0,009	0,005	0,009	0,009
15	M ₀		0,022	0,022	0,022	0,022	0,022	0,022	0,022
16	f _(D)		0,132	0,143	0,104	0,063	0,104	0,036	0,087
17	e terpilih	8%	8%	8%	7%	6%	7%	5%	7%
18	Cek Jenis tikungan FC	e < 3%	Bukan FC	Bukan FC	Bukan FC	Bukan FC	Bukan FC	Bukan FC	Bukan FC
	Coba FC cara 2								
19	-Ls1 (m)		33,33	25,00	25,00	33,33	25,00	33,33	33,33

No.	Perhitungan	Syarat PD 2021	PI-1	PI-2	PI-3	PI-4	PI-5	PI-6	PI-7
	-Ls2 (m)		37,28	30,26	22,06	18,11	22,06	10,37	24,75
	-Ls3 (m)		19,05	14,29	14,29	19,05	14,29	19,05	19,05
	- Ls terpilih		33,33	25,00	25,00	33,33	25,00	33,33	33,33
	-P		0,99	1,26	0,67	0,47	0,67	0,31	0,58
20	Cek cara 2	$P < 0,25 \text{ m}$	Bukan FC	Bukan FC	Bukan FC	Bukan FC	Bukan FC	Bukan FC	Bukan FC
	Jika bukan FC								
	$\square s (^{\circ})$		17,80	27,09	17,90	9,55	17,90	6,37	11,94
	Lc (m)		8,51	1,14	64,03	39,21	12,64	28,35	8,93
	Jenis tikungn	$L_c > 25 = \text{S-S},$ $L_c < 25 = \text{S-C-S}$	S-S	S-S	S-C-S	S-C-S	S-S	S-C-S	S-S
	- P		1,51	15,57	0,67	0,47	18,68	0,31	21,08

No.	Perhitungan	Syarat PD 2021	PI-1	PI-2	PI-3	PI-4	PI-5	PI-6	PI-7
21	- s^0		21,86	28,11	-	-	26,96	-	15,14
	- Ls		45,78	31,40	-	-	37,64	-	42,27
	- K		22,78	15,57	12,46	16,65	18,68	16,66	21,08
	- Ts		47,45	33,39	94,97	54,78	39,81	48,01	42,98
	- Es		6,27	5,82	51,99	7,46	6,62	3,54	3,86
	- Xs		-	-	24,01	32,34	-	32,33	-
	- Ys		-	-	2,60	1,85	-	1,23	-
	- Ltot		91,57	62,81	114,03	105,88	75,29	95,02	84,53
	Kontrol		2,Ls	2,Ls	Ltot<2*TS	Ltot<2*TS	2,Ls	Ltot<2*TS	2,Ls
			Ok	Ok	Ok	Ok	Ok	Ok	Ok
21	Jarak Pandang								
	- Jarak henti (JPh)		43,51	29,68	29,68	43,51	29,68	43,51	43,51

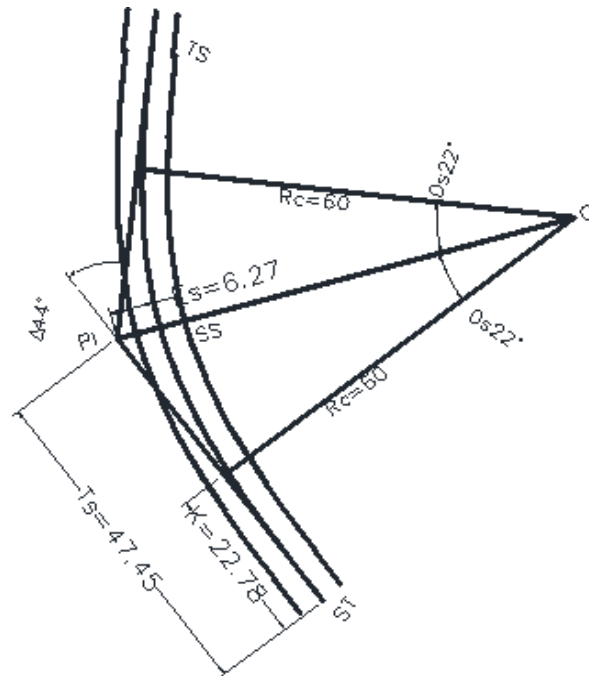
No.	Perhitungan	Syarat PD 2021	PI-1	PI-2	PI-3	PI-4	PI-5	PI-6	PI-7
	- Jarak menyiap (JPm)		212,17	155,82	155,82	212,17	155,82	212,17	212,17
22	Pelebaran pada Tikungan	< 0,5 m	2,26	3,62	2,98	1,53	2,98	1,15	1,81

Sumber : Hasil Analisis berdasarkan Pedoman Desain Geometrik Jalan 2021

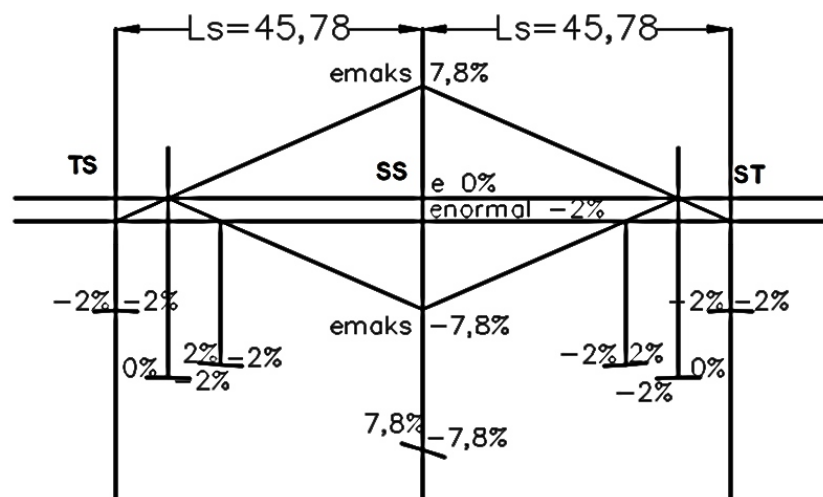


Gambar 4. 6 Layout Hasil Evaluasi Jalan (Skala 1: 2000)
 Sumber : Pengolahan data Autocad Civil 3d

1. Gambar Tikungan dan Diagram Superelevasi P1

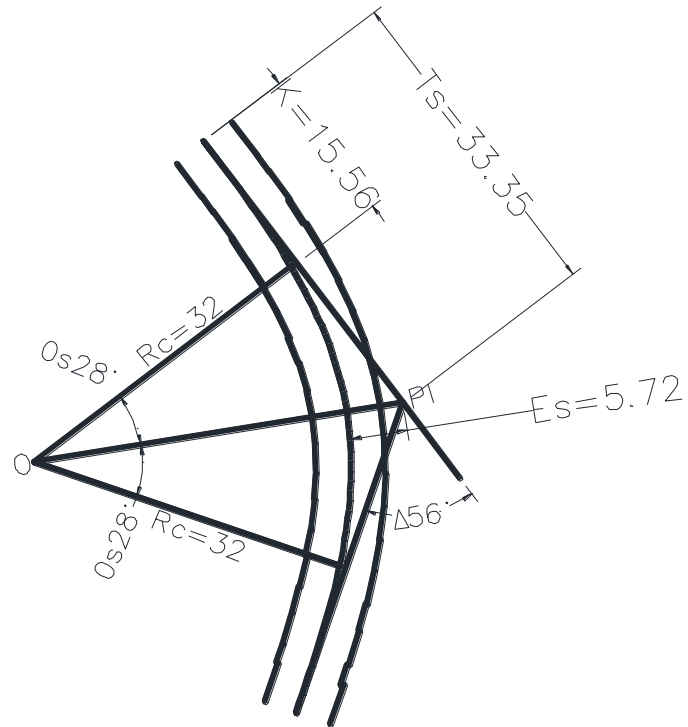


Gambar 4. 7 Bentuk Lengkung *Spiral-Spiral (S-S)* Tikungan P1

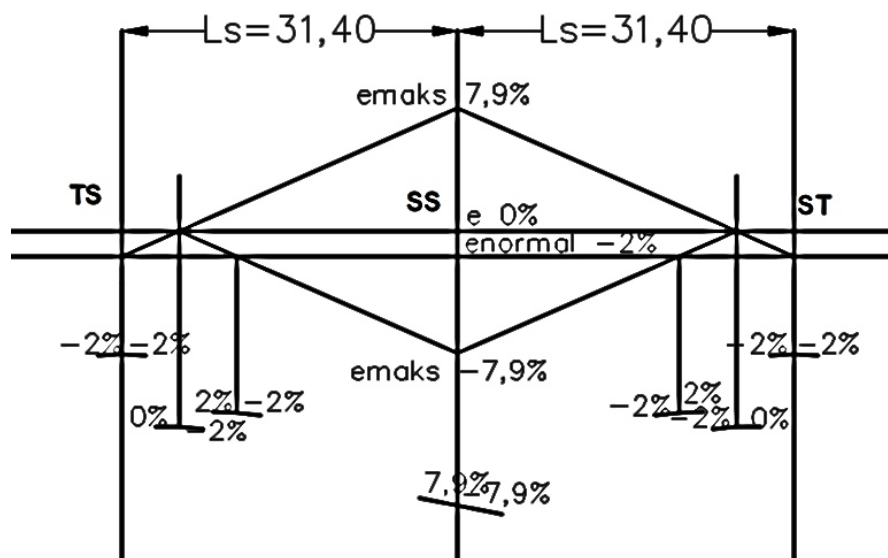


Gambar 4. 8 Diagram Superelevasi Tikungan P1

2. Gambar Tikungan dan Diagram Superelevasi P2

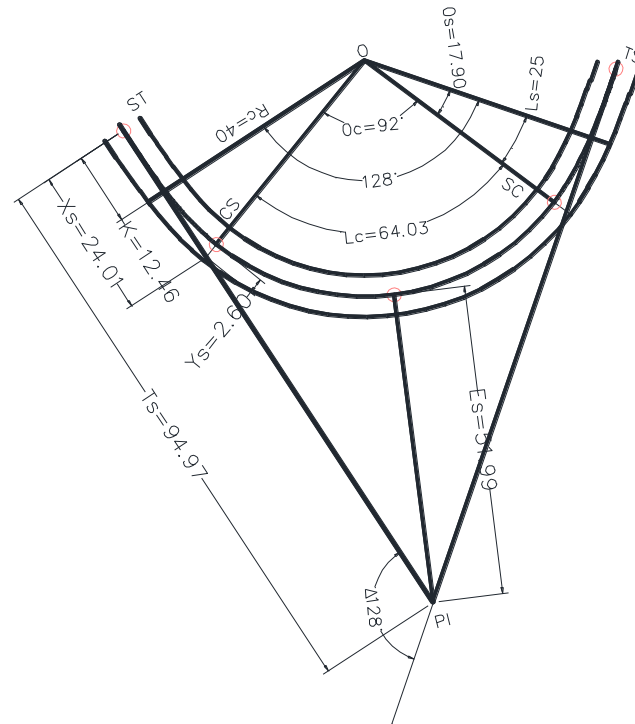


Gambar 4. 9 Bentuk Lengkung *Spiral-Spiral* (S-S) Tikungan P2

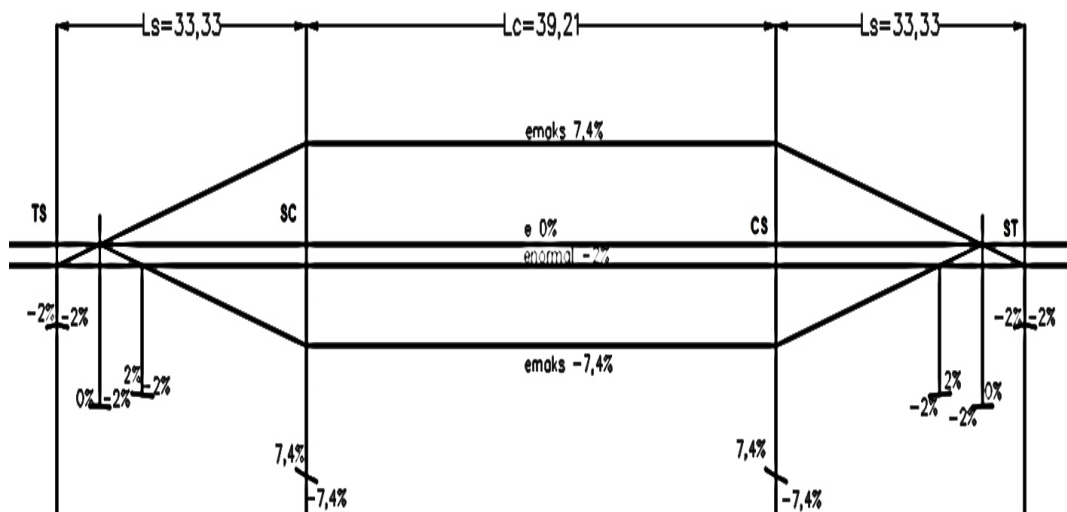


Gambar 4. 10 Diagram Superelevasi Tikungan P2

3. Gambar Tikungan dan Diagram Superelevasi P3

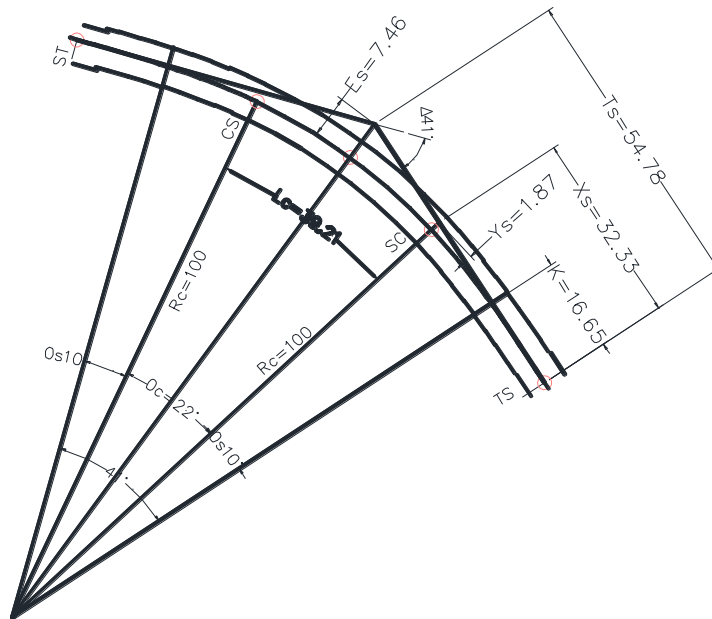


Gambar 4. 11 Bentuk Lengkung *Spiral-Circle-Spiral (S-C-S)* Tikungan P3

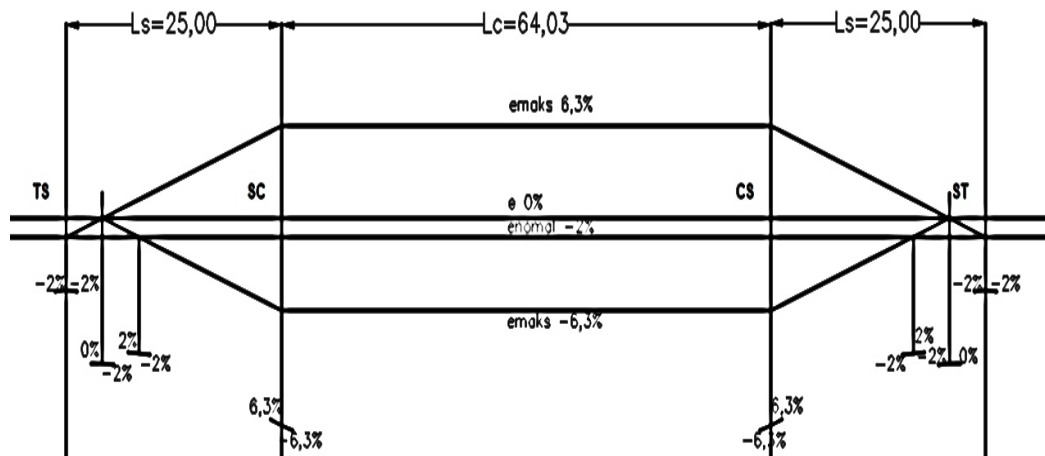


Gambar 4. 12 Diagram Superelevasi Tikungan P3

4. Gambar Tikungan dan Diagram Superelevasi P4

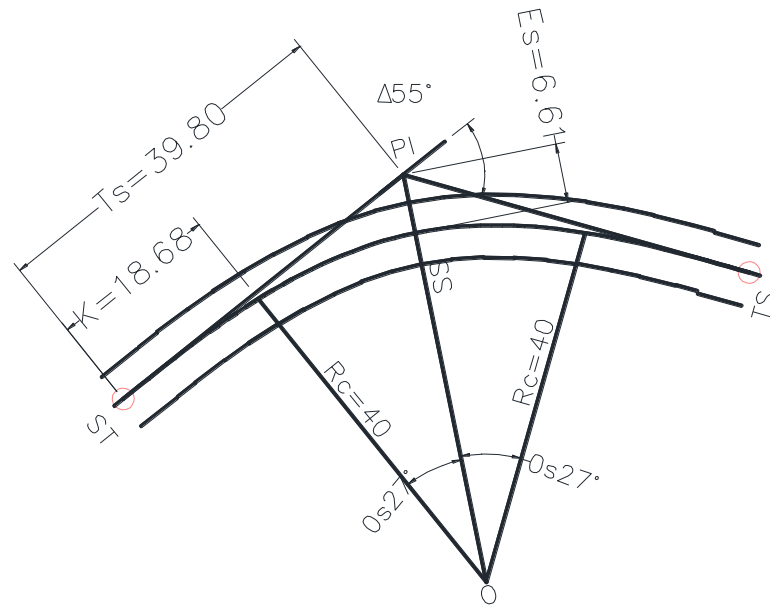


Gambar 4. 13 Bentuk Lengkung *Spiral-Circle-Spiral (S-C-S)* Tikungan P4

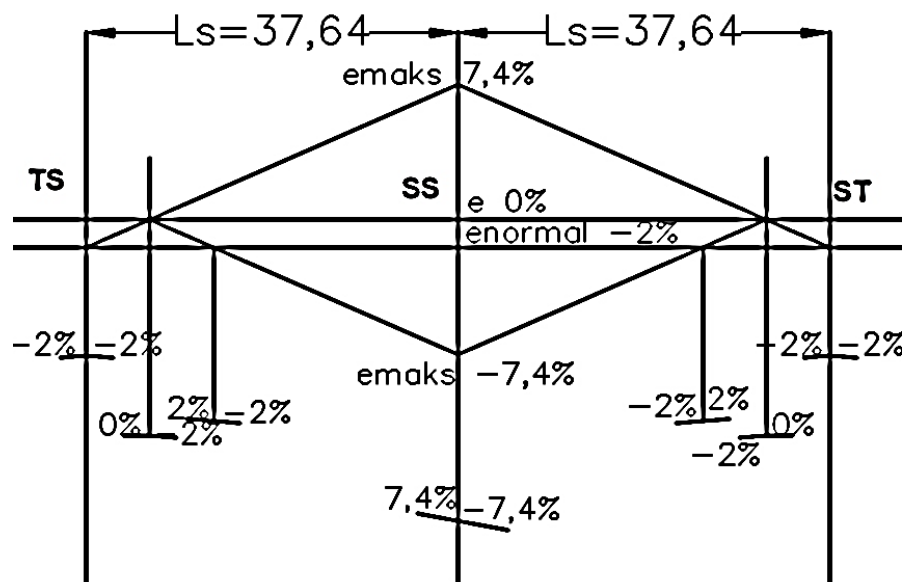


Gambar 4. 14 Diagram Superelevasi Tikungan P4

5. Gambar Tikungan dan Diagram Superelevasi P5

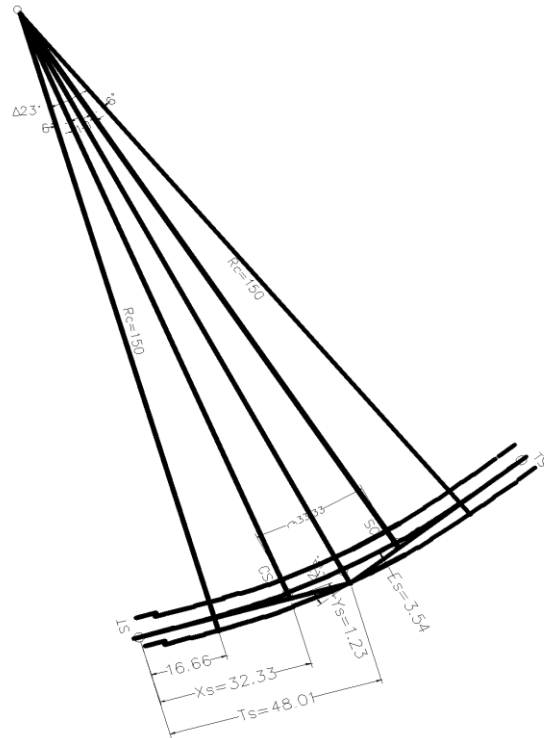


Gambar 4. 15 Bentuk Lengkung *Spiral-Spiral (S-S)* Tikungan P5

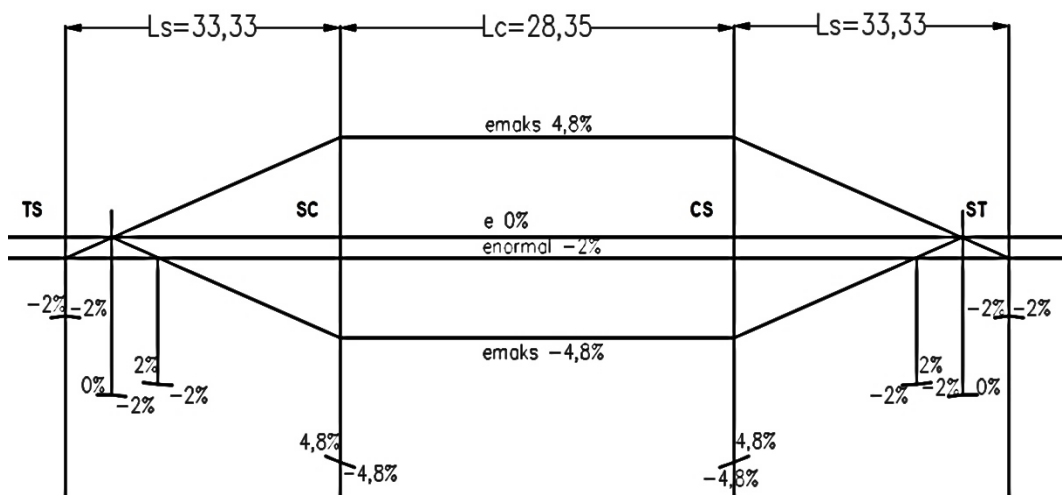


Gambar 4. 16 Diagram Superelevasi Tikungan P5

6. Gambar Tikungan dan Diagram Superelevasi P6

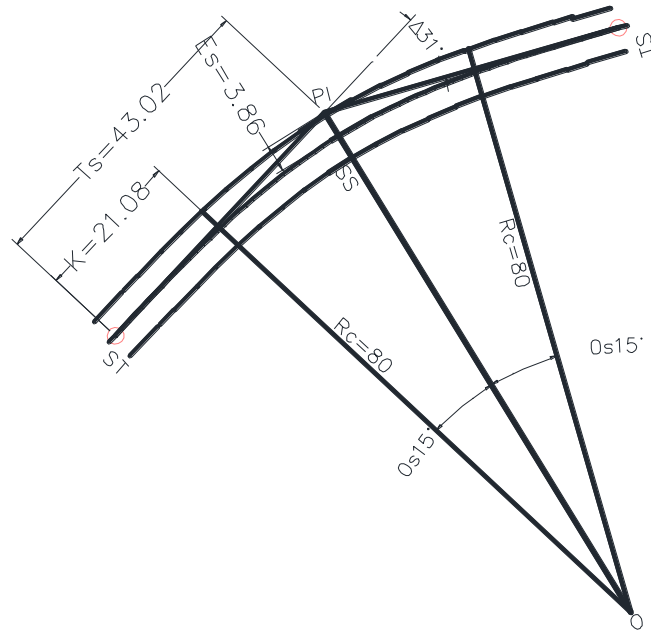


Gambar 4. 17 Bentuk Lengkung *Spiral-Circle-Spiral (S-C-S)* Tikungan P6

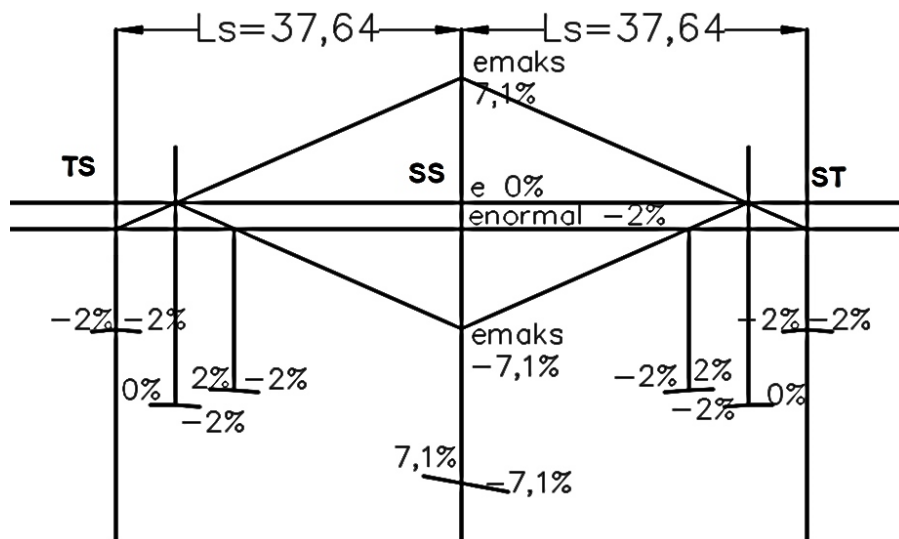


Gambar 4. 18 Diagram Superelevasi Tikungan P6

7. Gambar Tikungan dan Diagram Superelevasi P7



Gambar 4. 19 Bentuk Lengkung *Spiral-Spiral (S-S)* Tikungan P7



Gambar 4. 20 Diagram Superelevasi Tikungan P7

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

A. Kesimpulan

Berdasarkan hasil analisis geometrik jalan yang dilakukan pada ruas jalan Swaka Alam Lestari maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

- 1). Kondisi lengkung horisontal pada ruas jalan Swaka Alam Lestari menunjukkan bahwa, terdapat tujuh tikungan yang dievaluasi, empat tikungan memiliki tipe *Spiral-Spiral (S-S)* dan tiga tikungan tipe *Spiral-Circle-Spiral (S-C-S)*. Namun pada tikungan PI-3, belum memenuhi standar yang ditetapkan dalam Pedoman Desain Geometrik Jalan Tahun 2021, tikungan ini memiliki radius eksisting 16 meter sedangkan hasil analisis membutuhkan radius minimum (R_{min}) 28,07 meter, dengan radius rencana (R_C) sebesar 40 meter. Selain itu, seluruh tikungan memerlukan pelebaran perkerasan minimal 0,5 meter, sesuai dengan hasil analisis berdasarkan Pedoman Desain Geometrik Jalan Tahun 2021.
- 2). Setelah dilakukan analisis, jenis tikungan yang direkomendasikan untuk tikungan PI-3 adalah tipe *Spiral-Circle-Spiral (S-C-S)* dengan kecepatan rencana 30 km/jam.

B. Saran

Berdasarkan pengamatan dan analisis diatas beberapa saran yang dapat disampaikan yaitu :

- 1). Penelitian berikutnya disarankan untuk melakukan penelitian pada Alinyemen Vertikal Ruas Jalan Swaka Alam Lestari pada Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Parepare.
- 2). Sebelum memasuki daerah tikungan sebaiknya dipasang rambu-rambu jalan agar pengemudi mengetahui akan memasuki tikungan tajam.
- 3). Pada tikungan yang belum memenuhi persyaratan bina marga disarankan bagi instansi terkait perlu dilakukan perbaikan, untuk mencegah terjadinya kecelakaan.

DAFTAR PUSTAKA

- Shirley, H. L. (2000). *Perencanaan Teknik Jalan Raya*. Bandung. Jurusan Teknik sipil Politeknik Negeri Bandung.
- Saodang, Hamirhan. (2004). *Konstruksi Jalan Raya Buku I Geometrik Jalan*. Bandung, Nova.
- Sukirman, Silvia. (1999). *Dasar-dasar perencanaan geometrik jalan*. Bandung, Nova 2001.
- AASHTO, (2001). *A Policy on Geometric Design of Highways and Streets*, USA
- Raharjo, N., Dhaniarti. (2022). *Dasar Perencanaan Geometrik Jalan Raya*. Jember: Cerdas Ulet Kreatif.
- Alfin, A. (2023). *Evaluasi Geometrik Jalan Berdasarkan Pedoman Desain Geometrik Jalan No. 13/P/BM/2021 Dan Kondisi Perkerasan Dengan Metode PCI (Payment Condition Index) Pada Ruas Jalan Kertek-Kepil KM 65+500-67+500 Wonosobo*. Yogyakarta: Universitas Islam Indonesia.
- Daulay, M. A., Raharjo, N. D., & Susilo, H. (2024). Evaluasi Desain Geometrik Jalan Alternatif Di Wilayah Kota Batu Malang Menuju Kawasan Wisata Kota Batu. *JOS - MRK*, 146-152.
- Direktorat Jenderal Bina Marga. (2011). *Peraturan Menteri Pekerjaan Umum Nomor 13/PRT/M/2011 tentang Tata Cara Pemeliharaan dan penilikan Jalan*. Jakarta.
- Direktorat Jenderal Bina Marga. (2021). *Pedoman Desain Geometrik Jalan No.13/P/BM/2021*. Jakarta.
- Gode, A. S., Sembor, T. S., & Anggraeni, D. (2022). Evaluasi Geometri Jalan Pada Ruas Jalan Jayapura 1 Km 41 S/D Km 50 (Ruas Jalan Sentani – Warumbain). *PORTAL SIPIL*, 1-13.
- Gultom, H. R., Manoppo, M. R., & Sendow, T. (2022). Evaluasi Geometrik Pada Ruas Jalan Batas Kota Manado – Kota Tomohon Nomor Ruas 006 Untuk Segmen STA 17+000 – STA 21+000. *TEKNO*, hal 323- 328.
- Hendarsin, S. L. (2000). *Perencanaan Teknik Jalan Raya*. Bandung: Politeknik Negeri Bandung.
- Kaharu, F., Lalamentik, L. G., & Manoppo, M. R. (2020). Evaluasi Geometrik Jalan Pada Ruas Jalan Trans Sulawesi Manado-Gorontalo Di Desa Botumoputi Sepanjang 3 km. *Jurnal Sipil Statik*, Hal 353-360.
- Kairupan, J. E., Manoppo, M. R., & Waani, J. E. (2022, Januari). Evaluasi Geometrik Jalan Pada Ruas Jalan Matali – Torosik Di Kabupaten Bolaang Mongondow Selatan Sepanjang 3 Km. *Jurnal Sipil Statik*, Vol.10, 57-62.

- Lubis, M., Rangkuti, N. M., & Ardan, M. (2019). Evaluasi Geometrik Jalan Pada Tikungan Laowomaru. *SEMNASTEK UISU*, 37-43.
- M. Wildan, A. I. (2020). *Analisis Geometrik Pada Ruas Jalan Raya Dekso – Sentolo*. Magelang: Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Tidar.
- Palayukan, D. (2022). *Evaluasi Geometrik Jalan Raya Studi Kasus Pada Ruas Jalan Raya Malino Kab. Gowa*. Makassar: Universitas Bosowa Makassar.
- Rahmawan, W. (2018). *Evaluasi Geometrik Dan Usulan Redesain Geometrik Jalan Wonosari – Pracimantoro*. Yogyakarta: Program Studi Teknik Sipil universitas Islam Indonesia Yogyakarta.
- Rizqandro, A. D., & Fauziah, M. (2023, Februari). Evaluasi Geometrik Dan Redesain Geometrik Jalan Ruas Sampakan - Singosaren Menggunakan Aplikasi Civil 3d. *Proceeding Civil Engineering Research Forum*, Vol. 2(No. 2), 381-390.
- Salsabila, C., & Diana, A. N. (2023, November). Evaluasi Geometrik Pada Ruas Jalan Prenduan - Bataal (Studi Kasus Desa Brumbung Kecamatan Pragaan Kabupaten Sumenep). *Jurnal Teknik Sipil*, Vol 4, No 2, Hal 598 - 600.
- Sinaga, L., Sendow, T. K., & Waani, J. E. (2019). Evaluasi Geometrik Jalan Berdasarkan Standar Perencanaan Bina Marga. *Jurnal Sipil Statik*, 819-826.
- Siregar, A. I. (2020). *Evaluasi Geometrik Jalan Pada Lengkung Horisontal (Tikungan) Dengan Metode Bina Marga*. Medan: Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
- Syakura , A. T., Anggraini, R., & Taufiq, L. C. (2023, September). Evaluasi Geometrik Tikungan di Jalan Medan – Banda Aceh pada STA 81+000 - STA 82+000 dengan Menggunakan Pedoman Desain Geometrik Jalan Tahun 2021. *Journal of The Civil Engineering Student*, Volume 5, 246-252.
- Zani, A., Raharjo, N. D., & Burhamtoro. (2023). Perencanaan Ulang Geometrik Jalan Pada Jalan Mojosari sebagai jalur Utama Penghubung kecamatan Kepanjen-Kecamatan Pagak. *JOS - MRK*, 132-139.
- Yusran, M., Nashir T, M., & Kasmaida. (2024, Juni). Studi Kinerja Ruas Jalan di Sekitar Mesjid Terapung BJ. Habibie Kota Parepare. *Karajata Engineering*, Vol. 4 No.1, Hal 71-77.