BAB II

TINJAUAN PUSTAKA DAN KERANGKA BERPIKIR

2.1 Simpang Bersinyal

Simpang adalah bagian dari jaringan jalan tempat dua atau lebih arus lalu lintas bertemu, dan menjadi titik potensial terjadinya konflik antar kendaraan. Menurut Direktorat Jenderal Bina Marga (2024), simpang memiliki peran penting dalam menentukan kelancaran arus lalu lintas, karena merupakan titik di mana terjadi perubahan arah, pergerakan, dan interaksi antar kendaraan. Fungsi utama simpang adalah mengatur prioritas pergerakan kendaraan sehingga tidak terjadi kemacetan atau kecelakaan. Persimpangan merupakan lokasi bertemunya beberapa ruas jalan yang menjadi bagian penting dalam jaringan jalan. Pada titik ini, berbagai arus lalu lintas dari arah berbeda saling berpotongan sehingga meningkatkan potensi terjadinya konflik pergerakan kendaraan dan permasalahan lalu lintas. (Gayo *et al.*, 2017).

Tabel 2.1. Klasifikasi Simpang Berdasarkan Kontrol Lalu Lintas

Jenis Simpang	Ciri Pengendalian	Contoh Lokasi
Simpang Tak Bersinyal	Mengandalkan prioritas	Jalan lokal
Simpang Bersinyal	Dikendalikan lampu	Perkotaan, kawasan padat
Simpang Bundaran	Arus melingkar	Kawasan perumahan

Sumber: Bina Marga (2024)

Mengacu pada sistem pengendaliannya (Tabel 2.1), simpang dikelompokkan ke dalam tiga kategori, yaitu simpang tak bersinyal, simpang bersinyal, dan simpang berbentuk bundaran (roundabout). Pembagian ini menjadi aspek krusial dalam perancangan dan penilaian kinerja simpang karena masing-masing tipe memiliki karakteristik konflik dan tingkat kapasitas yang berbeda (Umam *et al.*, 2024). Dalam pengoperasiannya, simpang bersinyal menggunakan sistem pengendalian berupa lampu lalu lintas yang terdiri atas warna merah, kuning, dan

lib.mercubuana.ac.id

hijau. Akses pengguna jalan pada setiap lengan simpang dibatasi dan hanya diperkenankan saat sinyal lalu lintas menunjukkan warna hijau.

Persimpangan jalan atau simpang adalah area pertemuan beberapa ruas jalan yang mengakomodasi peralihan arah arus lalu lintas, sehingga memiliki potensi terjadinya konflik antar pengguna jalan. Persimpangan yang dioperasikan dengan perangkat pengendali sinyal lalu lintas dikenal sebagai simpang bersinyal. Fungsi utama penerapan sinyal lalu lintas pada simpang adalah mengatur giliran pergerakan kendaraan dan pejalan kaki untuk mengurangi konflik, meningkatkan kapasitas pelayanan, serta menjaga keteraturan arus pada kondisi lalu lintas yang relatif padat (Surandono, 2013).

Klasifikasi simpang bersinyal dapat dilihat dari beberapa aspek yang relevan untuk rekayasa lalu lintas dan perencanaan operasional. Pertama, berdasarkan konfigurasi geometrik, simpang dapat dikategorikan menjadi simpang tiga (*T-intersection*), simpang empat (*cross intersection*), dan simpang yang lebih kompleks (*multi-leg intersection*). Kedua, berdasarkan pengendalian pergerakan, simpang bersinyal dapat memiliki berbagai macam pengaturan fase—misalnya dua-fase, tiga-fase, atau multi-fase—yang ditentukan oleh arah dominan arus, kebutuhan belok kiri/kanan, serta prioritas tertentu (angkutan umum, tram, dsb.). Pemilihan konfigurasi fase yang tepat berpengaruh langsung terhadap efisiensi pelepasan arus dan besarnya tundaan rata-rata pada tiap lengan simpang (Asianto *et al*., 2023).

Penataan persimpangan melalui penggunaan alat pemberi isyarat lalu lintas (APILL) dinilai sebagai solusi paling efisien bagi kawasan dengan intensitas mobilitas tinggi. Fokus utama dari mekanisme ini adalah untuk memisahkan trayek pergerakan kendaraan agar tidak terjadi perpotongan arus yang berisiko memicu kecelakaan. Menurut literatur yang disusun oleh Alamsyah (2008), terdapat berbagai variasi dan konfigurasi sinyal lalu lintas yang dapat diterapkan pada persimpangan untuk mengakomodasi kebutuhan distribusi arus tersebut:

- Pada sistem sinyal lalu lintas dua fase, pengendalian difokuskan pada pemisahan konflik primer saja. Konflik primer adalah konflik yang terjadi akibat pergerakan arus lalu lintas yang berpotongan secara tegak lurus.

lib.mercubuana.ac.id

- Pada sistem sinyal lalu lintas dua fase dengan pemutusan hijau, pengendalian dilakukan untuk memberikan peningkatan kapasitas pada arus lalu lintas belok kanan.
- Pada sistem sinyal lalu lintas multi fase, pengaturan dilakukan dalam tiga atau empat fase dengan pemisahan fase pada masing-masing ruas jalan. Tujuan penerapan sistem ini adalah untuk mengoptimalkan pergerakan arus lalu lintas belok kanan, khususnya pada jalan utama.

2.2 Teori dan Jenis-Jenis Konflik

Problematika transportasi di titik pertemuan jalan disebabkan oleh diversitas arah pergerakan kendaraan, baik itu pergerakan lateral maupun longitudinal. Titik-titik konflik di area persimpangan merupakan konsekuensi logis dari perebutan ruang antar kendaraan yang melakukan manuver lurus atau berbelok secara simultan. Persaingan ruang ini menciptakan risiko tabrakan yang terbagi ke dalam beberapa klasifikasi. Secara umum, literatur teknik lalu lintas mengidentifikasi empat jenis konflik fundamental yang kerap muncul pada struktur persimpangan, antara lain (Risdiyanto, 2014) (Gambar 2.1):

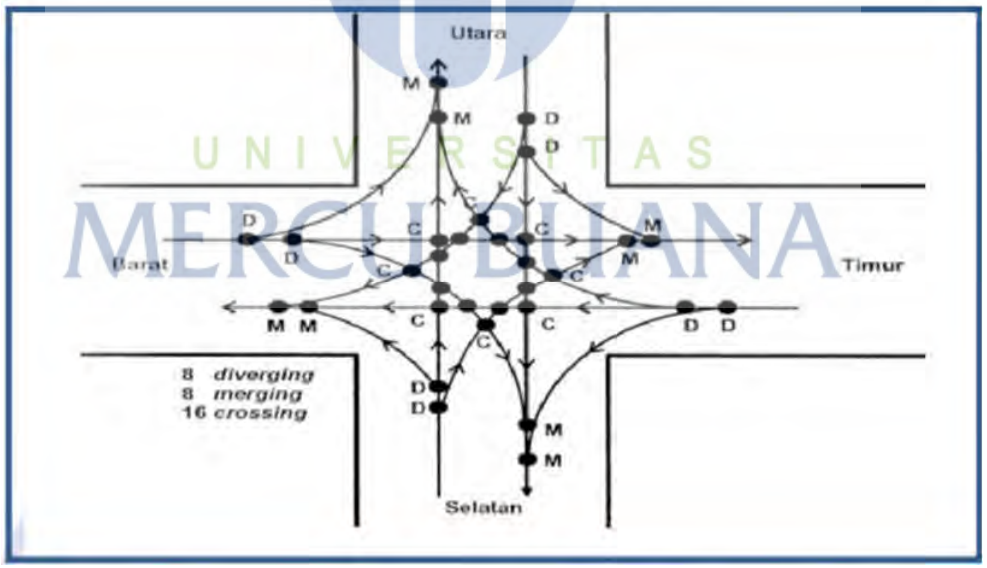
a. Berpencar, (*diverging*), arus lalu lintas dari satu arah penyebaran dalam dua arah yang berbeda.
b. Bergabung, (*Merging*), pada lalu lintas dari dua arah yang berbeda yang bertemu pada arah yang sama.
c. Bersilang (*Crossing*), arus lalu lintas yang memasuki persimpangan dari dua arah yang berbeda dan saling bersilangan.
d. Menjalin (*Weaving*), arus lalu lintas dari dua arah yang berbeda memasuki persimpangan lalu menyimpul dan kemudian menyebar dalam dua arah yang berbeda.

lib.mercubuana.ac.id



Gambar 2.1. Jenis konflik yang terjadi dipersimpangan

Sebagaimana diilustrasikan dalam gambar tersebut, konfigurasi jumlah serta tipologi konflik pada persimpangan berlengan empat sangat bergantung pada interaksi antar kendaraan. Setiap manuver yang berasal dari satu pendekat baik berupa pergerakan lurus, belok kiri, maupun belok kanan secara otomatis akan membentuk titik persinggungan spesifik saat berpapasan dengan arus kendaraan dari tiga arah lainnya. Fenomena konvergensi arus ini menghasilkan sebaran titik konflik yang unik dan bervariasi, tergantung pada intensitas dan arah pergerakan yang terjadi secara simultan di area simpang tersebut.



Gambar 2.2. Jenis Konflik yang ada di Simpang empat
(Sumber: PKJI, 2023)

UNIVERSITAS MERCUBUANA

lib.mercubuana.ac.id

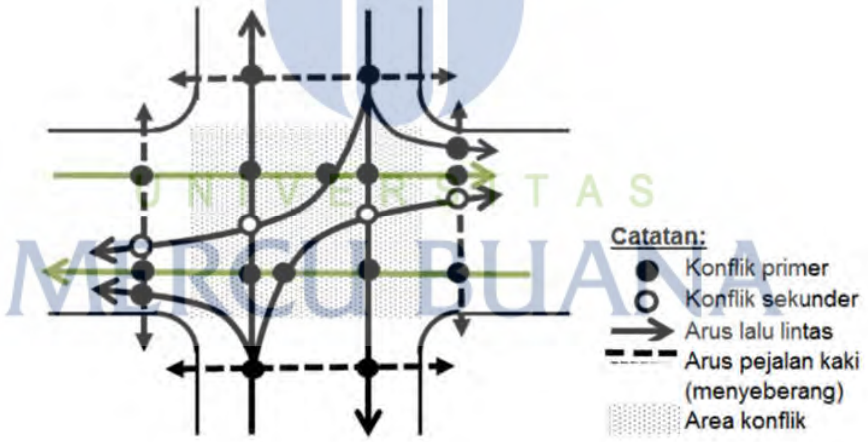
Sebagaimana ditampilkan pada gambar di atas, persimpangan empat lengan menghasilkan sejumlah titik konflik lalu lintas, yaitu 16 titik konflik bersilang, 8 titik konflik bergabung, dan 8 titik konflik memisah (Gambar 2.2).

Jumlah dan konflik pada persimpangan akan sangat bergantung pada:

1. Jumlah lengan persimpangan
2. Jumlah lajur setiap lengan persimpangan
3. Arah pergerakan arus lalu lintas dari setiap lengan persimpangan (belok kiri, belok kanan, dan lurus)
4. Pengaturan pergerakan arus lalu lintas (fase)

Berdasarkan sifatnya konlik yang ditimbulkan dibagi menjadi 2 tipe yaitu (Gambar 2.3):

1. Konflik primer, ialah konflik yang terjadi antara arus lalu lintas yang saling memotong.
2. Konflik sekunder, ialah konflik yang terjadi antara arus lalu lintas kanan dengan arus lalu lintas arah lainnya dan lalu lintas belok kiri dengan para pejalan kaki.



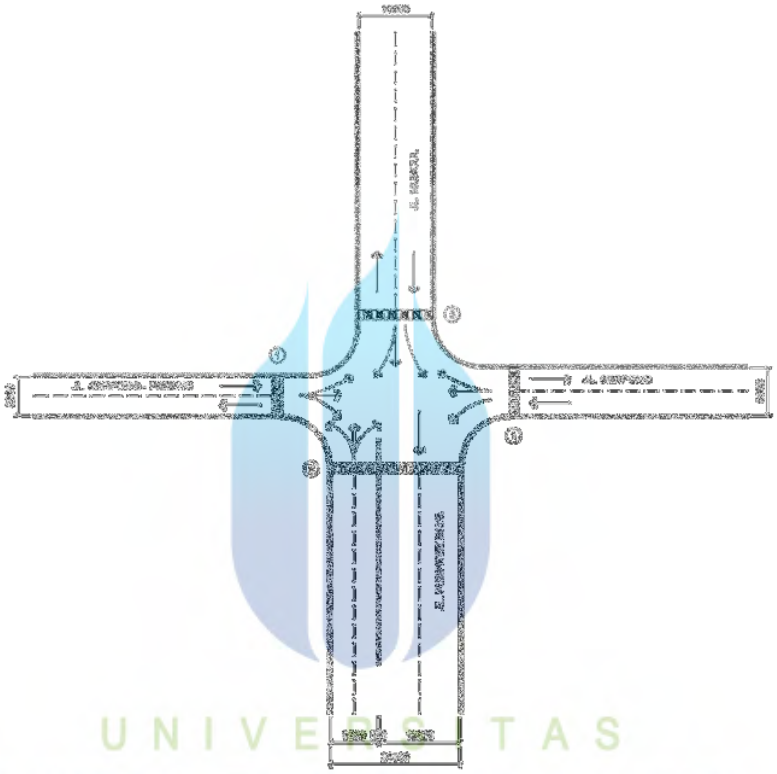
Gambar 2.3. Konflik Primer dan Sekunder Simpang APILL 4 lengan
(Sumber: PKJI, 2023)

lib.mercubuana.ac.id

Sedangkan untuk tindakan pencegahan di bagi menjadi 3 macam yaitu:

1. Mengerem (*Breaking*)
2. Mengelak (*Swerving*)
3. Mempercepat (*Acceleration*)

2.3 Pergerakan Konflik di Simpang Empat Muncul



Gambar II.4. Pergerakan Konflik di Simpang Empat Muncul

Simpang Empat Muncul (gambar 2.4) merupakan simpang bersinyal dengan empat pendekat utama, yaitu Jl. Muncul, Jl. Serpong, Jl. Serpong–Parung, dan Jl. Raya Puspiptek. Setiap pendekat memiliki pergerakan lurus, belok kiri, dan belok kanan yang saling berpotongan di area tengah simpang. Kondisi ini menimbulkan berbagai jenis konflik lalu lintas, terutama konflik menyilang (*crossing conflict*), konflik menyatu (*merging conflict*), dan konflik berpisah (*diverging conflict*), yang berpotensi memengaruhi tingkat keselamatan.

Konflik menyilang umumnya terjadi antara kendaraan dari Jl. Muncul dan Jl. Raya Puspiptek yang bergerak lurus dengan kendaraan dari Jl. Serpong dan Jl.

lib.mercubuana.ac.id

Serpong–Parung yang melakukan manuver belok kanan. Perpotongan lintasan ini menciptakan titik konflik utama di tengah simpang, terutama pada fase hijau bersamaan, sehingga meningkatkan risiko perlambatan mendadak dan hampir tabrakan. Selain itu, konflik menyilang juga melibatkan kendaraan belok kanan yang berpotensi berinteraksi dengan arus pejalan kaki yang menyeberang.

Konflik menyatu terjadi pada kendaraan yang melakukan belok kiri dari masing-masing pendekat dan kemudian bergabung dengan arus lalu lintas pada lengan penerima. Perbedaan kecepatan kendaraan serta keterbatasan ruang *manuver* di dekat garis henti simpang menyebabkan terjadinya pengereman mendadak dan perubahan arah secara tiba-tiba. Konflik jenis ini umumnya terjadi pada pendekat Jl. Serpong dan Jl. Serpong–Parung yang memiliki volume lalu lintas tinggi pada jam sibuk.

Konflik berpisah muncul ketika kendaraan dari satu arus memisahkan diri ke arah belok kanan atau belok kiri setelah melewati area konflik utama. Perbedaan kecepatan dan keterbatasan jarak pandang antar kendaraan sering menyebabkan interaksi yang berpotensi menimbulkan konflik, khususnya pada kendaraan roda dua yang melakukan *manuver* cepat. Secara keseluruhan, pola pergerakan di Simpang Empat Muncul menunjukkan bahwa konflik paling dominan adalah konflik menyilang akibat interaksi antara arus lurus dan belok kanan, sehingga simpang ini memiliki tingkat potensi konflik yang relatif tinggi.

UNIVERSITAS MERCU BUANA

2.4 Lalu Lintas

Secara yuridis, lalu lintas didefinisikan sebagai aktivitas perpindahan kendaraan dan individu di dalam ruang lingkup jalan raya (UU No. 22 Tahun 2009). Ruang tersebut merupakan sebuah ekosistem prasarana yang sengaja disediakan untuk mengakomodasi arus transportasi, baik untuk kepentingan manusia maupun distribusi logistik. Di samping definisi operasional tersebut, peraturan perundang-undangan yang sama memberikan batasan kategori terkait insiden atau kecelakaan lalu lintas, yang secara spesifik dikelompokkan ke dalam beberapa poin, yakni:

1. Kecelakaan lalu lintas ringan adalah kecelakaan yang dampaknya terbatas pada kerusakan kendaraan dan barang, tanpa menimbulkan luka ringan, luka berat, ataupun korban meninggal dunia

lib.mercubuana.ac.id

2. Kecelakaan lalu lintas sedang didefinisikan sebagai peristiwa kecelakaan yang mengakibatkan cedera ringan bagi pengguna jalan dan kerugian materiil berupa kerusakan kendaraan atau barang.

3. Kecelakaan lalu lintas berat adalah kecelakaan dengan dampak paling serius, yang ditandai oleh terjadinya luka berat pada korban sampai dengan adanya korban meninggal dunia.

Ada beberapa hal yang menjadi penyebab kecelakaan lalu lintas yaitu :

a. Geometrik jalan, seperti lengkungan super elevasi, jarak pandang, tanjakan atau turunan.
b. Kondisi fisik perkerasan dan permukaan jalan, termasuk jalan berlubang, bergelombang, serta mengalami retakan, merupakan aspek yang perlu diperhatikan dalam keselamatan lalu lintas.
c. Marka dan rambu lalu lintas yang kondisinya tidak memadai, seperti marka yang tidak standar serta rambu lalu lintas yang rusak atau tidak terlihat dengan jelas, dapat menurunkan tingkat keselamatan pengguna jalan.

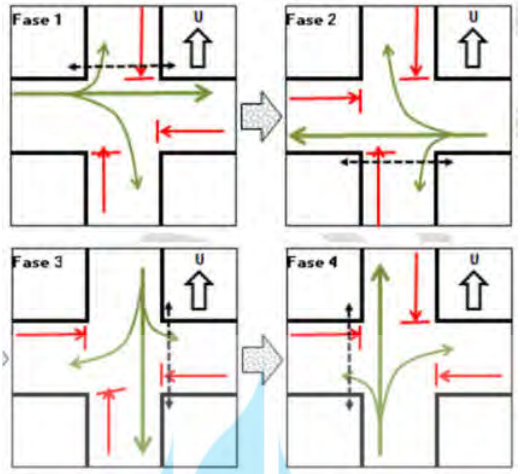
2.4.1 Fase Lalu Lintas

Secara teknis, APILL berfungsi mengorganisir sirkulasi kendaraan di persimpangan dengan memanfaatkan sistem isyarat triwarna yang baku. Berdasarkan prinsip PKJI, penggunaan sinyal tersebut ditujukan untuk memisahkan trayek arus yang saling bersilangan melalui pembagian durasi waktu tempuh yang teratur. Esensi dari penggunaan APILL adalah untuk memelihara performa simpang saat volume kendaraan mencapai puncaknya sekaligus meminimalisasi probabilitas kecelakaan fatal. Sebagai standar keselamatan, pengaturan siklus sinyal wajib menyertakan transisi lampu kuning dan periode *all-red* guna memastikan area persimpangan telah bersih dari kendaraan sebelum arus dari arah lain diberikan hak jalan. Fungsi lampu kuning adalah sebagai masa peringatan berakhirnya fase jalan, sedangkan periode merah semua berperan sebagai jeda keselamatan untuk menjamin kendaraan yang masih berada di area konflik memiliki waktu evaporasi yang cukup. Mekanisme ini mencegah terjadinya benturan antar arus kendaraan yang bergantian ruang. Di sisi lain, fase merupakan sebuah struktur siklus di mana

lib.mercubuana.ac.id

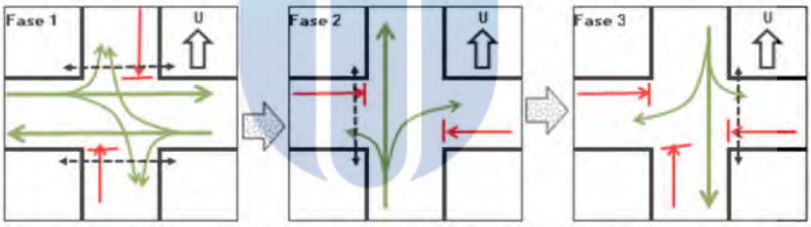
sekumpulan arus lalu lintas menerima perintah isyarat lampu yang sama dalam satu periode waktu tertentu, misalnya (PKJI, 2023):

1. Perempatan dengan 4 fase



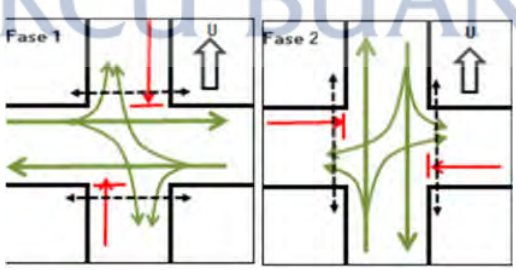
Gambar 2.5. Persimpangan dengan 4 fase
(Sumber: Pedoman Kapasitas Jalan Indonesia (PKJI), 2023)

2. Perempatan dengan 3 fase



Gambar 2.6. Persimpangan dengan 3 fase
(Sumber: Pedoman Kapasitas Jalan Indonesia (PKJI), 2023)

3. Perempatan dengan 2 fase



Gambar 2.7. Persimpangan dengan 2 fase
(Sumber: Pedoman Kapasitas Jalan Indonesia (PKJI), 2023)

2.4.2 Jenis-Jenis Volume Lalu Lintas

Jenis-jenis volume lalu lintas Jenis-jenis volume lalulintas sebagai berikut (Risdiyanto, 2014):

lib.mercubuana.ac.id

1. LHRT (Lalu Lintas Harian Rata-rata Tahunan) = AADT (*Average Annual Daily Traffic*), adalah volume lalu lintas rata-rata 24 jam disuatu lokasi selama setahun penuh (365 hari), dan merupakan jumlah total kendaraan yang melewati tempat tersebut dalam setahun dibagi dengan jumlah hari dalam setahun (365 hari).
2. LHR (Lalu Lintas Harian Rata-rata) =AADV (*Average Annual Daily Traffic*), adalah volume lalu lintas harian rata-rata 24 jam di lokasi tertentu selama beberapa periode waktu kurang dari setahun.

2.4.3 Fasilitas Perlengkapan Jalan

Fasilitas perlengkapan jalan dibagi menjadi dua yaitu marka dan rambu lalu lintas. Berikut adalah fasilitas perlengkapan jalan (Hermansyah, 2023):

1. Marka

Marka jalan berfungsi sebagai elemen instruksional yang krusial dalam memberikan kepastian arah bagi pengguna ruang lalu lintas. Penggunaan marka spesifik ditujukan untuk mengakomodasi berbagai norma, petunjuk teknis, serta isyarat waspada yang sifatnya lebih detail dibandingkan perangkat lalu lintas lainnya. Mengacu pada pedoman perlengkapan jalan yang diratifikasi oleh Departemen Perhubungan, klasifikasi marka jalan ini dirancang untuk memastikan keteraturan arus, yang di antaranya terdiri dari:

a. Secara umum, marka membujur digunakan sebagai pembatas dan penunjuk jalan pada ruas jalan tertentu guna mengarahkan pergerakan lalu lintas.
b. Marka melintang atau transversal merupakan jenis marka jalan yang umumnya diterapkan sebagai marka melintas untuk mengendalikan dan mengarahkan arus lalu lintas.
c. Marka serong merupakan jenis marka jalan yang berfungsi untuk menyampaikan informasi atau peringatan kepada pengguna jalan mengenai keadaan di sekitar marka.
d. Dalam pengaplikasiannya, marka lambang berbentuk tanda panah, simbol segitiga, atau tulisan yang digunakan untuk menginformasikan ketentuan tertentu kepada pengguna jalan yang tidak tercantum pada rambu lalu lintas.

lib.mercubuana.ac.id

Penerapan marka jalan yang tepat dapat membantu mengurangi potensi konflik antar kendaraan serta meningkatkan keteraturan pergerakan lalu lintas di simpang. Berikut ini disajikan beberapa contoh marka jalan yang umum digunakan pada simpang bersinyal.

a. *Yellow Box Junction*

Salah satu pengaturan untuk menanggulangi permasalahan antrian pada persimpangan adalah dengan menggunakan marka Yellow Box Junction atau disebut juga dengan marka kotak kuning. Yellow Box Junction adalah marka jalan berbentuk segi empat berwarna kuning yang berfungsi melarang kendaraan berhenti di suatu area. Marka ini melarang kendaraan berhenti di atasnya, sehingga apabila masih terdapat kendaraan yang melintas di atas marka ataupun terjadi antrian pada lengan simpang yang dituju, maka pengendara yang belum memasuki simpang harus berhenti dan menunggu di belakang garis henti (Mahendra & Hasyim, 2025).

b. *Zebra cross*

Fasilitas penyeberangan *zebra cross* baik dengan ada atau tidaknya pelindung, merupakan fasilitas meyneberang jalan yang ditujukan untuk pejalan kaki, ditandai dengan rambu jalan berupa line memanjang. *Zebra cross* adalah tanda penyeberangan pejalan kaki yang digunakan untuk menandai tempat di jalan dimana pejalan kaki dapat menyeberang jalan dengan aman (Suryadarmawan *et al.*, 2023).

c. Ruang Henti Kendaraan (RHK)

salah satu prasarana yang dibangun oleh pemerintah ialah zona Ruang Henti Khusus (RHK) sesuai dengan surat edaran Menteri Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat Nomor 52/SE/M/2015 tentang Pedoman Perancangan Ruang Henti Khusus (RHK) Sepeda Motor Pada Simpang Bersinyal di Kawasan Perkotaan dimana menjadi acuan dalam menetapkan ketentuan dan prosedur tentang tata cara perancangan RHK yang meliputi syarat geometrik, syarat kondisi lalu lintas dan perancangan teknis RHK. RHK itu sendiri merupakan tempat pemisahan ruang tunggu sepeda motor dengan kendaraan roda empat di suatu persimpangan sehingga ketika saat fase hijau arus kendaraan bisa menjadi lebih teratur dan tertib (Arnanda *et al*., 2019).

lib.mercubuana.ac.id

2. Rambu

Rambu lalu lintas adalah sarana utama dalam pengendalian lalu lintas yang berperan mengatur, memperingatkan, dan mengarahkan pengguna jalan. Oleh karena itu, efektivitas rambu lalu lintas perlu didukung oleh pemenuhan persyaratan tertentu:

a. Memenuhi kebutuhan.
b. Menarik perhatian dan mendapat respek dari pengguna jalan.
c. Memberikan beberapa pesan sederhana dan mudah dimengerti.
d. Menyediakan Menyediakan waktu cukup kepada pengguna jalan dalam memberikan respon.

Ada banyak jenis dan tipe rambu yang diatur dalam peraturan Keputusan Menteri Perhubungan No. 61 Tahun 1993, Tentang rambu lalu lintas dijalan antara lain:

a. Sebagai rambu peringatan, rambu ini berfungsi menyampaikan informasi mengenai potensi bahaya atau area berisiko kepada pengguna jalan sebelum mencapai lokasi tersebut. Rambu peringatan biasanya ditandai dengan latar kuning serta simbol atau tulisan berwarna hitam.
b. Rambu larangan adalah jenis rambu lalu lintas yang digunakan untuk menyampaikan larangan tertentu kepada pengguna jalan, yang ditandai dengan latar putih dan simbol atau tulisan berwarna hitam atau merah.
c. Rambu perintah digunakan untuk menyampaikan ketentuan yang wajib dipatuhi oleh pengguna jalan, yang ditandai dengan latar berwarna biru, simbol atau tulisan putih, serta garis serong merah sebagai tanda berakhirnya ketentuan tersebut.

Adapun jenis dan tipe dari rambu petunjuk yang dibedakan menjadi 3 macam :

a. Rambu petunjuk arah merupakan rambu lalu lintas yang digunakan untuk menunjukkan letak fasilitas umum, batas administrasi wilayah, kondisi ruas jalan, rambu kata, serta lokasi khusus, yang umumnya memiliki warna dasar biru.
b. Rambu petunjuk pendahulu jurusan, rambu petunjuk jurusan, serta rambu penegas jurusan merupakan rambu lalu lintas yang digunakan untuk menyampaikan informasi arah menuju suatu tujuan, seperti kota, kabupaten,

lib.mercubuana.ac.id

atau wilayah tertentu. Rambu-rambu ini umumnya memiliki warna dasar hijau dengan lambang dan tulisan berwarna putih.

c. Rambu petunjuk jurusan kawasan dan objek wisata merupakan rambu lalu lintas yang ditandai dengan warna dasar cokelat serta lambang dan tulisan berwarna putih.

2.5 *Traffic Conflict Technique* (TCT)

Traffic Conflict Technique (TCT) adalah metode pengamatan yang digunakan untuk menilai potensi kecelakaan lebih awal lewat identifikasi "konflik" atau kejadian hampir kecelakaan (*near-miss*). Konflik lalu lintas didefinisikan sebagai situasi di mana kendaraan atau pengguna jalan harus melakukan manuver tiba-tiba (seperti mengerem, menghindar, atau mengubah arah) untuk menghindari benturan, jika tidak maka akan terjadi kecelakaan. TCT digunakan sebagai alat *surrogate safety measure* dimana data kecelakaan aktual belum banyak atau kurang representatif (Al Aziz *et al.*, 2025).

2.5.1 Definisi Konflik pada TCT

Konflik lalu lintas diklasifikasikan berdasarkan tingkat keparahan dan potensi terjadinya kecelakaan. Menurut metode *Traffic Conflict Technique (TCT)*, konflik dapat dibedakan menjadi tiga kategori utama, yaitu *serious conflict*, *minor conflict*, dan *potential conflict*. *Serious conflict* merupakan jenis konflik dengan tingkat keparahan paling tinggi, di mana pengemudi harus melakukan manuver menghindar secara ekstrem seperti pengereman mendadak, perubahan arah tiba-tiba, atau jarak waktu antar kendaraan yang sangat pendek. Kondisi ini biasanya ditandai dengan nilai *Time to Accident (TA)* yang rendah, yakni kurang dari 0,5 detik, yang menunjukkan risiko benturan yang tinggi jika tidak dilakukan manuver penghindaran (Modanggu *et al*., 2021).

Time to Accident (TA) adalah interval waktu dari saat tindakan menghindar dilakukan hingga potensi terjadinya tabrakan, apabila tidak terjadi perubahan kecepatan dan arah kendaraan oleh pengguna jalan. Nilai Time to Accident (TA) dapat dihitung menggunakan persamaan berikut (Saprollah *et al.*, 2022):

$TA = d / v$……..(2.1)

Dengan :

lib.mercubuana.ac.id

d =Jarak tempuh menuju titik potensial

v =Kecepatan kendaraan ketika tindakan menghindar.

Setelah perkiraan jarak (d) dan kecepatan kendaraan (v) diketahui, kemudian plot ke tabel untuk memperoleh nilai TA (*Time to Accident*) yang dapat dilihat pada tabel 2.2:

Tabel 2.2. Menentukan nilai TA (*Time to Accident*)

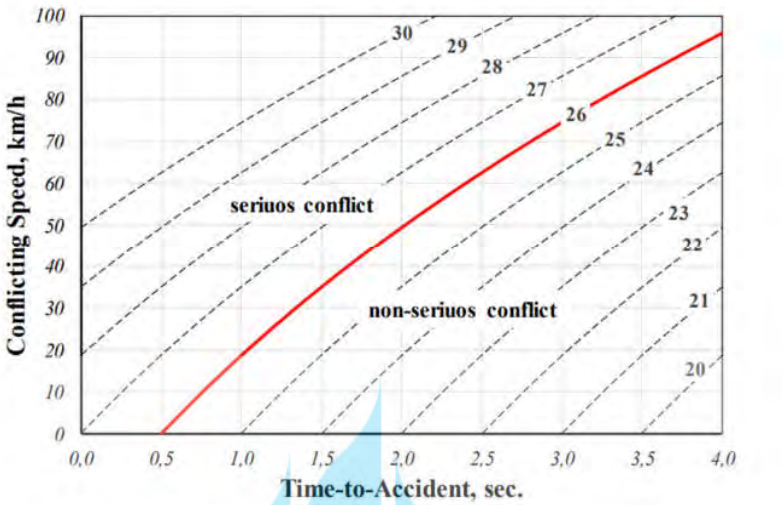
Speed		Distance, m																			
km/h	*m/s*	0,5	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55
5	*1,4*	0,4	0,7	1,4	2,2	2,9	3,6	4,3	5,0	5,8	6,5	7,2									
10	*2,8*	0,2	0,4	0,7	1,1	1,4	1,8	2,2	2,5	2,9	3,2	3,6	5,4	7,2	9,0						
15	*4,2*	0,1	0,2	0,5	0,7	1,0	1,2	1,4	1,7	1,9	2,2	2,4	3,6	4,8	6,0	7,2	8,4	9,6			
20	*5,6*	0,1	0,2	0,4	0,5	0,7	0,9	1,1	1,3	1,4	1,6	1,8	2,7	3,6	4,5	5,4	6,3	7,2	8,1	9,0	9,9
25	*6,9*	0,1	0,1	0,3	0,4	0,6	0,7	0,9	1,0	1,2	1,3	1,4	2,2	2,9	3,6	4,3	5,0	5,8	6,5	7,2	7,9
30	*8,3*	0,1	0,1	0,2	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	1,0	1,1	1,2	1,8	2,4	3,0	3,6	4,2	4,8	5,4	6,0	6,6
35	*9,7*	0,1	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0	1,5	2,1	2,6	3,1	3,6	4,1	4,6	5,1	5,7
40	*11,1*	0,0	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1,4	1,8	2,3	2,7	3,2	3,6	4,1	4,5	5,0
45	*12,5*		0,1	0,2	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,6	0,7	0,8	1,2	1,6	2,0	2,4	2,8	3,2	3,6	4,0	4,4
50	*13,9*		0,1	0,1	0,2	0,3	0,4	0,4	0,5	0,6	0,6	0,7	1,1	1,4	1,8	2,2	2,5	2,9	3,2	3,6	4,0
55	*15,3*		0,1	0,1	0,2	0,3	0,3	0,4	0,5	0,5	0,6	0,7	1,0	1,3	1,6	2,0	2,3	2,6	2,9	3,3	3,6
60	*16,7*		0,1	0,1	0,2	0,2	0,3	0,4	0,4	0,5	0,5	0,6	0,9	1,2	1,5	1,8	2,1	2,4	2,7	3,0	3,3
65	*18,1*		0,1	0,1	0,2	0,2	0,3	0,3	0,4	0,4	0,5	0,6	0,8	1,1	1,4	1,7	1,9	2,2	2,5	2,8	3,0
70	*19,4*		0,1	0,1	0,2	0,2	0,3	0,3	0,4	0,4	0,5	0,5	0,8	1,0	1,3	1,5	1,8	2,1	2,3	2,6	2,8
75	*20,8*		0,0	0,1	0,1	0,2	0,2	0,3	0,3	0,4	0,4	0,5	0,7	1,0	1,2	1,4	1,7	1,9	2,2	2,4	2,6
80	*22,2*		0,0	0,1	0,1	0,2	0,2	0,3	0,3	0,4	0,4	0,5	0,7	0,9	1,1	1,4	1,6	1,8	2,0	2,3	2,5
85	*23,6*		0,0	0,1	0,1	0,2	0,2	0,3	0,3	0,3	0,4	0,4	0,6	0,8	1,1	1,3	1,5	1,7	1,9	2,1	2,3
90	*25,0*		0,0	0,1	0,1	0,2	0,2	0,2	0,3	0,3	0,4	0,4	0,6	0,8	1,0	1,2	1,4	1,6	1,8	2,0	2,2
95	*26,4*		0,0	0,1	0,1	0,2	0,2	0,2	0,3	0,3	0,3	0,4	0,6	0,8	0,9	1,1	1,3	1,5	1,7	1,9	2,1
100	*27,8*		0,0	0,1	0,1	0,1	0,2	0,2	0,3	0,3	0,3	0,4	0,5	0,7	0,9	1,1	1,3	1,4	1,6	1,8	2,0

(Sumber: The Swedish Traffic Conflict Technique, 2018)

Pendekatan *time-to-accident* mengklasifikasikan tingkat bahaya suatu interaksi kendaraan berdasarkan dinamika kecepatan sesaat dan selang waktu relatif hingga titik tabrakan teoretis. Penentuan status konfrontasi antar pengguna jalan ini sangat bergantung pada posisinya terhadap garis kurva standar; nilai kecepatan dan TA yang melampaui garis kurva tersebut mengindikasikan adanya konflik serius yang berpotensi besar menjadi kecelakaan nyata. Di sisi lain, insiden yang nyaris memicu kecelakaan namun tetap berada di bawah atau di luar cakupan kurva tersebut didefinisikan sebagai konflik tidak serius. Secara teknis, sumbu X pada instrumen ini menggambarkan sisa waktu reaksi (detik) hingga titik potensi benturan, sedangkan sumbu Y merepresentasikan klasifikasi intensitas konflik tersebut. Hubungan antara kedua variabel ini bersifat linier terhadap tingkat bahaya, semakin tinggi nilai pada sumbu Y, semakin tinggi pula urgensi konflik yang

lib.mercubuana.ac.id

terjadi. Perbandingan komprehensif mengenai batasan kedua kategori konflik ini disajikan pada Gambar 2.8:



Gambar 2.8. Grafik Batas *Serious Conflict* dengan *Non-Serious Conflict*
(Sumber: The Swedish Traffic Conflict Technique, 2018)

2.5.2 Tingkat Keselamatan Lalu Lintas

Tingginya statistik fatalitas jalan raya di Indonesia menempatkan aspek keselamatan sebagai prioritas utama dalam manajemen lalu lintas perkotaan. Kompleksitas ini sering kali bersumber dari kepadatan arus yang masif, minimnya disiplin berkendara, hingga instabilitas emosional subjek di lapangan. Pendekatan analisis keselamatan kini bergeser dengan memanfaatkan intensitas konflik, khususnya konflik ekstrem, sebagai indikator proksi untuk memetakan kerawanan berdasarkan pola manuver penghindaran yang dilakukan pengemudi. Berangkat dari kerangka tersebut, pengukuran indeks keselamatan jalan selanjutnya dapat dianalisis menggunakan (Hermansyah, 2023):

1. Tingkat konflik serius mencerminkan sebuah skenario di mana jarak waktu untuk memitigasi benturan berada pada ambang batas minimal, sementara kendaraan yang terlibat bergerak dalam kecepatan yang relatif tinggi. Berdasarkan metodologi yang diadopsi, nilai keparahan yang berada di atas ambang 26 (ditandai dengan garis merah pada Gambar 2.7) ditetapkan sebagai batasan formal bagi *serious conflict*. Indikator ini menjadi acuan

lib.mercubuana.ac.id

utama untuk menilai urgensi perbaikan aspek keselamatan di lokasi yang ditinjau.

2. Dalam klasifikasi derajat bahaya, suatu insiden disebut sebagai *non-serious conflict* apabila terdapat ruang waktu yang cukup bagi para pihak untuk bereaksi, dibarengi dengan laju kendaraan yang lambat. Penentuan status ini didasarkan pada plotting data yang berada di bawah level 26 pada kurva evaluasi. Sebagaimana divisualisasikan melalui garis merah pada Gambar 2.7, insiden dalam kategori ini tidak dianggap sebagai ancaman keselamatan yang mendesak, melainkan sebagai bentuk interaksi rutin yang memiliki tingkat kerawanan minimal.

2.5.3 Klasifikasi Kendaraan dalam *Traffic Conflict Technique* (TCT)

Klasifikasi kendaraan merupakan aspek penting untuk mengidentifikasi jenis kendaraan yang terlibat dalam konflik serta memahami karakteristik pergerakan masing-masing kendaraan, karena setiap jenis kendaraan memiliki perbedaan dimensi, kemampuan akselerasi, kecepatan, dan kebutuhan ruang gerak yang berpengaruh terhadap potensi serta tingkat konflik yang terjadi di simpang bersinyal. Pada penelitian ini, klasifikasi kendaraan didasarkan pada jenis kendaraan yang umum dijumpai di lapangan dan disesuaikan dengan kebutuhan survei konflik lalu lintas, yaitu Sepeda Motor (SM), Mobil Pribadi (MP), Truk (T), Angkutan Umum (AU), dan Pick Up (PU), dengan tujuan untuk mempermudah proses pencatatan data konflik serta menganalisis interaksi antar kendaraan secara sistematis di area simpang.

1. Sepeda Motor (SM)

   Sepeda motor (SM) merupakan kendaraan bermotor roda dua dengan tingkat dominasi tinggi pada lalu lintas perkotaan. Kendaraan ini memiliki dimensi kecil dan kemampuan manuver yang tinggi, sehingga sering bergerak di sela-sela kendaraan lain. Karakteristik tersebut meningkatkan potensi konflik, terutama konflik menyilang (*crossing conflict*) dan konflik bergabung (*merging conflict*).

lib.mercubuana.ac.id

2. Mobil Pribadi (MP)

   Mobil pribadi (MP) adalah kendaraan roda empat yang digunakan untuk angkutan penumpang secara pribadi. Kendaraan ini membutuhkan ruang gerak yang lebih luas dibandingkan sepeda motor, sehingga potensi konflik sering terjadi pada saat manuver belok kanan, belok kiri, maupun berhenti mendadak di simpang.

3. Angkutan Umum (AU)

   Angkutan umum (AU), seperti angkot atau minibus kota, memiliki karakteristik operasional yang khas karena sering berhenti untuk menaikkan dan menurunkan penumpang. Perilaku ini dapat mengganggu arus lalu lintas dan meningkatkan potensi konflik, terutama konflik tabrak belakang dan konflik bergabung.

4. *Pick up* (PU)

   Pick up (PU) merupakan kendaraan angkutan barang ringan hingga sedang. Dimensinya lebih besar dari mobil pribadi namun lebih kecil dari truk. Potensi konflik biasanya terjadi pada saat manuver belok atau saat kendaraan mengalami perlambatan mendadak di area simpang.

5. Truk (T)

   Truk (T) merupakan kendaraan pengangkut barang berkapasitas besar dengan dimensi dan berat yang signifikan. Kendaraan ini memiliki akselerasi lambat dan jarak pengereman panjang, sehingga meningkatkan risiko konflik tabrak belakang (*rear-end conflict*) serta konflik menyilang akibat keterbatasan manuver.

6. Pejalan Kaki (PK)

   Pejalan kaki (PK) merupakan pengguna jalan yang bergerak tanpa menggunakan kendaraan. Konflik yang melibatkan pejalan kaki umumnya terjadi pada area penyeberangan, seperti zebra cross atau pada saat kendaraan tidak memberikan prioritas. Interaksi antara kendaraan dan pejalan kaki sering menimbulkan konflik menyilang, terutama ketika volume kendaraan tinggi atau tingkat kepatuhan terhadap rambu dan sinyal lalu lintas rendah.

UNIVERSITAS MERCU BUANA
lib.mercubuana.ac.id

2.6 Karakteristik Wilayah Studi

Persimpangan empat bersinyal Muncul merupakan simpul transportasi strategis di Provinsi Banten yang mengintegrasikan pergerakan arus dari Jalan Raya Puspiptek, Jalan Raya Serpong, Jalan Raya Muncul, dan koridor Serpong–Parung. Mengingat fungsinya sebagai jalur lintas provinsi yang menghubungkan Kota Tangerang Selatan dengan area sekitarnya, simpang ini memiliki intensitas pergerakan yang sangat tinggi. Dinamika lalu lintas di titik ini menunjukkan fluktuasi yang signifikan, di mana kepadatan mencapai titik jenuh selama jam-jam sibuk, yakni pada interval pagi (06.00–09.00 WIB) dan sore hari (16.00–19.00 WIB).

Secara umum, karakteristik wilayah di sekitar Simpang Muncul bersifat campuran (*mixed-use*) antara perumahan, pendidikan, dan perdagangan. Di sisi selatan dan utara simpang terdapat kawasan Pusat Penelitian Ilmu Pengetahuan dan Teknologi (Puspiptek) dan Sekolah SMAN 2 Kota Tangerang Selatan yang menjadi sumber pergerakan lalu lintas cukup tinggi pada sore hari karena aktivitas siswa dan penjemputan. Sementara di sisi barat dan timur terdapat beberapa kompleks perumahan seperti Griya Serpong Asri dan Puri Serpong, serta pusat perdagangan dan jasa lokal di sepanjang Jalan Raya Serpong–Parung.

Dari aspek geometrik, simpang ini memiliki empat lengan utama dengan lebar bervariasi antara 6–9 meter, dilengkapi dengan lampu lalu lintas (APILL) dan marka jalan. Pola arus lalu lintas di simpang ini sering mengalami penumpukan kendaraan pada jam sibuk akibat volume kendaraan yang tinggi dari arah Serpong menuju Puspiptek dan Parung. Selain itu, keberadaan angkutan umum berhenti di sekitar simpang, serta aktivitas keluar-masuk kendaraan dari pertokoan dan area kampus, turut memperbesar potensi tundaan dan antrian di lokasi tersebut.

Secara topografis, wilayah Simpang Muncul relatif datar dengan kondisi permukaan jalan beraspal baik namun memiliki beberapa titik yang mengalami penyempitan lajur akibat parkir liar dan pedagang kaki lima di tepi jalan. Berdasarkan fungsinya, jalan-jalan di simpang ini dikategorikan sebagai jalan kolektor primer dan jalan arteri sekunder, yang melayani pergerakan antar-kawasan serta menjadi jalur alternatif menuju BSD City, Parung, dan Ciputat.

lib.mercubuana.ac.id

2.7 Penelitian Terkait Sebelumnya

Kajian terhadap berbagai penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa banyak studi terkini yang menggunakan metode pendekatan *Traffic Conflict Technique (TCT)* untuk menganalisis aspek keselamatan lalu lintas berdasarkan tingkat potensi konflik kendaraan (Tabel 2.3).

Tabel 2.3. Penelitian terkait TCT

Judul, nama penulis, tahun	**Jenis publikasi**	**Lokasi persimpangan**	**Metode**	**Waktu (jam survei)**	**Mengkaji Kinerja ruas**	**Mengkaji kecepatan**	**Temuan**
Analisis Peningkatan Keselamatan Pada Persimpangan Dengan Menggunakan Metode Traffic Conflict Technique (Near-Missed Accident) Studi Kasus: (Jl. Raja Eyato-Jl. HJ. A.R Konio.Bsc-Jl. Moh Yamin) (Modanggu *et al.*, 2021)	Jurnal Peradaban Sains, Rekayasa dan Teknologi	Kota Gorontalo (persimpangan yang menghubungakan Jl. Raja Eyato-Jln. A. R. Konio, Bsc.-Jln. Moh. Yamin)	TCT	-	Tidak	Ya	Seluruh konflik yang terjadi pada simpang yang diteliti tergolong *serious conflict* dengan nilai Time to Accident (TA) rata-rata hanya sekitar 0,1 detik, yang menunjukkan tingkat risiko kecelakaan yang sangat tinggi terutama pada konflik tipe crossing.
Tingkat Keselamatan Pada Simpang Tiga Dengan Metode Traffic Conflict Technique Pada Persimpangan Jalan Raya Kalimalang – Jalan Raden Inten	Jurnal Konstruksia	Jalan Raya Kalimalang – Jalan Raden Inten	TCT	07.00-19.00 WIB	Tidak	Ya	Pengaturan lalu lintas yang kurang optimal pada simpang yang diteliti menyebabkan dominasi serious conflict dengan nilai Time to Accident (TA) yang rendah, sehingga menunjukkan bahwa

lib.mercubuana.ac.id

Judul, nama penulis, tahun	Jenis publikasi	Lokasi persimpangan	Metode	Waktu (jam survei)	Mengkaji Kinerja ruas	Mengkaji kecepatan	Temuan
(Setiawan *et al*., 2024)							simpang berada pada tingkat risiko kecelakaan yang tinggi dan memerlukan intervensi pengendalian lalu lintas.
Analisa Tingkat Keselamatan Lalu Lintas Pada Persimpangan DenganMetode Traffic Conflict Technique (TCT) (Suhadi & Mahda Rangkuti, 2019)	(Journal of Civil Engineering, Building and Transportation	Medan (persimpangan Jl. KH Wahid Hasyim – Jl Gajah Mada	TCT	-	Tidak	Ya	Seluruh konflik yang terjadi pada simpang yang diteliti dikategorikan sebagai *serious conflict* dengan nilai Time to Accident (TA) yang sangat rendah (0,10–0,18 detik), sehingga menunjukkan bahwa tingkat risiko kecelakaan pada lokasi tersebut berada pada kategori sangat tinggi.
Analisa Tingkat Keselamatan Lalu Lintas Pada Simpang Empat Marene Menggunakan Metode Traffic Conflict Technique (TCT) (Setiawan *et al*., 2023)	Jurnal Civronlit Unbari	Kota Jambi (persimpangan yang menghubungakan Jln. Sentot Ali Basa-Lrg. Marene-Jln. Raya Kasang Pudak-Jln.	TCT	07.00 – 09.00 WIB	Tidak	Ya	Seluruh konflik yang terjadi pada simpang yang diteliti tergolong *serious conflict* dengan nilai Time to Accident (TA) sangat rendah sekitar 0,1 detik, yang menunjukkan tingginya potensi kecelakaan dan dominasi keterlibatan sepeda motor pada konflik tipe berpotongan (crossing).

UNIVERSITAS MERCU BUANA

lib.mercubuana.ac.id

Judul, nama penulis, tahun	Jenis publikasi	Lokasi persimpangan	Metode	Waktu (jam survei)	Mengkaji Kinerja ruas	Mengkaji kecepatan	Temuan
		Lingkar Timur II)					
Analisis Tingkat Keselamatan Lalu Lintas Pada Persimpangan Dengan Metode Traffic Conflict Technique (Rudi *et al*., 2024)	Jurnal Peradaban Sains, Rekayasa dan Teknologi	Jalan Trans Sulawesi	TCT	08.00-20.00 WITA	Tidak	Ya	Sebagian besar konflik lalu lintas di lokasi penelitian dikategorikan sebagai *serious conflict* dengan nilai Time to Accident (TA) yang sangat rendah (0,27–0,63 detik), yang menunjukkan tingginya potensi kecelakaan terutama melibatkan sepeda motor.
Penerapan Metode Traffic Conflict Technique Untuk Menentukan Tingkat Keselamatan Lalu Lintas (Sugasta *et al*., 2023)	Jurnal UNTAN	Kota Pontianak (Simpang Harapan Jaya)	TCT	07.00 – jam 17.30 WIB	Tidak	Ya	Simpang Harapan Jaya – Ampera – Prof. M. Yamin memiliki tingkat keselamatan paling rendah dengan dominasi serious conflict dan nilai Time to Accident (TA) hanya 0,0–0,5 detik, menunjukkan potensi kecelakaan yang sangat tinggi pada simpang tak bersinyal tersebut.
Analisis Tingkat Keselamatan Lalu Lintas Pada Simpang Tak Bersinyal Dengan Metode Traffic Conflict Technique (Studi Kasus: Persimpangan Jl. Raya Mataram-Sikur, Masbagik, Kabupaten Lombok Timur, Provinsi Nusa Tenggara Barat)	Spektrum Sipil	Persimpangan Jl. Raya Mataram-Sikur, Masbagik, Kabupaten Lombok Timur,	TCT	08.00 – 17.00 Wita	Tidak	Ya	Sebagian besar konflik pada simpang tak bersinyal Jl. Raya Mataram–Sikur tergolong *serious conflict* dengan nilai Time to Accident (TA) < 0,15 detik, yang menunjukkan potensi kecelakaan tinggi akibat

lib.mercubuana.ac.id

Judul, nama penulis, tahun	**Jenis publikasi**	**Lokasi persimpangan**	**Metode**	**Waktu (jam survei)**	**Mengkaji Kinerja ruas**	**Mengkaji kecepatan**	**Temuan**
(Saprollah *et al*., 2022)		Provinsi Nusa Tenggara Barat					manuver memotong (crossing) dan minimnya fasilitas pengendali lalu lintas.
Analisis Tingkat Keselamatan Lalu Lintas Pada Simpang Empat Tak Bersinyal Dengan Metode Traffic Conflict Tecnique (TCT) (Studi Kasus Simpang Cicariang – Kawalu – Tasikmalaya) (Al Aziz *et al*., 2025)	Media Ilmiah Teknik Sipil	Tasikmalaya (Simpang Cicariang)	TCT	08.00 – 10.00 dan 15.00 – 17.00	Ya	Ya	Sepeda motor paling banyak terlibat konflik, Kecepatan konflik didominasi rentang 20–30 km/jam
Analisa Tingkat Keselamatan Lalu Lintas pada Simpang Empat Puncak Jelutung dengan Metode Traffic Conflict Technique (TCT) (Darwin *et al.*, 2022)	Jurnal Talenta Sipil	Jambi (simpang empat lampu merah Jelutung)	TCT	07:00-09:00 WIB	Tidak	Ya	Mayoritas konflik lalu lintas yang terjadi di Simpang Empat Puncak Jelutung termasuk kategori *serious conflict* dengan nilai Time to Accident (TA) yang rendah (0,18–0,53 detik), sehingga menunjukkan tingkat risiko kecelakaan yang sangat tinggi pada jam puncak
Analisis Kinerja Simpang Bersinyal untuk Meningkatkan Keselamatan pada Simpang Depok Kota Depok (Widyawan & Rukman, 2019)	Jurnal Teknik dan Keselamatan Transportasi	Kota Depok	MKJI & TCT	-	Ya	Ya	Optimalisasi fase sinyal mampu menurunkan jumlah konflik lalu lintas secara signifikan dari 135 konflik menjadi 90 konflik sehingga meningkatkan tingkat keselamatan pada simpang.

UNIVERSITAS MERCU BUANA
lib.mercubuana.ac.id

Berdasarkan penelusuran peneltian terdahulu diketahui belum ada yang meneliti di persimpangan Muncul, Kota Tangerang Selatan dengan metode *Traffic Conflict Technique* (TCT). Oleh sebab itu, penelitian ini akan menjadi pengisi celah tersebut.

2.8 Kerangka Berpikir



Gambar 2.9. Kerangka Berpikir

lib.mercubuana.ac.id