

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.2. Penelitian terdahulu

Tabel 2. 1 Penelitian Terdahulu

No.	Peneliti	Tahun	Judul	Hasil
1.	Nova nevila rodhi	2024	Analisis kinerja simpang tiga tak bersinyal terhadap kemacetan lalulintas dengan metode PKJI 2014 (studi kasus simpang tiga purwosari-ngambon bojonogoro)	Hasil dari perhitungan data arus lalu lintas tertinggi Simpang Purwosari – Ngambon Bojonegoro dengan metode PKJI 2014 sebesar 3802,2 skr/jam dengan nilai derajat kejenuhan 1,48. Berdasarkan data di atas, dapat disimpulkan bahwa kinerja simpang Purwosari – Ngambon tidak memenuhi standar atau kinerjanya tidak sesuai dengan target, sehingga menyebabkan kemacetan. Sesuai dengan ketentuan PKJI 2014, sebuah simpang dianggap memiliki kinerja yang baik jika derajat kejenuhan tidak melebihi 0,85. Dalam hal ini kemacetan juga disebabkan oleh kondisi lebar jalan tiap pendekat, hambatan samping serta arus lalu lintas yang tinggi menjadi faktor utama penyebab tingginya derajat kejenuhan, tundaan dan peluang antrian. Kapasitas yang terjadi di simpang tiga tak bersinyal Purwosari – Ngambon Bojonegoro pada hari Sabtu (12/06/2021) menghasilkan kapasitas simpang (C) = 2552,84 skr/jam, Derajat Kejenuhan (DJ) = 1,48 skr/jam. Tundaan menghasilkan

				Tundaan Lalu Lintas (TLL)= 10 dtk/skr,Tundaan Lalu Lintas Jalan Utama (TLLMA) = 6 dtk/skr,Tundaan Lalu Lintas Jalan Minor (TLLMI) = 21 dtk/skr,Tundaan Geometrik Simpang (TG) = 3 dtk/skr dan hasil Tundaan Simpang (T) = 13 dtk/skr.Panjang Antrian yang terjadi di simpang 92 – 175 m.
2.	Farli rosyad	2024	Analisis kinerja simpang tiga tak bersinyal di jalan lintas sumatera-jalan pertanian kabupaten ogan komering ulu timur	Hasil analisis data dari kinerja simpang tiga tak bersinyal di Jalan Lintas Sumatera – Jalan Pertanian didapatkan Derajat Kejenuhan (DS) sebesar = 0,89 smp/jam, Tundaan (D) Sebesar = 15,23 det/smp dan Peluang Antrian (QP%) sebesar = 31,79% - 62,72%. Derajat kejenuhan sebesar 0,89 smp/jam menandakan simpang tersebut perlu adanya peningkatan kapasitas. Perencanaan rekayasa atau Manual traffick light diperlukan untuk meningkatkan kapasitas simpang. Selain itu diperlukan perencanaan ulang lebar pendekat simpang untuk mengurangi nilai tundaan dan peluang antrian simpang.
3.	Dhikri galih wibowo	2021	Analisis Kinerja Simpang Tiga Tak Bersinyal Kecamatan waleri	Kinerja lalu lintas simpang tiga tak bersinyal Kecamatan Weleri Kabupaten Kendal masih cukup baik, hal ini berdasrkan nilai derajat kejenuhan (DS) sebesar 0,57 lebih kecil dari nilai DS maksimum yang disyaratkan dalam MKJI 1997 sebesar

			kecamatan kendal	0,75, dengan tingkat pelayanan (ITP) C, yang artinya pada kondisi arus masih cukup stabil tetapi kecepatan dan gerak kendaraan dikendalikan, dimana pengemudi dibatasi dalam memilih kecepatan. Upaya pengoptimalan kinerja simpang dilakukan dengan diberikan lampu lalu lintas dengan pengaturan lampu lalu lintas 3 fase dalam 1 siklus, total waktu hijau 46 detik/siklus, tundaan simpang rata-rata 27,37 detik/smp dan nilai derajat kejenuhan (DS) sebesar 7,48.
4.	Justiansyah	2021	Analisis Kinerja Lalu Lintas Simpang Tiga Tak Bersinyal (Studi Kasus Simpang Tiga Jalan Raya Klampok Km 180 + Ruas Jalan Klampok - Banjarnegara, Kabupaten Brebes)	Dari segi kepadatan (Q_{tot}) arus lalu lintas pada jam puncak Berdasarkan hasil penelitian diperoleh jam puncak (peak hours) dari tujuh hari pengamatan terjadi pada hari Senin tanggal 9 Agustus 2021 yaitu pada periode pagi pukul 07:00 - 08:00 Wib. Dari segi kapasitas (C) simpang. Pada penelitian simpang tak bersinyal di simpang Jalan Raya Klampok + Banjarnegara ini hasil perhitungan kapasitas simpang pada hari senin adalah sebesar 3419,311 smp/jam. Dari segi derajat kejenuhan (Ds) : Kapasitas simpang Jalan Raya Klampok + Ruas Jalan KlampokBanjarnegara pada kondisi eksisting melewati nilai jenuh, hal ini ditandai dengan nilai derajat kejenuhan (DS) sebesar 0,90 det/smp

5.	Dwi lestari	2021	Analisis kinerja simpang tiga tak bersinyal (studi kasus simpang tiga jalan raya serang km 24 – jalan akses tol balaraja barat, balaraja, kabupaten tanggerang, banten)	Kinerja lalu lintas simpang tiga tak bersinyal Kecamatan Weleri Kabupaten Kendal masih cukup baik, hal ini berdasarkan nilai derajat kejenuhan (DS) sebesar 0,57 lebih kecil dari nilai DS maksimum yang disyaratkan dalam MKJI 1997 sebesar 0,75, dengan tingkat peyalayanan (ITP) C, yang artinya pada kondisi arus masih cukup stabil tetapi kecepatan dan gerak kendaraan dikendalikan, dimana pengemudi dibatasi dalam memilih kecepatan. Upaya pengoptimalan kinerja simpang dilakukan dengan diberikan lampu lalu lintas dengan pengaturan lampu lalu lintas 3 fase dalam 1 siklus, total waktu hijau 46 detik/siklus, tundaan simpang rata-rata 27,37 detik/smp dan nilai derajat kejenuhan (DS) sebesar 7,48.
----	-------------	------	---	---

2.2. Pengertian Jalan

Pengertian kapasitas jalan : Menurut Webster, kapasitas jalan adalah jumlah maksimum kendaraan yang dapat melewati suatu ruas jalan dalam satu arah per satuan waktu tertentu, dengan kelancaran lalu lintas dan tingkat pelayanan tertentu. Menurut jurnal penelitian Elsevier yang diterbitkan dalam jurnal *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, kapasitas jalan adalah jumlah maksimum kendaraan yang dapat melalui suatu ruas jalan dalam satu arah pada waktu tertentu, yang ditentukan oleh kondisi fisik jalan dan perilaku pengemudi. Menurut MKJI (1997), Kapasitas jalan adalah jumlah maksimum kendaraan yang dapat dilayani

oleh suatu ruas jalan dalam satu arah pada suatu periode waktu tertentu, dalam kondisi tertentu, dan dengan tingkat pelayanan tertentu. Kapasitas jalan diukur dalam satuan volume lalu lintas, seperti kendaraan per jam (KPH) atau kendaraan per hari (KPD), tergantung pada periode waktu yang digunakan untuk pengukuran. Fungsi utama dari suatu jalan adalah memberikan pelayanan transportasi sehingga pemakai jalan dapat berkendara dengan aman dan nyaman. Berdasarkan kelas fungsional, jalan di kelompokkan sebagai berikut :

1. Jalan Arteri; jalan yang menghubungkan kota jenjang kesatu dengan kota jenjang kedua.
2. Jalan Kolektor; jalan yang menghubungkan kota jenjang kedua dengan jenjang kota kedua atau menghubungkan kota jenjang kedua dengan jenjang kota ketiga.
3. Jalan Lokal; jalan yang menghubungkan kota jenjang kesatu dengan persil atau menghubungkan kota jenjang kedua dengan persil atau kota jenjang ketiga dengan kota jenjang ketiga kota jenjang ketiga dengan kota dibawahnya, atau kota jenjang ketiga dengan persil atau kota dibawah jenjang ketiga sampai persil.

Tingkat Pelayanan jalan menurut (MKJI 1997) klasifisikan dengan menggunakan tabel sebagai berikut:

Tabel 2. 2 Indeks Tingkat Pelayanan (ITP) berdasarkan kecepatan arus bebas

Tingkat Pelayanan	Tingkat Kejenuhan Lalu lintas	Keterangan
A	$\leq 0,35$	Lalu Lintas Stabil
B	$\leq 0,54$	Stabil

C	$\leq 0,77$	Masih batas stabil
D	$\leq 0,93$	Tidak stabil
E	≤ 1	Kadang terhambat
F	> 1	Dipaksakan/buruk

Sumber: MKJI 1997

2.3.Sistem Jaringan Jalan

Menurut Peraturan Pemerintah No. 26 Tahun 1985 tentang jalan, sistem jaringan jalan dibagi dalam dua kategori sebagai berikut:

- 1) Sistem Jaringan Primer ini dibuat sesuai dengan ketentuan perencanaan tata ruang nasional dan struktur pembangunan daerah, dan terus menghubungkan kota-kota kelas satu, kota kelas dua, kota kelas tiga, dan kota-kota kelas bawah di dalam lokasinya. Menghubungkan kota kelas satu dan kota kelas satu antar unit regional pembangunan.

- a. Jalan Arteri Primer

Menghubungkan kota jenjang kesatu - berdampingan atau menghubungkan kota jenjang kesatu - kota jenjang kedua.

- b. Jalan Kolektor Primer

Menghubungkan kota jenjang kesatu - persil / kota kedua atau menghubungkan kota jenjang ke dua - kota jenjang ketiga.

- c. Jalan Lokal Primer

Menghubungkan kota jenjang kesatu - persil / kota kedua - persil atau menghubungkan kota jenjang ketiga - kota jenjang ketiga, atau kota jenjang ketiga - persil.

- 2) Sistem Jaringan Sekunder dibangun sesuai dengan kebutuhan perencanaan tata ruang kota dan menghubungkan kawasan pemukiman dengan fungsi primer, fungsi sekunder, dan tiga fungsi sekunder.

a. Jalan Arteri Sekunder

Menghubungkan kawasan primer - kawasan sekunder kesatu atau menghubungkan kawasan kesatu - kawasan sekunder kesatu atau menghubungkan kawasan sekunder kesatu - kawasan sekunder kedua.

b. Jalan Kolektor Sekunder

Menghubungkan kawasan sekunder kedua - kawasan sekunder kedua atau menghubungkan kawasan sekunder kedua - kawasan sekunder ketiga.

c. Jalan Lokal Sekunder

Menghubungkan kawasan sekunder kesatu - perumahan, menghubungkan kawasan sekunder kedua - perumahan, kawasan sekunder ketiga - perumahan.

2.4.Persimpangan

Persimpangan merupakan bagian terpenting dari sistem jaringan jalan, dan kapasitas persimpangan secara umum dapat dikendalikan dengan mengendalikan volume lalu lintas dalam sistem jaringan. Secara umum, persimpangan adalah tempat bertemunya dua jaringan jalan atau lebih. Merupakan bagian yang tidak terpisahkan dari semua sistem jalan. Ketika berkendara keliling kota, kita akan melihat bahwa sebagian besar jalan di wilayah perkotaan biasanya memiliki persimpangan di mana pengemudi dapat memutuskan untuk terus mengemudi atau

berbalik dan berpindah jalan. Persimpangan jalan dapat didefinisikan sebagai suatu area publik dimana dua atau lebih jalan bertemu atau berpotongan. Hal ini mencakup jalan dan fasilitas pinggir jalan untuk pergerakan lalu lintas di kawasan tersebut. (AASHTO 2001 dalam Darwis et al 2021:56).

Menurut C. Jotin Khisty (2003; dalam Sriastuti et al 2015) persimpangan harus digunakan bersama oleh setiap orang yang ingin menggunakannya, sehingga harus direncanakan dengan cermat untuk efisiensi, keselamatan, kecepatan, biaya pengoperasian, dan kapasitas. Arus lalu lintas yang terjadi dan prosesnya dapat ditangani secara berbeda tergantung pada jenis persimpangan yang diperlukan.

Nilai derajat kejenuhan (DS) ditentukan berdasarkan kapasitas (Capacity/C) dan arus lalu lintas eksisting (Q). Dengan menggunakan nilai tingkat kejenuhan (DS) dan kapasitas (C), tingkat kinerja masing-masing pendekatan dan tingkat kinerja persimpangan secara keseluruhan dapat dihitung berdasarkan rumus Manual Kapasitas Jalan Indonesia tahun 1997. Tingkat kinerja diukur berdasarkan Kapasitas Handbook Indonesia tahun 1997. Adapun tingkat kinerja yang diukur pada Manual Kapasitas Jalan Indonesia 1997.

Persimpangan adalah suatu titik pada suatu jalan dimana jalan bertemu dan jalur kendaraan berpotongan. Persimpangan jalan merupakan faktor terpenting yang menentukan daya dukung dan waktu tempuh jaringan jalan, khususnya di perkotaan. (Rorong et al, 2015).

Persimpangan merupakan area yang sangat penting di jalan raya. Biasanya terdapat banyak persimpangan di perkotaan, dimana pengemudi harus memutuskan apakah akan lurus atau berbelok dan berpindah jalan untuk mencapai tujuannya.

Menurut Hermanus et al (2016) di daerah persimpangan, lintasan kendaraan berpotongan di titik tumbukan. Tabrakan ini menjadi penghambat pergerakan dan juga berpotensi menjadi lokasi kontak/tabrakan. Persimpangan dapat diartikan dari arah yang berbeda sebagai titik pertemuan atau tumbukan dimana dua jalan atau lebih bertemu atau berpotongan. Hal ini mencakup jalan raya dan fasilitas pinggir jalan untuk pergerakan lalu lintas di dalam jalan tersebut.

Menurut Widyawan & Rukan (2019) permasalahan pada simpang mempunyai penyebab yang dapat mempengaruhi kinerja simpang tersebut. Persimpangan merupakan persimpangan pada jaringan jalan dimana ruas-ruas jalan berpotongan dan jalur kendaraan berpotongan sehingga mengakibatkan volume lalu lintas tinggi. Selain itu, desain geometrik dan visibilitas persimpangan buruk, kurangnya transportasi umum, penyeberangan pejalan kaki, dan kontrol persimpangan yang tidak memadai. Persimpangan merupakan elemen penting dalam jaringan jalan. Pengendalian pada setiap persimpangan selalu menjadi faktor kunci dalam menentukan kinerja dan kapasitas seluruh jaringan jalan. Oleh karena itu, pengendalian arus lalu lintas di persimpangan menjadi penting untuk meningkatkan kinerja dan keselamatan persimpangan.

Menurut Alamsyah (2001) arus lalu lintas yang terkena dampak tabrakan di persimpangan menunjukkan perilaku yang kompleks. Setiap tindakan, seperti belok kiri, belok kanan, atau lurus, menghadapi konflik yang berbeda-beda, yang berkaitan langsung dengan perilaku tindakan tersebut. Oleh karena itu, perlu adanya pengaturan persimpangan jalan yang tujuan utamanya adalah menjamin keselamatan arus lalu lintas dengan memberikan petunjuk yang jelas dan tepat

sasaran sehingga tidak menimbulkan kecurigaan. Pengendalian lalu lintas di persimpangan dapat dilakukan melalui penggunaan lampu lalu lintas, marka, rambu, dan pulau lalu lintas untuk pengaturan, petunjuk, dan peringatan.

Berdasarkan pengaturan arus lalu lintas pada simpang, simpang dibedakan menjadi 2 jenis adalah sebagai berikut:

1. Simpang Bersinyal

Pada simpang bersinyal, pemakai jalan dapat melewati simpangan sesuai dengan pengoperasian sinyal lalu lintas yang ada. (Morlok, 1998 dalam Paendong et al, 2020).

2. Simpang Tak bersinyal

Persimpangan tak bersinyal adalah suatu persimpangan atau titik pertemuan pada suatu kawasan antara dua jalur jalan raya atau lebih yang masing-masing mempunyai persimpangannya sendiri, dan tidak dipasang lampu lalu lintas pada persimpangan tersebut.

simpang (Waris, 2018). Simpang tak bersinyal dikategorikan menjadi 3 sebagai berikut:

a. Simpang tanpa pengontrol

Awalnya, tidak ada hak jalan (right of way) di persimpangan ini. Bentuk simpang ini cocok untuk simpang dengan volume lalu lintas rendah.

b. Simpang dengan prioritas

Persimpangan prioritas memberi Anda lebih banyak hak atas jalan tertentu. Jenis operasi ini dilakukan pada persimpangan dengan arus yang berubah-ubah dan memerlukan pemasangan rambu-rambu di pintu masuk jalan dengan arus rendah.

c. Persimpangan dengan pembagian ruang

Persimpangan jenis ini memberikan prioritas yang sama dan pergerakan yang berkesinambungan kepada semua kendaraan yang datang dari masing-masing cabang. Lalu lintas bergerak relatif lambat dan dapat melewati persimpangan tanpa henti. Pengendalian simpang jenis ini biasa dilakukan pada bundaran.

2.5. Pemilihan Tipe Simpang

Umumnya pada kawasan pemukiman perkotaan dan pedalaman, persimpangan tanpa isyarat kanan jalan (kiri) digunakan untuk persimpangan dengan jalan umum dengan volume lalu lintas rendah. Pada persimpangan dengan kelas perencanaan dan/atau fitur jalan yang berbeda, lalu lintas di jalan sekunder harus diatur dengan rambu “mundur atau berhenti”. Persimpangan tanpa lampu lalu lintas paling efektif jika persimpangannya kecil dan area konflik lalu lintasnya jelas. Persimpangan ini paling cocok untuk persimpangan antara dua jalur yang tidak terbagi. Di persimpangan antara jalan-jalan besar, misalnya antara dua jalan empat lajur, daerah konflik dapat dengan mudah diblokir, sehingga menyebabkan gangguan arus lalu lintas untuk sementara waktu.

Sekalipun persimpangan tak bersinyal mempunyai perilaku yang lebih buruk dibandingkan persimpangan lain dalam hal tundaan rata-rata terhadap waktu, persimpangan tersebut tetap merupakan persimpangan pilihan karena dapat mempertahankan kapasitas konstan bahkan selama periode lalu lintas puncak. Oleh karena itu, jika akses penuh tersedia, biasanya disarankan memasang lampu lalu

lintas atau bundaran untuk menghindari penutupan persimpangan dikarenakan lebih dari 1000 kend/jam puncak pada simpang antara jalan-jalan dua lajur dan lebih dari 1500 kend/jam puncak jika satu hari jalan tersebut adalah empat lajur atau lebih besar.

Peralihan persimpangan tanpa lampu lalu lintas ke persimpangan dengan lampu lalu lintas dan bundaran juga diduga sebagai mempertimbangkan keselamatan lalu lintas guna mengurangi kecelakaan lalu lintas akibat tabrakan antar kendaraan yang melaju. Hal ini dapat terjadi ketika persimpangan didekati dengan kecepatan tinggi atau ketika terdapat bangunan, rumah, tanaman, atau penghalang lain di dekat sudut persimpangan yang menyebabkan buruknya visibilitas lalu lintas. Lampu lalu lintas mungkin juga diperlukan untuk memudahkan lalu lintas pejalan kaki melintasi jalan-jalan utama.

2.6. Prilaku Lalu Lintas

Analisis perencanaan dan operasional (untuk perbaikan) pada persimpangan tak bersinyal yang ada melibatkan perbaikan kecil pada geometri persimpangan untuk mempertahankan perilaku lalu lintas yang diinginkan di sepanjang rute atau jaringan jalan. Disarankan untuk menghindari nilai tingkat kejenuhan (DS) lebih dari 0,75 pada semua jenis simpang tak bersinyal pada jam sibuk karena berisiko simpang tersebut terhalang oleh kendaraan yang melintas dari arah berbeda.

2.7. Tipe Lingkungan Jalan

Lingkungan jalan dari aktivitas sekitarnya dapat diklasifikasikan dalam kelas menurut tata guna tanah dan aksesibilitas jalan tersebut. Hal ini ditetapkan secara

kualitatif dari pertimbangan teknik lalu lintas dengan bantuan sebagai berikut:

1. Komersial merupakan tata guna lahan komersial dengan jalan masuk langsung bagi pejalan kaki dan kendaraan (misalnya perkantoran, rumah makan, pertokoan).
2. Permukiman merupakan tata guna lahan tempat tinggal dengan jalan masuk langsung bagi pejalan kaki dan kendaraan.
3. Akses Terbatas tanpa jalan masuk atau jalan masuk langsung terbatas (misalnya karena adanya penghalang fisik, jalan simpang dan sebagainya).

Kelas hambatan samping menunjukkan pengaruh aktifitas samping jalan di daerah simpang pada arus berangkat lalu lintas, misalnya pejalan kaki berjalan atau menyeberangi jalur, angkutan dan bis menaikkan dan menurunkan penumpang.

2.8.Simpang Tak Bersinyal

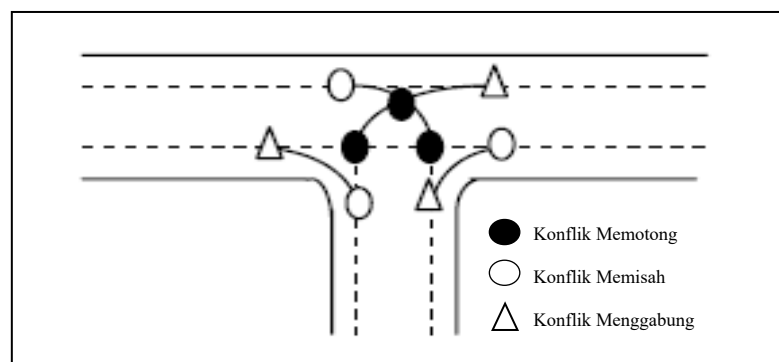
2.8.1. Pengertian Simpang Tak Bersinyal

Simpang tak bersinyal adalah simpang yang tidak memiliki alat pemberi isyarat lampu lalu lintas. Pada umumnya simpang tak bersinyal di pergunakan di daerah permukiman perkotaan serta daerah pedesaan maupun pada daerah pedalaman bagi persimpangan antara jalan lokal ataupun lingkungan yang arus lalu lintasnya cukup rendah. Pada keefektifan simpang tak bersinyal dapat terjadi apabila jika ukurannya kecil serta dengan daerah konflik lalu lintasnya dipilih dengan baik, maka dari itu simpang dua lajur tak terbagi ini sangat sesuai dengan persimpangan tersebut.

Pada persimpangan antara jalan arteri, penutupan daerah konflik bisa terjadi dengan mudahnya yang menyebabkan kinerja arus lalu lintas terputus sementara. Apabila jika perilaku simpang tak bersinyal dalam tundaan rata-ratanya selama periode waktu yang lebih lama lebih rendah dari jenis simpang yang lain,

simpang pada jenis ini mungkin masih lebih dipilih karena pada suatu kapasitas arus lalu lintas tertentu dapat dipertahankan meskipun dalam kondisi serta keadaan lalu lintas yang berada pada jam puncak.

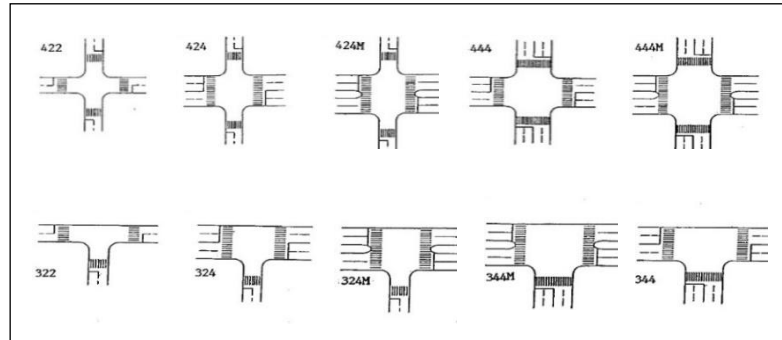
Menurut (R.J Salter, 1976) pada suatu simpang kendaraan berpindah dari jalur yang sedang dilewatinya ke jalur lain. Dalam melakukan gerakan ini sebuah kendaraan mungkin menggabung (merge), memisah (diverge) atau memotong (cross) dengan jalur kendaraan lainnya. Gerakan menggabung, memisah dan memotong ini kemungkinan akan mengakibatkan terjadinya tabrakan (collision) antar kendaraan. Titik tempat terjadi tabrakan dan daerah pengaruh sekitarnya disebut daerah konflik. Daerah konflik bagi simpang tiga dapat dilihat pada gambar di bawah ini.



Gambar 2. 1 Aliran Kendaraan di Simpang Tiga Lengan/Pendekat

2.8.2. Jenis Persimpangan Tak Bersinyal

Menurut MKJI 1997 Jenis Persimpangan tak bersinyal dibagi sebagai berikut:



Gambar 2.2 Jenis Persimpangan

Tabel 2. 3 Definisi tipe simpang yang digunakan dalam bagian panduan

Jenis Simpang	Kode Tipe	Pendekat Jalan Utama		Pendekat Jalan Minor
		Jumlah Lajur	Median	Jumlah Lajur
Simpang empat lengan	422	1	T	1
	424	2	T	1
	424M	2	Y	1
	444	2	T	2
	444M	2	Y	2
Simpang tiga lengan	322	1	T	1
	324	2	T	1
	324M	2	Y	1
	344	2	T	2
	344M	2	Y	2

Sumber: MKJI 1997

2.9. Komposisi lalu lintas

Dalam Manual Kapasitas Jalan Indonesia 1997 komposisi lalu lintas kendaraan dibedakan menjadi empat jenis kendaraan, yaitu :

- a. Kendaraan ringan (light vehicle, LV) yaitu kendaraan bermotor dengan roda 4, meliputi mobil penumpang, oplet, bus mikro, pick-up, station wagon, colt, jeep, dan mikrolet yang sesuai klasifikasi Bina Marga).
- b. Kendaraan berat (heavy vehicle, HV) yaitu kendaraan bermotor dengan roda 4 atau lebih. Jenis kendaraan yang termasuk dalam golongan ini adalah bus, truk 2 gandar, truk 3 gandar, dan kombinasi sesuai dengan klasifikasi Bina Marga.
- c. Sepeda motor (motor cycles, Me) yaitu kendaraan bermotor dengan 2 atau 3 roda, meliputi sepeda motor dan kendaraan roda yang memenuhi syarat klasifikasi Bina Marga.
- d. Kendaraan tak bermotor (unmotorize, UM) yaitu kendaraan tak bermotor dengan roda yang digerakkan oleh orang atau hewan yang sesuai dengan klasifikasi Bina Marga.

2.10. Volume Lalu Lintas

Volume digunakan saat mengukur arus lalu lintas. Volume lalu lintas menurut pedoman MKJI tahun 1997 adalah jumlah kendaraan yang lewat pada suatu jalan per satuan waktu (hari, jam, menit). Lalu lintas yang padat memerlukan lebar jalan yang lebih lebar untuk menjamin keamanan dan kenyamanan. Sebaliknya, jalan yang terlalu lebar untuk volume lalu lintas rendah cenderung berbahaya karena pengemudi cenderung mengemudikan kendaraannya dengan kecepatan tinggi

meskipun kondisi jalan belum tentu memungkinkan. Selain itu, hal ini juga menyebabkan peningkatan biaya pembangunan jalan, yang jelas tidak masuk akal jika dilihat dari analisis panjang antrian, yaitu kapasitas, selain volume lalu lintas.

Pada persimpangan tanpa lampu lalu lintas, terutama pada persimpangan yang merupakan perpotongan ruas jalan dari jenis jalan yang sama, banyak terdapat peraturan lalu lintas yang berdampak signifikan terhadap kelancaran arus lalu lintas persimpangan. Metode-metode yang dijelaskan dalam manual ini didasarkan pada pengalaman dan hasilnya harus dikonfirmasi dengan menggunakan studi rekayasa lalu lintas yang beralasan. Hal ini sangat penting bila metode yang digunakan melampaui batas nilai variasi variabel data empiris. Keterbatasan ini ditunjukkan pada Tabel 2.1. Dengan menggunakan data ini, kesalahan estimasi kapasitas biasanya kurang dari 20%.

Tabel 2.4 Batas Nilai Variasi Dalam Data Empiris Untuk Variabel-variable Masukan (Berdasarkan Pada Lengan Kendaraan)

Variabel	4-lengan			3-lengan		
	Min	Rata2	Maks	Min	Rata2	Maks
Lebar masuk	3,5	5,4	9,1	3,5	4,9	7,0
Rasio belok-kiri	0,10	0,17	0,29	0,06	0,26	0,50
Rasio belok-kanan	0	0,13	0,26	0,09	0,29	0,51
Rasio arus jalan	0,27	0,38	0,50	0,15	0,29	0,41
Simpang	-	-	-	-	-	-
%-kendaraan ringan	29	56	75	34	56	78
%-kendaraan berat	1	3	7	1	5	10
%-sepeda motor	19	33	67	15	32	54

Sumber: *Simpang Tak Bersinyal MKJI, 1997*

2.11. Kinerja jalan

Kinerja jalan adalah kemampuan darisuatru ruas jalan dalam melayani arus lalu lintas yang terjadi pada ruas jalan tersebut. Parameter kinerja jalan ditentukan oleh kapasitas, derajat kejenuhan, kecepatan rata – rata dan waktu perjalanan.

2.12. Kapasitas (C)

Menurut MKJI (1997), kapasitas adalah jumlah maksimum kendaraan atau orang yang dapat melintasi suatu titik pada jalur jalan pada periode waktu tertentu dalam kondisi jalan tertentu atau merupakan arus maksimum yang dapat dilewatkan pada suatu ruas jalan.

Dengan memperhitungkan pengaruh kondisi lapangan terhadap kapasitas. Bentuk model kapasitas menjadi sebagai berikut:

$$C = C_o \times F_w \times F_m \times F_{CS} \times F_{RSU} \times F_{LT} \times F_{RT} \times F_{MI}$$

Keterangan:

C = kapasitas ruas jalan (smp/jam)

C_o = kapasitas dasar (smp/jam)

F_{Cw} = faktor penyesuaian lebar jalur lalu-lintas

F_{CSP} = faktor penyesuaian pemisahan arah

F_{CSF} = faktor penyesuaian akibat hambatan samping

F_{CCS} = faktor penyesuaian ukuran kota
Variabel-variabel masukan untuk perkiraan kapasitas (smp/jam) dengan menggunakan model tersebut adalah sebagai berikut:

Tabel 2. 5 Ringkasan Variabel-Variabel Masukan Model Kapasitas

Tipe Variabel	Uraian variabel dan nama masukan	Faktor Model
Geometri	Tipe simpang IT	
	Lebar rata-rata pendekat W_1	F_W
	Tipe median jalan utama M	F_M
Lingkungan	Kelas ukuran kota CS	F_{CS}
	Tipe lingkungan jalan RE	
	Hambatan samping SF	
	Rasio kendaraan tak bermotor P_{UM}	F_{RSU}
Lalulintas	Rasio belok-kiri P_{LT}	F_{LT}
	Rasio belok-kanan P_{RT}	F_{RT}
	Rasio arus jalan minor Q_{MI}/Q_{TOT}	F_{MI}

Sumber MKJI 1997

Tabel 2. 6 Kapasitas Dasar (C_0)

Tipe Jalan	Tipe Alinyemen	Kapasitas Dasar (smp/jam)			Catatan
		Jalan Perkotaan	Jalan Luar Kota	Jalan Bebas Hambatan	
Empat atau lajur terbagi atau jalansatu arah					Perlajur
	Dasar	1,650	1,900	2,300	
	Bukit		1,850	2,250	
	Gunnung		1,800	2,150	
Empat Lajur tak terbagi	Dasar	1,500	1,700		Perlajur
	Bukit		1,650		

	Gunnung		1,600		
Dua Lajur tak terbagi	Dasar	2,900	3,100	3,400	Total dua arah
	Bukit		3,000	3,300	
	Gunnung		2,900	3,200	

Sumber: MKJI 1997

Tabel 2. 7 Penyesuaian kapasitas untuk pengaruh lebar jalur lalu-lintas untuk jalan perkotaan (FCW)

Tipe Jalan	Lebar jalur lalu-lintas efektif (W_c) (m)	FCw
Empat-lajur terbagi atau Jalan satu-arah	Per lajur	
	3,00	0,92
	3,25	0,96
	3,50	1,00
	3,75	1,04
	4,00	1,08
Empat-lajur tak-terbagi	Per lajur	
	3,00	0,91
	3,25	0,95
	3,50	1,00
	3,75	1,05
	4,00	1,09
Dua-lajur tak-terbagi	Total dua arah	
	5	0,56
	6	0,87
	7	1,00
	8	1,14
	9	1,25
	10	1,29
	11	1,34

Sumber: MKJI 1997

Tabel 2. 8 Faktor Penyesuaian Kapasitas Akibat Pembagian Arah (FCSP)

Pemisah Arah SP %-%			50-50	55-45	60-40	65-35	70-30
FCsp	Jalan Perkotaan	Dua Lajur (2/2)	1,00	0,97	0,94	0,91	0.88
		Empat Lajur(4/2)	1,00	0,985	0,97	0,955	0.94
FCsp	Jalan Luar Kota	Dua Lajur (2/2)	1,00	0,97	0,94	0,91	0.88
		Empat Lajur(4/2)	1,00	0,975	0,95	0,925	0.9
FCsp	Jalan Bebas Hambatan	Dua Lajur (2/2)	1,00	0,9710	0,94	0,91	0.88

Sumber: MKJI 1997

2.13. Derajat Kejenuhan (DS)

Derajat kejenuhan untuk seluruh simpang, (DS), dihitung sebagai berikut:

$$DS = Q_{smp} / C$$

keterangan

Q_{smp} = Arus total (smp/jam) dihitung sebagai berikut:

$$Q_{smp} = Q_{kend} \times F_{smp}$$

F_{smp} = Faktor smp, dihitung sebagai berikut:

$$F_{smp} = (empLV \times LV\% + empHV \times HV\% + empMC \times MC\%) / 100$$

dimana $empLV$, $LV\%$, $empHV$, $HV\%$, $empMC$ dan $MC\%$ adalah emp dan komposisi lalu lintas untuk kendaraan ringan, kendaraan berat dan sepeda motor

C = Kapasitas (smp/jam)

2.14. Tundaan

Tundaan pada simpang dapat terjadi karena dua sebab :

- 1) TUNDAAN LALU-LINTAS (DT) akibat interaksi lalu-lintas dengan gerakan yang lain dalam simpang.
- 2) TUNDAAN GEOMETRIK (DG) akibat perlambatan dan percepatan kendaraan yang terganggu dan tak-terganggu.

Tundaan lalu-lintas seluruh simpang (DT), jalan minor (DTMI) dan jalan utama (DTMA), ditentukan dari kurva tundaan empiris dengan derajat kejenuhan sebagai variabel bebas.

Tundaan meningkat secara berarti dengan arus total, sesuai dengan arus jalan utama dan jalan minor dan dengan derajat kejenuhan. Hasil pengamatan menunjukkan tidak ada perilaku 'pengambilan-celah' pada arus yang tinggi. Ini berarti model barat yaitu lalu-lintas jalan utama berperilaku berhenti / memberi jalan, tidak dapat diterapkan (di Indonesia).

Arus keluar stabil maksimum pada kondisi tertentu yang ditentukan sebelumnya, sangat sukar ditentukan, karena variasi perilaku dan arus keluar sangat beragam.

Karena itu kapasitas ditentukan sebagai arus total simpang dimana tundaan lalu lintas rata-rata melebihi 15 detik/smp, yang dipilih pada tingkat dengan probabilitas berarti untuk titik belok berdasarkan hasil pengukuran lapangan; (nilai 15 detik/smp ditentukan sebelumnya). Nilai tundaan yang didapat dengan cara ini dapat digunakan bersama dengan nilai tundaan dan waktu tempuh dengan cara dari fasilitas lalu-lintas lain dalam manual ini, untuk mendapatkan waktu tempuh

sepanjang rute jaringan jika tundaan geometrik dikoreksi dengan kecepatan ruas sesungguhnya.

2.14.1. Tundaan Lalu Lintas Rata-rata Simpang (DTI)

Tundaan lalu lintas rata-rata simpang (detik/smp) adalah tundaan rata-rata untuk seluruh kendaraan yang masuk pada persimpangan. Tundaan DTI ditentukan dari hubungan empiris antara tundaan DTI dan DS.

Untuk $DS \leq 0,6$ dapat dihitung menggunakan Rumus

$$DT = 2 + (8,2078 \times DS) - [(1-DS) \times 2]$$

Untuk $DS \geq 0,6$ dapat dihitung menggunakan Rumus

$$DT = 1,0504 / (0,2742 - 0,2042 \times DS) - [(1-DS) \times 2]$$

2.14.2. Tundaan Lalu Lintas Rata-rata di Jalan Major (DTMA)

Tundaan lalu lintas jalan utama adalah tundaan lalu lintas rata-rata semua kendaraan bermotor yang masuk persimpangan dari jalan utama. DTMA ditentukan dari kurva empiris antara DTMA dan DS :

Untuk $DS \leq 0,6$ dapat dihitung menggunakan Rumus

$$DTMA = 1,8 + 5,8234 \times DS - (1-DS) \times 1,8$$

Untuk $DS \geq 0,6$ dapat dihitung menggunakan Rumus

$$DT = 1,05034 / (0,346 - 0,246 \times DS) - [(1-DS) \times 1,8]$$

2.14.3. Tundaan Lalu lintas Rata-rata di Jalan Minor (DTMI)

Tundaan lalu lintas jalan minor rata-rata ditentukan berdasarkan tundaan simpang rata-rata dan tundaan jalan utama rata-rata dapat dihitung dengan menggunakan Rumus Persamaan 2.7.

$$DTMI = (QTOT \times DTI - QMA \times DTMA) / QMI$$

Dengan :

$QTOT$ = Arus total sesungguhnya (smp/jam)²⁰

QMA = Jumlah kendaraan yang masuk di simpang melalui jalan utama (smp/jam)

QMI = Jumlah kendaraan yang masuk di simpang melalui jalan minor (smp/jam)

2.14.4. Tundaan Geometrik Simpang (DG)

Tundaan geometrik simpang adalah tundaan yang diakibatkan oleh geometrik simpang. DG dapat dihitung dengan menggunakan persamaan ataupun rumus berikut.

Untuk $DS < 1,0$ dapat dihitung dengan menggunakan Rumus

$$DG = (1-DS) \times (PT \times 6 + (1 - PT) \times 3) + DS \times 4.$$

Untuk $DS \geq 1,0$ dapat dihitung dengan menggunakan rumus

$$DG = 4 \text{ detik/smp}$$

Dengan :

DG = Tundaan geometrik simpang

DS = Derajat kejenuhan

PT = Rasio belok total

2.14.5. Tundaan Simpang (D)

Tundaan simpang adalah penjumlahan dari tundaan geometrik dan tundaan lalu lintas dapat dihitung dengan menggunakan Rumus

$$D = DG + DTI$$

Dengan :

DG = Tudaan geometrik simpang

DTI = Tundaan lalu-lintas simpang

2.15. Hambatan Samping

Menurut Bina Marga (1997) banyaknya aktifitas samping jalan sering menimbulkan berbagai konflik yang sangat besar pengaruhnya terhadap kelancaran lalu lintas yaitu parkir pada badan jalan (hambatan samping). Hambatan samping adalah dampak terhadap kinerja lalu lintas dari aktifitas samping ruas jalan, seperti pejalan kaki ($PED = \text{Pedestrian}$), parkir dan kendaraan berhenti ($PSV = \text{Parking and Slow of Vehicles}$),

kendaraan keluar masuk ($EEV = \text{Exit and Entry of Vehicles}$), serta kendaraan lambat / kendaraan tidak bermotor ($SMV = \text{Slow Moving of Vehicles}$).

Adapun nilai bobot pengaruh hambatan samping terhadap kapasitas menurut MKJI 1997 dapat dilihat pada Tabel 2.8

Tabel 2. 9 Bobot Pengaruh Hambatan Samping

Tipe Kejadian Hambatan Samping	Simbol	Faktor Bobot
Pejalan Kaki	PED	(bobot = 0,5)
Kendaraan parkir/berhenti	PSV	(bobot = 1,0)
Kendaraan keluar/masuk dari/ke ke sisi jalan	EEV	(bobot = 0,7)
Kendaraan bergerak lambat	SMV	(bobot = 0,4)

Sumber : Bina Marga (1997)

Tingkat hambatan samping telah dikelompokkan dalam lima kelas dari kondisi sangat rendah (*very low*), rendah (*low*), sedang (*medium*), tinggi (*high*) dan sangat tinggi (*very high*). Kondisi ini sebagai fungsi dari frekuensi kejadian hambatan samping sepanjang ruas jalan yang diamati. Tingkat hambatan samping dapat dilihat pada Tabel 2.9 dibawah.

Tabel 2. 10 Tingkat Hambatan Samping

Kelas Hambatan Samping	Kode	Jumlah Bobot Kejadian per 200 M per jam (Dua Sisi)	Kondisi Khusus
Sangat Rendah	VL	< 100	Daerah permukiman, jalan dengan jalan samping
Rendah	L	100 – 299	Daerah permukiman, beberapa kendaraan umum dsb,
Sedang	M	300 – 499	Daerah industri, beberapa toko di sisi jalan
Tinggi	H	500 – 899	Daerah komersial dengan aktivitas sisi jalan tinggi
Sangat Tinggi	VH	> 900	Daerah komersial dengan aktivitas pasar di samping jalan

Sumber : Bina Marga (1997)

Dalam menentukan nilai Kelas hambatan samping digunakan Persamaan (Bina Marga, 1997) berikut.

$$SFC = PED + PSV + EEV + SMV;$$

Keterangan :

SFC = Kelas Hambatan sampling

PED = Frekuensi pejalan kaki

PSV = Frekuensi bobot kendaraan parkir

EEV = Frekuensi bobot kendaraan masuk/keluar sisi jalan

SMV = Frekuensi bobot kendaraan lambat.

2.16. Peluang Antrian

Peluang antrian atau *Queue Probability (QP)* menunjukkan hubungan empiris antara peluang antrian dan derajat kejenuhan (DS) yang terletak antara garis (MKJI 1997). Peluang antrian dapat dihitung dengan menggunakan formula berikut ini

$$\text{Batas atas } QP\% = 47,71 \times DS - 24,68 \times DS^2 + 56,47 \times DS^3$$

$$\text{Batas bawah } QP\% = 9,02 \times DS + 20,66 \times DS^2 + 10,49 \times DS^3$$

2.17. Perhitungan Rasio Berbelok dan Rasio Arus Jalan Minor

Perhitungan rasio berbelok dan rasio arus jalan minor dapat dihitung menggunakan formula berikut ini:

Rasio arus jalan simpang (PMI)

$$PMI = QMI / Q_{tot}$$

Dengan :

QMI = arus total jalan simpang (smp/jam)

Q_{tot} = Jumlah arus total (smp/jam)

Rasio lalu lintas berbelok total (PT)

Rasio belok Kiri

$$(PLT)PLT = QLT / Q_{tot}$$

Dengan :

QLT = arus total belok kiri (smp/jam)

Q_{tot} = Jumlah arus total (smp/jam)

Rasio belok kanan

$$(PRT)PRT = QRT / Q_{tot}$$

Dengan :

QRT = arus total belok kanan (smp/jam)

Q_{tot} = Jumlah arus total (smp/jam)

Rasio antara lalu lintas kendaraan bermotor dengan kendaraan tak bermotor

$$(PUM)PUM = QUM / Q_{tot}$$

Dengan :

QUM = Arus kendaraan tak bermotor pada persimpangan (smp/jam)

Q_{tot} = Jumlah arus total (smp/jam)

2.18. Titik Konflik Pada Simpang Tak Bersinyal

Daerah konflik dapat direpresentasikan sebagai diagram yang memperhitungkan arus, penggabungan, penyebaran, dan perlintasan kendaraan di suatu persimpangan, yang menunjukkan sifat konflik dan potensi kecelakaan di persimpangan tersebut. Arus lalu lintas yang terkena dampak tabrakan di persimpangan menunjukkan perilaku yang kompleks. Setiap tindakan, seperti belok

kiri, belok kanan, atau lurus, menghadapi konflik yang berbeda-beda, yang berkaitan langsung dengan perilaku tindakan tersebut. Pada dasarnya ada empat jenis pertemuan gerakan lalu lintas adalah sebagai berikut:

- a. Gerakan memotong (*Crossing*)
- b. Gerakan memisah (*Diverging*)
- c. Gerakan menyatu (*Merging / Converging*)
- d. Gerakan jalinan / Anyaman (*Weaving*) tipe simpang (*IT*)