

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Umum

Di Indonesia khususnya pada Kota Surabaya menggunakan acuan Pedoman Kapasitas Jalan Indonesia. Pedoman Kapasitas Jalan Indonesia merupakan suatu sistem yang dirancang sebagai metode yang efektif dalam perencanaan dan manajemen lalu lintas untuk meningkatkan kelancaran dan keselamatan transportasi di wilayah perkotaan. Terdapat beberapa fasilitas pada Pedoman Kapasitas Jalan Indonesia (PKJI) antara lain Kapasitas Jalan Bebas Hambatan, Kapasitas Jalan Luar Kota, Kapasitas Jalan Perkotaan, Kapasitas Simpang APILL, Kapasitas Simpang, dan Kapasitas Bagian Jalinan.

Pedoman Kapasitas Jalan Indonesia ini digunakan untuk menganalisis kinerja lalu lintas, ruas jalan, dan persimpangan pada suatu kawasan perkotaan yaitu dengan menerapkan metode penyelesaian yang sesuai dengan tipe fasilitas lalu lintas. Seperti pada persimpangan sebidang diselesaikan dengan metode simpang sebidang, persimpangan tak sebidang dengan metode simpang tak sebidang. Dengan penerapan yang tepat pada Pedoman Kapasitas Jalan Indonesia (PKJI) dapat membantu dalam meningkatkan efisiensi sistem transportasi di perkotaan dan mengurangi kemacetan.

2.2 Jalan

Jalan merupakan prasarana transportasi darat yang terdiri dari unsur jalan, bangunan pelengkap dan perlengkapan yang ditujukan untuk kegiatan lalu lintas, yang berada di permukaan tanah, di bawah permukaan tanah, diatas air dan di bawah permukaan tanah atau air, kecuali untuk jalan kereta api, jalan lori dan jalan kabel (Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat, 2024). Jalan juga sebagai sarana untuk mendukung sebuah sistem transportasi selain sistem sarana kendaraan dan pengangkutan serta dapat memudahkan orang dalam melakukan pergerakan dengan mudah.

2.2.1 Klasifikasi Jalan

Klasifikasi jalan menurut sistem jaringan jalan terdiri dari sistem jaringan jalan primer dan sistem jaringan jalan sekunder (Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat, 2004) :

- a. 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.
- b. Sistem jaringan jalan sekunder adalah sistem jaringan jalan dengan peranan pelayanan distribusi barang dan jasa untuk masyarakat di dalam Kawasan perkotaan.

Klasifikasi jalan menurut fungsinya dikelompokkan ke dalam jalan arteri, jalan kolektor, jalan lokal, dan jalan lingkungan (Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat, 2004).

- a. Jalan arteri merupakan jalan umum yang berfungsi melayani angkutan utama dengan ciri perjalanan jarak jauh, kecepatan rata-rata tinggi, dan jumlah jalan masuk dibatasi secara berdaya guna.
- b. 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 dibatasi.
- c. Jalan lokal merupakan jalan umum yang berfungsi melayani angkutan setempat dengan ciri perjalanan jarak dekat, kecepatan rata-rata rendah, dan jumlah jalan masuk tidak dibatasi.
- d. Jalan lingkungan merupakan jalan umum yang berfungsi melayani angkutan lingkungan dengan ciri perjalanan jarak dekat, dan kecepatan rata-rata rendah.

Jalan umum menurut statusnya dikelompokkan ke dalam jalan nasional, jalan provinsi, jalan kabupaten, jalan kota, dan jalan desa (Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat, 2004).

- a. Jalan nasional adalah jalan arteri, jalan kolektor dalam sistem jaringan jalan primer yang menghubungkan antaribukota provinsi, dan jalan strategis nasional, serta jalan tol.
- b. Jalan provinsi merupakan jalan kolektor dalam sistem jaringan jalan primer yang menghubungkan ibukota provinsi dengan ibukota kabupaten/kota atau antaribukota kabupaten/kota, dan jalan strategis provinsi.
- c. Jalan kabupaten merupakan jalan lokal dalam sistem jaringan jalan primer yang tidak termasuk pada jalan nasional dan jalan provinsi, yang menghubungkan ibukota kabupaten dengan ibukota kecamatan, antaribukota kecamatan, ibukota kabupaten dengan pusat kegiatan lokal, antarpusat kegiatan lokal, serta jalan umum dengan sistem jaringan jalan sekunder dalam wilayah kabupaten, dan jalan strategis kabupaten.
- d. Jalan kota merupakan jaringan umum dengan sistem jaringan jalan sekunder yang menghubungkan antarpusat pelayanan dalam kota, menghubungkan pusat pelayanan dengan persil, menghubungkan antarpersil, serta menghubungkan antarpusat pemukiman yang berada di dalam kota.
- e. Jalan desa merupakan jalan umum yang menghubungkan Kawasan dan/atau antarpemukiman di dalam desa, serta jalan lingkungan.

Tipe lingkungan jalan memiliki 3 kelas. Dalam perhitungan faktor koreksi kapasitas pada bagian jalinan, kondisi lingkungan sekitar jalan perlu diperhatikan. Lingkungan jalan dikategorikan ke dalam beberapa kelas yang ditentukan berdasarkan pola tata guna lahan serta tingkat kemudahan akses jalan terhadap kegiatan di sekitarnya. Klasifikasi tersebut dilakukan secara kualitatif dengan mempertimbangkan berbagai aspek teknis dalam rekayasa lalu lintas. (Pedoman Kapasitas Jalan Indonesia, 2023)

- a. Komersial, Guna lahan komersial (restoran, perkantoran, pertokoan) drngsn jalan masuk bagi pengguna jalan baik pejalan kaki maupun kendaraan.
- b. Permukiman, Guna lahan dimana terdapat tempat tinggal dengan jalan masuk langsung bagi pengguna kendaraan atau pejalan kaki
- c. Akses Terbatas, Tanpa adanya jalan masuk langsung

2.3 Persimpangan

Persimpangan merupakan bagian penting dari sistem jaringan jalan yang memiliki peran dalam suatu kelancaran atau hambatan pergerakan suatu jaringan jalan yang sangat dipengaruhi oleh pengaturan pergerakan di persimpangan, yang mana kapasitas persimpangan dapat dikontrol dengan mengendalikan arus lalu lintas dalam suatu sistem jaringan tersebut. Persimpangan juga dapat didefinisikan sebagai bagian yang tidak dapat dipisahkan dari semua sistem jalan yang dapat mengurangi potensi konflik di antara kendaraan (termasuk pejalan kaki) dan sekaligus menyediakan kenyamanan maksimum dan kemudahan pergerakan bagi kendaraan (Khisty and Lall, 2005).

2.3.1 Tingkat Pelayanan Pada Persimpangan

Menurut PM 96 tahun 2015 tingkat pelayanan pada persimpangan dapat diklasifikasikan sebagai berikut:

- a. Tingkat pelayanan A, dengan kondisi tundaan kurang dari 5 detik perkendaraan
- b. Tingkat pelayanan B, dengan kondisi tundaan lebih dari 5 detik sampai 15 detik perkendaraan
- c. Tingkat pelayanan C, dengan kondisi tundaan antara lebih dari 15 detik sampai 25 detik perkendaraan
- d. Tingkat pelayanan D, dengan kondisi tundaan lebih dari 25 detik sampai 40 detik perkendaraan
- e. Tingkat pelayanan E, dengan kondisi tundaan lebih dari 40 detik sampai 60 detik perkendaraan
- f. Tingkat pelayanan F, dengan kondisi tundaan lebih dari 60 detik perkendaraan.

2.3.2 Kinerja Persimpangan

Persimpangan adalah bagian penting dalam jaringan jalan perkotaan yang perencanaanya sangat mempengaruhi efisiensi, keamanan, kecepatan, dan tingkat pelayanan jalan. Persimpangan jalan memiliki peranan yang penting dalam memperlancar arus lalu lintas suatu sistem transportasi. Masalah utama yang berhubungan pada persimpangan adalah sebagai berikut:

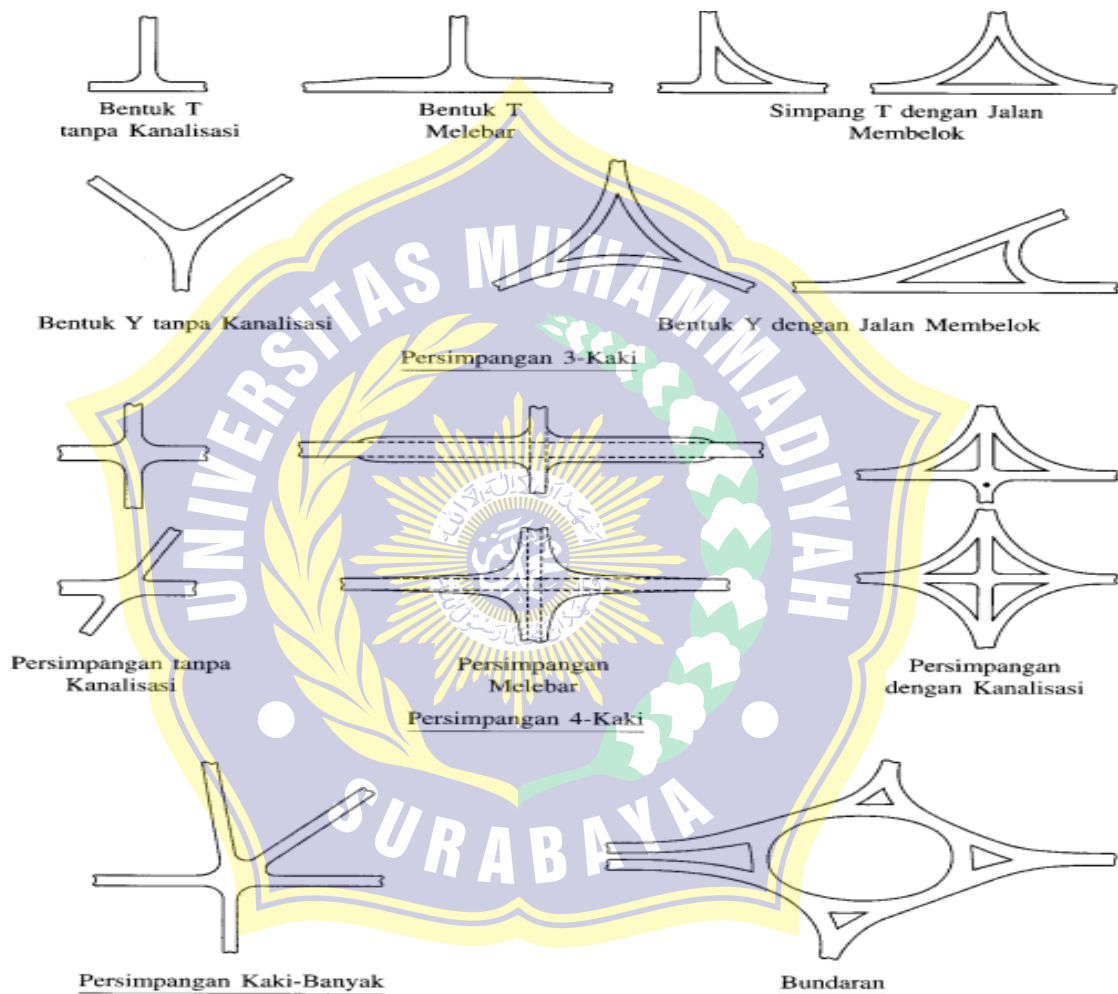
- a. Volume dan kapasitas, yang secara langsung mempengaruhi hambatan.
- b. Desain geometrik dan kebebasan pandang.
- c. Kecelakaan dan keselamatan jalan, kecepatan, dan lampu jalan.
- d. Parkir, akses, dan pembangunan umum.
- e. Pejalan kaki.

f. Jarak antar simpang.

Secara umum terdapat dua jenis persimpangan, yaitu: (1) Persimpangan sebidang, dan (2) Persimpangan tidak sebidang (Risdiyanto, 2018), sebagai berikut:

a) Persimpangan Sebidang

Persimpangan sebidang (*intersection at grade*) adalah persimpangan di mana dua jalan raya atau lebih bergabung, dengan tiap jalan raya mengarah keluar dari sebuah persimpangan dan membentuk bagian yang mempunyai keterbatasan dan kegunaan sendiri. Terdapat beberapa bentuk dari persimpangan sebidang seperti pada gambar 2.1.



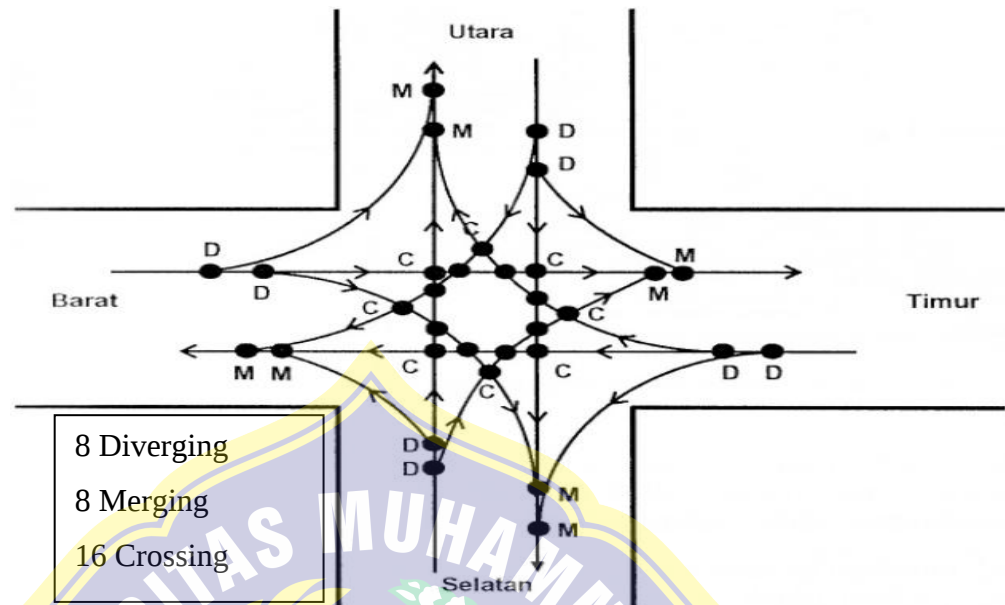
Gambar 2. 1 Persimpangan Sebidang

Sumber: Rekayasa dan Manajemen Lalu Lintas, 2018

Pada persimpangan sebidang menurut jenis fasilitas pengatur lalu lintasnya dapat dibedakan menjadi dua jenis (Risdiyanto 2018), yaitu sebagai berikut:

- 1) Simpang jalan tak bersinyal (*unsignalized intersection*), yaitu simpang tak bersinyal yang dipakai pada volume lalu lintas yang rendah. Pada simpang ini diperoleh berdasarkan aturan *General Priority Rule*, di mana kendaraan yang lebih dulu berada pada simpang mempunyai hak jalan lebih dahulu, daripada kendaraan yang

akan memasuki simpang tersebut. Adapun terdapat pergerakan kendaraan pada simpang tak bersinyal, yaitu sebagai berikut:



Gambar 2.2 Pergerakan Kendaraan Simping Tak Bersinyal

Sumber: Rekayasa dan Manajemen Lalu Lintas, 2018

2) Simping jalan bersinyal (*signalised intersection*), yaitu pada simpang dengan menggunakan sinyal, arus kendaraan memasuki simpang secara bergantian yang diatur dengan menggunakan lampu lalu lintas. Arus lalu lintas yang melaluinya cukup tinggi, sehingga penggunaan simpang tak bersinyal sudah tidak memadai lagi. Menurut (Direktorat Jenderal Bina Marga, 1997), tujuan penggunaan dari sinyal lampu lalu lintas (*traffic light*) pada persimpangan adalah sebagai berikut:

- Meningkatkan Menghindari kemacetan simpang akibat adanya konflik arus lalu lintas, sehingga terjamin bahwa suatu kapasitas tertentu dapat dipertahankan, bahkan selama kondisi lalu-lintas jam puncak.
- Memberi kesempatan kepada kendaraan dan/atau pejalan kaki dari jalan simpang (kecil) untuk memotong jalan utama.
- Mengurangi jumlah kecelakaan lalu-lintas akibat tabrakan antara kendaraan-kendaraan dari arah yang bertentangan.

Terdapat beberapa definisi umum yang perlu untuk diketahui dalam permasalahan simpang bersinyal (Bina Marga Direktorat Jendral, 2023), adalah sebagai berikut:

- Kapasitas (*capacity*)

Kapasitas merupakan arus lalu-lintas maksimum yang dapat dipertahankan (tetap) pada suatu bagian jalan dalam kondisi tertentu (misalnya: rencana geometric, lingkungan, komposisi lalu-lintas) yang biasanya dinyatakan dalam kend/jam atau smp/jam. Kapasitas simpang juga dapat didefinisikan sebagai perkalian antara kapasitas dasar (C_0) dengan faktor-faktor koreksi yang memperhitungkan perbedaan kondisi lingkungan terhadap kondisi idealnya. Adapun perhitungan untuk kapasitas simpang adalah sebagai berikut:

$$C = C_0 \times F_{LP} \times F_M \times F_{UK} \times F_{HS} \times F_{BK_i} \times F_{BK_a} \times F_{Rmi} \quad (2.1)$$

Keterangan:

C	adalah kapasitas Simpang, dalam SMP/jam
C ₀	adalah kapasitas dasar Simpang, dalam SMP/jam
F _{LP}	adalah faktor koreksi lebar rata-rata pendekat
F _M	adalah faktor koreksi tipe median
F _{UK}	adalah faktor koreksi ukuran kota
F _{HS}	adalah faktor koreksi hambatan samping
F _{BK_i}	adalah faktor koreksi rasio arus belok kiri
F _{BK_a}	adalah faktor koreksi rasio arus belok kanan
F _{Rmi}	adalah faktor koreksi rasio arus jalan minor

b. Derajat Kejenuhan

Derajat kejenuhan merupakan rasio arus lalu lintas terhadap kapasitas yang biasanya dihitung per jam. Terdapat perhitungan derajat kejenuhan sebagai berikut:

$$D_J = \frac{q}{c} \quad (2.2)$$

Keterangan:

D _J	adalah derajat kejenuhan
C	adalah kapasitas simpang, dalam SMP/jam
Q	adalah semua arus lalu lintas kendaraan bermotor dari semua lengan simpang yang masuk ke dalam simpang dalam satuan SMP/jam.

c. Tundaan

Tundaan (T) merupakan waktu tempuh tambahan yang diperlukan untuk melewati suatu simpang dibandingkan terhadap situasi tanpa simpang. Tundaan terjadi karena dua hal yaitu Tundaan Lalu-Lintas (T_{LL}) yang disebabkan oleh interaksi antara kendaraan dalam arus lalu lintas dan Tundaan Geometrik (T_G) yang disebabkan oleh perlambatan dan percepatan yang terganggu saat kendaraan-kendaraan membelok pada suatu simpang dan/atau berhenti. Adapun perhitungan tundaan adalah sebagai berikut:

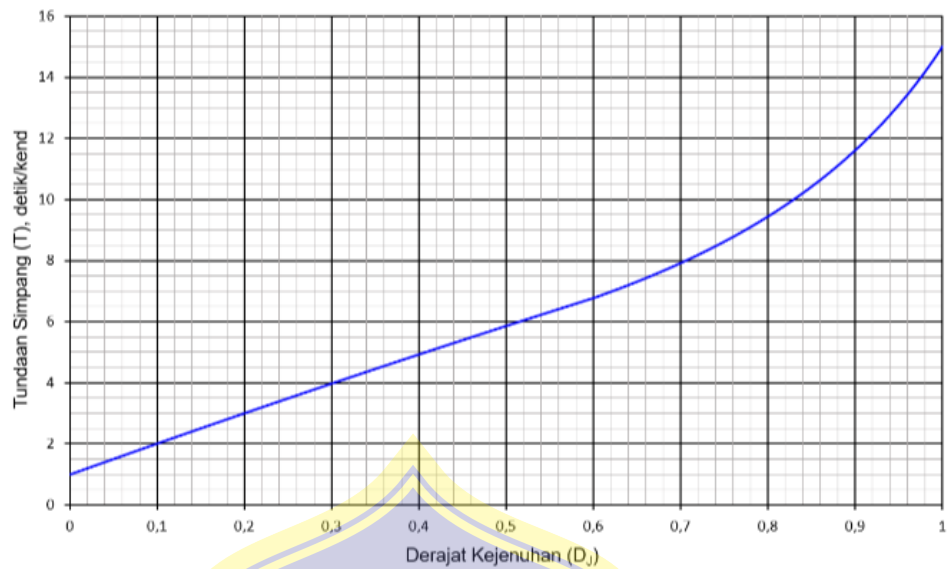
$$T = T_{LL} + T_G \quad (2.3)$$

T_{LL} adalah tundaan lalu lintas rata-rata untuk semua kendaraan bermotor yang masuk simpang dari semua arah yang dapat dihitung berdasarkan nilai D_J sebagai berikut:

Untuk D_J ≤ 0,60: $T_{LL} = 2 + 8,2078D_J - (1 - D_J)^2$

Untuk D_J > 0,60: $T_{LL} = \frac{1,0504}{(0,2742 - 0,2042D_J)} - (1 - D_J)^2$

Gambar 2.3 menunjukkan grafik hubungan tundaan lalu lintas (T) dan derajat kejenuhan.



Gambar 2.3 Tundaan Lalu Lintas Simpang sebagai fungsi dari D_J

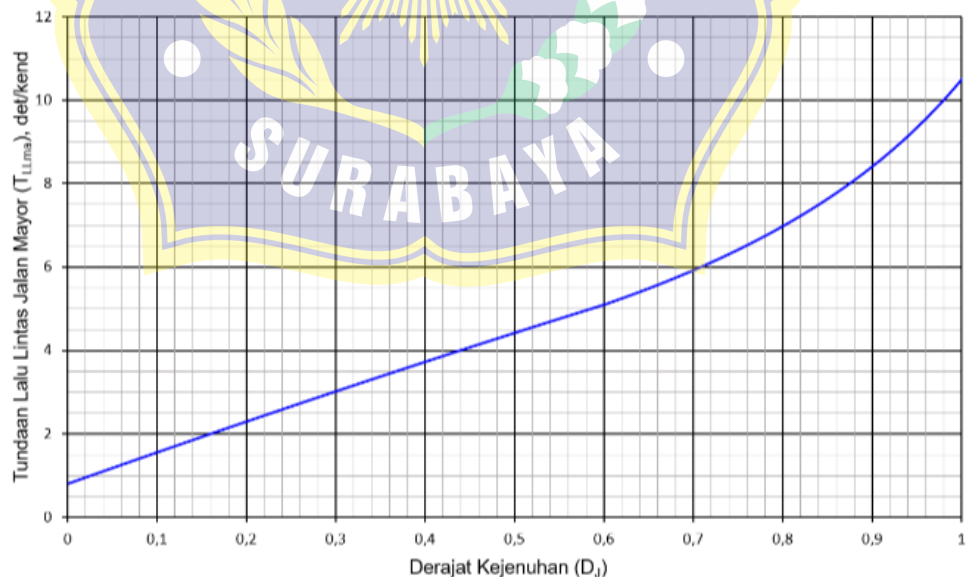
Sumber: Pedoman Kapasitas Jalan Indonesia, 2023

Tundaan lalu lintas untuk jalan mayor (T_{LLma}) adalah tundaan lalu lintas rata-rata untuk semua kendaraan bermotor yang masuk simpang dari jalan mayor, yang dapat dihitung berdasarkan nilai D_J , sebagai berikut:

Untuk $D_J \leq 0,60$: $T_{LLma} = 1,8000 + 5,8234 D_J - (1 - D_J)^{1,8}$

Untuk $D_J > 0,60$: $T_{LLma} = \frac{1,0503}{(0,3460 - 0,2460 D_J)} - (1 - D_J)^{1,8}$

Gambar 2.4 menunjukkan grafik hubungan antara (T_{LLma}) dan derajat kejenuhan (D_J)



Gambar 2.4 Tundaan Lalu Lintas Jalan Mayor sebagai fungsi D_J

Sumber: Pedoman Kapasitas Jalan Indonesia, 2023

Tundaan lalu lintas untuk jalan minor (T_{LLmi}) adalah tundaan lalu lintas rata-rata untuk semua kendaraan bermotor yang masuk simpang dari jalan minor, ditentukan dari T_{LL} dan T_{LLma} , yang dihitung dengan persamaan sebagai berikut:

$$T_{LLmi} = \frac{q_{tot} \times T_{LL} - q_{ma} \times T_{LLma}}{q_{mi}} \quad (2.4)$$

Keterangan:

Q_{tot} adalah arus total kendaraan bermotor yang masuk simpang, dalam SMP/jam

q_{ma} adalah arus kendaraan bermotor yang masuk simpang dari jalan mayor, dalam SMP/jam.

T_G adalah tundaan geometri rata-rata seluruh simpang, yang dapat dihitung, sebagai berikut:

Untuk $D_J < 1$: $T_G = (1 - D_J) \times \{6 R_B + 3 (1 - R_B)\} + 4 D_J$ (detik/SMP)

Untuk $D_J \geq 1$: $T_G = 4$ detik/SMP

Keterangan: R_B adalah rasio arus belok terhadap arus kendaraan bermotor total simpang

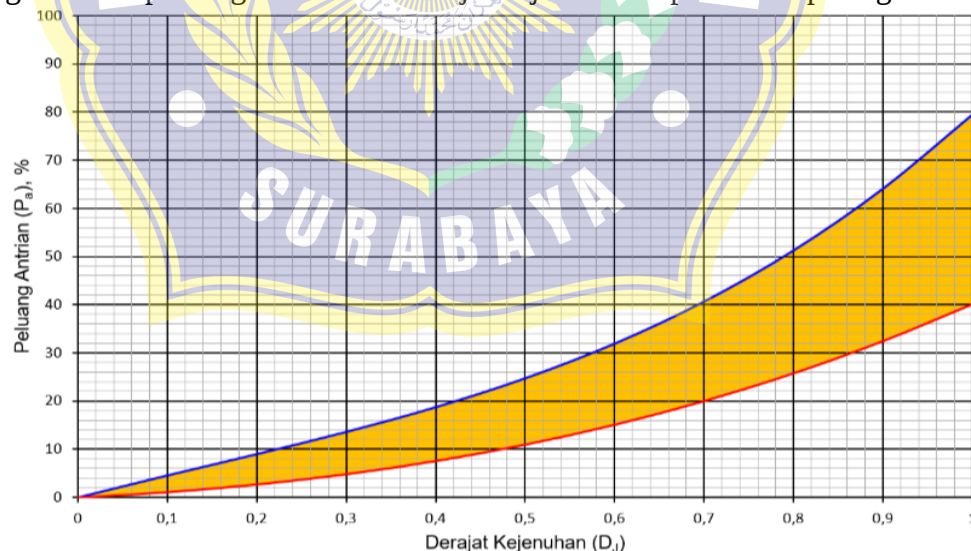
d. Peluang Antrian

Peluang antrian (P_a) merupakan kemungkinan terjadinya antrian kendaraan pada suatu simpang, yang dinyatakan dalam rentang kemungkinan (%) dan dapat ditentukan P_a tergantung dari D_J dan digunakan sebagai salah satu dasar penilaian kinerja lalu lintas Simpang, sebagai berikut:

Batas atas peluang : $P_a = 47,71 D_J - 24,68 D_J^2 + 56,47 D_J^3$

Batas bawah peluang : $P_a = 9,02 D_J + 20,66 D_J^2 + 10,49 D_J^3$

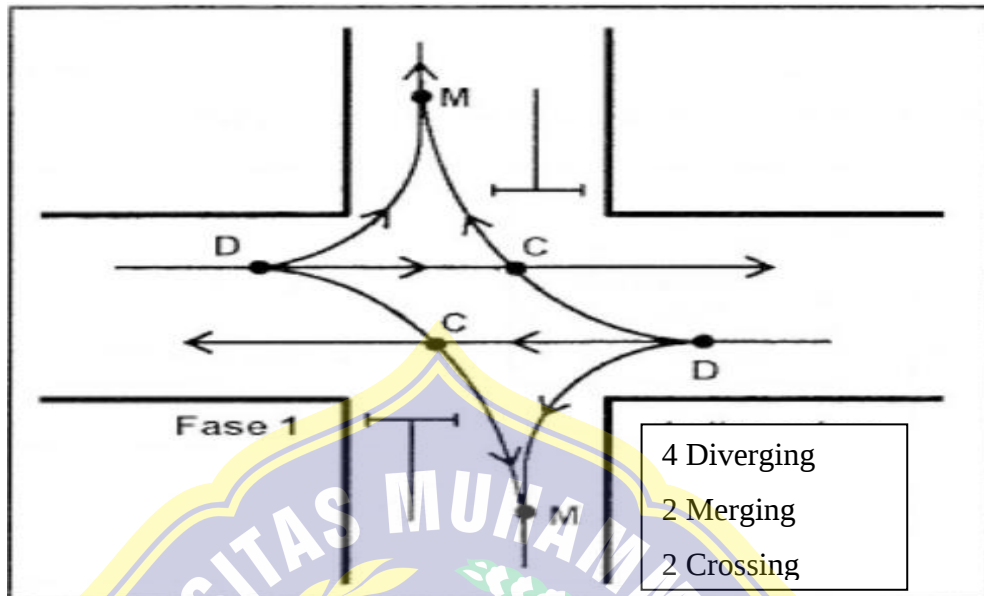
Hubungan antara peluang antrian dan derajat kejenuhan dapat dilihat pada gambar 2.5.



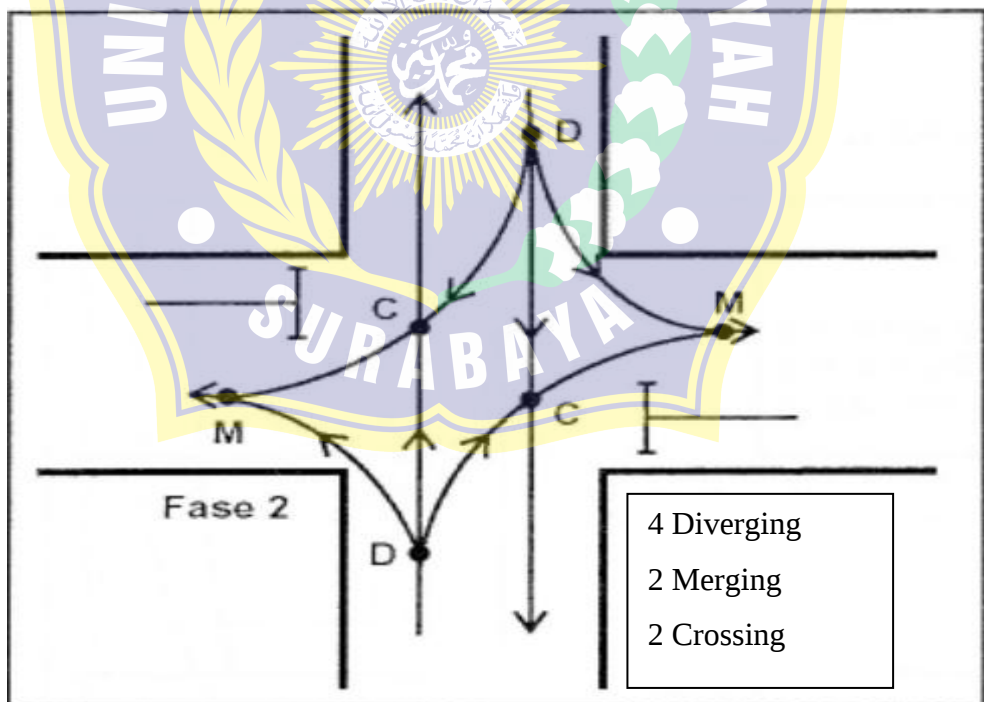
Gambar 2.5 Peluang Antrian Peluang antrian (P_a , %) pada simpang sebagai fungsi dari D_J

Sumber: Pedoman Kapasitas Jalan Indonesia, 2023

Adapun terdapat pergerakan kendaraan pada simpang bersinyal dua fase pada gambar 2.6 dan gambar 2. 7 :



Gambar 2. 6 Gambar Pergerakan Simpang Bersinyal
Sumber: PKJI 2023



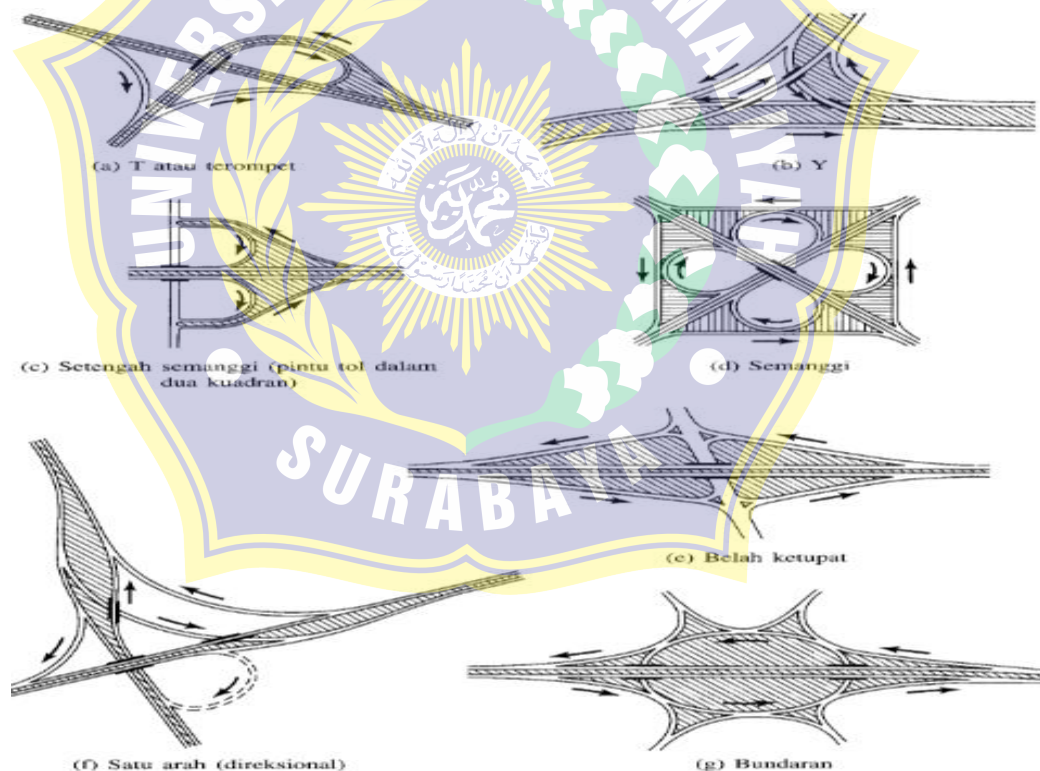
Gambar 2. 7 Gambar Pergerakan Kendaraan Simpang Bersinyal
Sumber: PKJI 2023

Keterangan :

1. *Diverging* : kendaraan keluar dari satu alur dan menyebar ke dua arah atau lebih.
2. *Merging* : titik dimana dua arah lalu lintas bergabung menjadi satu.
3. *Crossing* : titik dimana dua arus lalu lintas saling bersilang

b) Persimpangan tidak sebidang

Persimpangan tidak sebidang (*interchange*) adalah persimpangan yang memisahkan lalu lintas pada jalur yang berbeda sehingga persimpangan jalur dari kendaraan yang hanya terjadi pada tempat dimana kendaraan memisah dari atau bergabung menjadi satu lajur dengan gerak yang sama. Seperti contoh pada *flyover*, karena kebutuhan untuk menyediakan gerakan membelok tanpa adanya potongan, jadi membutuhkan tinggungan yang besar dan biaya yang tidak sedikit. Pertemuan jalan tidak sebidang ini juga membutuhkan daerah yang luas serta penempatan dan tata letaknya sangat dipengaruhi oleh topografi. Beberapa jenis persimpangan jalan tidak sebidang dapat dilihat pada gambar 2.8:



Gambar 2. 8 Persimpangan Tidak Sebidang
Sumber: Rekayasa dan Manajemen Lalu Lintas, 2018

2.4 Perlintasan

Perlindungan merupakan pertemuan jalan sebidang antara jalan rel kereta api dengan jalan raya. Perlindungan terdiri dari dua jenis, yaitu perlindungan sebidang dan perlindungan tidak sebidang. Perlindungan sebidang menurut Peraturan Menteri Perhubungan Nomor 69 Tahun 2018 adalah perpotongan antara jalan dengan jalur kereta api, yang berada dalam satu bidang tanah yang sama, sehingga pengguna jalan dan kereta api berbagi ruang yang sama di titik temu tersebut. Sedangkan perlindungan tidak sebidang merupakan perpotongan yang dibangun secara terpisah dalam bentuk flyover dan underpass, sehingga arus kendaraan dan kereta api tidak saling bersinggungan langsung.

Pada perlindungan sebidang dengan frekuensi yang rendah biasanya belum dilengkapi dengan sistem pengamanan otomatis dan hanya mengandalkan rambu lalu lintas seperti tanda “*Stop*” atau rambu peringatan “*Cross “Bucks”*”. Perlindungan jenis ini umumnya berada di wilayah pedesaan atau area dengan lalu lintas kendaraan yang tidak padat. Namun, walaupun berfrekuensi rendah, tetap diperlukan pengawasan karena risiko kecelakaan yang masih tinggi jika pengguna jalan tidak mematuhi rambu yang ada.

Ketika volume lalu lintas pada perlindungan meningkat, baik dari sisi kendaraan maupun frekuensi perjalanan kereta api, maka kebutuhan akan sistem pengendalian yang lebih menjadi sangat penting. Dalam hal ini, perlindungan wajib dilengkapi dengan sistem kontrol aktif seperti palang pintu otomatis. Seperti pada Peraturan Menteri Perhubungan Nomor 69 Tahun 2018 juga mengatur bahwa pengelola prasarana perkeretaapian wajib memastikan bahwa perlindungan sebidang yang masih aktif harus memenuhi persyaratan teknis dan operasional, termasuk dalam hal keselamatan pengguna jalan persimpangan tersebut.

Selain aspek teknis, pengelolaan perlindungan sebidang juga menuntut koordinasi yang erat antara pemerintah daerah, operator kereta api, serta dinas perhubungan. Keterlibatan masyarakat juga menjadi faktor penting, terutama dalam menjaga dan mengawasi perlindungan-perlintasan liar yang tidak resmi. Banyak kecelakaan terjadi di perlindungan liar karena minimnya sarana pengamanan serta kurangnya kesadaran masyarakat akan bahaya yang mengintai. Oleh karena itu, edukasi keselamatan bagi warga yang tinggal di sekitar jalur rel sangat diperlukan sebagai bagian dari upaya preventif.

Peningkatan keselamatan perlindungan juga dapat dilakukan melalui teknologi, seperti pemasangan sistem deteksi dini kedatangan kereta, lampu peringatan, sinyal suara otomatis, serta kamera pengawas (CCTV). Penggunaan teknologi ini sangat membantu, terutama di daerah padat lalu lintas, karena dapat memperingatkan pengguna jalan lebih awal dan memberikan data untuk evaluasi keselamatan. Namun, investasi ini tentu memerlukan biaya yang tidak sedikit, sehingga penentuan prioritas lokasi pemasangan perlu mempertimbangkan tingkat risiko dan kepadatan lalu lintas di lokasi tersebut.

Di sisi lain, pembangunan perlindungan tidak sebidang juga menjadi solusi jangka panjang dalam mengatasi kemacetan dan meningkatkan keselamatan lalu lintas. Meski biaya pembangunan flyover dan underpass relatif mahal dan memerlukan lahan serta waktu pengerjaan yang cukup besar, keberadaan infrastruktur ini sangat efektif dalam memisahkan alur kendaraan dan kereta api, sehingga menghilangkan potensi konflik di titik perpotongan.

Pemerintah pusat maupun daerah diharapkan terus mengembangkan proyek-proyek semacam ini terutama di kawasan perkotaan dan jalur utama yang padat.

Dengan kombinasi pendekatan regulasi, teknologi, edukasi masyarakat, serta pembangunan infrastruktur yang tepat, perlintasan sebidang maupun tidak sebidang dapat dikelola secara lebih aman dan efisien. Tujuan akhirnya adalah menciptakan sistem transportasi multimoda yang harmonis dan berkelanjutan, tanpa mengorbankan keselamatan pengguna jalan maupun kelancaran operasional kereta api.

2.5 Kondisi Arus Lalu Lintas

Perhitungan arus lalu lintas dalam smp/jam masing-masing jenis kendaraan untuk kondisi terlindung/terlawan (yang disesuaikan tergantung pada fase sinyal dan gerakan belok kanan yang diijinkan).

Jenis-jenis kendaraan adalah sebagai berikut:

a. Kendaraan Ringan (*Light Vehicle/LV*)

Kendaraan ringan adalah kendaraan bermotor yang memiliki empat roda dan ber as dua dengan jarak as 2-3 m. kendaraan ringan ini meliputi mobil penumpang, oplet, microbus, dan truk kecil sesuai klasifikasi Bina Marga.

b. Kendaraan Berat (*Heavy Vehicle/HV*)

Kendaraan berat adalah kendaraan bermotor dengan roda biasanya lebih dari empat dan jarak leboh dari 3,5 m. kendaraan berat ini meliputi bus, truk 2 dan 3 as yang sesuai dengan klasifikasi Bina Marga.

c. Sepeda Motor (*Motor Cycle*)

Kendaraan bermotor dengan 2 atau 3 roda (meliputi sepeda motor dan kendaraan roda 3 sesuai sistem klasifikasi Bina Marga.

d. Kendaraan Tak Bermotor

Kendaraan dengan roda yang digerakkan oleh orang atau hewan (meliputi: sepeda, becak, kerta kuda, dan kereta dorong sesuai sistem klasifikasi Bina Marga). Dalam hal ini kendaraan tak bermotor biasanya menjadi unsur hambatan Samping di ruas jalan.

Data jumlah kendaraan kemudian dihitung dalam kendaraan/jam untuk setiap kendaraan, dengan factor koreksi masing-masing kendaraan yaitu: LV = 1,0; HV = 1,3; MC = 0,40

Arus lalu lintas total dalam smp/jam adalah:

$Q_{smp} : (emp\ lv \times LV + hv \times HV + emp\ mc \times MC)$

Keterangan : volume kendaraan bermotor (smp/jam)

Q : nilai ekivalen mobil penumpang untuk kendaraan ringan

EmpLV : nilai ekivalen mobil penumpang untuk kendaraan berat

EmpMC : nilai ekivalen mobil penumpang untuk sepeda motor

LV : notasi untuk kendaraan ringan

HV : notasi untuk kendaraan berat

MC : notasi untuk kendaraan sepeda motor

Adapun nilai ekivalen kendaraan berdasarkan standar perencanaan geometri untuk jalan perkotaan dinamakan satuan mobil penumpang (smp). Faktor ekivalen tersebut adalah seperti pada tabel berikut ini:

Tabel 2.1 Nilai EMP Tipe Kendaraan

No	Tipe Kendaraan	Jenis	Nilai Emp
1	Sepeda Motor (MC)	Sepeda Motor	0,4
2	Kendaraan Ringan (LV)	<i>Colt, PickUp, Station Wagon</i>	1,00
3	Kendaraan Berat (HV)	Bus, Truk	1,30

(Sumber: Manual Kapasitas Jalan Indonesia, 1997)

2.6 Teknik Pengumpulan Data

Pengumpulan data dapat berupa data primer dan data sekunder. Data primer dapat didapatkan melalui survei langsung di lokasi penelitian dengan bantuan surveyor untuk menghitung jumlah kendaraan yang melewati lokasi penelitian (Utami & Widyastuti, 2019). Survei di lapangan juga dapat dilakukan dengan bantuan Closed Circuit Television (CCTV) sebagai alat untuk merekam kegiatan arus lalu lintas di daerah studi dengan dipasangkan pada tiang listrik terdekat selama 24 jam (Pebriyetti, 2018).

2.6.1 Pengumpulan Data Geometrik

Data geometrik jalan yang berupa lebar perkerasan, lebar lajur, dan lebar bahu jalan didapatkan dengan melakukan survey langsung di lapangan dengan menggunakan alat roll meter (Widyastuti, 2019). Selain itu, data geometric pada suatu ruas jalan, seperti lebar lajur bisa juga didapatkan dengan cara melakukan pengukuran pada aplikasi google earth dibantu dengan fitur ruler (Adwang, 2020)

2.6.2 Pengumpulan Data Jadwal Kereta Api

Data jadwal kereta api digunakan untuk mengetahui kedatangan kereta api pada perlintasan sebidang. Hal ini perlu dilakukan pencatatan karena pada kondisi real di lapangan, kedatangan kereta api yang melintas pada perlintasan sebidang tidak selalu tepat waktu sesuai dengan jadwalnya sehingga perlu dilakukan penjadwalan sesuai dengan kondisi di lapangan. Penjadwalan kereta api yang melintas pada perlintasan kereta api dapat dilakukan dengan cara mencatat pukul berapa kereta api melintas dan kereta api apa yang melintas pada perlintasan sebidang dengan survey langsung di lapangan (Widyastuti, Utami, & Putra, 2019). Selain itu, pencatatan pukul berapa kereta api melintas dan kereta api apa saja yang melintas pada perlintasan sebidang dapat juga dilakukan dengan pengamatan hasil rekaman CCTV (Utami & Widyastuti, 2019).

2.6.3 Pengumpulan Data Volume Kendaraan

Pada Pedoman Konstruksi dan Bangunan Pd. T-19-2004-B, sistem survei pencacahan lalu lintas adalah kegiatan pokok dan sangat penting dilakukan untuk mendapatkan data volume lalu lintas untuk berbagai keperluan teknik lalu lintas maupun perencanaan transportasi. Data volume kendaraan bisa didapatkan melalui survei traffic counting langsung di lokasi penelitian. Survei pencacahan lalu lintas dapat dilakukan dengan cara manual, semi manual (dengan bantuan kamera video), ataupun otomatis (menggunakan tube maupun loop). Survei manual dilakukan

dengan mencatat jumlah setiap jenis kendaraan yang melintas pada ruas jalan selama 15 menit sekali. Pencatatan hasil traffic counting ini dilakukan pada suatu form khusus traffic counting untuk mempermudah dalam perhitungan volume kendaraan total selama 24 jam atau lebih (Widyastuti, Utami, & Dzulfikar, 2019). Selain itu, survei traffic counting manual ini juga bisa dilakukan dengan pengamatan hasil rekaman CCTV (Utami & Widyastuti, 2019). Sedangkan, untuk survei semi manual ataupun otomatis merupakan survei yang mempergunakan peralatan mekanis ataupun elektronis untuk mengukur jumlah kendaraan yang melewati suatu ruas jalan ataupun kawasan di persimpangan (Susetyo, 2020).

2.6.4 Pengumpulan Data Waktu Siklus Simping Bersinyal

Data waktu siklus suatu simping bersinyal pada kondisi eksisting bisa didapatkan dengan pengamatan langsung di lapangan, yang mana untuk menentukan waktu siklus yang tepat perlu dilakukan beberapa kali pengamatan. Setelah dilakukan pengamatan kemudian mencari rata-ratanya dengan menjumlah semua data waktu siklus dari beberapa pengamatan tersebut, kemudian dibagi banyaknya pengamatan (Anggriani et al., 2015).

2.6.5 Pengumpulan Data Waktu Penutupan Palang Perlindungan Kereta Api

Data lama waktu penutupan palang pintu perlindungan kereta api diperoleh dengan mencatat waktu pukul berapa perlindungan sebidang tertutup sempurna dan mencatat pukul berapa palang pintu perlindungan kereta api terbuka sebesar 45° dalam satuan detik. Lama waktu penutupan didapatkan dari selisih waktu pukul berapa palang pintu perlindungan kereta api terbuka sebesar 45° dengan waktu pukul berapa perlindungan sebidang tertutup sempurna (Widyastuti, Utami, & Putra, 2019). Selain itu, lama waktu penutupan palang perlindungan sebidang yaitu data lama waktu ketika perlindungan mulai menutup hingga perlindungan kembali dibuka didapatkan dengan menggunakan stopwatch dimana ada 1 surveyor yang akan mengamati dan mencatat lama waktu penutupan perlindungan setiap ada kereta api yang lewat, yaitu mulai palang pintu perlindungan sebidang mulai ditutup hingga palang pintu perlindungan sebidang dibuka kembali (Utami & Widyastuti, 2019).

2.7 Penelitian Terdahulu

Terdapat beberapa penelitian terdahulu yang tersaji pada tabel 2.2 dibawah ini:

Tabel 2.2 Penelitian Terdahulu

No.	Peneliti dan Tahun	Judul	Metode	Hasil
1.	(Sari Nur Fajar A, 2021)	Stidi Analisis Kinerja Persimpangan Bersinyal Akibat Adanya Perlindungan Sebidang	Pedoman Kapasitas Jalan Indonesia (PKJI 2014)	Hasil Penelitian tersebut menyimpulkan bahwa aktivitas perlindungan kereta api sebidang memiliki dampak signifikan terhadap kinerja simping bersinyal di sekitarnya. Ketika kereta melintas, penutupan palang

Tabel 2.2 Penelitian Terdahulu

No.	Peneliti dan Tahun	Judul	Metode	Hasil
		Kereta Api (Studi Kasus: Persimpangan Bersinyal di Jalan Jagir Wonokromo Surabaya)		menyebabkan peningkatan derajat kejenuhan, tundaan, serta panjang antrian pada seluruh pendekat, terutama yang berdekatan langsung dengan rel. Upaya optimasi melalui pengaturan ulang waktu siklus sinyal terbukti dapat memperbaiki kondisi tersebut, di mana simulasi menunjukkan penurunan antrian dan peningkatan kinerja simpang secara keseluruhan. Dengan demikian, perlintasan sebidang menjadi faktor utama yang perlu dipertimbangkan dalam pengelolaan dan pengaturan simpang bersinyal pada kawasan dengan frekuensi kereta tinggi.
2.	(Ahmad, Lefrandt, dan Rompis 2023)	Evaluasi Kinerja Simpang Bersinyal di Jalan Ahmad Yani-Jalan Raya Buduran, Sidoarjo	Pedoman Kapasitas Jalan Indonesia (PKJI) 2014	Dari hasil analisis kinerja simpang bersinyal eksisting didapat nilai DJ lebih dari 0,85 tundaan rata-rata (T) = 522,70 det/skr dan Tingkat pelayanan = F. lternatif solusi pada simpang bersinyal dilakukan dengan pengalihan semua jenis kendaraan bermotor dari lengan Timur dan beberapa jenis kendaraan bermotor dari Utara, Selatan dan Barat. Dari perhitungan

Tabel 2.2 Penelitian Terdahulu

No.	Peneliti dan Tahun	Judul	Metode	Hasil
				alternatif tersebut didapatkan hasil $DJ < 0,85$; Tundaan simpang rata-rata $T = 58,82$ det/skr dan Tingkat pelayanan = E. Dari hasil perhitungan BOK akibat tundaan waktu pada simpang di dapat selisih yang cukup besar antara eksisting dan adanya alternatif sebesar Rp 8.709.193,00 /jam. Biaya akibat tundaan eksisting dengan alternatif didapatkan selisih total kerugian per hari sebesar Rp 90.359.243,15 (PDRB) dan Rp 49.256.191,29 (UMR) dengan penggunaan alternatif 4 menghasilkan biaya akibat tundaan lebih murah ketimbang kondisi eksisting simpang bersinyal ini.
3.	(Efendi, Sebayang, dan Nainggolan 2020)	Pengaruh Penutupan Palang Pintu Perlindungan Kereta Api Terhadap Kinerja Lalu Lintas Pada Simpang Tak Bersinyal Di Kota Malang	Pedoman Kapasitas Jalan Indonesia (PKJI) 2014	Hasil analisis pada saat palang perlintasan kereta api ditutup didapat panjang antrian maksimum terjadi pada pukul 17:15 dengan panjang antrian sebesar 191m dengan tingkat pelayanan F. Pada jam puncak sore didapat nilai tundaan yang cukup besar dengan tingkat pelayanan F. Alternatif yang dipilih untuk permasalahan saat pintu perlintasan kereta api ditutup dan simpang tak bersinyal adalah dengan melakukan pemasangan lampu lalu lintas 2 fase.

Tabel 2.2 Peneliti Terdahulu

No	Penulis dan Tahun	Judul	Metode	Hasil
4.	(Ratnasari, Rokhmawati, dan Ingsih 2024)	Evaluasi Kawasan Simpang 3 Bersinyal Dan Perlintasan Sebidang Jalan Sultan Agung Kecamatan Kepanjen Kabupaten Malang Berbasis Vissim	Pedoman Kapasitas Jalan Indonesia (PKJI) 2014 Dan Software Vissim	Hasil analisis menunjukkan bahwa rata-rata tundaan simpang adalah 49,596 detik/smp sehingga simpang tersebut kinerja dikategorikan E, sedangkan hasil penerapan VISSIM keterlambatannya sebesar 41,55 tergolong D. Alternatif I, Alternatif II, Alternatif III dan Alternatif IV dilaksanakan dengan hasil penundaan berdasarkan PKJI 2023 meliputi 43,901 detik/smp, 42,6 detik/smp, 42,461 detik/smp, 36,663 detik/smp. menurut alternatif hasilnya, perlu dilakukan penataan ulang waktu siklus dan penataan ulang parkir pada simpang tersebut.
5.	(Kumita dan Reza 2022)	Evaluasi Kinerja Simpang Tak Bersinyal Berdasarkan Metode PKJI 2014	Pedoman Kapasitas Jalan Indonesia (PKJI) 2014	Dalam menganalisis kinerja persimpangan dengan menggunakan Metode PKJI 2014 yang meliputi Kapasitas, Derajat Kejenuhan Tingkat Pelayanan yang dilihat berdasarkan nilai rasio volume dan kapasitas. antrian sangat besar sehingga menimbulkan ketidaknyamanan lalu lintas terutama pada hari minggu dengan volume arus lalu lintas yaitu (Q) sebesar 2449 skr/jam pada lebar pendekat B dengan derajat kejenuhan $0,83 < D_s = \text{Maks } 0,85$.