BAB II
KAJIAN TEORI

2.1 Pengertian Jalan

Menurut undang-undang nomor 38 tahun 2004 tentang jalan,Jalan adalah prasarana transportasi darat yang meliputi segala bagian jalan termasuk bangunan pelengkap (jembatan,terowongan, ponton,lintas atas/*flyover*,*elevated road* lintas bawah/*underpass*, tempat parker, gorong-gorong ,tembok penahan,dan saluran tepi jalan) dan perlengkapanya yang di peruntukan bagi lalu lintas,yang berada pada permukaan tanah,diatas permukaan tanah,di bawah permukaan tanah dan/atau air,serta di atas permukaaan air kecuali jalan kereta api,jalan lori,dan jalan kabel (Garcia et al., 2022).

Jalan menurut (tentang lalu lintas dan angkutan jalan, 2009), adalah seluruh bagian jalan termasuk bangunan pelengkap dan perlengkapanya yang di peruntukan bagi lalu lintas umum,yang berada pada permukaan tanah,diatas permukaan tanah,dibawah permukaan tanah dan/atau air,diatas permukaan air kecuali jalan rel dan jalan kabel. Menurut (Tentang Lalu Lintas Dan Angkutan Jalan, 2009) pasal 25 di sebutkan bahwa setiap jalan yang akan di gunakan untuk lalu lintas umum wajib di lengkapi dengan perlengkapan jalan berupa rambu lalu lintas, marka jalan,alat pemberi isyarat lalu lintas,alat penerang jalan,alat pengendali dan penguna pengaman jalan, alat pengawas dan pengaman jalan,fasilitas untuk sepeda,pejalan kaki,dan penyandang stabilitas,dan fasilitas pendukung kegiatan lalu lintas dan angkutan jalan yang berada di jalan dan di luar badan jalan.

Jalan raya Adalah jalan umum untuk lalu lintas menerus dengan pengendalian jalan masuk secara terbatas dan di lengkapi dengan median paling sedikit dua lajur setiap arah. Menurut peraturan pemerintah Nomor 34 Tahun 2006 tentang jalan (peraturan pemerintah republik indonesia nomor 34 tahun 2006 tentang jalan, 2006) di sebutkan bahwa :

a) Badan jalan merupakan bagian jalan yang mencakup seluruh jalur lalu lintas median,serta bahu jalan.
b) Jumlah kendaraan yang maksimum yang dapat melewati sebuah penampangan tertentu pada suatu ruas jalan,satuan waktu,kendaraan jalan,dan lalu lintas tertentu di sebut kapasitas jalan.
c) Kecepataan kendaraan merupakan jarak yang di tempuh persatuan waktu yang di nyatakan dalam satuan Km/Jam atau M/det.
d) Jalan masuk Adalah fasilitas akses lalu lintas untuk memasuki ruas jalan
e) Bangunan pelengkap jalan antara lain jembatan,terowongan,pohon,lintas atas,lintas bawah,tempat parker,gorong-gorong,tembok penahan,lampu penerang jalan,pagar pengaman,dan saluran tepi jalan yang di bangun sesuai dengan persyaratan teknis.
f) Pelengkap jalan yang berkaitan langsung dengan pengguna jalan Adalah bangunan atau alat yang di maksudkan untuk keseelamatan,keamanan,ketertiban, dan kelancaran lalu lintas serta mempermudah bagi pengguna jalan dalam berlalu lintas.Contoh perlengkapan jalan tersebut antara lain rambu-rambu (termasuk nomor rute jalan), Marka Jalan, Alat pemberi isyarat lalu lintas, Alat pengendali dan pengaman pengguna jalan,serta faslilitas pendukung kegiatan lalu lintas dan angkutan jalan yang berada di jalan dan di luar jalan seperti tempat parker dan halte bus.
g) Perlengkapan jalan yang berkaitan tidak langsung dengan pengguna jalan Adalah bangunan yang di maksudkan untuk keselamatan pengguna jalan,pengamanan asset jalan,dan informasi pengguna jalan.Contoh perlengkapan jalan tersebut Antara lain patok-patok pengarah,pagar pengaman,patok kilometer,patok hektometer, patok ruang milik jalan,batas seksi,pagar jalanan fasilitas yang mempunyai sebagai sarana untuk keperluan memberikan perlengkapan dan

pengaman jalan,tempat istirahat.Perlengkapan jalan yang berkaitan langsung dengan pengguna jalan wajib meliputi:

1) Aturan perintah dan larangan yang di nayatkan dengan APILL (Alat pemberi isyarat lalu lintas),rambu, dan marka.
2) Petunjuk dan peringatan yang di nyatakan dengan rambu dan tanda-tanda lain.
3) Fasilitas pejalan kaki di tempat yang telah di tentukan.

2.1.1 Klasifikasi Jalan

Berdasarkan (Tentang Jalan, 2004),Jalan dapat di klasifikan berdasarkan sistem,fungsi,status,dan kelas.

Klasifikasi menurut kelas jalan berkaitan dengan kemampuan jalan untuk menerima beban lalu lintas,dinyatakan dalam muatan sumbu terberat dalam satuan ton dan kemampuan jalan tersebut dalam melayani lalu lintas dengan dimensi tertentu.

Tabel 2.1Klasifikasi Jalan Menurut Kelas,Fungsi,Dimensi Kendaraandan Muatan Sumbu Terberat.

No	Kelas Jalan	Fungsi Jalan	Dimensi Kendaraan Maksimum			
			Lebar (mm)	Panjang(mm)	Tinggi (mm) PP No.44-1993 Pasal 115	MST,Ton
1	I	Arteri	2.500	18.000	4.200 mm ≤ 1,7 x lebar Kendaraan	> 10,0
2	II	Arteri	2.500	18.000		≤10,0
3	III A	Arteri/Kolektor	2.500	18.000		≤ 8,0
4	III B	Kolektor	2.500	12.000		≤ 8,0
5	III C	Lokal	2.100	9.000		≤ 8,0

(sumber : Tentang Lalu Lintas Dan Angkutan Jalan, 2009 pasal 19 ayat 2)

a. Klasifikasi Menurut Sistem Jaringan Jalan

Berdasarkan undang-undang nomor 38 tahun 2004 pasal 7, sistem jaringan jalan terdiri dari:

1. Sistem Jaringan jalan primer

   Adalah sistem jaringan jalan dengan peranan pelayanan distribusi barang dan jasa untuk pengembangan semua wilayah di Tingkat nasional,dengan menghubungkan semua simpul jasa distribusi yang berwujud pusat-pusat kegiatan.

2. Sistem jaringan jalan skunder

Adalah sistem jaringan jalan dengan peranan pelayanan distribusi barang dan jasa untuk masyarakat di dalam kawasan perkotaan.

b. Klasifikasi Jalan Menurut Fungsinya.

Berdasarkan undang-undang nomor 38 tahun 2004 pasal 8, klasifikasi jalan menurut fungsinya yaitu:

1. Jalan arteri

   Merupakan jalan umum yang berfungsi melayani angkutan utama dengan ciri perjalanan jarak jauh,kecepatan rata-rata tinggi,dan jumlah jalan masuk di batasi secara berdaya guna.Jalan arteri juga di bagi dua kelompok yaitu:

   a. Arteri Primer

      Jalan yang menghubungkan secara berdaya guna antarpusat kegiatan nasional atau antara pusat kegiatan nasional dengan pusat kegiatan wilayah. Didesain berdasarkan kecepatan rencana paling rendah 60 km per jam, lebar badan jalan minimal 11 meter, lalu lintas jarak jauh tidak boleh terganggu lalu lintas ulang alik, lalu lintas lokal dan kegiatan lokal, jumlah jalan masuk ke jalan arteri primer dibatasi, serta tidak boleh terputus di kawasan perkotaan.

   b. Arteri Skunder

      Jalan yang menghubungkan kawasan primer dengan kawasan sekunder kesatu, kawasan sekunder kesatu dengan kawasan sekuder kesatu, atau kawasan kawasan sekuder kesatu dengan kawasan sekunder kedua. Didesain berdasarkan kecepatan rencana paling rendah 30 km per jam dengan lebar badan jalan minimal 11 meter,dan lalu lintas cepat tidak boleh terganggu oleh lalu lintas lambat.

2. Jalan kolektor

   Merupakan jalan umum yang berfungsi melayani angkutan pengumpul atau pembagi dengan ciri perjalanan jarak

sedang,kecepatan rata-rata sedang,dan jumlah jalan masuk di batasi.Jalan Kolektor juga dibagi menjadi dua kelompok yaitu :

a. Kolektor Primer

Jalan yang menghubungkan secara berdaya guna antara pusat kegiatan nasional dengan pusat kegiatan lokal, antarpusat kegiatan wilayah, atau antara pusat kegiatan wilayah dengan pusat kegiatan lokal. Didesain berdasarkan berdasarkan kecepatan rencana paling rendah 40 km per jam dengan lebar badan jalan minimal 9 meter, dan jumlah jalan masuk dibatasi.

b. Kolektor Skunder.

Jalan yang menghubungkan kawasan sekunder kedua dengan kawasan sekunder kedua atau kawasan sekunder kedua dengan kawasan sekunder ketiga. Didesain berdasarkan kecepatan rencana paling rendah 20 km per jam dengan lebar badan jalan minimal 9 meter, dan lalu lintas cepat tidak boleh terganggu oleh lalu lintas lambat.

3. Jalan lokal

Merupakan jalan umum yang berfungsi melayani angkutan setempat dengan ciri perjalanan dekat ,dan kecepatan rata-rata rendah.dan jumlah jalan masuk tidak di batasi.

4. Jalan lingkungan

Merupakan jalan umum yang berfungsi melayani angkutan lingkungan dengan ciri perjalanan jarak dekat,dan kecepatan rata-rata rendah.

c. Jalan Umum Menurut Statusnya.

Berdasarkan undang-undang nomor 38 tahun 2004 pasal pasal 9,jalan dapat digolongkan menurut statusnya yaitu:

1. Jalan Nasional

Merupakan jalan arteri dan kolektor dalam sistem jaringan jalan primer yang menghubungkan antar ibu kota Provinsi,dan jalan strategis Nasional,serta jalan tol.

2. Jalan Provinsi

Merupakan jalan kolektor dalam sistem jaringan jalan primer yang menghubungkan ibu kota Provinsi dengan ibu kota Kabupaten/Kota, atau antar ibu kota Kabupaten/Kota, dan jalan strategis Provinsi.

3. Jalan Kabupaten

Merupakan jalan lokal dalam sistem jaringan jalan yang menghubungkan ibu kota Kabupaten dengan ibu kota Kecamatan,antar ibu kota Kecamatan, ibu kota Kabupaten dengan pusat kegiatan lokal,serta jalan umum dalam sistem jaringan umum dalam sistem jaringan jalan skunder dalam wilayah Kabupaten, dan jalan strategis Kabupaten.

4. Jalan Kota

Merupakan jalan umum dalam sistem jaringan jalan skunder yang menghubungkan antar pusat pelayanan dalam kota, menghubungkan pusat pelayanan dengan persil, menghubungkan antar persil, serta menghubungkan antar pusat pemukiman berada dalam kota.

5. Jalan Desa

Merupakan jalan umum yang menghubungkan kawasan dan/atau antar pemukiman di dalam desa,serta jalan lingkungan.

d. Status Jalan Berdasarkan Kelas

Berdasarkan (Tentang Lalu Lintas Dan Angkutan Jalan, 2009), pasal 19 di jelaskan jalan di kelompak kedalam beberapa kelas berdasarkan fungsi dan intensitas lalu lintas guna kepentingan pengaturan pengunaan jalan dan kelancaran lalu lintas dan angkutan jalan serta daya dukung untuk menerima muatan sumbu terberat dan dimensi kendaraan bermotor.

1.) Jalan kelas 1, yaitu jalan arteri dan kolektor yang dapat di lalui kendaraan bermotor dengan ukuran lebar tidak melebihi

2.500 mm, ukuran Panjang tidak melebihi 18.000mm, ukuran paling tinggi 4.200mm, dan muatan sumbu terberat 10 ton.

2.) Jalan kelas II, yaitu jalan arteri, kolektor, lokal, dan lingkumgan, yang dapat di lalui kendaraan bermotor dengan ukuran lebar tidak melebihi 2.500mm, ukuran Panjang tidak melebihi 12.000mm, ukuran paling tinggi 4.200mm, dan muatan sumbu terberat Adalah 8 ton.

3.) Jalan kelas III, yaitu jalan arteri, kolektor, lokal, dan lingkungan yang dapat di lalui kendaraan bermotor dengan ukuran lebar tidak melebihi 2.100 mm, ukuran Panjang tidak melebihi 9.000 mm, ukuran paling tinggi 3.500 mm, dan muatan sumbu terberat 8 ton.

4.) Jalan kelas khusus, yaitu jalan arteri yang dapat di lalui kendaraan bermotor dengan ukuran lebar melebihi 2.500 mm, ukuran Panjang melebihi 18.000mm, ukuran paling tinggi 4.200 mm, dan muatan sumbu terberat melebihi 10 ton.

e. Klasifikasi Menurut Medan Jalan

Klasifikasi menururt medan jalan dapat dilihat pada tabel berikut

Tabel 2.2 Klasifikasi Medan Jalan

Jenis Medan	Lereng Melintang (%)
Datar (D)	< 3 %
Perbukitan (B)	3 % -25 %
Gunung (G)	>25 %

Sumber : Departemen PU, Ditjen Bina Marga, 1997.

2.2 Karakteristik Desain Geometrik Jalan

Desain desain geometrik jalan mengacu pada prinsip dan praktik yang

digunakan untuk merancang elemen fisik dari jalan raya agar dapat memberikan keamanan, kenyamanan, dan efisiensi bagi para pengguna jalan. Tujuan utama dari desain geometrik jalan adalah untuk mengakomodasi karakteristik kendaraan dan perilaku pengemudi sambil meminimalkan risiko kecelakaan dan memastikan aliran lalu

lintas yang lancar.Karakteristik geometrik jalan terdiri dari,(Sukirman, 1999) :

1. Jalur Lalu Lintas

Jalur lalu lintas Adalah keseluruhan bagian perkerasan jalan yang di peruntukan untuk lalu lintas kendaraan. Jalur lalu lintas terdiri dari beberapa lajur (*Lane)* kendaraan.Lajur kendaraan yaitu bagian dari jalur lalu lintas yang khusus di peruntukan untuk di lewati oleh satu rangkaian kendaraan roda empat atau lebih dalam satu arah.Jadi,jumlah lajur minimal untuk jalan dua arah adalah dua dan pada umumnya di sebut sebagai Jalan dua lajur dua arah. Jalur lalu lintas untuk satu arah minimal terdiri dari satu lajur lalu lintas.

2. Lebar lajur lalu lintas

Lebar lajur lalu lintas merupakan bagian yang paling menentukan lebar melintang jalan secara keseluruhan.Besarnya lebar lalu lintas hanya dapat di tentukan dengan pengamatan langsung di lapangan karena:

1.) Lintas kendaran yang satu tidak mungkin akan dapat di ikuti oleh lintasan kendaraan lain dengan tepat.

2.) Lajur lalu lintas tidak mungkin tepat sama dengan lebar kendaraan maksimum.Untuk keamanan dan kenyamanan setiap pengemudi membutuhkan ruang gerak antar kendaraan.

3.) Lintasan kendaraan tak mungkin di buat tetap sejajar sumbu lajur lalu lintas,Karena kendaraan selama bergerak akan mengalami gaya-gaya samping seperti tidak ratanya permukaan,gaya sentrifugal di tikungan, dan gaya angin akibat kendaraan lain yang menyiap.

Lebar kendaraan penumpang pada umumnya bervariasi antara 1,50 m- 1,75 m. Bina marga mengambil lebar kendaraan rencana untuk mobil penumpang adalah 1,70 m, dan 2,50 m untuk kendaraan rencana truk/bis/semitrailer. Lebar lajur lalu lintas merupakan lebar kendaraan di tambah dengan ruang bebas

antara kendaraan yang besarnya di tentukan oleh keamanan dan kenyamanan yang diharapkan. Jalan yang di pergunakan untuk lalu lintas dengan kecepatan tinggi, membutuhkan ruang bebas untuk menyiap dan bergerak yang lebih besar di bandingkan dengan jalan untuk kecepatan rendah. Pada jalan lokal,(kecepatan rendah) lebar minimum 5,50 m (2 x 2,75 m) cukup memadai untuk jalan dua lajur dengan dua arah. Dengan pertimbangan biaya yang tersedia,Lebar 5 m pun masih di perkenankan. Jalan arteri yang di rencanakan untuk kecepatan tinggi, mempunyai lajur lalu lintas lebih besar dari 3,25 m, sebaiknya 3,50m.

3. Bahu Jalan.

Bahu Jalan Adalah Jalur yang terletak berdampingan dengan jalur lalu lintas yang berfungsi sebagai (Sukirman, 1999):

a.) Ruangan untuk tempat berhenti sementara kendaraan yang mogok atau yang sekadar berhenti karena pengemudi ingin berorientasi mengenai jurusan yang akan di tempuh,atau untuk beristirahat.

b.) Ruangan untuk menghindarkan diri dari saat-saat darurat,sehingga dapat mencegah terjadinya kecelakaan.

Bahu kiri/Bahu luar adalah bahu yang terletak di tepi sebelah kiri dari jalur lalu lintas.Sedangkan bahu kanan atau bahu dalam adalah bahu yang terletak di tepi sebelah kanan dari jalur lalu lintas.Lebar bahu jalan sangat di pengaruhi oleh fungsi jalan,Jalan arteri di rencanakan untuk kecepatan yang lebih tinggi di bandingkan dengan jalan lokal. Dengan demikian, Jalan Arteri membutuhkan kebebasan samping,keamanan,dan kenyamanan yang lebih besar,atau menuntut lebar bahu yang lebih lebar dari jalan lokal.

Volume lalu lintas, Volume lalu lintas yang tinggi membutuhkan lebar bahu yang lebih lebar di bandingkan volume lalu lintas yang lebih rendah. Kegiatan disekitar Jalan, Jalan yang melintasi daerah Perkotaan, Pasar, Sekolah, membutuhkan lebar bahu jalan yang lebih

lebar daripada jalan yang melintasi daerah rural,karena bahu jalan tersebut akan di pergunakan pula sebagai tempat parker dan pejalan kaki. Ada atau tidaknya Trotoar,Biaya yang tersedia sehubungan dengan biaya pembebasan tanah,dan biaya untuk konstruksi.Lebar bahu jalan dengan demikian dapat bervariasi antara 0,5-2,5m.

4. Trotoar Jalan (Jalur Pejalan Kaki)

Trotoar Adalah jalur yang terletak berdampingan dengan jalur lalu lintas yang khusus di pergunakan untuk pejalan kaki(pendestrian). Untuk keamanan pejalan kaki maka trotoar ini harus di buat terpisah dari jalur lalu lintas oleh struktur fisik berupa Kereb.Perlu atau tidaknya di sediakan sangat tergantung dari volume pendestrian dan volume lalu lintas pemakai jalan.

Lebar trotoar yang di butuhkan di tentukan oleh volume pejalan kaki yang di inginkan,dan fungsi jalan. Untuk itu lebar 1,5- 3,0 m merupakan nilai yang umum di pergunakan.

5. Median Jalan

Pada arus lalu lintas yang tinggi seringkali dibuatuhkan median guna memisahkan arus lalu lintas yang berlawanan arah.Jadi median adalah jalur yang terletak ditengah jalan untuk membagi jalan dalam masing-masing arah (Sukirman, 1999). Secara garis besar median berfungsi sebagai:

a) Menyediakan daerah netral yang cukup lebar dimana pengemudi masih dapat mengontrol kendaraanya pada saat-saat darurat.
b) Menyediakan jarak yang cukup yang membatasi atau mengurangi kesilauan terhadap lampu besar dari kendaraan yang berlawanan arah.
c) Menambah rasa kelegaan, keyamanan dan keindahan bagi setiap pengemudi.
d) Mengamankan kebebasan samping dari masing- masing arah arus lalu lintas.

Untuk memenuhi keperluan-keperluan tersebut di atas,maka median serta batas-batasnya harus nyata oleh setiap mata pengemudi baik pada siang hari atau malam hari serta segala cuaca dan keadan. Lebar median bervariasi antara 1,0- 12 m.Median dengan lebar sampai 5 meter sebaiknya di tinggikan dengan kereb atau di lengkapi dengan pembatas agar tidak di langgar kendaraan.Semakin lebar median semakin baik bagi lalu lintas tetapi semakin mahal biaya yang di butuhkan. Jadi biaya yang tersedia dan fungsi jalan sangat menentukan lebar median yang di pergunakan.Disamping median terdapat namanya jalur tepian median,yaitu jalur yang terletak berdampingan dengan median. Jalur tepian median ini berfungsi untuk mengamankan kebebasan samping dari arus lalu lintas.Lebar jalur tepian dapat bervariasi antara 0,25-0,75 meter dan dibatasi dengan marka berupa garis putih menerus.

5. Radius Tikungan

Radius tikungan menentukan seberapa tajam tikungan tersebut danmempengaruhi kecepatan kendaraan saat berbelok. Tikungan dengan radius yang lebih besar memungkinkan kendaraan berbelok dengan aman pada kecepatan yang lebih tinggi. Di Indonesia, radius tikungan minimum untuk jalan arteri biasanya adalah 15 meter, sementara untuk jalan lokal bisa lebih kecil(Faqih et al., 2026).

6. Drainase Jalan

Drainase jalan merupakan salah satu unsur dari bagian prasarana umum yang di butuhkan jalan.Drainase jalan adalah prasarana yang berfungsi mengelola kelebihan air permukaan dan bawah tanah agar tidak merusak konstruksi jalan. Sistem ini penting untuk menjaga jalan tetap kering, mencegah genangan atau banjir, serta memperpanjang umur jalan. Prasarana ini berfungsi untuk mengalirkan air permukaan dari badan jalan kepembuangan akhir. Secara umum drainase serangakain bangunan air yang berfungsi mengurangi atau membuang kelebihan air sehingga lahan dapat di fungsikan dengan baik.Tujuan

utama adanya drainase jalan adalah Mencegah Kerusakan Jalan Air yang tergenang akan melemahkan struktur aspal dan pondasi jalan, menyebabkan jalan mudah berlubang, juga meningkatkan Keselamatan Menghindari risiko *aquaplaning* (kendaraan tergelincir) akibat permukaan jalan yang tergenang saat hujan (pedomaan drainase jalan, 2021).

2.3. Alinyemen dan Permukaan Jalan

Alinyemen jalan adalah faktor yang sangat utama untuk meningkatkan tingkat aman dan efisien di dalam memenuhi kebutuhan lalu lintas.Alinyemen dipengaruhi oleh karakteristrik lalu lintas, fungsi jalan dan topografi. Alinyemen dibagi menjadi dua yaitu:

1. Alinyemen Vertikal adalah alinyemen yang terdiri dari serangkaian kelandaian yang dihubungkan oleh lengkung vertikal. Alinyemen vertikal adalah perpotongan bidang vertikal dengan bidang permukaan perkerasan jalan melalui sumbu jalan untuk jalan 2 lajur 2 arah atau meliputi tepi dalam masing-masing perkerasan untuk jalan dengan median, Sukirman 1994 dalam (Launardo, 2018) Alinyemen vertikal sangat dipengaruhi oleh berbagai pertimbangan sebagai berikut:
   1) Kondisi tanah dasar
   2) Kondisi medan
   3) Fungsi jalan
   4) Muka air banjir
   5) Muka air tanah
   6) Kelandaian yang masih memungkinkan
2. Alinyemen Horizontal

   Adalah alinyemen yang terdiri dari serangkaian kelandaian yang dihubungkan oleh lengkung Horizontal.Sukirman 1994 dalam (Launardo, 2018) Alinyemen horizontal adalah proyeksi sumbu jalan pada bidang horizontal. Alinyemen horizontal dikenal juga dengan

nama situasi jalan atau trase jalan. Yang perlu diperhitungkan dalam alinyemen horizontal yaitu sebagai berikut:

1) Gaya sentrifugal
2) Lengkung peralihan
3) Diagram superelevasi (diagram kemiringan melintang)
4) Bentuk lengkung horizontal
5) Pelebaran perkerasan pada lengkung horizontal
6) Jarak pandang lengkung horizontal.

Tipe alinemen ditetapkan dari derajat kelengkungan alinemen vertikal segmen, θ_V(m/Km) dan derajat kelengkungan alinemen horizontal segmen, θ_H(rad/km). θ_V adalah jumlah total kenaikan vertikal tanjakan

(m) disepanjang segmen dibagi panjang segmen (km),dan θ_H adalah jumlah total sudut-sudut belokan pada tikungan (radian) dibagi panjang segmen (km). Kriteria tipe alinemen ditetapkan sesuai tabel berikut.

Tabel 2. 3 Kriteria Tipe Alinyemen

Tipe Alinemen	θ_V(m/Km)	θ_H(rad/km).
Datar	<10 (5)	<1,00 (0,25)
Bukit	10–30 (25)	1,00–2,50 (2,00)
Gunung	>30 (45)	>2,50 (3,50)

(pedomaan kapasitas jalan indonesia., 2023)

7. Tikungan

Perencanaan tikungan agar dapat memberikan keamanan dan kenyamanan perlu mempertimbangkan hal-hal sebagai berikut berdasarkan (Tata Cara Perencanaan Geometrik Jalan Antar Kota, 1997)

1.) Jari-jari tikungan minimum

Bila kendaraan melintasi suatu tikungan dengan suatu kecepatan tertentu, kendaraan akan menerima gaya sentrifugal yang akan mengurangi kenyamanan pengendara. Gaya ini dapat di imbangi dengan menyediakan suatu kemiringan melintang jalan atau super elevasi yang bertujuan untuk memperoleh komponen gaya berat yang dapat

mengelimitir gaya sentrifugal tersebut.

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

Keterangan:

R_{min}= Jari-jari tikungan minimum (m)

V_R= Kecepatan kendaraan (km/jam)

e_{max}= Super eleveasi maksimum (%)

f_{max}= Koefisien gesekan maksimum untuk perkerasan aspal (f= 0,14–0,24)

Untuk VR < 80 km/jam, fmax = -0,00065 x VR + 0,192

Untuk VR > 80 km/jam, fmax = -0,00125 x VR + 0,240

Tabel 2. 4 Kecepatan Rencana (Vr) Sesuai Klasifikasi Fungsi Dan Klasifikasi Medan Jalan

Fungsi	Kecepatan Rencana (Vr/KM/jam)		
	Datar	Bukit	Pegunungan
Arteri	70-120	60-80	40-70
Kolektor	60-90	50-60	30-50
Lokal	40-70	30-50	20-30

(Tata Cara Perencanaan Geometrik Jalan Antar Kota, 1997)

Berdasarkan Panduan Survei dan Perhitungan Waktu Perjalanan Lalu Lintas Bina Marga No.001/T/BNKT/1990. Jumlah sampel kendaraan yang perlu diukur kecepatannya dianjurkan sekitar sekurang-kurangnya 5 kendaraan. Dianjurkan untuk menggunakan lembar survai lapangan yang lain untuk arah perjalanan yang berbeda. Kolom total dapat digunakan untuk mendapatkan kecepatan total dari semua kendaraan. Kecepatan kendaraan setempat hendaknya dilakukan pada saat udara yang baik dengan kondisi lalu-lintas normal.

Tabel 2.4 dapat dipakai untuk menetapkan Rmin dengan ketentuan-ketentuan sebagai berikut:

a.Untuk memenuhi kenyamanan, sebaiknya tidak digunakan Rmin. Pemilihan Rmin atau tikungan dengan emax untuk satu tikungan kurang memberikan kenyamanan. Di samping itu, kecepatan kendaraan menikung bervariasi. Dengan demikian penggunaan Rmin hanya untuk

yang sulit dan keterbatasan dana, sehingga disarankan digunakan R yang lebih besar dari pada Rmin.

b.Pada tikungan dengan R yang panjang dapat digunakan Rmin untuk tikungan tanpa superelevasi.

Tabel 2. 5 Panjang Jari-Jari Minimum (Dibulatkan)

Vr (KM/Jam)	120	100	80	60	50	40	30	20
R_{min}	600	370	210	110	80	50	30	15

(Tata Cara Perencanaan Geometrik Jalan Antar Kota, 1997)

2.) Lengkung Peralihan

Lengkung peralihan adalah lengkung yang disisipkan di antara bagian lurus jalan dan bagian lengkung jalan berjari jari tetap R; berfungsi mengantisipasi perubahan alinyemen jalan dari bentuk lurus (R tak terhingga) sampai bagian lengkung jalan berjari jari tetap R sehingga gaya sentrifugal yang bekerja pada kendaraan saat berjalan di tikungan berubah secara berangsur-angsur, baik ketika kendaraan mendekati tikungan maupun meninggalkan tikungan. LS ditentukan dari 3 rumus di bawah ini dan diambil nilai yang terbesar:

a.) Berdasarkan waktu tempuh maksikum di lengkung peralihan,

$$L_s = \frac{VR}{3,6} \mathrm{T}$$

Keterangan:

T = waktu tempuh pada lengkung peralihan, ditetapkan 3 detik.

VR = kecepatan rencana (km/jam)

b.) Berdasarkan rumus modifikasi shortt,

$$L_s = 0,022 \frac{{V_R}^3}{R_C \cdot C} - 2,727 \frac{V_R \cdot e}{C}$$

c.) Berdasarkan tingkat pencapaian perubahan kendaraan,

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

Keterangan:

VR = kecepatan rencana (km/jam)

em = super elevasi maksimum

en = super elevasi normal

re = tingkat pencapaian perubahan kemiringan melintang jalan (m/m/detik)

Untuk VR < 70 km/jam, re-max = 0,035 m/m/detik

Untuk VR > 80 km/jam, re-max = 0,025 m/m/detik

Tabel 2. 6 Panjang Lengkung Peralihan (Ls) Dan Panjang Pencapaian Superelevasi (Le) Untuk Jalan 1 Lajur-2 Lajur-2 Arah

VR(km/jam)	Superelevasi e=2%		Superelevasi e=4%		Superelevasi e=6%		Superelevasi e=8%		Superelevasi e=10%	
	Ls	Le	Ls	Le	Ls	Le	Ls	Le	Ls	Le
20	10	20	15	25	15	25	25	30	35	40
30	15	25	20	30	20	30	39	40	40	50
40	15	30	20	35	25	40	35	50	50	60
50	20	35	25	40	30	45	40	55	60	70
60	30	55	40	60	45	70	65	90	90	120
70	30	60	40	70	50	80	70	100	100	130
80	35	65	45	80	55	90	80	110	110	145
90	40	75	50	85	60	100	90	120	120	-
100	40	80	55	90	70	110	95	135	130	-

(Tata Cara Perencanaan Geometrik Jalan Antar Kota, 1997)

Tabel 2. 7 Jari-Jari Yang Diizinkan Tanpa Superelevasi(Ls)

Kecepatan Rencana – Vr (Km/jam)	R (m)
60	700
80	1250
100	2000
120	5000

(Tata Cara Perencanaan Geometrik Jalan Antar Kota, 1997).

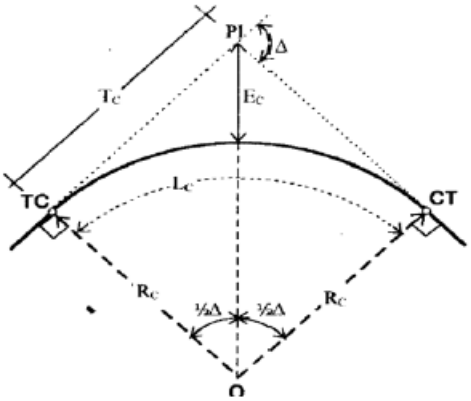
3.) Jenis-jenis tikungan

Menurut Dirjen Bina Marga (1997), standar bentuk tikungan terdiri tiga bentuk secara umum, yaitu:

a.) *Full Full Circle* (FC)

Full circle (FC) adalah tikungan yang berbentuk busur lingkaran secara penuh. Tikungan ini memiliki satu titik pusat lingkaran dengan jari – jari yang seragam. Tikungan FC hanya digunakan utuk R (jari – jari tikungan) yang besar agar tidak terjadi patahan, karena dengan R kecil maka diperlukan super elevasi yang besar. Tikungan FC ini tidak

memerlukan lengkung peralihan dan hanya berbentuk busur lingkaran saja.



Gambar 2.1 Komponen Tikungan Full Circle (FC)
(Tata Cara Perencanaan Geometrik Jalan Antar Kota, 1997)

Keterangan:

Δ = sudut tikungan

O = titik pusat lingkaran

Tc = panjang tangen jarak dari TC ke PI atau PI ke CT

Rc = jari-jari lingkaran

Lc = panjang busur lingkaran

Ec = jarak luar dari PI ke busur lingkaran

Pada tikungan yang tajam, dimana radius lengkung kecil dan superelevasi yang dibutuhkan besar, lengkung dengan bentuk busur lingkaran akan menyebabkan perubahan kemiringan melintang yang besar dan menyebabkan timbulnya kesan patah pada tepi perkerasan sebelah luar (Hamirhan Saodang, 2004: 81). Karena bagian lengkung peralihan itu sendiri tidak ada, maka jari-jari tikungan yang tidak memerlukan lengkung peralihan dapat dilihat pada tabel di bawah ini:

Tabel 2. 8 Jari-Jari Tikungan Yang Tidak Memerlukan Lengkung Peralihan

Vr (Km/jam)	120	100	80	60	50	40	30	20
Rmin (m)	2500	1500	900	500	350	250	130	60

(Tata Cara Perencanaan Geometrik Jalan Antar Kota, 1997)

Berdasarkan Bina Marga tahun 1997 dapat menggunakan rumus berikut ini:

$$T_c = R_c \tan\left(\frac{1}{2}\Delta\right)$$

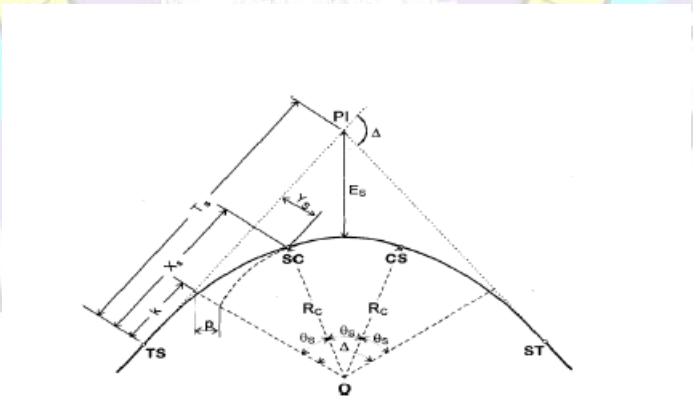
$$E_c = T_c \tan\left(\frac{1}{4}\Delta\right)$$

$$L_c = \frac{\Delta \cdot 2 \cdot \pi \cdot R_c}{360°}$$

$$p = \frac{{L_s}^2}{24 \times R_c}$$

b.) *Spiral – Circle – Spiral* (SCS)

Spiral – Circle – Spiral (SCS) adalah tikungan yang terdiri dari satu lengkung lingkaran dan dua lengkung spiral atau lengkung peralihan. Tikungan ini dimaksudkan jika tidak bisa digunakan jenis FC karena ruang untuk kendaraan berbelok tidak terlalu besar atau sedang, maka alternatif kedua menggunakan tikungan jenis ini, karena pada tikungan ini menggunakan lengkung peralihan pada saat masuk tikungan, kemudian busur lingkaran di puncak tikungan dan diakhiri lagi dengan lengkung peralihan saat kendaraan keluar tikungan.



Gambar 2.2 Komponen Tikungan S-C-S

Sumber : (Tata Cara Perencanaan Geometrik Jalan Antar Kota, 1997)

Rumus yang digunakan dalam perhitungan tikungan S-C-S menurut Bina Marga tahun 1997 dapat menggunakan rumus berikut ini:

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

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

$$p = \frac{{L_s}^2}{24 \times R_c}$$

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

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

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

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

$$T_s = (R_c + P)\tan(0{,}5 \times \Delta) + K$$

$$E_s = (R_c + P)\sec(0{,}5 \times \Delta) - R_c$$

$$L_{tot} = L_c + 2(L_s)$$

Jika diperoleh Lc < 25 m, maka sebaiknya tidak digunakan lengkung SCS tetapi digunakan lengkung SS, yaitu lengkung yang terdiri dari dua lengkung spiral.

Keterangan:

Xs = Absis titik SC pada garis tangen, jarak dari titik TS ke SC (jarak

lurus lengkung peralihan)

Ys = Ordinat titik SC pada garis tegak lurus garis tangen, jarak tegak lurus ke titik SC pada lengkung

Ls = Panjang lengkung peralihan (panjang dari titik TS ke SC atau CS

ke ST)

Lc = Panjang busur lingkaran (panjang dari titik SC ke CS)

Ts = Panjang tangen dari titik P1 ke titik TS atau ke titik ST

TS = Titik dari tangen ke spiral

SC = Titik dari spiral ke lingkaran

Es = Jarak dari P1 ke busur lingkaran

θs = Sudut lengkung spiral

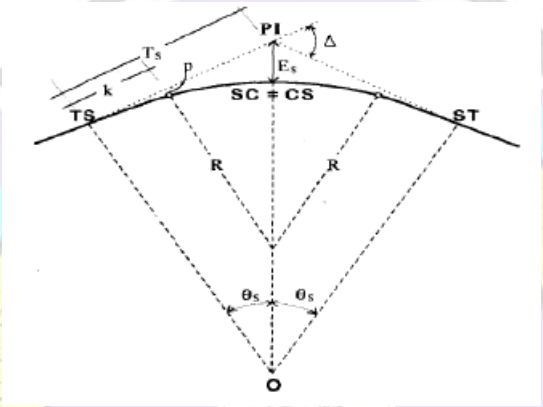
Rc = Jari-jari lingkaran

P = Pergeseran tangen terhadap spiral

k = Absis dari p pada garis tangen spiral.

c.) *Spiral – Spiral* (S – S)

Spiral – Spiral (S – S) adalah tikungan yang terdiri atas dua lengkung spiral atau lengkung peralihan saja. Lengkung horizontal berbentuk spiral-spiral adalah lengkung tanpa busur lingkaran, sehingga titik Sc berimpit dengan titik Cs. Panjang busur lingkaran Lc = 0, dan Ø =1/2β.



Gambar 2.3 Komponen Spiral-Spiral

Sumber:(Tata Cara Perencanaan Geometrik Jalan Antar Kota, 1997)

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

$$L_{tot} = 2(L_s)$$

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

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

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

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

$$T_s = R + p \cdot \tan\left(\frac{\Delta}{2}\right)$$

$$E_s = R + p \cdot \sec\left(\frac{\Delta}{2}\right) - R$$

Keterangan :

θs = Sudut lengkung spiral

Ls = Panjang lengkung peralihan (panjang dari titik TS ke SC atau CS ke

ST)

P = Pergeseran tangen terhadap spiral

k = Absis dari p pada garis tangen spiral

Ts = Panjang tangen dari titik P1 ke titik TS atau ke titik ST

Es = Jarak dari P1 ke busur lingkaran

4.) Superelevasi (Kemiringan)

Superelevasi adalah suatu kemiringan melintang di tikungan yang berfungsi mengimbangi gaya sentrifugal yang diterima kendaraan pada saat berjalan melalui tikungan pads kecepatan VR. Nilai superelevasi maksimum di tetapkan 10% pada Tata cara Perencanaan Geometrik Jalan Antar Kota, Bina Marga tahun 1997. Beberapa hal yang membatasi superelevasi maksimum pada suatu jalan raya yaitu keadaan cuaca, keadaan medan, keadaan lingkungan dan Komposisi jenis kendaraan dari arus lalu lintas.

2.4 Pengertian Kecelakan Lalu Lintas

Berdasarkan UU No. 22 Tahun 2009 tentang Lalu Lintas dan Angkutan Jalan Pasal 1 Poin 24, kecelakaan lalu lintas didefinisikan sebagai suatu peristiwa di jalan yang tidak diduga dan tidak disengaja, melibatkan kendaraan dengan atau tanpa pengguna jalan lain, yang mengakibatkan korban jiwa, luka-luka, dan/atau kerugian harta benda.(Undang-undang (UU) Nomor 22 Tahun 2009 tentang Lalu Lintas Dan Angkutan Jalan, 2009).

Menurut WHO, kecelakaan lalu lintas merupakan peristiwa tabrakan kendaraan bermotor dengan objek lain yang menimbulkan kerusakan, luka-luka, hingga korban jiwa, dengan estimasi mencapai 1,2 juta korban meninggal setiap tahunnya. (Global Status Report on Road Safety, n.d.) Cedera akibat kecelakaan lalu lintas jalan raya tetap menjadi penyebab

utama kematian anak-anak dan remaja usia 5 hingga 29 tahun. Lebih dari separuh dari total kematian tersebut menimpa kelompok rentan, seperti pejalan kaki, pengendara sepeda, dan pengendara sepeda motor, khususnya di negara-negara berkembang..

Kecelakaan lalu lintas pada hakikatnya merupakan peristiwa yang bersifat tidak disengaja, tidak terencana, serta mengejutkan, yang membedakannya secara tegas dari tindakan kriminal seperti penganiayaan atau pembunuhan berencana (Al Qubro et al., 2022);(Setiawan, 2020)Berdasarkan regulasi, kecelakaan lalu lintas didefinisikan sebagai peristiwa di jalan yang melibatkan kendaraan—dengan atau tanpa pengguna jalan lain—yang mengakibatkan korban jiwa, luka-luka, dan/atau kerugian harta benda (PP No. 43 Tahun 1993). Dari berbagai pandangan tersebut, dapat disimpulkan bahwa kecelakaan lalu lintas adalah insiden tak diinginkan di ruang publik/jalan raya yang menimbulkan kerugian material maupun korban manusia.

Secara yuridis, Menurut (Perlindungan Saksi Dan Korban, 2006) pasal 1 menyatakan bahwa korban adalah seseorang yang mengalami penderita fisik,mental,dan/atau kerugian ekonomi yang di akibatkan oleh suatu tindakan pidana.

Dari beberapa definisi tentang kecelakaan lalu-lintas dapat di simpulkan bahwa kecelakaan lalu lintas adalah suatu kejadian yang tidak di rencanakan dan tidak di inginkan yang di sebabkan oleh bertabrakan kendaraan terjadi di jalan raya atau tempat terbuka menyebabkan luka- luka, kerugian nyawa manusia,serta harta benda.

2.4.1 Jenis-Jenis Dan Karakterikstik Kecelakaan Lalu Lintas

a.) Berdasarkan kelas Korban kecelakaan

Yang Sebagaimana Dimaksud Dalam Ayat 1 Pasal 93,Dapat Berupa:

1) Korban mati,adalah korban yang di pastikan mati sebagai akibat kecelakaan lalu lintas dalam jangka waktu paling lama 30 hari setelah terjadi kecelakaan tersebut.

2) Kecelakaan luka berat, adalah korban kecelakaan yang harus di rawat inap di rumah sakit dalam jangka waktu lebih dari 30 hari sejak terjadi kecelakaan atau karena luka-luka yang terjadi korban tersebut mengalami cacat berat/permanen.
3) Korban luka ringan, adalah korban yang tidak termasuk kedalam korban mati dan korban luka berat,artinya korban tersebut tidak perlu di rawat di rumah sakit atau di rawat tidak lebih dari 30 hari.

b.) Karakteristik kecelakaan berdasarkan Lokasi kecelakaan meliputi:

1. Jalan lurus
2. Tikungan jalan
3. Persimpaangan jalan,pertigaan atau perempatan jalan.
4. Tanjakan atau turunan.

c.) Karakteristik berdasarkan waktu terjadinya kecelakaan yaitu:

1.1 Jenis hari

1) Hari kerja : senin,selasa,rabu,kamis,jumat
2) Hari Libur: minggu dan hari-hari libur nasional.
3) Akhir minggu : sabtu.

1 .2 Waktu.

1) Dini hari : jam 00.00- jam 06.00
2) Pagi hari : jam 06.00- jam 12.00
3) Siang hari : jam 12:00-Jam 18:00
4) Malam hari : jam 18:00-Jam 24:00

d.) Berdasarkan Tingkat kecelakaan

Berdasarkan (Peraturan & Tahun, 1993),Maka kecelekaan di bagi menjadi empat yaitu:

1) Kecelakaan sangat ringan(*damage only*), kecelakaan yang hanya mengakibatkan kerusakan/korban benda saja.Dan kecelakan tidak memerlukan perawatan intensif atau tidak memerlukan perawatan rumah sakit.

2) Kecelakaan Ringan, kecelakaan yang mengakibatkan korban luka ringan.
3) Kecelakaan berat,kecelakaan yang mengakibatkan korban luka berat.Dan harus membutuhkan perawatan rumah sakit
4) Kecelakaan fatal, yaitu kecelakaan yang lebih parah dari kecelakaan ringan dan kecelakaan berat yaitu kecelakaan yang mengakibatkan korban meninggal dunia

e.) kecelakaan berdasarkan posisi kecelakaan

Kecelakaan dapat terjadi berdasarakan posisi tabrakanya.

1) Tabrakan pada saat menyalib (*side swipe*)
2) Tabrakan depan dengan samping(*Right angle*)
3) Tabrakan muka dengan belakang (*Rear end)*
4) Tabrakan muka dengan muka (*head on*)
5) Tabrakan lari (*hit and run*)
6) Tabrakan dengan pejalan kaki(*pendestrian*)
7) Tabrakan di luar kendali (*out of control*)

2.5. Lalu Lintas

Arus lalu lintas terbentuk dari interaksi antar-kendaraan serta dengan elemen fisik lingkungan jalan, yang dipengaruhi oleh perilaku pengemudi dan karakteristik operasional kendaraan. Arus merupakan parameter utama yang menyatakan jumlah kendaraan melewati suatu titik dalam satuan waktu (kend/jam), di mana volume 15 menit dapat dikonversikan menjadi tingkat arus dengan mengalikannya dengan empat. Berdasarkan karakternya, tipe arus lalu lintas dibedakan menjadi arus terganggu (*interrupted flow*) dan arus tidak terganggu (*uninterrupted flow*).

Menurut (tentang lalu lintas dan angkutan jalan, 2009), lalu lintas adalah gerakan kendaraa dan orang di ruang lalu lintas. Ruang lalu lintas adalah prasarana yang berupa jalan dan fasilitas pendukung dan di peruntukan gerak pindah kendaraan,orang atau barang.

Secara esensial, lalu lintas mencakup interaksi penggunaan kendaraan dan sarana jalan guna mencapai tujuan pergerakan untuk mendukung kegiatan sosial serta ekonomi. Kondisi lalu lintas di suatu ruas jalan merupakan manifestasi dari perilaku arus yang terbentuk melalui interaksi tiga unsur utama, yaitu perilaku manusia (pengguna jalan), kondisi kendaraan, serta karakteristik prasarana jalan dan lingkungannya. Analisis komprehensif terhadap ketiga unsur tersebut sangat esensial dalam memetakan dan menyelesaikan permasalahan lalu lintas.Menurut (Prasetyanto, 2019), faktor penyebab kecelakaan utama di dalam lalu lintas memiliki tiga sistem komponen anatara lain :

1. Faktor Pemakai jalan (Manusia)

Kecelakaan umumnya berawal dari pelanggaran dan kelalaian berlalu lintas, seperti menerobos lampu merah, berkendara ugal-ugalan, menggunakan ponsel, atau mengemudi dalam keadaan mengantuk. Faktor manusia merupakan unsur yang paling tidak stabil dan sulit diprediksi dalam sistem lalu lintas. Oleh karena itu, tinjauan terhadap keterbatasan fisik, mental, serta motivasi pengguna jalan sangat krusial untuk menghasilkan perencanaan rekayasa dan keselamatan lalu lintas yang efektif.Menurut (Alamsyah, 2003),Beberapa tinjauan terhadap faktor manusia ini perlu dilakukan guna menghasilkan perencanaan operasi lalu lintas yang lebih tepat.

a.) Manusia sebagai pengemudi kendaraan

Perilaku pengemudi dipengaruhi oleh faktor eksternal—seperti lingkungan, cuaca, jarak pandang, dan penerangan—serta faktor internal yang mencakup emosi, tingkat pengenalan rute, tujuan perjalanan, pengalaman, dan tingkat kecakapan yang dibuktikan melalui kepemilikan Surat Izin Mengemudi (SIM). Secara lebih rinci, tingkah laku berkendara ini dikelompokkan ke dalam kondisi fisik (baik permanen seperti kesehatan mata dan pendengaran, maupun sementara seperti kelelahan, kantuk, serta pengaruh zat/obat), kondisi mental dan

emosional, serta kondisi lingkungan, di mana keseluruhan faktor tersebut secara langsung memengaruhi waktu reaksi pengemudi di jalan raya.

b .) Manusia sebagai pejalan kaki.

Karakteristik pejalan kaki memengaruhi perencanaan fasilitas seperti trotoar, lokasi penyeberangan, median, hingga pengaturan lampu lalu lintas. Perilaku pejalan kaki dipengaruhi oleh usia, tingkat pemahaman aturan, dan latar belakang lingkungan; lansia cenderung kurang gesit, anak-anak kurang waspada, dan masyarakat kota kecil memiliki pola mobilitas berbeda dari perkotaan besar. Secara umum, pejalan kaki bergerak dengan kecepatan rata-rata 1 sampai 1,3 m/detik (3 sampai 5 km/jam) dengan batas kenyamanan jarak tempuh berjalan kaki sekitar 500 meter sebelum memerlukan moda angkutan lain.

c.) Sistem Indra

Otak adalah bagian utama sistem saraf yang dilindungi oleh tengkorak dan tersusun atas miliaran sel yang saling terhubung melalui serat panjang. Setiap bagian otak memiliki fungsi khusus—seperti penglihatan, pendengaran, memori, koordinasi gerakan, serta indra perasa dan penciuman—sekaligus mengendalikan pergerakan seluruh anggota tubuh.

d.) Sistem Pengelihatan

Mata merupakan indra pengelihatan terpenting bagi pengguna jalan untuk mengenali ukuran, bentuk, warna, jarak, dan kecepatan melalui pantulan cahaya pada retina. Gangguan fokus cahaya pada mata dapat menyebabkan rabun jauh atau dekat, namun kondisi tersebut dapat dikoreksi menggunakan alat bantu optik (Alamsyah, 2003).

e.) Pendengaran

Telinga berfungsi sebagai organ pendengaran untuk mendeteksi suara seperti decitan ban, mesin, klakson, dan lalu lintas, yang menjadi indikator penting bagi pengguna jalan—khususnya lansia di malam

hari—meskipun indra penglihatan tetap lebih dominan. Dalam mengemudi, seseorang umumnya mampu menyesuaikan diri terhadap keterbatasan tertentu, namun situasi darurat jauh lebih sulit dikendalikan karena dampaknya yang bersifat individual terhadap kinerja berkendara. (Alamsyah, 2003) :

1.) Kelelahan

Kelelahan pengemudi terbagi menjadi fisik dan mental (operasional). Kelelahan fisik dipicu oleh kurang tidur, postur buruk, serta kantuk akibat suhu panas, getaran, dan silau cahaya, yang berisiko menghilangkan kendali atas kendaraan. Sementara itu, kelelahan mental atau operasional menurunkan keterampilan dan konsentrasi saat menghadapi tugas mengemudi yang kompleks, sehingga memicu kesalahan antisipasi seperti salah membaca rambu, keliru memperkirakan ruang dan waktu, atau terlambat bermanuver di tikungan tajam.

2.) Alkohol Dan Obat

Alkohol dan obat- obat tertentu dapat menyebabkan tekanan pada sistem saraf sentral. Jumlah yang berlebihan mempengaruhi perhatian dan penilaian,memperpanjang waktu reaksi dan lambat laun menghilangkan Kordinasi antara otot dan saraf- saraf sehingga tidak mampu melaksanakan tugas mengemudi. Obat- obat peransang mempengaruhi perilaku kasar dan aneh dalam mengendalikan kendaraan.

1. Sakit

   Rasa sakit seperti demam,samgat menganggu tingkat emosi dan fisik menyebabkan kinerja tidak sempurna.

2. Cuaca

   Perubahan situasi normal dapat terjadi berkaitan dengan kondisi eksternal seperti cuaca. Dingin dan panas berlebihan dapat mempengaruhi temperamen tetapi hal ini dapat di atasi dengan rancangan kendaraan yang memenuhi syarat.

3. Postur

Posisi pengemudi didalam kendaraan harus dipertimbangkan pada perancangan alimen jalan dan letak kelengkapan jalan yang di tentukan berdasarkan pengukuran.Ini meliputi tinggi mata posisi melintang dan memanjang kendaraan.

a. Faktor Kendaraan

Beberapa bagian dari kendaraan yang rusak atau tidak berfungsi sebagaimana mestinya seperti rem blong,ban pecah dan permasalahan teknis lainya. Kuranganya kepedulian untuk merawat kendaraan oleh manusia itu sendiri dan tidak waspada mengecek posisi kendaraan sebelum digunakan juga menyebabkan kecelakaan itu terjadi.

Kriteria perencanaan geometrik jalan raya didasarkan pada karakteristik statik, kinematik, dan dinamik kendaraan, yang dikelompokkan menjadi kendaraan bermotor dan tidak bermotor. Kendaraan bermotor meliputi sepeda motor, kendaraan beroda tiga, mobil penumpang, truk, bus, hingga *trailer*. Sementara itu, kendaraan tidak bermotor mencakup sepeda, becak, dan dokar.

b. Faktor Jalan dan lingkungan.

Kondisi infrastruktur yang buruk, seperti jalan berlubang serta minimnya marka, median, dan rambu lalu lintas, turut menjadi faktor pemicu kecelakaan. Risiko ini diperparah oleh cuaca hujan dan kabut yang menyebabkan jalan licin serta memperpendek jarak pandang pengemudi. Berbagai kondisi lingkungan tersebut berinteraksi langsung dengan pergerakan arus lalu lintas di atas ruas jalan.

Berdasarkan (pedomaan kapasitas jalan indonesia., 2023),ada lima kendaraaan pada arus lalu lintas yaitu :

1. SM (Sepeda Motor), yaitu kendaraan bermotor roda dua atau tiga dengan panjang < 2,5 m. Dengan tipikal kendaraan sepeda motor, kendaraan beroda tiga.
2. MP (Mobil Penumpang),yaitu mobil penumpang empat tempat duduk,mobil penumpang tujuh tempat duduk,mobil angkutan barang

kecil,mobil angkutan barang sedang dengan panjang ≤ 5,5 m.Dengan tipikal kendaraan sedan,jeep,minibus,mikrobus,pickup,truk kecil.

3. KS (Kendaraan sedang), yaitu Bus sedang dan mobil angkutan barang 2 sumbu dengan panjang ≤ 9,0 m.Dengan tipikal kendaraan bus tanggung,bus metromini,truk sedang.

4. BB (Bus Besar) yaitu, Bus besar 2 dan tiga gandar dengan panjang ≤ 12,0 m.Dengan tipikal kendaraan Bus antar kota,bus double decker city tour.

5. TB (Truk Besar) yaitu, Mobil angkutan barang tiga sumbu,truk gandeng,dan truk tempel (semitrailer) dengan panjang > 12 m.Dengan tipikal kendaraan truk tronton,truk semi trailer,truk gandeng.

2.6 Rambu Lalu Lintas

Menurut (UU No. 22 tahun, 2009) pasal I, rambu atau tanda lalu lintas adalah salah satu dari perlengkapan jalan, berupa lambang, huruf, angka, kalimat dan atau perpaduan antara keduanya sebagai peringatan, larangan, perintah atau petunjuk bagi pemakai jalan. Rambu lalu lintas (meliputi marka jalan) sangat penting dan bermanfaat sebagai kontrol terhadap pengemudi kendaraan dan pemakai jalan lainnya. Informasi yang ditampilkan pada rambu lalu lintas harus seperti pengertian sesuai dengan pesan yang ditampilkan melalui kata-kata, simbul-simbul, atau bentuk gabungan kata dan simbul. Frekuensi harus seperti membuat perhatian langsung setiap saat dibutuhkan tetapi tidak boleh secara sembarangan yang malahan dapat menjadikan tidak diperhatikan. Rambu lalu lintas mempunyai beberapa fungsi yang masing-masing mempunyai akibat hukum sebagai berikut:

1. Perintah

   Yakni bentuk peraturan yang jelas dan tegas tanpa interpretasi lebih lanjut yang harus dipatuhi oleh pengguna jalan.

2. Larangan

   Merupakan bentuk larangan yang melarang keras pengguna jalan untuk berhenti pada titik-titik jalan yang dilarang berhenti dan ditandai dengan rambu larangan.

3. Peringatan

   Menunjukkan kemungkinan bahaya pada jalan pintas. Tanda peringatannya berbentuk persegi dengan latar belakang kuning dan simbol atau huruf hitam.

4. Rekomendasi

   Adalah bentuk peraturan yang bersifat penasehat. Tidak ada sanksi atau penegakan hukum bagi pengemudi yang tidak mengikuti rekomendasi ini.

5. Instruksi

   Yakni memberikan petunjuk arah berkendara, kondisi jalan, situasi, ketersediaan fasilitas dan lainnya. Bentuk dan warna yang digunakan pada rambu lalu lintas digunakan untuk membedakan berbagai kategori rambu dan menjamin kenyamanan pengemudi.

2.7 Marka Jalan

Berdasarkan UU RI No. 22 Tahun 2009 Pasal 1, marka lalu lintas adalah tanda di permukaan jalan berupa garis membujur, melintang, serong, atau lambang yang berfungsi mengarahkan arus lalu lintas dan memberikan informasi bagi pengguna jalan. Marka ini juga diterapkan pada area parkir atau fasilitas khusus lainnya, dengan contoh seperti garis pembatas lajur, garis larangan berpindah jalur, tanda *stop*, hingga *zebra cross*.

Pemberian marka terutama digunakan untuk mengontrol posisi kendaraan ke arah sisi/samping jalan. Penempatan marka jalan harus diperhitungkan untuk dapat meningkatkan keselamatan lalu lintas. Pengaturan dengan marka jalan harus diupayakan untuk mampu memberikan perlindungan pada pengguna jalan

Berdasarkan UU RI No. 22 Tahun 2009 Pasal 1, marka lalu lintas adalah tanda di permukaan jalan berupa garis membujur, melintang, serong, atau lambang lain yang berfungsi mengarahkan arus dan membatasi daerah kepentingan lalu lintas. Marka ini memberikan informasi penting bagi pengguna jalan, termasuk di area parkir, dengan contoh seperti garis pembatas jalur, rambu henti, hingga *zebra cross*.

Pemberian marka terutama digunakan untuk mengontrol posisi kendaraan ke arah sisi/samping jalan. Penempatan marka jalan harus diperhitungkan untuk dapat meningkatkan keselamatan lalu lintas. Pengaturan dengan marka jalan harus diupayakan untuk mampu memberikan perlindungan pada pengguna jalan (marka jalan, 2014).

2.8 Volume lalu lintas

Volume lalu lintas adalah jumlah kendaraan yang melintasi suatu titik pada ruas jalan dalam satuan waktu tertentu (kend/jam) (Utomo et al., 2021) Besaran arus ini bersifat dinamis dan bervariasi setiap jam, hari, serta bulan, yang dipengaruhi oleh kondisi lingkungan setempat.

Volume lalu lintas menunjukkan jumlah kendaraan yang melintasi suatu titik dalam satuan waktu. Volume tinggi menuntut lebar perkerasan yang memadai demi kenyamanan dan keamanan. Sebaliknya, jalan yang terlalu lebar pada volume rendah berisiko memicu kecepatan tinggi yang tidak sesuai kondisi jalan, sekaligus menyebabkan inefisiensi biaya pembangunan.(Sukirman, 1999).

Satuan volume lalu lintas yang umum dipergunakan sehubungan dengan penentuan jumlah dan lebar lajur Adalah, 1.) Lalu Lintas Harian Rata-Rata, 2.) Volume Jam Perencanaan, 3.) Kapasitaas.Untuk memperoleh data volume lalu lintas di kenal dua lalu lintas harian rata-rata,yaitu lalu lintas rata-rata tahunan

(LHRT) dan lalu lintas harian rata-rata(LHR).

a. Lalu lintas harian rata Tahunan

LHRT adalah jumlah lalu lintas kendaraan rata-rata yang melewati satu jalur jalan selama 24 jam dan diperoleh dari data selama satu tahun penuh.

$$LHRT = \frac{\text{Jumlah lalu lintas dalam satu tahunan}}{365} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (2.1)$$

LHRT di nyatakan dalam SMP/hari/2 arah atau kendaraan/hari/2 arah untuk jalan 2 lajur 2 arah,SMP /hari/1 arah atau kendaraan /hari/1 arah untuk jalan berlajur banyak dengan median.

b. Lalu lintas harian rata-rata (LHR)

Lalu lintas harian rata-rata Adalah volume lalu lintas dalam satu hari (Sukirman, 1999). LHR merupakan hasil bagi jumlah kendaraan yang di peroleh selama pengamatan dengan lamanya pengamatan.

$$LHR = \frac{\text{Jumlah lalu-lintas selama pengamatan}}{\text{Lamanya pengamatan}} \quad \text{.....(2.2)}$$

Data LHR ini cukup di teliti jika:

1. Pengamatan dilakukan pada interval-interval waktu yang cukup mengambarkan fluktuasi arus lalu lintas selama satu tahun.
2. Hasil LHR yang dipergunakan adalah harga rata-rata dari perhitungan LHR beberapa kali.

Volume adalah sebuah peubah (variabel) yang paling penting pada teknik lalu lintas yang pada dasarnya merupakan proses perhitungan yang berhubungan dengan jumlah gerakan per satuan waktu pada lokasi tertentu dan dinyatakan dengan volume (v) atau arus (q).Volume Lalu Lintas dimana jumlah kendaraan melewati suatu titik tertentu pada ruas jalan persatuan waktu dinyatakan dalam kendaraan per jam atau satuan mobil penumpangper jam (smp/jam). Untuk mendapatkan volume dalam smp, maka diperlukan faktor konversi dan berbagai macam kendaraan menjadi mobil penumpang, yaitu faktor ekivalenmobil penumpang (emp).

Tabel 2.9 Satuan Mobil Penuumpang (Smp)

Tipe alinemen	q total (kend/jam)	EMP KS	EMP BB	EMP TB	EMP SM		
					Lebar jalur lalu lintas (m)		
					<6 m	6−8 m	>8 m
Datar	0-799	1,2	1,2	1,8	0,8	0,6	0,4
	800-1349	1,8	1,8	2,7	1,2	0,9	0,6
	1350-1899	1,5	1,6	2,5	0,9	0,7	0,5
	>1900	1,3	1,5	2,5	0,6	0,5	0,4
Bukit	0-649	1,8	1,6	5,2	0,7	0,5	0,3
	650-1099	2,4	2,5	5,0	1,0	0,8	0,5
	1100-1599	2,0	2,0	4,0	0,8	0,6	0,4
	>1600	1,7	1,7	3,2	0,5	0,4	0,3
Gunung	0-449	3,5	2,5	6,0	0,6	0,4	0,2
	450-899	3,0	3,2	5,5	0,9	0,7	0,4
	900-1349	2,5	2,5	5,0	0,7	0,5	0,3
	>1350	1,9	2,2	4,0	0,5	0,4	0,3

sumber :PKJI 2023

2.9. Lokasi atau Daerah Rawan Kecelakaan Lalu Lintas

Lokasi rawan kecelakaan adalah suatu lokasi dimana angka kecelakaan tinggi dengan kejadian berulang dalam suatu ruang dan rentang waktu relatif sama yang di sebabkan oleh suatu penyebab tertentu (Pedoman Angka Ekivalen Kecelakaan, 2004).

Menurut (Warpani, 2002), daerah rawan kecelakaan lalu lintas adalah daerah yang mempunyai jumlah kecelakaan lalu lintas tinggi dan kecelakaan tinggi pada suatu ruas jalan.

Menurut peneltian dari (Al Qubro et al., 2022), dalam Pusdiklat perhubungan darat,(1998), daerah rawan kecelakaan di bagi atau di kelompokan menjadi tiga diantaranya yaitu :

1. Lokasi rawan kecelakaan *(Hazardous sites)*

   Lokasi *(site)* adalah daerah-daerah tertentu yang meliputi pertemuan jalan ,*acces point* dan ruas jalan yang pendek. Berdasrakan panjangnya tampak rawan kecelakaan (*Hazardous sites*) dapat di kelompokan menjadi dua (Pusdiklat perhubungan darat,(1998),yaitu :

a. Black site atau *section*

Merupakan ruas rawan kecelakaan.Jumlah kecelakaan per-KM melebihi nilai tertentu.

b. Blackspot

Merupakan titik pada ruas rawan kecelakaan lalu lintas (0,03 km-1,0 km).

2. Rute rawan kecelakaan *(Hazardous routes)*

Panjang rute kecelakaan biasanya ditetapkan lebih dari 1 Km rute yang dipakai untuk menentukan ruas rawan kecelakaan *(Hazardous routes)* adalah sebagai berikut:

a) Jumlah kecelakaan melebihi suatu nilai tertentu dengan mengabaikan variasi panjang rute dan variasi volume kendaraan.
b) Jumlah kecelakaan perkilometer melebihi suatu nilai tertentu dengan mengabaikan nilai kendraan.
c) Tingkat kecelakaan (perkendaraan- kilometer) melebihi nilai tertentu.

3. Wilayah Rawan kecelakaan *(Hazardous area)*

Biasanya ditetapkan berkisar 5 km^2 sebagai wilayah rawan kecelakaan. Berdasarkan penelitian dari (Al Qubro et al., 2022),Kriteria di pakai oleh Pusdiklat Perhubungan Darat (1998), Dalam penentuan daerah rawan kecelakaan sebagai berikut :

a) Jumlah kendaraan per-Km^2 pertahun dengan mengabaikan variasi panjang jalan dan variasi volume lalu lintas.
b) Jumlah kecelakaan perpenduduk dengan mengabaikan variasi Panjang jalan dan variasi Volume kecelakaan.
c) Jumlah kecelakaan perkilometer jalan dengan mengabaikan volume lalu lintas.

Jumlah kecelakaan perkendaraan yang dimiliki oleh penduduk didaerah tersebut (Hal ini memasukan Volume lalu lintas secara Kasar).

Menurut pedomaan penangan Lokasi rawan kecelakaan (Pedoman Angka Ekivalen Kecelakaan, 2004) suatu lokasi di nyatakan rawan kecelakaan apabila:

a) Memiliki angka kecelakaan yang tinggi
b) Lokasi kecelakaan relatif numpuk
c) Lokasi kecelakaan berupa persimpangan,atau segemen ruas jalan sepanjang 100-300 m untuk jalan perkotaan, atau segemen ruas jalan sepanjang 1 km untuk jalan antar kota.
d) Kecelakaan terjadi dalam ruang dan rentang waktu relatif sama
e) Memiliki penyebab kecelakaan dengan faktor penyebab yang spesifik.

Black spot adalah lokasi tunggal yang bersifat spesifik,seperti persimpangan jalan,atau ruas jalan dengan Panjang 300- 500m, dengan jumlah total kecelakaan memiliki nilai pembobotan kerawanan minimal 30 selama 1 tahun. Nilai pembobotan untuk setiap kejadian kecelakaan lalu lintas berdasarkan kondisi terparah dari korbanya : 10 poin meninggal dunia, 5 point luka berat, dan 1 point luka ringan (Peraturan_Kepala Korps Lalu Lintas, 2004). Lokasi - lokasi dalam satu Provinsi atau daerah mengumpulkan point terbanyak dalam periode tiga tahun akan ditetapkan sebagai *blackspot*,sedangkan *blacksit*e menspesifikan dari Panjang jalan yang mempunyai frekuensi kecelakaan tertinggi.

Dalam penentuan titik rawan kecelakaan di gunakan rumus sebagai berikut:

1. Z- score

Z- core adalah bilangan Z atau bilangan standart atau bilangan baku. Bilangan Z dicari dari sampel yang berukuran n, data X_1,X_2, X_3,…….X_n dengan rata-rata Z1,Z2,Z3,…….Zn dengan rata-rata 0 simpangan baku 1. Berikut Langkah- Langkah mencari nilai *Z-Score* Adalah :

a. Mencari nilai standar deviasi (S)

Nilai Standar deviasi atau akar dari jumlah kuadrat dari rata- rata angka kecelakaan per tahun di kurangi rata- rata angka kecelakaan di bagi jumlah data (Austroads, 2004).

$$s = \frac{\sqrt{\sum(x-x)^2}}{n} \quad \text{.....(2.3)}$$

Keterangan :

S = standar deviasi

X = Rata- rata angka kecelakaan pertahun

$\bar{X}$ = Rata – rata angka kecelakaan

n = jumlah data

b. Mencari nilai *Z- Score*

Rumus Z dapat di cari dengan rumus (Hikmah, 2017):

$$Z_i = \frac{X_i - X}{s} \quad \text{.....(2.4)}$$

Keterangan :

Z_i : Nilai $Z - score$ kecelakaan pada lokasi i

X_i: Jumlah data pada Lokasi i

S : Standar deviasi

X : niali rata − rata

i : 1,2,3, ... n

Adapun klasifikasi dalam penentuan daerah rawan kecelakaan *(Blacksite)* adalah sebagai berikut :

Tabel 2. 10 Klasifikasi Penentuan daerah Rawan Kecelakaan

No	Z- Score	Kriteria
1.	Nilai + (> 0)	Rawan kecelakaan
2.	Nilai - (< 0)	Tidak rawan kecelakaan

Sumber : (Austroads, 2004)

Nilai *Z- Score* positif merupakan nilai *Z- Score* di bawah Tingkat rata-rata jumlah kejadian kecelakaan, Sedangkan nilai *Z- Score* negatif merupakan nilai *Z-Score* diatas tingkat rata- rata jumlah kejadian

kecelakaan.Ruas jalan yang teridentifikasi sebagai daerah rawan kecelakaan (*Blacksite*) lalu lintas adalah ruas jalan yang memiliki nilai *Z-Score* positif dan ruas jalan yang tidak teridentifikasi sebagai daerah rawan kecelakaan adalah ruas jalan yang memiliki nilai *Z-Score* negatif.Menentukan interval kelas rawan kecelakaan dari nilai *Z- Score*,adalah :

$$I = \frac{\text{Z tertinggi- Z terendah}}{\Sigma 1} \quad \ldots\ldots(2.5)$$

Keterangan :

I = Interval

Z = Nilai *Z- Score*

2. Cussum (Cummulative summary)

Cussum merupakan prosedur untuk mengidentifikasikan *Blackspot*.Grafik cussum merupakan prosedur stastistik standar untuk mengontrol kualitas dalam mendeteksi perubahan dari nilai rerata.Nilai Cussum dapat di cari dengan Langkah-langkah berikut (Austroads, 2004)

a. Mencari nilai mean (W)

Perhitungan untuk mencari nilai mean dari data Skunder Adalah :

$$W = \frac{\Sigma x_1}{L \times T} \quad \ldots\ldots(2.6)$$

Keterangan :

W : Nilai Mean

$\sum X$: Jumlah Kecelakaan

L : Jumlah station

T : Waktu/Periode

b. Mencari nilai cussum kecelakaan tahun pertama (So)

Perhitungan untuk mencari nilai cussum kecelakaan tahun pertama adalah dengan mengurangi jumlah kecelakaan tiap tahun dengan nilai mean,yaitu:

$$So = X_1 - W \quad \ldots\ldots(2.7)$$

Keterangan :

So = Nilai Cussum kecelakaan untuk tahun pertama

X1 = Jumlah kecelakaan tiap Tahun

W = Mean

c. Mencari nilai cussum tahun selanjutnya (S_1)

Untuk mencari nilai cussum selanjutnya (S_1) adalah dengan menjumlahkan nilai cussum tahun pertama dengan hasil pengurangan jumlah kecelakaan dan nilai mean pada tahun selanjutnya, yaitu :

S1 = [S_0 + (X_1 – W]……..……(2.8)

Keterangan :

S1 = Nilai cussum kecelakaan

S0 = Nilai Cussum untuk tahun pertama

X1 = Jumlah Kecelakaan

W = Nilai Mean

Adapun klasifikasi dalam penentuan titik rawan kecelakaan (*Black spot*) adalah sebagai berikut :

Tabel 2. 11 Klasifikasi Penentuan Titik Rawan Kecelakaan

No	Z- score	Kriteria
1.	Bernilai + (> 0)	Rawan Kecelakaan
2.	Bernilai - (< 0)	Tidak Rawan kecelakaan

Sumber: (Austroads, 2004)

Menentukan interval kelas rawan kecelakaan dari nilai Z- Score Adalah :

$$I = \frac{C\ tertinggi - C\ terendah}{\Sigma 1} \quad \text{……..……(2.9)}$$

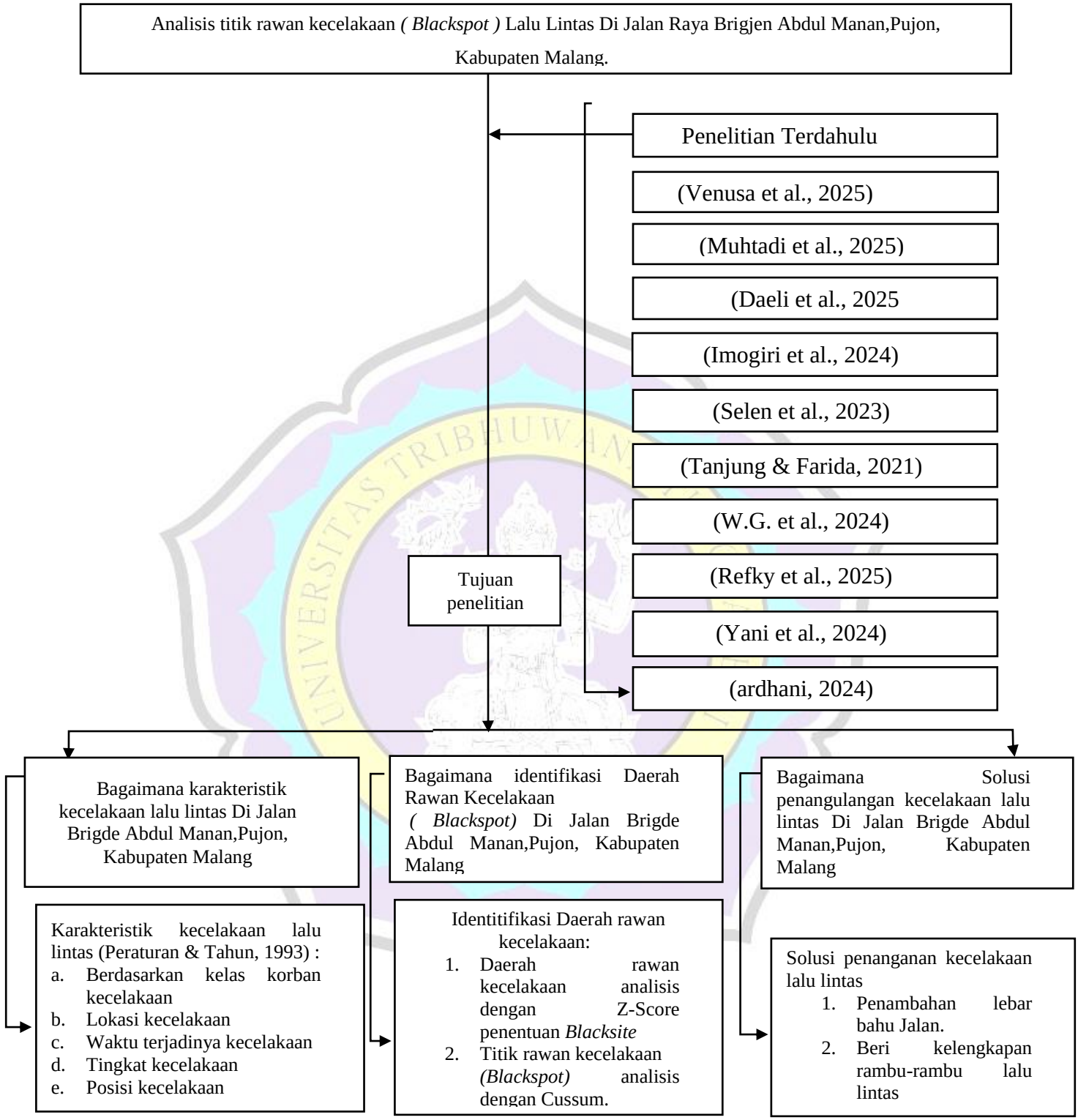
Keterangan :

I = Interval

C = Nilai Cussum

2.10 Kerangka Teori

Berdasarkan kajian terdahulu yang dilaksanakan sehingga peneliti dapat membuat kerangka teori yang digunakan sebagai acuan,konsep dasar dalam penelitian yang dimaksud adalah sebagai berikut :



Gambar 2.4 Kerangak Teori

2.11. Penenlitian Terdahulu

Tujuan penelitian terdahulu adalah sebagai upaya penelitian untuk mencari perbandingan sehingga menemukan inspirasi atau konsep baru untuk penelitian akan di ambil dan selanjutnya di samping itu kajian atau penelitian terdahulu membantu peneliti dalam memposisikan serta memberikan gambaran dari penelitian.

Tabel 2. 12 Penelitian Terdahulu.

No	*Nama peneliti (Tahun) dan judul penelitian*	*Tujuan penelitian*	*Variabel yang di teliti*	*Metode Analisis*	*Hasil penelitian*	*Manfaat*
1.	(Venusa et al., 2025) PENENTUAN DAERAH RAWAN KECELAKAAN LALU LINTAS DI KOTA BATU	Untuk mengidentifikasi daerah rawan kecelakaan (black site dan black spot) di Kota Batu sehingga dapat dijadikan dasar perencanaan peningkatan keselamatan lalu lintas.	1.kendaraan 2. Manusia 3. perlengkapan jalan	1.Metode EAN (Equivalent Accident Number)	Jalan Ir Soekarno memiliki geometri jalan naik turun dan memiliki banyak tikungan. Didapati juga beberapa rambu dan markan jalan yang dalam kondisi kurang baik seperti rambu rusak atau tertutup pepohonan dan marka jalan yang pudar. Hal ini mengakibatkan pegemudi cenderung memiliki tingkat kewaspadaan yang berkurang. Hal ini	1. memeberikan refrensi terkait analisis kecelakaan lalu lintas di jalan dengan topografi yang jalanya menanajak dan curam penuh tikungan dan tanjakan ekstream.

			juga di dukung dengan medan jalan yang naik turun dan banyak tikungan. ruas segmen Jalan Ir Soekarno yang sering terjadi kecelakaan. Berdasarkan data kecelakaan tahun 2024, segmen ruas jalan ini memilii tingkat kontribusi kecelakaan sebesar 39% dari total kecelakaan yang terjadi di Ruas Jalan Ir Soekano. Tipe kecelakaan yang terjadi, yaitu Depan-depan (27%), depan-samping (37%) dan Depan Belakang (36%). Penyebab Kecelakaan pada ruas segmen jalan ini didominasi oleh faktor

					manusia, yaitu kurang berkonsentrasi (64%), tidak menjada jarak aman (18%) dan kecepatan tinggi (9%)	
2.	(Muhtadi et al., 2025) ANALISIS PENGARUH GEOMETRI JALAN TERHADAP TINGKAT KECELAKAAN PADA JALAN PERKOTAAN	Untuk mengkaji hubungan antara karakteristik geometri jalan dan tingkat kecelakaan dengan menganalisis data kecelakaan beberapa tahun terakhir dan data geometri jalan terkait yang tercatat dalam dokumen teknis dan basis data perencanaan.	1.Kelengkapan jalan seperti rambu-rambu 2. geometri jalan 3. kendaraan bermotor,mobil,bus	Menggunakan metode EAN Equivalent Accident Number).	Faktor-faktor kunci yang memengaruhi tingkat kecelakaan yang tinggi adalah radius belok yang kecil, jarak pandang terbatas karena konfigurasi geometris, dan variasi lebar lajur, menurut hasil analisis. Temuan ini menegaskan perlunya evaluasi desain geometrik berkala berdasarkan data yang ada sebagai daya ungkit untuk peningkatan keselamatan lalu lintas perkotaan.	Manfaatnya yaitu memberikan informasi Keselamatan lalu lintas perkotaan sangat ditentukan oleh kesesuaian geometri jalan dengan standar, karena elemen jalan seperti lebar lajur, radius belok, superelevasi, kemiringan silang, dan jarak pandang henti secara langsung memengaruhi kenyamanan dan stabilitas pengemudi.

3.	(Daeli et al., 2025) PERENCANAAN GEOMETRIK JALAN RAYA UNTUK MENINGKATKAN KESELAMATAN PENGGUNA	untuk menganalisis hubungan antara elemen-elemen geometrik jalan—seperti radius tikungan, lebar lajur, kemiringan memanjang, dan jarak pandang—dengan tingkat kecelakaan di tiga lokasi jalan nasional yang memiliki karakteristik berbeda.	1. geometrik seperti lebar lajur, radius 2. tikungan, superelevasi, kemiringan memanjang, dan jarak pandang henti	Metode yang digunakan adalah pendekatan campuran (mixed methods), dengan pengumpulan data melalui survei lapangan, analisis dokumen desain, dan wawancara dengan pemangku kepentingan.	Hasil penelitian menunjukkan bahwa ketidaksesuaian terhadap standar geometrik, terutama pada tikungan tajam dan jalan menurun, secara signifikan meningkatkan risiko kecelakaan. Temuan ini diperkuat oleh analisis statistik yang menunjukkan korelasi negatif antara radius tikungan dan frekuensi kecelakaan. Penelitian ini merekomendasikan penerapan standar desain yang lebih ketat, peningkatan rambu dan marka jalan, serta evaluasi rutin terhadap kondisi geometrik jalan sebagai upaya	Berhasil menyusumenyususn basis data spasial dan memodelkan titik rawan kecelakaan di Kabupaten Banyuasin dengan Tingkat validitas yang tinggi menggunakan metode KDE.

					meningkatkan keselamatan pengguna jalan.	
4.	(Imogiri et al., 2024) ANALISIS HUBUNGAN GEOMETRIK JALAN DENGAN POTENSI KECELAKAAN DI JALAN IMOGIRI - DLINGO, BANTUL, INDONESIA.	penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi geometrik jalan, baik alinemen horisontal maupun vertikal pada ruas jalan Imogiri – Dlingo berdasarkan Pedoman Bina Marga nomor 13/P/BM /2021.	Segmen jalan dan jumlah kendaraan.	1. data survei inspeksi keselamatan jalan (IKJ) dan kemudian 2. dimodelkan menggunakan software AutoCAD Civil 3D	Daerah Rawan kecelakaan dalam waktu kurun 2020-2022 segmen jalan 500 M, pada kecamatan Genuk Segmen jalanan kerawanan tinggi terdapat pada jalan kaligawe yaitu jalan kaligawe IV pada tahun 2020 dan jalan Kaligawe III pada tahun 2021.Pada Kecamatan Genuk yang masuk konsisten dalam kerawanan tinggi pada tahun 2020 dan 2021 yaitu jalan Kaligawe II.Segmen jalan yang kategori kerawanan tinggi merupakan segmen jalan yang memiliki frekuensi kecelakaan tinggi.	Memberikan informasi bahwa jalan provinsi dengan medan berbukit, banyak tikungan tajam, serta tanjakan dan turunan yang panjang, sehingga berpotensi terjadi kecelakaan lalu lintas.

5.	(Selen et al., 2023) PENGARUH GEOMETRIK JALAN TERHADAP TINGKAT KECELAKAAN LALU LINTAS.	untuk mengetahui berapa besar pengaruh Geometrik jalan terhadap tingkat kecelakaan lalu lintas, sehingga diperoleh solusi untuk mengurangi resiko terjadinya kecelakaan.	1. Kendaraan 2. Pengguna jalan 3. Rambu- rambu lalu lintas	1. Regresi Polinomial 2. hubungan Alinyemen Horizontal dan Vertikal terhadap nilai EAN	Aliyemen Horisontal dan Alinyemen Vertikal pada ruas Jalan Raya Bromo, memiliki hubungan yang berpengaruh terhadap nilai EAN: Daerah Bebas Samping sebesar 57%, Jari-Jari sebesar 27%, Derajat Lengkung sebesar 26%, Superelevasi sebesar 36%, Kelandaian jalan sebesar 50,045%. Upaya untuk meminimalisir resiko terjadinya kecelakaan pada ruas jalan Raya Bromo dengan melakukan perbaikan alinyemen Horisontal dan Vertikal existing yaitu, PI1(SS), PI2(SS), PI3(SS), PI4(SS), PI49SS), PI5(SS),	Memberikan refrensi bahwa geometris jalan memberikan dampak serius membahayakan jika tidak didesain secara benar

					PI6(SS), PI7(SS), PI8(SCS), PI9(SS), PI10(SS), dan merubah kelandaian titik PIC-PI3 (12%), PII-PI9 (11%) sesuai kelandaian maximum 10%, serta penambahkan fasilitas pelengkap jalan, untuk Vr < 60 km/jam di pasang disisi jalan dengan jarak 50 m sebelum memasuki daerah rawan kecelakaan.	
6.	(Tanjung & Farida, 2021) ANALISIS KONDISI GEOMETRIK JALAN TERHADAP POTENSI KECELAKAAN LALU LINTAS KENDARAAN RODA EMPAT	mengetahui lokasi dimana ruas rawan kecelakaan (black site), mengetahui adakah hubungan antara kondisi geometrik jalan terhadap terjadinya kecelakaan dan mengetahui	1. kelengkapan jalan 2. manusia 3. Kendaraan beroda empat	1. menggunakan metode EAN yang merupakan metode penentuan titik rawan kecelakan *(blacksite)*	Hasil analisis yang didapat menunjukkan bahwa korban kecelakaan selama tiga tahun dengan lima kasus dan 16 orang korban kecelakaan pada tahun 2018 didapat 93,75%, pada tahun 2019 0%, tahun 2020 tiga kasus dan satu	Memberikan informasi terkait geometri memiliki tikungan tajam dan berbukit karena berada di daerah pegunungan sehingga menjadi faktor penyebab terjadinya kecelakaan. Langkah yang dapat dilakukan untuk

	faktor-faktor dominan penyebab kecelakaan.			orang luka berat sehingga didapat persentase korban kecelakaan sebesar 6,25%. Hasil perhitungan lalu lintas harian rata-rata tahun 2021 sebesar 291,6 kend/jam. Dari hasil perhitungan alinyemen horizontal di dapatkan Tc 69,37 m dilapangan 58 m, Ec 32 m dilapangan 28 m, Lc 138,75 m dilapangan 84,17 m dari hasil perhitungan terdapat perbedaan yang signifikan. Perlengkapan jalan yang terdapat di tikungan Tanjakan Panganten belum terdapat rambu lalu lintas perhatian untuk tikungan serta belum terdapatnya penerangan jalan	meminimalisir kecelakaan diantaranya perbaikan kondisi perbaikan jalan, memperbaiki kondisi perlengkapan jalan, pagar pengaman, dan rutin cek kendaraan.

					umum (PJU). Keadaan Geometri untuk Tanjakan Panganten cenderung memiliki tikungan tajam dan berbukit karena berada di daerah pegunungan Halimun sehingga menjadi faktor penyebab terjadinya kecelakaan. Langkah yang dapat dilakukan untuk meminimalisir kecelakaan diantaranya perbaikan kondisi perbaikan jalan, memperbaiki kondisi perlengkapan jalan, pagar pengaman, dan rutin cek kendaraan.	
7.	(W.G. et al., 2024) ANALISIS DAERAH	Untuk menentukan faktor terjadinya	1.Kondisi Lingkungan 2. Geometri	1 Metode analisis yang di gunakan dalam penelitian ini	data kecelakan dari polres Gunungkidul tahun	Memberikan informasi terkait ruas jalan yang

RAWAN KECELAKAAN PADA JALUR WISATA WONOSARI GUNUNG KIDUL	*Black spot* dan bagaimana alternatif penanganan terhadap titik *Black spot* di ruas tersebut	jalan.	adalah analisis Z-Score dan AEK.	2018-2020 ruas jalan tersebut memiliki kriteria daerah rawan kecelakaan ,untuk jalan Jogja-Wonosari pada km 30-km 36 dengan nilai AEK 508 dan z-score 1,400, kemudian untuk jalan Wonosari-Baron berada kilometer km 1- km 6 dengan nilai AEK 261 dan z-score 1,359 ,untuk ruas jalan Wonosari-Semanu berada pada kilomter km 1-km 3 dengan nilai AEK 156 dan z-score 0,849 dan untuk ruas jalan Wonosari-Karangmojo berada pada km 1-km 3 dan km 3 – km 6 dengan nilai AEK 241 dan 130 z-score 0,982 dan 0,392. Jam rawan	dipegunungan dengan jalur vital lewat pariwisata Kondisi medan yang menanjak, berkelok dan penerangan jalan yang masih kurang memadaIi di beberapa ruas jalan, menyebabkan pengendara mengalami kecelakaan.

					kecelakaan di ruas jalan tersebut pada pukul 12.00-18.00, untuk jenis kecelakaan paling banyak adalah kecelakaan Depan-Belakang ,kecelakaan didominasi dengan sepeda motor ,total kerugian selama kurun 3 tahun di keempat ruas jalan tersebut sebesar Rp 296.600.000,00.	
8.	(Refky et al., 2025) ANALISIS KESELAMATAN JALAN DI JALAN LINTAS SUMATERA KM 77 – KM 81 NAGARI PALALUAR KECAMATAN KOTO VII KABUPATEN SIJUNJUNG	bertujuan untuk menganalisa cara penentuan lokasi black spot serta menganalisis tingkat keselamatan jalan melalui audit keselamatan dengan kategorisasi temuan "berat", "sedang", dan "ringan" sesuai standar	1. Volume Lalu Lintas Harian Rata-rata (LHR) 2. b) Geometrik Jalan 3. c) Survei Spot Speed 4. d) Survei Pejalan Kaki 5. e) Survei Audit Keselamatan Jalan.	1. Metode ekuivalen accident number(EAN) 2. metode batas control atas	menunjukkan pada Periode 2020-2024 terjadi 45 korban kecelakaan dengan 82% luka ringan dan 18% meninggal dunia. Accident Rate tertinggi tahun 2023 sebesar 4,0 kecelakaan/km dan Severity Index 31%. Teridentifikasi 2 lokasi black spot pada KM 77-78 (11 kategori	Kondisi infrastruktur jalan yang tidak memadai, termasuk kerusakan geometrik, lampu penerangan mati, rambu rusak, tidak adanya pembatas jalan, dan marka jalan yang tidak terawat, mengindikasikan perlunya audit keselamatan jalan yang komprehensif

		(Direktorat Jendral Bina Marga PUPR, 2024), dan strategi penanganannya. Kontribusi penelitian terhadap pengembangan IPTEK mencakup penyediaan model audit keselamatan jalan yang dapat diaplikasikan pada ruas jalan kolektor primer lainnya di Indonesia, khususnya di daerah dengan karakteristik geografis dan demografis serupa.		kekurangan) dan KM 80-81 (8 kategori kekurangan). Rekomendasi penanganan untuk KM 77-78 meliputi 10 jenis perbaikan: pengadaan rambu, pemeliharaan marka jalan, pemasangan paku jalan, penebangan pohon penghalang, pemasangan pita penggaduh, pengadaan rambu stop, preservasi jalan, dan perbaikan drainase. Untuk KM 80-81 diperlukan 7 jenis perbaikan: pengadaan rambu, pemeliharaan marka jalan, pemasangan paku jalan, penggantian reflektor delineator, penebangan pohon, dan preservasi jalan.	agar mengatasi kecelakaan yang berkepanjangan

					Implementasi rekomendasi ini diharapkan dapat mengurangi potensi kecelakaan dan meningkatkan keselamatan pengguna jalan.	
9.	(Yani et al., 2024) ANALISIS KECELAKAAN LALU LINTAS DI RUAS JALAN RAYA PEPEN-AHMAD YANI,KECAMATAN KEPANJEN,KABUPATEN MALANG,JAWA TIMUR.	Mengetahui besar angka kecelakaan lalu lintas yang terjadi menggunakan metode *accident Rate* ,mencari titik rawan kecelakaan *(Black spot)* dengan metode cussum,dengan menghitung biaya korban akibat kecelakaan.	1. Manusia 2. Kendaraan 3. Jalan	*1.* Metode *accident rate* 2. Metode cussum 3. Metode *the gross output*	Angka kecelakaan tertinggi dengan tipe kecelakaan berat berada pada ruas Jalan Raya Panglima Sudirman pada tahun 2020 dengan angka kecelakaan sebesar 4,17 kecelakaan /100 JPKp dan untuk tipe kecelakaan sedang berada pada ruas jalan raya Ngadadilangkung pada tahun 2022 dengan angka kecelakaan sbesar 40,12 kecelakaan /100 JPKP.titik Lokasi rawan kecelakaan berdasarkan terletak pada STA	Dengan mengetahui letak titik rawan kecelakaan dapat di pasang rambu-rambu lalu lintas oleh pihak yang berwenang .

					102+700 s.d. 103+700,STA 104 +800 s.d. 105 +000 dan STA 106+000 s.d. 107 + 000.	
10.	(ARDHANI, 2024) ANALISIS KARAKTERISTIK KECELAKAAN LALU LINTAS PADA RUAS JALAN RAYA PANDANREJO KOTA BATU TAHUN 2021-2024	Untuk menganalisis karakteristik kecelakaan lalu lintas pada ruas Jalan Raya Pandanrejo, Kota Batu, berdasarkan data sekunder yang diperoleh dari Satlantas Polres Kota Batu periode 2021–2024.	1. Tahun kejadian 2. 2.Bulan kejadian 3. 3.Waktu kejadian 4. 4.Jenis kendaraan yang terlibat 5. 5.Tipe kecelakaan 6. 6.Jumlah kecelakaan pada ruas jalan yang dikaji	1. deskriptif kuantitatif dengan analisis statistik sederhana melalui tabulasi data, distribusi frekuensi, serta penyajian grafik untuk menggambarkan pola kecelakaan.	menunjukkan adanya tren peningkatan angka fatalitas dengan puncak pada tahun 2024, yaitu tercatat 3 korban meninggal dunia dan 16 korban luka ringan. Bulan Oktober menjadi periode dengan frekuensi kecelakaan tertinggi, sementara rentang waktu paling rawan terjadi pada pukul 06.00–12.00 dengan 12 kejadian. Sepeda motor mendominasi keterlibatan kecelakaan dengan 36 kasus, sedangkan jenis kecelakaan terbanyak adalah	Dapat memberikan informasi terkait Solusi penanganan daerah rawan kecelakaan.

		tabrak depan-depan. Faktor utama penyebab kecelakaan didominasi oleh perilaku pengemudi, khususnya kurang antisipasi jarak, kecepatan tinggi, hilang kendali, dan kurang konsentrasi. Temuan ini menegaskan bahwa upaya peningkatan kewaspadaan pengemudi serta perbaikan manajemen lalu lintas sangat diperlukan untuk menekan angka kecelakaan di ruas Jalan Raya Pandanrejo.

Sumber: pemikiran sendiri 2026