

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Pengertian Simpang

Simpang merupakan tempat di mana beberapa jalan bertemu atau bercabang, baik yang berada di tingkat yang sama maupun yang berbeda. Biasanya, ini berhubungan dengan persilangan jalur kendaraan dari berbagai arah serta interaksi antara kendaraan dan pejalan kaki, yang dapat menimbulkan konflik arus lalu lintas. Oleh karena itu, simpang sangat berpotensi menimbulkan masalah dalam lalu lintas (Sahertian et al., 2022). Konflik-konflik tersebut sangat dipengaruhi oleh sejumlah faktor yang berkaitan dengan hal-hal berikut ini (Sahertian et al., 2022):

1. Jumlah pergerakan
2. Jumlah kaki-kaki simpang
3. Jumlah lajur pada setiap kaki simpang
4. Jumlah pengaturan simpang

Simpang tiga tanpa sinyal lalu lintas merupakan jumlah maksimum kendaraan yang dapat melintas di suatu jalan dalam keadaan tertentu. Misalnya, rencana geometris, lingkungan, serta komposisi lalu lintas. Biasanya, arus lalu lintas ini diukur dalam kendaraan per jam atau dalam satuan mobil penumpang per jam. Sebaiknya, kapasitas harian tidak dijadikan acuan karena akan berubah-ubah tergantung pada faktor kapasitas dasar, yang merupakan kemampuan total simpang dalam kondisi tertentu yang telah ditetapkan sebelumnya. Kapasitas keseluruhan untuk semua sisi simpang dihasilkan dari pengalihan antara kapasitas dasar, yaitu kapasitas pada kondisi ideal, dan faktor penyesuaian, yang memperhitungkan dampak faktor lapangan terhadap kapasitas. (Alamsyah, 2008).

Faktor-faktor yang mempengaruhi kapasitas simpang menurut sistem pengaturan simpang, simpang dapat dikelompokkan menjadi :

- a. Simpang yang tidak dikontrol

Simpang yang tidak terawasi umumnya hanya memiliki jalur kecil (sekunder) atau tidak memberikan prioritas kepada pengguna jalan.

b. Simpang yang dikontrol

Pada simpang yang dikontrol terdapat dua kondisi, yaitu:

- 1) Simpang yang diatur oleh tanda-tanda lalu lintas. Sebuah simpang diatur oleh tanda apabila volume lalu lintas di simpang tersebut tidak terlalu tinggi dan ada jalan utama.
- 2) Simpang yang diatur oleh sinyal lalu lintas. Jika waktu tunda yang ditetapkan untuk simpang itu sudah terlewati tanpa adanya kendaraan.

2.2 Jenis- Jenis Simpang

Pemilihan jenis simpang untuk suatu daerah sebaiknya berdasarkan pertimbangan ekonomi, pertimbangan keselamatan lalu lintas, dan pertimbangan lingkungan (Pratama & Elkhasnet, 2019).

Menurut Pratama and Elkhasnet (Pratama & Elkhasnet, 2019) tipe-tipe persimpangan yang ditentukan oleh metode pengaturannya dapat dikategorikan menjadi dua kelompok, yaitu :

1. Simpang yang tidak memiliki sinyal, adalah simpang yang tidak menggunakan sinyal lalu lintas. Di samping ini, pengguna jalan harus menentukan apakah mereka merasa aman untuk melintas atau perlu berhenti terlebih dahulu sebelum memasuki simpang tersebut.
2. Persimpangan dengan sinyal, artinya pengguna jalan diizinkan untuk melintas di persimpangan sesuai dengan cara kerja sinyal lalu lintas. Oleh karena itu pengguna jalan hanya boleh melintas. Ketika sinyal lalu lintas menunjukkan warna hijau pada bagian persimpangan.

2.3 Pengaturan Simpang

Lalu lintas adalah gerak kendaraan dan orang di ruang lalu lintas jalan, sedang yang dimaksud dengan ruang lalu lintas jalan adalah prasarana yang diperuntukkan bagi gerak pindah kendaraan, orang dan/atau barang yang berupa

jalan dan fasilitas pendukung (Undang - Undang Republik Indonesia Nomor 22 Tahun 2009 Tentang Lalu Lintas Dan Angkutan Jalan, 2009).

Tujuan pokok dari pengelolaan lalu lintas biasanya adalah untuk memastikan keamanan aliran kendaraan dengan menyediakan petunjuk yang jelas dan terarah sehingga tidak ada kebingungan. Pengaturan lalu lintas di persimpangan dapat dilakukan dengan memanfaatkan lampu lalu lintas, tanda-tanda jalan, dan marka yang berfungsi untuk mengatur, mengarahkan, dan memberikan peringatan, serta pulau-pulau lalu lintas (Alamsyah, 2008).

2.4 Simpang Tak Bersinyal

Berdasarkan Direktorat Jenderal Bina Marga (Pedoman Kapasitas Jalan Indonesia, 2023a) Simpang tanpa sinyal merupakan jenis perpotongan yang paling umum ditemukan di area perkotaan. Tipe persimpangan ini sesuai digunakan jika lalu lintas di jalan sekunder rendah dan tingkat belok cukup sedikit, namun keadaan persimpangan yang diamati tidak memperhatikan ciri-ciri tersebut.

2.5 Kondisi Simpang

Kondisi simpang adalah data kondisi lingkungan di suatu area pertemuan dua atau lebih ruas jalan (Prasetyanto, 2019). Hitungan pada pertemuan jalan atau simpang tak bersinyal menggunakan Pedoman Kapasitas Jalan Indonesia (PKJI) 2023 yaitu melakukan analisis terhadap kapasitas, derajat kejenuhan, tundaan dan peluang antrian.

2.5.1 Kondisi Geometrik

Berdasarkan Direktorat jenderal Bina Marga (Pedoman Kapasitas Jalan Indonesia, 2023a) kondisi geomorfologi diilustrasikan dalam bentuk gambar yang menyampaikan rincian tentang lebar jalan, batas sisi jalan, lebar bahu, lebar median, serta petunjuk arah untuk setiap cabang persimpangan. Jalan utama diberi label B dan D, sedangkan jalan sekunder diberi label A dan C.

Geometrik simpang harus dirancang, sehingga dapat mengarahkan pergerakan (*maneuver*) lalu lintas ke dalam lintasan yang paling aman dan efisien, serta dapat memberikan waktu yang cukup bagi para pengemudi untuk membuat keputusan-keputusan yang diperlukan dalam mengendalikan kendaraannya

(Arisandi, 2019). Penjelasan secara singkat mengenai karakteristik geometrik adalah sebagai berikut (Prasetyanto, 2019):

1. Jalur dan Lajur Lalu Lintas

Jalur lalu lintas (*traveled way*) adalah keseluruhan bagian perkerasan jalan yang diperuntukkan untuk lalu lintas kendaraan.

2. Bahu Jalan

Bahu jalan merupakan area yang berada di sebelah jalur lalu lintas dengan beberapa fungsi, yaitu :

- a. Area untuk kendaraan berhenti sejenak.
- b. Tempat untuk berlindung dalam situasi darurat agar terhindar dari kecelakaan.
- c. Ruang bantuan saat melakukan perbaikan atau pemeliharaan.
- d. Memberikan dukungan pada struktur permukaan jalan dari sisi.

3. Trotoar dan Kereb

Trotoar (*sidewalk*) adalah jalan yang berada di samping jalur kendaraan yang dirancang khusus untuk orang yang berjalan kaki

4. Median Jalan

Fungsi dari median jalan adalah sebagai berikut:

- a. Menyediakan jalur netral yang cukup luas untuk membantu pengemudi mengendalikan kendaraan dalam situasi darurat.
- b. Memberikan ruang yang memadai untuk mengurangi silau dari lampu utama kendaraan yang datang dari arah berlawanan.
- c. Meningkatkan rasa nyaman, aman, dan estetika bagi setiap pengemudi.
- d. Menjamin ruang bebas di sisi masing-masing arah lalu lintas.

2.5.2 Kondisi Lingkungan

Berdasarkan Direktorat Jenderal Bina Marga (Pedoman Kapasitas Jalan Indonesia, 2023a) data kondisi lingkungan yang dibutuhkan dalam perhitungan kapasitas adalah sebagai berikut:

1. Tipe Lingkungan Jalan

Tipe lingkungan jalan dibagi menjadi tiga kategori, yaitu area perdagangan, Kawasan pemukiman, dan jalan yang memiliki akses terbatas. Pengelompokan ini didasarkan pada fungsi penggunaan lahan serta kemudahan akses jalan dari kegiatan yang berlangsung di sekitar persimpangan.

2. Kriteria Hambatan Samping.

Hambatan samping dibagi menjadi tiga kategori, yaitu Tinggi, Sedang, dan Rendah. Setiap kategori menunjukkan dampak dari aktivitas samping jalan di area Simpang terhadap aliran lalu lintas yang berasal dari pendekatan, seperti pejalan kaki yang berjalan atau menyeberang jalan, angkutan umum dan Bus yang berhenti untuk menempatkan dan mengambil penumpang, serta kendaraan yang datang dan pergi dari area parkir dan tempat lainnya di luar jalur.

3. Klasifikasi Ukuran Kota

Kota dibedakan berdasarkan jumlah penduduk yang tinggal di dalamnya, dan ukuran kota merupakan salah satu elemen yang memengaruhi kapasitas.

4. Geometrik Simpang

Geometrik simpang merupakan data eksisting pada simpang seperti lebar lajur, lebar jalur, lebar bahu dan sejenisnya.

2.6 Volume Lalu Lintas

Volume lalu lintas merupakan jumlah kendaraan bermotor yang melalui suatu titik pada suatu penggal jalan per satuan waktu yang dinyatakan dalam satuan kend/jam (Q_{kend}) atau smp/jam (Q_{smp}), atau smp/hari, atau Lalu-lintas Harian Rata-rata Tahunan (Marlok, 1991). Volume lalu lintas dapat di hitung menggunakan persamaan berikut.

$$Q = \frac{n}{T} \quad (2.1)$$

Dengan:

V = Volume lalu lintas (smp/jam)

n = Jumlah kendaraan yang melewati titik pengamatan (kend)

T = Interval waktu pengamatan (menit, jam, hari)

2.7 Analisis Kapasitas Simpang (C)

Berdasarkan Direktorat Jenderal Bina Marga (Pedoman Kapasitas Jalan Indonesia, 2023a) Kapasitas dasar adalah jumlah maksimal kendaraan yang dapat melewati suatu persimpangan jalan dalam kondisi tertentu yang telah ditetapkan. Kapasitas dasar (skr/jam) dipengaruhi oleh jenis simpang itu sendiri. Untuk mendapatkan kapasitas ini, perlu dilakukan beberapa langkah, dimulai dengan menentukan kapasitas dasar (C_0), faktor koreksi lebar rata-rata pendekat (FLP), faktor koreksi untuk tipe median (FM), faktor koreksi berdasarkan ukuran kota (FUK), faktor koreksi lingkungan jalan, keberadaan hambatan samping, serta kendaraan tak bermotor (FHS), faktor koreksi untuk rasio arus belok kiri (FBKi), faktor koreksi untuk rasio belok kanan (FBKa), dan faktor koreksi untuk rasio arus dari arus dari jalan minor (FRmi).

$$C = C_0 \times FLP \times FM \times FUK \times FHS \times FBKi \times FBKa \times FRmi \dots \dots \dots (2.2)$$

Keterangan:

C : Kapasitas simpang

C_0 : Kapasitas dasar

FLP : Faktor koreksi lebar pendekat rata-rata

FM : Faktor koreksi median pada jalan mayor

FUK : Faktor koreksi ukuran kota

FHS : Faktor koreksi lingkungan jalan/ kriteria hambatan samping dan rasio kendaraan tak bermotor

FBKi : Faktor koreksi rasio arus belok kiri

FBKa : Faktor koreksi rasio arus belok kanan

FRmi : Faktor koreksi rasio arus jalan minor

2.7.1 Kapasitas Dasar (C_0)

Berdasarkan Direktorat Jenderal Bina Marga (Pedoman Kapasitas Jalan Indonesia, 2023a) kapasitas dasar ditentukan berdasarkan pengamatan pada kondisi Simpang yang ideal, yaitu Simpang dengan lebar lajur pendekat rata-rata 2,75

meter, tanpa median, ukuran populasi kota 1 hingga 3 Juta jiwa, dengan adanya hambatan samping yang sedang, rasio belok kiri 10%, rasio belok kanan 10%, rasio arus dari jalan minor 20%, dan arus kendaraan tak bermotor (q_{KTB}) = 0. Jenis simpang dapat dilihat dalam tabel berikut ini.

Tabel 2. 1 Penentuan tipe simpang

Kode Simpang	Jumlah Lengan Simpang	Jumlah Lajur Jalan Minor	Jumlah Lajur Jalan Mayor
322	3	2	2
324	3	2	4
422	4	2	2
424	4	2	4

(Sumber: Direktorat Jenderal Bina Marga, 2023)

Tabel 2. 2 Kapasitas Dasar Menurut Tipe Simpang (CO)

Tipe simpang	CO, skr/jam
322	2700
324 atau 344	3200
422	2900
424 atau 444	3400

(Sumber: Direktorat Jenderal Bina Marga, 2023)

2.7.2 Penetapan Lebar Rata-Rata Pendekat (LRP)

Berdasarkan Direktorat Jenderal Bina Marga (Pedoman Kapasitas Jalan Indonesia, 2023a) penetapan jumlah lajur perpendekat dapat dilakukan dengan langkah-langkah yakni harus dihitung lebar rata-rata pendekat jalan Mayor (LRP_{BD}) dan lebar rata-rata pendekat jalan Minor (LRP_{AC}) yaitu rata-rata lebar pendekat dari setiap kaki Simpangnya. Berdasarkan lebar rata-rata pendekat, tetapkan jumlah lajur pendekat sehingga tipe Simpang dapat ditetapkan pada tabel berikut.

Tabel 2. 3 Penetapan Lebar Rata-rata Pendekat (LRP)

Lebar rata-rata pendekat Mayor (B-D) dan Minor (A-C)	Jumlah lajur (untuk kedua arah)
$L_{RP\ BD} = \frac{b+d}{2} < 5,5\text{ m}$	2
$LRP\ BD \geq 5,5\text{m}$ (ada median pada lengan B)	4
$LRP\ AC = \frac{a+c}{2} < 5,5\text{ m}$	2
$LRP\ AC \geq 5,5\text{ m}$	4

(Sumber: Direktorat Jenderal Bina Marga, 2023)

2.7.3 Faktor Koreksi Lebar Pendekat Rata-Rata (FLP)

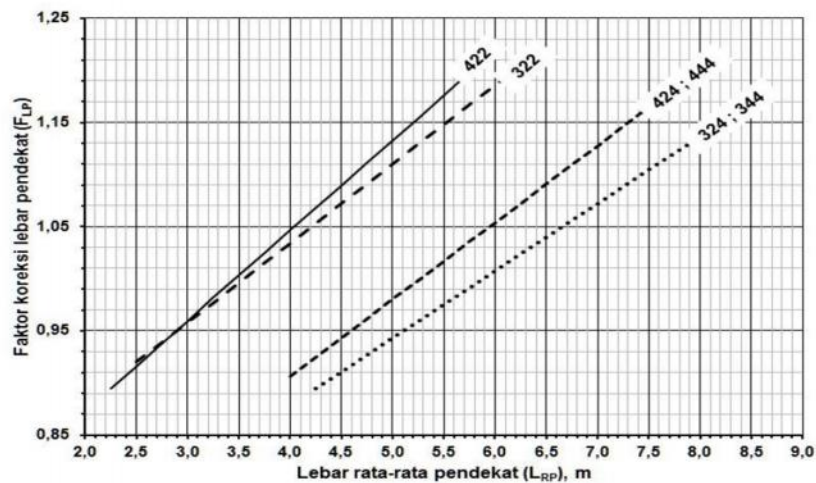
Berdasarkan Direktorat Jenderal Bina Marga (Pedoman Kapasitas Jalan Indonesia, 2023a) faktor koreksi lebar pendekat (FP) ini adalah suatu faktor yang digunakan untuk menyesuaikan kapasitas dasar terkait dengan lebar akses ke simpang jalan. FLP dapat dihitung menggunakan rumus yang tertera di bawah ini atau dilihat pada Gambar 2.2, dimana nilainya bergantung pada lebar rata-rata pendekat simpang (LRP) yaitu lebar rata - rata dari pendekat tersebut.

Untuk Tipe Simpang 422: $FLP = 0,70 + 0,0866\ LRP$

Tipe Simpang 424 dan 444: $FLP = 0,62 + 0,0740\ LRP$

Untuk Tipe Simpang 322: $FLP = 0,73 + 0,0760\ LRP$

Untuk Tipe Simpang 324 atau 344: $FLP = 0,70 + 0,0646\ LRP$



Gambar 2. 1 Faktor Koreksi Lebar Pendekat (FLP)

(Sumber: Direktorat Jenderal Bina Marga, 2023)

2.7.4 Faktor Koreksi Median Pada Jalan Mayor (FM)

Berdasarkan Direktorat Jenderal Bina Marga (Pedoman Kapasitas Jalan Indonesia, 2023a) median disebut lebar jika kendaraan ringan dapat berlindung dalam daerah median tanpa mengganggu arus lalu lintas, sehingga lebar median ≥ 3 m. Klasifikasi median berikut faktor koreksi median pada jalan mayor dapat dilihat pada tabel berikut, dimana koreksi median hanya digunakan untuk jalan Mayor dengan 3 lajur.

Tabel 2. 4 Tipe Media Jalan Mayor

Kondisi simpang	Tipe Median	Faktor koreksi (f_m)
Tidak ada median jalan mayor	Tidak ada	1,00
Ada median jalan mayor, lebar < 3 m	Sempit	1,05
Ada median jalan mayor, lebar ≥ 3 m	Lebar	1,20

(Sumber: Direktorat Jenderal Bina Marga, 2023)

2.7.5 Faktor Koreksi Ukuran Kota (FUK)

Berdasarkan Direktorat Jenderal Bina Marga (Pedoman Kapasitas Jalan Indonesia, 2023a) faktor koreksi ukuran kota dipengaruhi oleh besar kecilnya jumlah penduduk dalam variabel juta, dicantumkan dalam tabel berikut.

Tabel 2. 5 Klasifikasi dan Faktor Koreksi Ukuran Kota (FUK)

Ukuran kota	Penduduk (juta)	Faktor penyesuaian ukuran kota
Sangat kecil	< 0,1	0,82
Kecil	0,1 – 0,5	0,88
Sedang	0,5 – 1,0	0,94
Besar	1,0 – 3,0	1,00
Sangat besar	>3,0	1,05

(Sumber: Direktorat Jenderal Bina Marga, 2023)

2.7.6 Faktor Koreksi Lingkungan Jalan, Kriteria Hambatan Samping (FHS) Dan Rasio Kendaraan Tak Bermotor

Berdasarkan Direktorat Jenderal Bina Marga (Pedoman Kapasitas Jalan Indonesia, 2023a) pengkategorian tipe lingkungan dan hambatan samping, sesuai dengan syarat yang ditentukan secara terpisah pada Tabel 2.6 dan 2.7 yang seluruhnya digabungkan menjadi satu skor termasuk rasio Kendaraan Tak Bermotor (RKTB), sedangkan faktor koreksi Hambatan Samping (FHS) dapat dilihat dalam Tabel 2.8 dibawah ini.

Tabel 2. 6 Tipe Lingkungan Jalan

Hambatan samping	Kriteria
Tinggi	Arus lalu lintas yang datang dan pergi di lokasi Simpang terhambat dan menurun karena aktivitas di tepi jalan sepanjang jalur masuk.
Sedang	Arus keluar masuk di Simpang mengalami sedikit gangguan dan berkurang karena adanya aktivitas di samping jalan sepanjang jalur akses.
Rendah	Aliran kendaraan di area masuk dan keluar Simpang tetap lancar dan tidak terpengaruh oleh rintangan di sisi.

(Sumber: Direktorat Jenderal Bina Marga, 2023)

Tabel 2. 7 Kriteria Hambatan Samping

Tipe Lingkungan Jalan	Kriteria
Komersial	Area yang dimanfaatkan untuk tujuan bisnis, seperti toko, restoran, dan kantor, dilengkapi dengan akses langsung yang nyaman untuk pejalan kaki dan kendaraan.
Pemukiman	Lahan dimanfaatkan sebagai area hunian yang memiliki akses langsung baik untuk pejalan kaki maupun kendaraan.
Akses Terbatas	Area yang tidak memiliki jalur akses langsung atau sangat terbatas, contohnya karena adanya halangan fisik, akses harus melalui jalan di samping.

(Sumber: Direktorat Jenderal Bina Marga, 2023)

Tabel 2. 8 FHS Sebagai Fungsi Dari Tipe Lingkungan Jalan, HS Dan RKTb

Tipe Lingkungan	Kelas Hambatan Samping (HS)	Faktor Koreksi Hambatan Samping (FHS)					
		RKTb:					
		0,00	0,05	0,03	0,15	0,20	>0,25
Komersial	Tinggi	0,93	0,88	0,84	0,79	0,74	0,70
	Sedang	0,94	0,89	0,85	0,80	0,75	0,71
	Rendah	0,95	0,90	0,86	0,81	0,76	0,71
Pemukiman	Tinggi	0,96	0,91	0,87	0,82	0,77	0,72
	Sedang	0,97	0,92	0,88	0,83	0,78	0,73
	Rendah	0,98	0,93	0,89	0,84	0,79	0,74
Akses Terbatas	Tinggi /Sedang/ Rendah	1,00	0,95	0,90	0,85	0,80	0,75

(Sumber: Direktorat Jenderal Bina Marga, 2023)

Catatan: Nilai perbaikan untuk hambatan samping yang tercantum di Tabel 2.5 dibuat dengan anggapan bahwa dampak KTB terhadap kapasitas dasar setara dengan dampak kendaraan ringan, oleh karena itu ekr KTB=1,0.

2.7.7 Faktor Koreksi Rasio Arus Belok Kiri (FBKi)

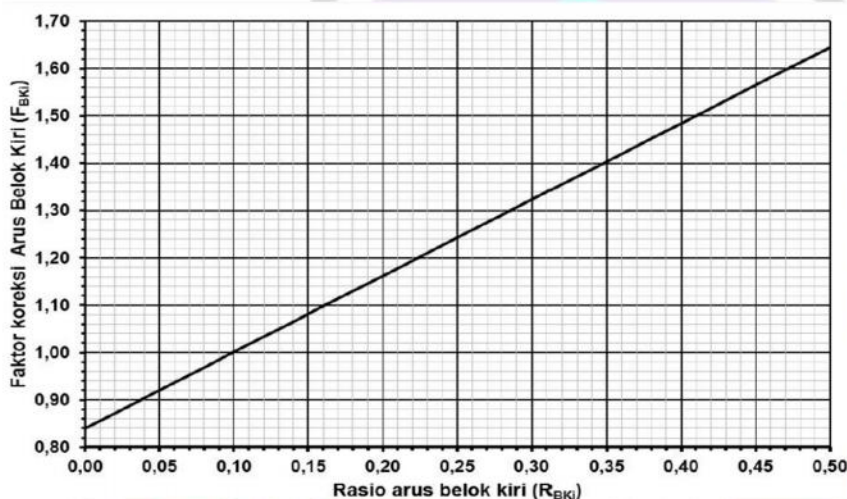
Berdasarkan Direktorat Jenderal Bina Marga (Pedoman Kapasitas Jalan Indonesia, 2023a) untuk menghitung faktor koreksi rasio arus belok kiri ($FBKi$) dapat menggunakan persamaan berikut.

$$FBKi = 0,84 + 1,61 Rbki \dots \dots \dots (2.3)$$

Keterangan:

$FBKi$ = Faktor koreksi arus belok kiri.

$RBKi$ = Rasio belok kiri



Gambar 2. 2 Faktor Koreksi Rasio Belok Kiri (FRBKi)

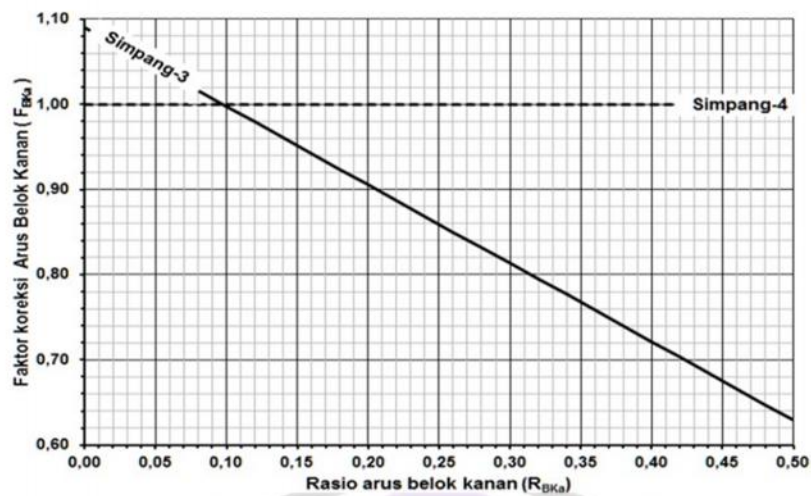
(Sumber: Direktorat Jenderal Bina Marga, 2023)

2.7.8 Faktor Koreksi Rasio Arus Belok Kanan (FBKa)

Berdasarkan Direktorat Jenderal Bina Marga (Pedoman Kapasitas Jalan Indonesia, 2023a) $FBKa$ dapat diperoleh dengan menghitung menggunakan persamaan atau diperoleh dari diagram dalam Gambar 2.3 di bawah. Adapun untuk menghitung $RBKa$ dapat menggunakan persamaan berikut.

Untuk simpang 3:

$$FBKa = 1.09 - 0.922 RBKa \dots \dots \dots (2.4)$$



Gambar 2. 3 Faktor Koreksi Rasio Arus Belok Kanan (FBKa)

(Sumber: Direktorat Jenderal Bina Marga, 2023)

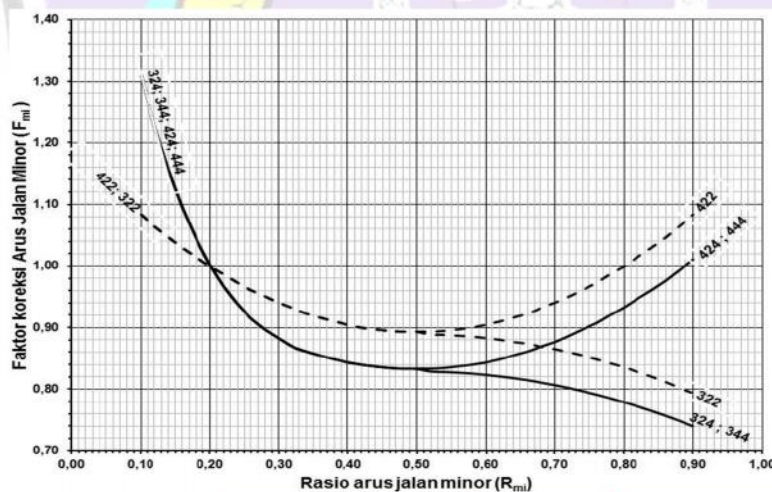
2.6.9 Faktor Koreksi Rasio Arus Jalan Minor (F_{mi})

Berdasarkan Direktorat Jenderal Bina Marga (Pedoman Kapasitas Jalan Indonesia, 2023a) faktor penyesuaian rasio arus jalan minor (F_{mi}) dapat dihitung menggunakan rumus-rumus yang tertera dalam Tabel 2.9. atau bisa juga diperoleh secara grafis dengan memanfaatkan diagram yang ada di Gambar 2.4. F_{Rmi} bergantung pada rasio dari jalan Minor (R_{Mi}) serta jenis Simpang. Penting memperhatikan ketentuan umum tentang keberlakuan rasio dari jalan Minor (R_{Mi}) untuk analisis kapasitas.

Tabel 2. 9 Faktor Koreksi Rasio Arus Jalan Minor (Fmi) Dalam Bentuk Persamaan

Tipe Simpang	Fmi	Rmi
422	$1,19 \times R_{mi}^2 - 1,19 \times R_{mi} + 1,19$	0,1-0,9
424&	$16,6 \times R_{mi}^4 - 33,3 \times R_{mi}^3 + 25,3 \times R_{mi}^2 - 8,6 \times R_{mi} + 1,95$	0,1-0,3
444	$1,11 \times R_{mi}^2 - 1,11 \times R_{mi} + 1,11$	0,3-0,9
322	$1,19 \times R_{mi}^2 - 1,19 \times R_{mi} + 1,19$	0,1-0,5
	$-0,595 \times R_{mi}^2 + 0,595 \times R_{mi} + 0,74$	0,5-0,9
324	$16,6 \times R_{mi}^4 - 33,3 \times R_{mi}^3 + 25,3 \times R_{mi}^2 - 8,6 \times R_{mi} + 1,95$	0,1-0,3
&	$1,11 \times R_{mi}^2 - 1,11 \times R_{mi} + 1,11$	0,3-0,5
344	$-0,555 \times R_{mi}^2 + 0,555 \times R_{mi} + 0,69$	0,5-0,9

(Sumber: Direktorat Jenderal Bina Marga, 2023)



Gambar 2. 4 Faktor Koreksi Rasio Arus Jalan Minor (Fmi)

(Sumber: Direktorat Jenderal Bina Marga, 2023)

2.8 Analisis Kinerja Simpang

Penilaian kinerja lalu lintas operasional menggunakan nilai DJ sebagai parameter utamanya. Apabila nilai DJ masih jauh di bawah 0,85, maka persimpangan tersebut dianggap masih bisa beroperasi selama beberapa tahun ke depan. Namun, jika nilai DJ melebihi 0,85, perlu dilakukan perbaikan untuk meningkatkan layanan persimpangan, yang terutama mencakup penambahan lebar rata-rata jalan yang mengarah ke persimpangan atau pengelolaan lalu lintas yang dapat mengurangi volume kendaraan yang masuk ke persimpangan tersebut atau kombinasi keduanya (Pedoman Kapasitas Jalan Indonesia, 2023a). Pada umumnya dinyatakan dalam kapasitas, derajat kejenuhan, kecepatan rata-rata, waktu tempuh, tundaan, peluang antrian, panjang antrian atau rasio kendaraan berhenti (Bawangun et al., 2015).

2.8.1 Ekuivalensi Mobil Penumpang (emp)

Semua nilai arus lalu lintas yang masuk ke simpang dan masih dinyatakan dalam satuan kend/jam perlu dikonversikan menjadi SMP/jam menggunakan nilai EMP (Pedoman Kapasitas Jalan Indonesia, 2023b).

Tabel 2. 10 Nilai ekuivalensi Mobil Penumpang

Jenis kendaraan	EMP	
	$q_{TOTAL} \geq 1000$ kend/jam	$q_{TOT} < 1000$ kend/jam
MP	1,0	1,0
KS	1,8	1,3
SM	0,2	0,5
TB	1,3	1,3

(Sumber: Direktorat Jenderal Bina Marga, 2023)

2.8.2 Derajat Kejenuhan (Dj)

Derajat Kejenuhan adalah ukuran utama yang digunakan untuk menentukan tingkat kinerja simpang (Pedoman Kapasitas Jalan Indonesia, 2023b). Senada dengan itu, menurut (Rustam et al., 2023). Derajat kejenuhan adalah rasio dari volume lalu lintas terhadap kapasitasnya. Peristiwa yang tampak menggambarkan apakah ruas jalan mengalami masalah atau tidak, mengacu pada anggapan ruas

jalan makin dekat dengan kapasitasnya, kemudahan bergerak makin terbatas. Nilai DJ menunjukkan kualitas kinerja lalu lintas dan bervariasi antara nol sampai dengan satu. Nilai yang hampir nol menandakan adanya arus yang tidak jenuh, yaitu situasi arus yang lancar dimana kendaraan lain tidak mempengaruhi kendaraan lainnya. Sebuah nilai yang mendekati 1 (satu) menunjukkan arus dalam kondisi kapasitas. Untuk nilai DJ tertentu, kepadatan arus dapat bertahan atau dianggap terjadi dalam durasi satu jam. Derajat kejenuhan dapat ditentukan menggunakan Persamaan berikut (Pedoman Kapasitas Jalan Indonesia, 2023b).

$$DJ = \frac{Q}{C} \dots\dots\dots (2.5)$$

Keterangan:

DJ = Derajat kejenuhan

Q = Volume lalu lintas, dalam smp/jam, dan

C = Kapasitas segmen jalan (smp/jam)

2.8.3 Tundaan (T)

Berdasarkan Pedoman Kapasitas Jalan Indonesia, Tundaan (T) muncul karena dua faktor, yaitu tundaan lalu lintas (TLL) dan tundaan geometri (TG). TLL merupakan tundaan yang diakibatkan oleh interaksi antara berbagai kendaraan dalam suatu aliran lalu lintas. Perbedaan TLL dari seluruh persimpangan, baik dari jalan mayor maupun jalan minor. TG adalah tundaan yang terjadi akibat perlambatan dan percepatan yang terhambat saat kendaraan membelok pada di suatu persimpangan dan/atau berhenti. T dihitung dengan menggunakan Persamaan sebagai berikut (Pedoman Kapasitas Jalan Indonesia, 2023b).

$$T = TLL + TG \dots\dots\dots (2.6)$$

TLL adalah tundaan lalu lintas rata-rata untuk semua kendaraan bermotor yang masuk simpang dari semua arah, dapat diperoleh berdasarkan nilai Dj Sebagai berikut.

$$\text{Untuk } Dj \leq 0,60: TLL = 2 + 8,2078 Dj - (1 - Dj)^2 \dots\dots\dots (2.7)$$

$$\text{Untuk } Dj > 0,60: TLL = \frac{1,0504}{0,2742 - 0,2042 Dj} - (1 - Dj)^2 \dots\dots\dots (2.8)$$

Tundaan lalu lintas pada jalan mayor (TLL_{ma}) adalah keterlambatan rata-rata untuk semua jenis kendaraan yang memasuki persimpangan dari jalan mayor, yang dapat dihitung dengan menggunakan rumus berikut.

$$\text{Untuk } Dj \leq 0,60: TLL_{ma} = 1,8000 + 5,8234 Dj - (1 - Dj)^{1,8} \dots \dots \dots (2.9)$$

$$\text{Untuk } Dj > 0,60: TLL_{ma} = \frac{1,0503}{0,3460 - 0,2460 Dj} - (1 - Dj)^{1,8} \dots \dots \dots (2.10)$$

Tundaan lalu lintas pada jalan minor (TLL_{mi}) merujuk pada rata-rata waktu tunggu untuk semua jenis kendaraan yang memasuki persimpangan dari jalan minor, yang ditentukan berdasarkan TLL dan TLL_{ma}, dan dihitung dengan rumus berikut.

$$TLL_{mi} = \frac{q_{KB} \times TLL - q_{ma} \times TLL_{ma}}{q_{mi}} \dots \dots \dots (2.11)$$

Keterangan:

q_{KB} = Arus total kendaraan bermotor yang masuk simpang, dalam SMP/jam.

q_{ma} = Arus kendaraan bermotor yang masuk simpang dari jalan mayor, dalam SMP/jam

TG adalah tundaan geometri rata-rata seluruh simpang, dapat dihitung menggunakan persamaan berikut.

$$\text{Untuk } Dj < 1: TG = (1 - Dj) \times \{6 RB + 3 (1 - RB)\} + 4 Dj \text{ (detik/smp)} \dots \dots \dots (2.12)$$

$$\text{Untuk } Dj \geq 1: TG = 4 \text{ detik/SMP} \dots \dots \dots (2.13)$$

Keterangan:

RB = Rasio arus belok terhadap arus kendaraan bermotor total simpang.

2.8.4 Peluang Antrian (Pa)

Pa dinyatakan dalam rentang kemungkinan (%), dapat ditentukan tergantung dari Dj dan digunakan sebagai salah satu dasar penilaian kinerja lalu lintas Simpang (Pedoman Kapasitas Jalan Indonesia, 2023b). Adapun persamaan-persamaannya sebagai berikut.

$$\text{Batas atas Peluang: } Pa = 47,71 DJ - 24,68 DJ^2 + 56,47 DJ^3 \dots \dots \dots (2.14)$$

$$\text{Batas Bawah Peluang: } Pa = 9,02 DJ - 20,66 DJ^2 + 10,49DJ^3 \dots\dots\dots(2.15)$$

2.9 Pedoman Kapasitas Jalan Indonesia (PKJI 2023)

Pedoman Kapasitas Jalan Indonesia 2023 berfungsi sebagai acuan untuk perencanaan, desain, dan pengelolaan fasilitas transportasi yang memadai. Angka kapasitas dan hubungan antara kecepatan dengan volume arus digunakan dalam proses perencanaan, desain, dan operasional jalan di Indonesia. Dengan tujuan memperbarui MKJI 1997, dokumen ini diharapkan dapat menjadi panduan dan referensi teknis bagi pengelola jalan, pengatur lalu lintas, angkutan umum, serta pendidik dan praktisi baik di level pusat maupun daerah dalam merencanakan dan menilai kapasitas jalan perkotaan serta jalan persimpangan (Pedoman Kapasitas Jalan Indonesia, 2023b). PKJI 2023 secara keseluruhan melingkupi:

1. Kapasitas Jalan Luar Kota
2. Kapasitas Jalan Kota
3. Kapasitas Jalan Bebas Hambatan
4. Kapasitas Simpang APILL
5. Kapasitas Simpang
6. Kapasitas Jalinan dan Bundaran
7. Perangkat Lunak Kapasitas Jalan

Tujuan dari analisis PKJI adalah untuk dapat melakukan Perancangan (*planning*), Perencanaan (*design*), dan Pengelolaan lalu-lintas (*traffic operation*) di persimpangan bersinyal, persimpangan tidak bersinyal, bagian jalinan, bundaran, serta ruas jalan baik itu jalan perkotaan, jalan perkotaan, jalan luar kota, maupun jalan bebas hambatan.

2.10 Tingkat Pelayanan Simpang

Berdasarkan Peraturan Menteri Perhubungan Nomor 14 Tahun 2005 tentang karakteristik tingkat pelayanan atau *level of services* (LOS) dapat dilihat pada tabel berikut.

Tabel 2. 11 Karakteristik Tingkat Pelayanan

Tingkat Layanan (LOS)	Karakteristik	Batas lingkup V/C
A	Situasi lalu lintas yang lancar dengan kecepatan tinggi, pengemudi menentukan kecepatan yang mereka inginkan tanpa kendala.	0,0 – 0,20
B	Arus tetap lancar, tetapi laju perjalanan mulai dipengaruhi oleh situasi lalu lintas. Para pengemudi diberikan keleluasaan yang cukup untuk menentukan kecepatan mereka.	0,21 – 0,44
C	Keadaan arus tetap, namun laju dan pergerakan kendaraan diatur, sopir tidak bebas dalam menentukan kecepatan.	0,45 – 0,74
D	Arus yang mendekati tidak tetap, laju masih dalam pengaturan, dan Q/C masih dalam batas yang bisa diterima.	0,75 – 0,84
E	Volume lalu lintas hampir mencapai atau berada pada batas kapasitas, dengan kondisi arus yang tidak stabil, kadang-kadang terhenti.	0,85 – 1,00
F	Aliran yang terhambat, laju yang lambat, V melebihi batas, barisan yang panjang, serta adanya gangguan-gangguan yang signifikan.	> 1,00

(Sumber: Permenhub No. 14 Tahun 2005)

2.11 Penelitian Terdahulu

Tabel 2. 12 Penelitian Terdahulu

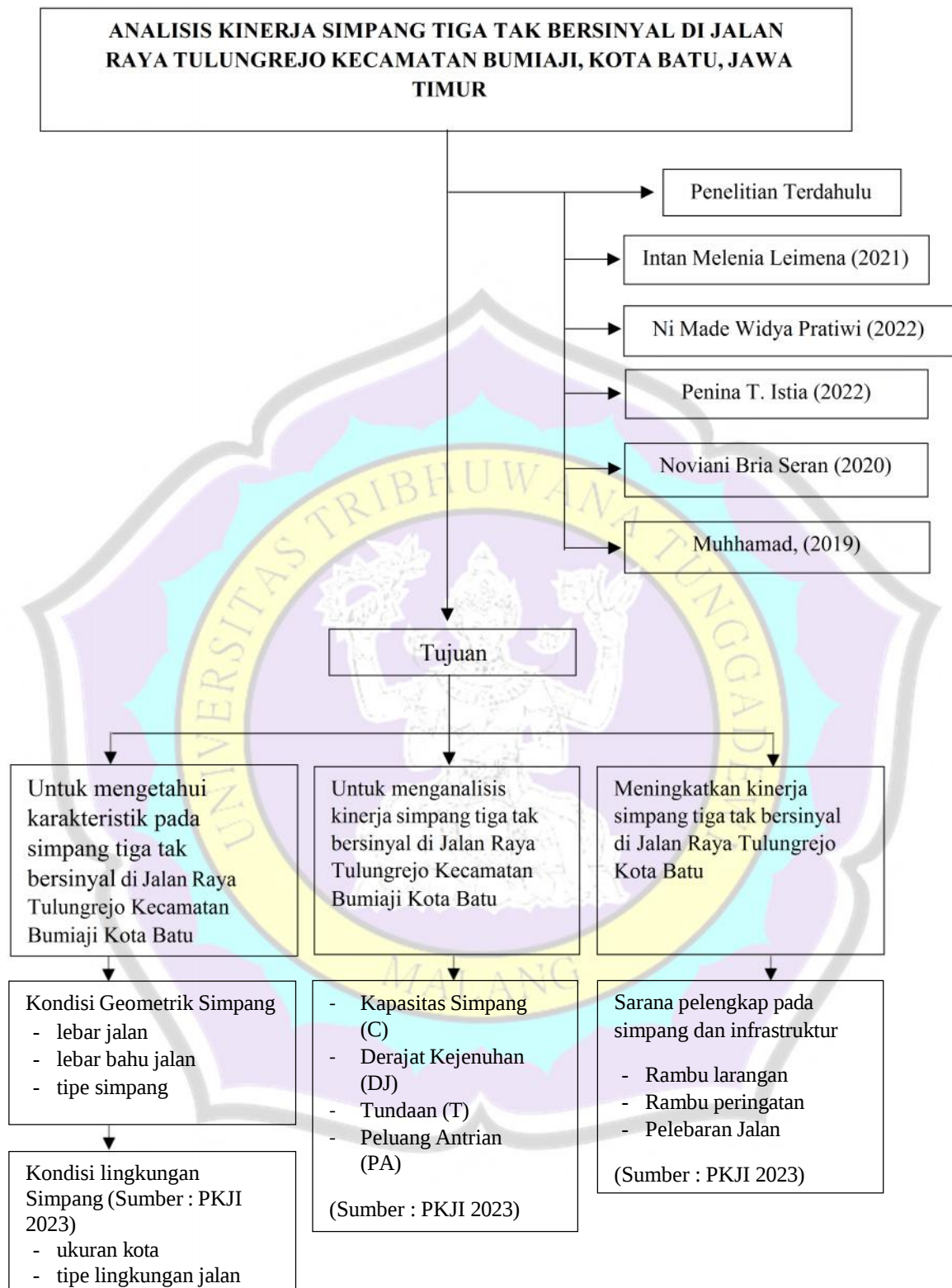
N o	Nama Peneliti (Tahun)	Judul Penelitian	Tujuan Penelitian	Variabel Yang Digunakan	Manfaat Penelitian Sekarang	Perbedaan
1	Prasetyo et al (Prasetyo et al., 2024)	Analisis Kinerja Simpang Tiga Menggunakan Metode Pkji 2023 Pada Jl. Kh. Wahab Chasbulloh - Jl. Garuda Kabupaten Jombang	Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui tingkat kejenuhan, peluang antrian, tingkat pelayanan dan tundaan sehingga dapat dinilai seberapa baik kinerjanya	Variabel yang digunakan: ➤ Derajat kejenuhan ➤ Peluang antrian ➤ Tingkat pelayanan ➤ Tundaan	Untuk membantu memahami bagaimana analisis tingkat kejenuhan, peluang antrian, tingkat pelayanan dan tundaan pada simpang.	Perbedaan Dengan Penelitian terdahulu adalah sasaran penelitian ini tidak sampai pada pembahasan alternatif solusi peningkatan kinerja simpang sedangkan penelitian sekarang memberikan tawaran dan pembahasan solusi alternatif peningkatan kinerja simpang
2	Hidayat et al (Hidayat et al., 2024)	Analisis Kinerja Kapasitas Simpang Tiga Pada	Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui bagaimana	Variabel yang digunakan: ➤ Kinerja	Untuk membantu memahami bagaimana analisis	Perbedaan Dengan Penelitian terdahulu adalah

	Jalan Raya Cibolang Sukabumi	kinerja dan kapasitas simpang tiga Pada Jalan Raya Cibolang Sukabumi	➤ Kapasitas	kinerja dan kapasitas pada simpang.	sasaran penelitian ini tidak sampai pada pembahasan alternatif solusi peningkatan kinerja simpang sedangkan penelitian sekarang memberikan tawaran dan pembahasan solusi alternatif peningkatan kinerja simpang
3	Leimena et al (Leimena et al., 2021)	Analisis Kinerja Simpang Tak Bersinyal (Studi Kasus: Simpang Tlajung Gunung Putri, Kabupaten Bogor)	1. Untuk menganalisis tingkat kemacetan pada Simpang Tlajung Gunung Putri 1. Memberikan alternatif solusi yang diharapkan dapat mengurangi atau	Kemacetan, Kinerja Simpang Untuk membantu memberikan tawaran alternatif solusi perbaikan sebagai rujukan pada penelitian yang akan dilakukan oleh peneliti di simpang tiga JALAN RAYA TULUNGRE	Perbedaan Dengan Penelitian terdahulu adalah metode yang digunakan pada penelitian terdahulu ialah manual kapasitas jalan indonesia (MKJI)

			meminimalisir masalah kemacetan pada Simpang Tlajung Gunung Putri		JO KECAMATAN BUMIAJI KOTA BATU	1997, sedangkan metode penelitian sekarang ialah pedoman kapasitas jalan indonesia (PKJI) 2023.
4	Sristuti, Rahadiani, and Pratiwi (Sristuti et al., 2022)	Analisis Kinerja Simpang Pada Simpang Jalan Raya Darmasaba – Jalan Antasura Di Kabupaten Bandung.	1. Untuk mengetahui bagaimana kinerja lalu lintas pada persimpangan jalan raya Darmasaba – Jalan Antasura Di Kabupaten Bandung 2. Untuk mengetahui bagaimana karakteristik lalu lintas pada simpang Jalan Raya Darmasaba Jalan Antasura Di Kabupaten Bandung	Variabel yang digunakan: ➢ Simpan ➢ Lalu Lintas ➢ Kinerja	Untuk membantu memahami bagaimana analisis kinerja dan kepadatan lalu lintas serta pergerakan arus lalu lintas yang memicu adanya konflik lalu lintas pada simpang.	Perbedaan Dengan Penelitian terdahulu adalah metode yang digunakan pada penelitian terdahulu ialah manual kapasitas jalan indonesia (MKJI) 1997, sedangkan metode penelitian sekarang ialah pedoman kapasitas jalan indonesia (PKJI) 2023.

5	Sahertian et al (Sahertian et al., 2022)	Analisis Kinerja Simpang Tak Bersinyal Pada Jalan Simpang Hotel Santika Premier Kota Ambon	2. Untuk mengetahui bagaimana kinerja lalu lintas pada simpang Hotel Santika Premier Kota Ambon Untuk mengetahui bagaimana karakteristik lalu lintas pada simpang Jalan Hotel Santika Premier Kota Ambon	Variabel: ➤ Kinerja ➤ Simpang	Untuk membantu memberikan pemahaman tentang karakteristik dan penyebab konflik pada simpang	Perbedaan Dengan Penelitian terdahulu adalah metode analisis yang di gunakan pada penelitian terdahulu ialah manual kapasitas jalan indonesia (MKJI) 1997, sedangkan metode analisis penelitian sekarang ialah pedoman kapasitas jalan indonesia (PKJI) 2023 dengan sub variabe.
---	---	--	---	-------------------------------------	---	--

2.12 Kerangka Teori



Gambar 2. 5 Kerangka Teori