

## **BAB III**

### **KAJIAN PUSTAKA**

#### **3.1. Manajemen Rekayasa Lalu Lintas**

Manajemen rekayasa lalu lintas adalah aplikasi prinsip-prinsip teknik dan ilmu perilaku manusia untuk merancang dan mengatur sistem transportasi guna mencapai pergerakan lalu lintas yang efisien, aman, dan nyaman (Roess, Prassas, and McShane 2011).

Manajemen rekayasa lalu lintas dilaksanakan untuk mengoptimalkan penggunaan jaringan jalan dan Gerakan lalu lintas dalam upaya menjamin keselamatan, ketertiban dan kelancaran lalu lintas angkutan jalan. Kegiatan rekayasa lalu lintas meliputi:

1. Perbaikan geometrik ruas jalan dan atau persimpangan serta perlengkapan jalan yang tidak berkaitan langsung dengan pengguna jalan;
2. Pengadaan, pemasangan, perbaikan dan pemeliharaan perlengkapan jalan yang berkaitan langsung dengan pengguna jalan;
3. Optimalisasi operasional rekayasa lalu lintas dalam rangka meningkatkan ketertiban, kelancaran dan efektivitas penegakan hukum (UU Nomor 22 Tahun 2009).

Manajemen rekayasa lalu lintas bertujuan untuk memenuhi kebutuhan transportasi, baik saat ini maupun di masa mendatang, dengan mengefisiensikan pergerakan orang/kendaraan dan mengidentifikasi perbaikan yang diperlukan di bidang teknik lalu lintas, angkutan umum, perundang undangan, road pricing dan operasional dari sistem transportasi yang ada. Tidak termasuk didalamnya pembangunan fasilitas transportasi baru dan perubahan – perubahan besar dari fasilitas yang ada (Munawar 2006).

Persimpangan merupakan bagian yang tidak terpisah dari sistem jaringan jalan. Persimpangan jalan dapat didefinisikan sebagai daerah umum dimana dua jalan atau lebih bergabung atau bersimpangan,

termasuk jalan dan fasilitas tepi jalan untuk pergerakan lalu lintas di dalamnya.

### 3.2. Jaringan Jalan

Jalan adalah seluruh bagian jalan, termasuk bangunan pelengkap dan perlengkapannya yang diperuntukkan bagi lalu lintas umum, yang berada pada permukaan tanah, di atas permukaan tanah, di bawah permukaan tanah dan/atau air serta di atas permukaan air, kecuali jalan rel dan jalan kabel. Prasarana jalan dibagi atas beberapa kelas berdasarkan:

1. Fungsi dan intensitas lalu lintas guna kepentingan pengaturan penggunaan jalan dan kelancaran lalu lintas dan angkutan jalan.
2. Daya dukung untuk menerima muatan sumbu terberat dan dimensi kendaraan bermotor (UU Nomor 22 Tahun 2009).

**Tabel III.1.** Klasifikasi Jalan Menurut UU No.22 Tahun 2009

No.	Kelas Jalan	Fungsi Jalan	Dimensi Kendaraan			MST (ton)
			Lebar ( mm )	Panjang ( mm )	Tinggi ( mm )	
1	I	Arteri, Kolektor	≤ 2500	≤ 18000	≤ 4200	10
2	II	Arteri, Kolektor, Lokal	≤ 2500	≤ 12000	≤ 4200	8
3	III	Arteri, Kolektor, Lokal	≤ 2100	≤ 9000	≤ 3500	8
4	Khusus	Arteri	> 2500	>18000	≤ 4200	>10

Sumber: Undang – Undang Nomor 22 Tahun 2009

### 3.3. Pengendalian Persimpangan

Menurut beragam para ahli dari berbagai negara telah mempelajari bahwa kapasitas jalan, waktu tundaan, pengaturan lalu lintas, tata ruang, dan optimalisasi waktu memiliki peran yang sangat penting dalam meningkatkan kinerja lalu lintas (Shu et al. 2017).

Sumber permasalahan kepadatan lalu lintas di persimpangan jalan dapat mencakup:

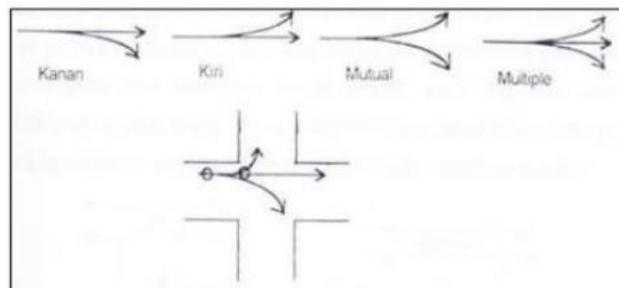
1. Tingkat Jenuh (*Saturation Flow Rate*), tingkat jenuh mengacu pada tingkat penggunaan maksimum suatu persimpangan jalan. Ketika volume lalu lintas mendekati atau melebihi tingkat jenuh, kepadatan lalu lintas meningkat dan kinerja persimpangan dapat terganggu.

2. Waktu Tunggu (*Delay*) adalah lamanya waktu yang dihabiskan oleh kendaraan di persimpangan sebelum dapat melintas. Kepadatan lalu lintas yang tinggi di persimpangan dapat mengakibatkan peningkatan waktu tunggu bagi kendaraan, yang pada gilirannya dapat mengganggu kelancaran pergerakan lalu lintas.
3. Penyimpangan Lintasan (*Weaving*), penyimpangan lintasan terjadi ketika kendaraan melakukan perpindahan antar lajur atau memasuki/meninggalkan persimpangan dalam jarak yang pendek. Hal ini dapat menyebabkan konflik antara kendaraan dan mengganggu aliran lalu lintas yang efisien.
4. Fase Lampu Lalu Lintas yang terlalu pendek, jika fase lampu lalu lintas yang ditetapkan untuk persimpangan terlalu pendek, kendaraan mungkin tidak memiliki waktu yang cukup untuk melintas sebelum lampu berubah menjadi merah. Hal ini dapat menyebabkan penumpukan kendaraan dan meningkatkan kepadatan lalu lintas.
5. Perilaku Pengemudi, faktor perilaku pengemudi, seperti kurangnya kepatuhan terhadap aturan lalu lintas, kecepatan yang tidak sesuai, atau kurangnya kesadaran terhadap kondisi lalu lintas, dapat menyebabkan peningkatan kepadatan lalu lintas di persimpangan (*Institute of Transportation Engineers 2009*).

Menurut Direktorat Bina Sistem Lalu Lintas dan Angkutan kota, 1997 pergerakan kendaraan di persimpangan dapat dibedakan menjadi 4 yaitu:

1. Berpencar (*Diverging*)

Adalah peristiwa memisahkannya kendaraan dari satu arus yang sama ke jalur lain.

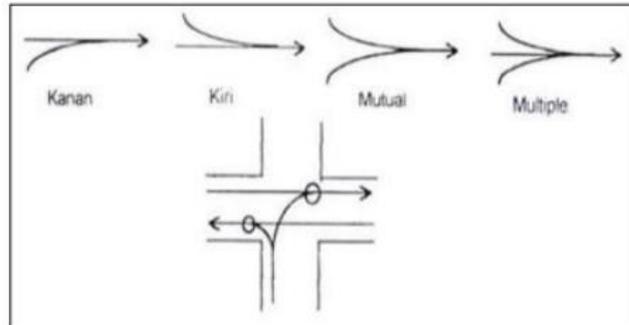


**Gambar III.1.** Berpencar (*Diverging*)

Sumber: *Manual Kapasitas Jalan Indonesia (1997)*

## 2. Menggabung (*Merging*)

Adalah peristiwa menggabungnya kendaraan dari suatu jalur ke jalur lain.

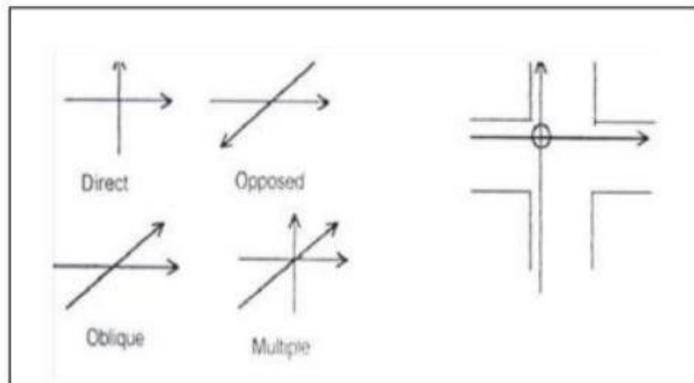


**Gambar III.2.** Menggabung (*Merging*)

*Sumber: Manual Kapasitas Jalan Indonesia (1997)*

## 3. Berpotongan (*Crossing*)

Adalah peristiwa berpotongan antara arus kendaraan dari satu jalur ke jalur lain pada persimpangan dimana keadaan ini akan menimbulkan titik konflik pada persimpangan tersebut.

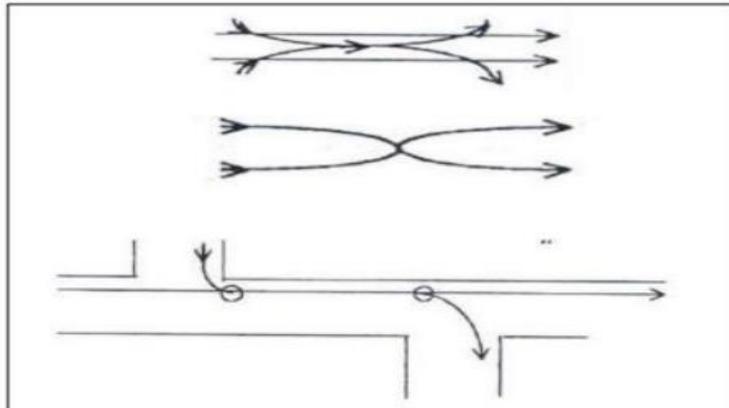


**Gambar III.3.** Berpotongan (*Crossing*)

*Sumber: Manual Kapasitas Jalan Indonesia (1997)*

## 4. Menggabung Lalu Berpencar (*Weaving*)

Adalah pertemuan dua arus lalu lintas atau lebih yang berjalan searah sepanjang lintasan jalan raya tanpa bantuan rambu lalu lintas dimana gerakan ini sering terjadi pada kendaraan yang berpindah jalur seperti saat masuk jalan raya kemudian bergerak ke jalur lain untuk mengambil jalan keluar dari jalan tersebut dimana situasi ini akan menimbulkan titik konflik pada jalan tersebut.



**Gambar III.4.** Menggabung Lalu Berpencar (*Weaving*)

*Sumber: Manual Kapasitas Jalan Indonesia (1997)*

Dari perpindahan pergerakan tersebut, pergerakan yang berpotongan memiliki tingkat resiko paling tinggi dikarenakan terjadi konflik pada pergerakan ini. Konflik yang terjadi pada pergerakan dipengaruhi oleh beberapa faktor yaitu:

1. Jumlah kaki persimpangan;
2. Jumlah arah pergerakan;
3. Jumlah lajur pada tiap lengan simpang;
4. Sistem pengendalian persimpangan.

Teknik pengendalian lalu lintas persimpangan diterapkan dengan memperhatikan kelancaran dan keselamatan lalu lintas serta kebijakan transportasi secara umum pada wilayah subjek.

### **3.4. Simpang Bersinyal**

#### **3.4.1. Penentuan Fase**

Pada perencanaan Lalu Lintas, dikenal beberapa istilah:

1. Waktu Siklus (*Cycle Time*) yaitu waktu satu periode lampu lalu lintas, dalam arti lain adalah waktu dari mulai hijau hingga mulai hijau lagi berikutnya;
2. Fase yaitu suatu rangkaian dari kondisi yang diberlakukan untuk suatu arus atau beberapa arus, yang mendapatkan identifikasi lampu lalu lintas yang sama (Munawar 2006).

#### 3.4.2. Waktu Antara Hijau dan Kuning

1. Penentuan waktu antar hijau diambil dari perbedaan antara akhir waktu hijau suatu fase dengan awal waktu hijau pada fase berikutnya. Waktu antar hijau ini dimaksudkan agar pada saat fase berikutnya mulai hijau, maka arus lalu lintas yang bergerak pada fase tersebut semuanya sudah bersih dari persimpangan, sehingga tidak ada konflik antara arus lalu lintas pada fase tersebut dengan arus lalu lintas pada fase berikutnya;
2. Kuning sesudah lampu hijau dimaksudkan agar kendaraan yang akan menyeberang memperhitungkan, apakah pada waktu sampai garis henti persimpangan diperkirakan lampu masih kuning, maka kendaraan akan mempercepat kecepataannya, begitu juga sebaliknya jika kendaraan tidak dapat melewati persimpangan pada saat lampu masih kuning, maka kendaraan akan memperlambat kecepataannya (Munawar 2006).

#### 3.4.3. Waktu Hijau Efektif

Waktu hijau efektif dihitung berdasarkan:

1. Pada waktu lampu kuning (sesudah lampu hijau), maka arus lalu lintas masih akan terus menyeberang jalan.
2. Walaupun demikian pada saat lampu kuning, arus lalu lintas yang lewat tidak sebanyak pada saat lampu masih hijau  
Pada saat awal lampu hijau, pengemudi masih perlu waktu untuk bereaksi untuk mulai menyeberang jalan.

### **3.5. Koordinasi Simpang Bersinyal**

#### 3.5.1. Pengertian Koordinasi Simpang Bersinyal

Koordinasi sinyal atau *signal coordination* dalam konteks transportasi adalah proses mengkoordinasikan lampu lalu lintas atau sinyal jalan pada persimpangan atau rambu -rambu jalan sehingga menghasilkan aliran lalu lintas yang lancar dan efisien. Berikut adalah pengertian koordinasi sinyal menurut ahli:

1. Koordinasi simpang adalah pengaturan waktu siklus lampu lalu lintas dan isyarat di persimpangan jalan yang berdekatan untuk memfasilitasi aliran lalu lintas yang efisien, aman, dan optimal (*Transportation Research Board 2010*).

2. Koordinasi simpang adalah pengaturan waktu siklus lampu lalu lintas di persimpangan yang berdekatan untuk memfasilitasi pergerakan kendaraan dengan memberikan prioritas dan mengurangi konflik di antara arus lalu lintas yang saling berpotongan (Roess, Prassas, and McShane 2011).

Sistem koordinasi sinyal pada persimpangan dibagi menjadi empat macam, antara lain:

1. Sistem serentak (*simultaneous System*), semua indikasi warna pada suatu koridor jalan menyala pada saat yang sama yang bertujuan untuk tercapai gelombang hijau (*Greenwave*).
2. Sistem berganti-ganti (*Alternate System*), sistem dimana semua indikasi sinyal berganti pada waktu yang sama, tetapi sinyal atau kelompok sinyal pada simpang di dekatnya memperlihatkan warna yang berlawanan.
3. Sistem progresif sederhana (*Simple Progressive System*), berpedoman pada siklus yang umum tetapi dilengkapi dengan indikasi sinyal jalan secara terpisah.
4. Sistem progresif fleksibel (*Flexible Progressive System*), memiliki mekanisme pengendali induk yang mengatur pengendali pada tiap sinyal. Pengendalian ini tidak hanya memberikan koordinasi yang baik diantara sinyal-sinyal tetapi juga memungkinkan panjang dan pengambilan siklus pada interval di sepanjang hari (Kirono et al., 2018).

#### 3.5.2. Syarat Koordinasi Simpang

Dalam keadaan dimana di suatu daerah terdapat persinyalan dengan jarak yang cukup dekat yaitu maksimal 800 m (Roess, Prassas, dan McShane 2011), di perlukan koordinasi sinyal agar kendaraan dapat berjalan secara efisien melalui sinyal-sinyal tersebut. Pada umumnya, kendaraan yang keluar dari suatu sinyal akan tetap mempertahankan grupnya hingga sinyal berikutnya. Jarak di mana kendaraan akan tetap mempertahankan grupnya adalah sekitar 300 meter.

### 3.5.3. *Platoon Dispersion*

Penyebaran iringan kendaraan selama melintasi suatu *link* yang menghubungkan dua simpang berurutan, yang semakin kecil penyebarannya maka semakin baik dalam mendukung keberhasilan sistem sinyal terkoordinasi. Oleh karena itu, *platoon dispersion* memegang peranan yang sangat penting dalam penggunaan sistem sinyal terkoordinasi. *Platoon dispersion* bergantung pada variasi kecepatan antara kendaraan dalam kelompok, dan semakin kecil variasi kecepatannya diharapkan akan mengurangi penyebaran kendaraan selama melintasi *link* tersebut.

### 3.5.4. Perhitungan Kinerja Jaringan

Dalam perhitungan kinerja jaringan secara manual, digunakan model *Transyt*. Beberapa indikator kinerja jaringan yang dapat dihitung menggunakan model *Transyt* adalah sebagai berikut:

1. Jarak perjalanan total (*Total Distance Travelled*) merupakan hasil dari total arus yang memasuki *link* dan panjang *link*, yang kemudian dijumlahkan untuk seluruh *link* yang ada. Jika terdapat beberapa *link* dalam jaringan yang mengalami kejenuhan, sejumlah lalu lintas tidak dapat berjalan menuju *link* berikutnya. Hal ini menyebabkan angka total jarak yang dihasilkan akan kurang dari yang seharusnya jika tidak terjadi kejenuhan.
2. Waktu tempuh total (*Total Time Spent*) merupakan hasil dari arus kendaraan dalam *link* serta jumlah waktu tundaan rata-rata ditambah waktu jelajah rata-rata, yang kemudian dijumlahkan untuk seluruh *link* dalam jaringan. Selain itu, angka ini juga dapat diartikan sebagai jumlah rata-rata waktu yang diperlukan kendaraan untuk berada dalam jaringan selama periode tertentu. Beberapa kendaraan akan mengalami antrian, sementara yang lain akan bergerak di antara persimpangan.
3. Kecepatan rata-rata (*Mean Journey Speed*) termasuk dalam rekapitulasi jaringan (*network summary*) menurut buku "*User's Guide to Transyt*". Selain itu, hasil lain yang termasuk dalam rekapitulasi jaringan adalah jarak perjalanan total, waktu tempuh total, dan indeks kinerja total (PI).

Kecepatan perjalanan rata-rata diperoleh dari hasil pembagian jarak perjalanan total dengan waktu tempuh total.

### **3.6. Analisis Kinerja Simpang dengan MKJI**

Perhitungan Analisis data dilakukan dengan berpedoman pada Manual Kapasitas Jalan Indonesia (MKJI) untuk melakukan analisis perhitungan pada Koordinasi ketiga simpang tersebut.

#### **1. Analisis kinerja simpang pada kondisi saat ini**

Kinerja simpang diukur dari beberapa aspek antara lain derajat kejenuhan, panjang antrian, tundaan, serta dari segi pengguna jalan yaitu biaya tundaan dan konsumsi bahan bakar. Pada tahap ini akan dilakukan perhitungan kinerja simpang yang meliputi, Kapasitas simpang, Derajat Kejenuhan, Antrian dan tundaan.

#### **2. Optimasi Simpang Lalu Lintas.**

Optimasi meliputi mencari waktu siklus berdasarkan arus lalu lintas yang masuk ke persimpangan dengan mengoptimalkan waktu siklus dan waktu hijau dengan tujuan mendapatkan waktu siklus terbaik simpang.

### **3.7. Tingkat Pelayanan Persimpangan**

Berdasarkan Peraturan Menteri No. 96 Tahun 2015 tentang pedoman Kegiatan Manajemen Rekayasa Lalu Lintas (Kementerian Perhubungan, 2015). Tingkat pelayanan pada persimpangan diklasifikasikan atas: a. Tingkat pelayanan A, dengan kondisi tundaan kurang dari 5 detik per kendaraan. b. Tingkat pelayanan B, dengan kondisi tundaan lebih dari 5 detik sampai 15 detik per kendaraan. c. Tingkat pelayanan C, dengan kondisi tundaan lebih dari 15 detik sampai 25 detik per kendaraan. d. Tingkat pelayanan D, dengan kondisi tundaan lebih dari 25 detik sampai 40 detik per kendaraan. e. Tingkat pelayanan E, dengan kondisi tundaan lebih dari 40 detik sampai 60 detik per kendaraan. f. Tingkat pelayanan F, dengan kondisi tundaan lebih dari 60 detik per kendaraan. Adapun, acuan lain untuk menentukan tingkat pelayanan persimpangan selain menggunakan PM No. 96 Tahun 2015 adalah menggunakan acuan perhitungan menurut HCM' 85 Amerika dimana tingkat pelayanan

didapatkan dengan dengan melihat waktu tempuh tambahan yang diperlukan untuk melewati suatu simpang dibandingkan terhadap situasi tanpa simpang atau disebut dengan Tundaan (Delay). Kriteria tingkat pelayanan untuk simpang bersinyal dapat dilihat pada Tabel III.2.

**Tabel III.2.** Tingkat Pelayanan Persimpangan HCM' 85 Amerika

Tingkat Pelayanan	Tundaan (Delay) (det/kend)
A	≤ 5,0
B	5,1 - 15
C	15,1 - 25
D	25,1 - 40
E	40,1 - 60
F	≥ 60

Sumber: HCM' 85

### 3.8. Aplikasi Program Komputer (*Transyt*)

Sistem ini awalnya dikembangkan oleh Laboratorium Penelitian Jalan Transportasi (TRRL) di Inggris. Aplikasi Komputer *Transyt* dapat mengkoordinasikan lampu lalu lintas untuk berbagai keperluan, seperti mengurangi panjang antrian, mengurangi jumlah berhenti kendaraan, mengurangi waktu tunggu kendaraan, memberikan prioritas kepada angkutan umum, atau mengurangi biaya operasi kendaraan.

Program *Transyt (Traffic Network Study Tools)* adalah aplikasi komputer yang mencari dan meneliti rencana pengaturan simpang terbaik yang volume lalu-lintasnya sudah diketahui. Program ini memiliki dua elemen dasar, yaitu pemodelan lalu-lintas dan optimasi pengaturan lalu-lintas. Paket Aplikasi komputer ini digunakan dalam studi ini karena memiliki dua elemen dasar tersebut. Dalam optimasi pengaturan koordinasi sinyal antar simpang baik antar yang tidak terkontrol, ukuran Indeks Kinerja Jaringan (*Performance Index*) digunakan, yaitu dengan menggabungkan nilai simpang dengan sinyal maupun dengan pengaturan prioritas dan nilai tundaan, panjang antrian serta kendaraan terhenti secara proporsional. Indeks Kinerja lainnya yang didapatkan adalah rata-rata

kecepatan serta konsumsi bahan bakar dalam sistem jaringan jalan yang dapat digunakan untuk analisis lebih lanjut.

Asumsi dasar yang digunakan oleh aplikasi komputer *Transyt 14.1* mengenai keadaan lalu lintas yang akan dianalisis adalah persimpangan dalam jaringan jalan dioperasikan dengan lampu lalu lintas, sistem prioritas, atau tanpa pengaturan; serta seluruh pengaturan lampu lalu lintas dalam jaringan jalan memiliki waktu ulang (*cycle time*) yang seragam, dan detail setiap fase dan periode minimum pada seluruh pengaturan diketahui.

Data input untuk aplikasi komputer *Transyt 14.1* meliputi data umum untuk seluruh jaringan, kontrol proses optimasi, arus lalu lintas per jam, karakteristik lalu lintas lainnya pada ruas, seperti panjang jalan, waktu tempuh atau kecepatan perjalanan (*Cruise Time*), dan pengaturan lampu pada setiap simpang.

Dengan menggunakan model lalulintas, berdasarkan data jaringan jalan dan volume lalu lintas, serta *setting* lampu lalu lintas eksisting akan diperoleh Indeks Kinerja berupa total hambatan jumlah henti dalam jaringan. Indeks Kinerja ini kemudian dijadikan dasar untuk melakukan optimasi pengaturan *setting* lampu lalu lintas yang baru. *Setting* lampu lalu lintas yang baru ini kemudian dibawa ke dalam model sehingga diperoleh nilai Indeks Kinerja yang baru. Indeks Kinerja yang baru ini kemudian dibandingkan dengan Indeks Kinerja sebelumnya untuk melihat perubahan yang diperoleh. Proses ini diulang terus menerus sampai diperoleh *setting* lampu lalu lintas yang paling optimum, yaitu dimana perubahan Indeks Kinerja yang diperoleh tidak bisa lebih baik lagi (Widodo et al., 2018).

Garis besar proses kerja program *Transyt 14.1* adalah dengan menggunakan model lalu-lintas berdasarkan data jaringan jalan dan volume lalu-lintas serta pengaturan lampu lalu lintas yang ada, akan diperoleh Indeks Kinerja dalam bentuk total hambatan jumlah berhenti dalam jaringan. Indeks Kinerja ini digunakan sebagai dasar untuk melakukan optimasi pengaturan lampu lalu lintas yang baru. Pengaturan lampu lalu lintas yang baru ini kemudian dimasukkan ke dalam model untuk

memperoleh nilai Indeks Kinerja yang baru. Indeks Kinerja yang baru kemudian dibandingkan dengan Indeks Kinerja sebelumnya untuk melihat perubahan yang terjadi. Proses ini diulang terus menerus sampai diperoleh pengaturan lampu lalu lintas yang paling optimal, yaitu di mana perubahan Indeks Kinerja.

### **3.9. Penelitian Sebelumnya**

3.9.1. Judul : *Traffic Signal Design and Its Coordination*

Penulis : Agrawal Arpit , Bachani Ankit , Rathod Mahaveer , Ajmeri Sahil ,  
Parmar Sunny , Sandeep Khorashiya , Prerna Sutariya

Tahun : 2018

Abstrak: Transportasi harus aman, cepat, nyaman, praktis, ekonomis, dan ramah lingkungan. Namun, transportasi juga mengkonsumsi banyak sumber daya seperti waktu. Pengelolaan lalu lintas memainkan peran penting dalam bidang rekayasa transportasi untuk mengurangi kemacetan dan waktu perjalanan guna meningkatkan volume layanan terutama di daerah perkotaan. Jalan saat ini memiliki panjang 2,5 km, mulai dari kothi char rasta hingga jembatan lalbaugh dengan empat persimpangan. Dalam penelitian ini, dilakukan upaya untuk memahami dan mengevaluasi kinerja jalan yang diteliti. Setelah melakukan survei rekayasa lalu lintas, dilakukan perancangan panjang siklus optimum, debit jenuh, dan fase waktu hijau sinyal berdasarkan metode Websters dan panduan IRC. Pada jalan ini, sinyal-sinyal yang berdekatan dikoordinasikan dan rencana waktu sinyal yang terkoordinasi juga dikembangkan. Makalah ini memecahkan masalah kemacetan lalu lintas yang menyebabkan keterlambatan, mengurangi waktu perjalanan, dan meningkatkan kecepatan perjalanan kendaraan melalui perancangan sinyal lalu lintas yang terkoordinasi serta memberikan tindakan pengelolaan untuk mengurangi kemacetan lalu lintas yang biayanya rendah dan mudah dilaksanakan.

3.9.2. Judul : *Traffic signal coordination control along oversaturated two-way arterials*

Penulis : Haitao Xu , Zuozhang Zhuo , Jing Chen , Xujian Fang

Tahun : 2018

Abstrak: Sebagai metode efektif untuk mengurangi kemacetan lalu lintas, pengendalian koordinasi lampu lalu lintas telah diterapkan di banyak kota untuk mengatur antrean dan mengatur aliran lalu lintas dalam kondisi lalu lintas yang jenuh. Namun, metode-metode sebelumnya biasanya didasarkan pada dua hipotesis. Pertama, permintaan lalu lintas konstan. Kedua, kecepatan kendaraan tidak berubah saat memasuki bagian hilir. Dalam makalah ini, kami mengembangkan metode pengendalian koordinasi lalu lintas baru untuk mengontrol aliran lalu lintas di sepanjang jalan arteri dua arah yang jenuh tanpa kedua hipotesis tersebut. Metode ini mencakup dua modul: pengendalian koordinasi persimpangan dan pengendalian koordinasi arteri. Rencana waktu hijau untuk semua persimpangan dapat diperoleh melalui modul pengendalian koordinasi persimpangan. Modul pengendalian koordinasi arteri dapat mengoptimalkan rencana keterlambatan untuk semua persimpangan di sepanjang jalan arteri dua arah yang jenuh. Hasil eksperimen membuktikan bahwa metode yang diusulkan dapat secara efektif mengendalikan panjang antrean dalam kondisi lalu lintas yang jenuh. Selain itu, penundaan dalam metode ini dapat dikurangi sebesar 5,4% dibandingkan dengan metode minimisasi penundaan yang ada dan 13,6% dibandingkan dengan metode pengendalian koordinasi lalu lintas tanpa optimasi keterlambatan. Akhirnya, metode yang diusulkan dapat menyeimbangkan tingkat penundaan dari tautan yang berbeda di sepanjang arteri yang jenuh, yang dapat secara langsung mencerminkan efisiensi metode yang diusulkan dalam pengendalian koordinasi lalu lintas dalam kondisi lalu lintas yang jenuh.

3.9.3. Judul : *Shortest-Way: An Improved Empirical Transition Method for Signal Coordination*

Penulis : Mingming Zheng , Hongfeng Xu , Kun Zhang , Ronghan Yao

Tahun : 2017

Abstrak: Menurut para ahli lalu lintas, empat faktor mendasar tentang metode perpindahan. Metode transisi empiris yang ditingkatkan (*Shortest-way*) dikembangkan dengan tujuan mengurangi waktu yang dihabiskan untuk koreksi offset dan deviasi offset pada fase-fase yang dikoordinasikan selama periode transisi. *Shortest-way* beroperasi secara bertahap dan dapat diaktifkan untuk mengoreksi offset pada waktu yang telah dijadwalkan untuk beralih rencana. Jumlah maksimum penyesuaian yang dapat dilakukan terhadap panjang siklus transisi dihitung berdasarkan parameter waktu fase-fase aktif pada rencana lama dan baru. Masalah distribusi panjang siklus diformulasikan sebagai masalah pemrograman bilangan bulat nonlinier, dengan tujuan meminimalkan jumlah kuadrat deviasi offset persimpangan dari semua siklus transisi. Bagian panjang siklus yang dapat dialokasikan untuk setiap fase dalam siklus transisi dihitung berdasarkan pembagian pada rencana lama dan baru serta kontribusi potensialnya terhadap penyesuaian maksimum panjang siklus. Hasil eksperimen numerik membuktikan keunggulan potensial *Shortest-way* dibandingkan dengan *CORSIM Shortway* dan membenarkan kebutuhan untuk mengelola waktu beralih rencana pada tingkat persimpangan.

3.9.4. Judul : *Effects of Implementing Night Operation Signal Coordination on Arterials*

Penulis : Rui Yue , Guangchuan Yang , Yichen Zheng , Yang Yang , Zong Tian

Tahun : 2022

Abstrak: Koordinasi sinyal lalu lintas, yang menghubungkan serangkaian sinyal sepanjang jalan arteri dengan berbagai metodologi koordinasi, terbukti sebagai salah satu cara yang paling hemat biaya untuk mengurangi kemacetan lalu lintas. Dari *Metropolitan Planning Organizations* (MPO) atau *Transportation Management Centers* (TMC) telah memasukan pembaruan waktu sinyal dalam rencana strategis mereka. Namun, dalam praktiknya, koordinasi sinyal biasanya dilakukan ketika volume lalu lintas tinggi (misalnya, selama jam sibuk). Untuk sisa hari, strategi operasi bebas

biasanya digunakan untuk mengurangi waktu tunggu fase yang tidak terkoordinasi. Namun, strategi operasi bebas ini dapat mengakibatkan kehilangan efisiensi operasional pada jalan utama. Saat ini, penerapan koordinasi sinyal selama jam sibuk rendah jarang terjadi di Amerika Serikat karena kurangnya metode yang efisien yang mempertimbangkan operasi lalu lintas baik pada jalan utama maupun jalan kecil. Oleh karena itu, penelitian ini menyediakan metode baru yang seimbang dalam mengendalikan penundaan antara jalan utama dan jalan kecil. Prosedurnya adalah mengoptimalkan pembagian waktu pada jalan utama sambil menggunakan strategi penjadwalan ulang dalam pengendali sinyal untuk jalan kecil. Pemodelan mikrosimulasi digunakan untuk menilai kinerja koordinasi sinyal lalu lintas selama periode jam sibuk rendah. Hasilnya menunjukkan bahwa, dengan pembagian waktu yang wajar, efek koordinasi pada jalan utama dapat dicapai dan dilindungi dengan penundaan yang dapat diterima bagi lalu lintas jalan kecil. Strategi ini dapat segera diimplementasikan untuk mengurangi waktu perjalanan bagi lalu lintas jalan utama.

3.9.5. Judul : KOORDINASI PERSIMPANGAN KORIDOR JALAN PANGLIMA  
SUDIRMAN KABUPATEN TULUNGAGUNG

Penulis : Muhammad Fahreza

Tahun : 2022

Abstrak: Kabupaten Tulungagung memiliki intensitas kegiatan yang tinggi akibat dari aktivitas pusat pemerintahan, perdagangan, pertokoan, pabrik serta pendidikan. Oleh karena itu dibutuhkan dukungan dari segala aspek khususnya dalam transportasi jalan antara lain persimpangan. Memperhatikan hal tersebut maka penulis melakukan rencana untuk mengevaluasi dan meningkatkan kinerja simpang, pada kawasan perkotaan Kabupaten Tulungagung, antara lain Simpang RS Lama, Simpang Prayit dan Simpang BTA. Metode analisis yang digunakan dalam penelitian ini yaitu dengan panduan MKJI 1997. Dengan metode tersebut dapat dianalisis kinerja simpang eksisting. Analisis lanjutan dilakukan menggunakan aplikasi Transyt 14.1 untuk memberikan kondisi usulan

lanjutan dari kinerja persimpangan. Setelah dilakukan pengukuran kinerja persimpangan maka dilakukan perbandingan kinerja kondisi eksisting dengan kondisi usulan yaitu dengan menggunakan indikator pelayanan simpang meliputi tundaan, derajat kejenuhan, dan panjang antrian (simpang ber-APILL). Berdasarkan hasil analisis diketahui jenis pengendalian ketiga simpang yang menjadi objek penelitian adalah simpang bersinyal (ber-APILL). Simpang RS Lama mempunyai tingkat pelayanan (E), Simpang Prayit (E) dan Simpang BTA (F). Usulan yang direkomendasikan yaitu meng-koordinasikan ketiga simpang. Simulasi kinerja simpang setelah dikoordinasikan mengalami peningkatan tingkat pelayanan, pada Simpang RS Lama mengalami pengurangan derajat kejenuhan yang semula 0,81 menjadi 0,61, Simpang Prayit mengalami pengurangan panjang antrian yang semula sebesar 36,17 meter menjadi 21,01 meter dan Simpang BTA mengalami pengurangan tundaan yang semula sebesar 60,23 smp/det (F) menjadi 43,55 smp/det (E).

3.9.6. Judul : ANALISA KOORDINASI SINYAL ANTAR SIMPANG DENGAN MENGGUNAKAN SOFTWARE TRANSYT 14 ( Studi Kasus Simpang Empat & Simpang BPD Kota Lhokseumawe )

Penulis : Zulfhazli Abdullah

Tahun : 2022

Abstrak: Koordinasi antar simpang secara umum dimaksudkan untuk meningkatkan pelayanan suatu jaringan jalan, mengurangi waktu tunda dan waktu berhenti kendaraan. Setelah melakukan antrian waktu merah pada salah satu persimpangan, kendaraan diharapkan akan memperoleh waktu hijau pada persimpangan berikutnya. Sistem koordinasi demikian belum diterapkan di Jalan Merdeka Kota Lhokseumawe. Sebagai jalan utama pada lintasan tersebut ada dua persimpangan bersinyal yaitu, Simpang Empat dan Simpang BPD. Akibat belum adanya koordinasi antar persimpangan tersebut, sering kendaraan yang baru lolos dari Simpang Empat harus berhenti dan menunggu fase hijau lagi pada Simpang BPD dan begitu juga arah sebaliknya. Sehingga antrian, waktu tundaan dan waktu berhenti yang panjang terutama pada jam puncak tidak

dapat dihindari. Metode yang digunakan pada penelitian ini yaitu Metode Manual Kapasitas Jalan Indonesia (MKJI 1997), sementara untuk koordinasi lampu antar simpang menggunakan bantuan perangkat lunak *Transyt 14* berpedoman pada metode *Transport and Road Research Laboratory* (TRRL) Inggris. *Transyt 14* digunakan untuk mengevaluasi kinerja persimpangan pada kondisi eksisting serta membuat beberapa alternatif koordinasi dengan *performance index* (PI) sebagai kriteria utama. Hasil penelitian untuk alternatif terbaik dibandingkan kondisi eksisting diperoleh waktu siklus 100 detik, *degree of saturation* turun 17,07%, antrian berkurang 14,15%, waktu tunda berkurang 57,38%, jumlah henti turun 20,57%, dan tingkat pelayanan dapat ditingkatkan dari C menjadi B.

3.9.7. Judul : ANALISIS KOORDINASI SINYAL ANTAR SIMPANG JALAN RANUGRATI DAN SIMPANG JALAN MAYJEN M. WIYONO KOTA MALANG

Penulis : Sadana Devita Hapsari , Dwi Ratnaningsih , Udi Subagyo

Tahun : 2021

Abstrak: Banyaknya persimpangan di Kota Malang dengan jarak antar simpang yang pendek menimbulkan permasalahan tersendiri, seperti pada Jalan Ranugrati – Jalan Mayjen M. Wiyono. Permasalahan yang terjadi adalah kendaraan terkadang selalu berhenti pada tiap simpang karena selalu mendapat sinyal merah. Selain itu panjang antrian akibat dari sinyal merah dapat menyebabkan kemacetan. Penelitian ini bertujuan menganalisa simpang di Jalan Ranugrati – Jalan Mayjen M. Wiyono dengan mengkoordinasikan ketiga simpang untuk mengurangi antrian dan tundaan. Data yang digunakan dalam penelitian ini adalah data primer berupa volume kendaraan, waktu sinyal dan geometrik simpang. Metode evaluasi data lalu lintas menggunakan pedoman MKJI 1997 dan Peraturan Menteri Perhubungan 96 Tahun 2015. Data dengan kondisi eksisting terjenuh akan menjadi acuan dalam merencanakan waktu siklus baru dengan memperhatikan teori koordinasi. Kinerja terbaik pada setiap simpang kemudian dikoordinasikan menggunakan waktu offset antar simpang. Dari hasil analisa, didapatkan waktu siklus baru sebesar 130 detik

dan waktu offset 77 detik untuk kedua arah. Sedangkan dari diagram koordinasi didapatkan bandwidth sebesar 43 detik ke arah Timur dan 56 detik ke arah Barat. Berdasarkan hasil penelitian, rerata kinerja simpang dalam kondisi eksisting pada arus utama yang akan dikoordinasikan adalah Derajat Kejenuhan (DS) sebesar 0,80; Panjang Antrian (QL) sebesar 244,45 m dan Tundaan (Delay) sebesar 75,10 detik, serta tingkat pelayanan F. Sedangkan rerata kinerja simpang setelah dilakukan koordinasi adalah DS sebesar 0,64; QL sebesar 229,02 m dan Delay sebesar 23,08 detik dalam kategori tingkat pelayanan C.