

## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **A. Permasalahan Transportasi Perkotaan**

Permasalahan transportasi perkotaan umumnya meliputi kemacetan lalu lintas, parkir, angkutan umum, polusi dan masalah ketertiban lalu lintas (Munawar, 2011). Kemacetan lalu lintas akan selalu menimbulkan dampak negatif, baik terhadap pengemudinya sendiri maupun ditinjau dari segi ekonomi dan lingkungan. Bagi pengemudi kendaraan, kemacetan akan menimbulkan ketegangan (*stress*). Selain itu juga akan menimbulkan dampak negatif ditinjau dari segi ekonomi yang berupa kehilangan waktu karena waktu perjalanan yang lama serta bertambahnya biaya operasi kendaraan (bensin, perawatan mesin) karena seringnya kendaraan berhenti. Disamping itu juga timbul dampak negatif terhadap lingkungan yang berupa peningkatan polusi udara karena gas racun CO serta peningkatan gangguan suara kendaraan (kebisingan). Untuk mengatasi masalah-masalah tersebut salah satunya adalah dengan digunakannya sistem pengontrolan lalu lintas.

Sistem pengontrolan lalu lintas merupakan pengaturan lalu lintas yang berupa perintah atau larangan (Munawar, 2011). Perintah atau larangan tersebut dapat berupa lampu lalu lintas, rambu-rambu lalu lintas atau marka jalan. Sistem pengontrolan lalu lintas meliputi :

1. Pada persimpangan jalan
  - a. Optimalisasi lampu lalu lintas, dengan pengaturan *cycle time* (waktu siklus), waktu hijau/ merah dari lampu lalu lintas di tempat-tempat dengan arus lalu lintas yang tinggi.
  - b. Prioritas kepada bus kota pada persimpangan dengan lampu lalu lintas.
2. Pada jalan masuk atau keluar dari persimpangan
  - c. Jalan satu arah, jalan hanya diperbolehkan untuk arus lalu lintas satu arah saja, arah yang sebaliknya menggunakan jalan paralel di dekatnya.
  - d. Larangan belok, untuk mengurangi konflik yang mungkin terjadi dengan arus lalu lintas dari arah yang lain, kendaraan tidak boleh belok. Akan

tetapi, harus ada jalan alternatif bagi kendaraan yang menuju ke kanan atau ke kiri.

- e. Ke kiri boleh terus pada lampu merah. Pada persimpangan, dibuat jalur khusus untuk ke kiri yang terpisah, sehingga arus lalu lintas yang ke kiri dapat berbelok tanpa mengganggu arus lalulintas yang menerus maupun ke kanan.

### 3. Penggunaan tepi jalan (*curb*)

- a. Larangan parkir, dimaksudkan untuk mempertinggi kapasitas jalan. Ini bisa dilakukan di tempat- tempat dengan jalan yang ramai.
- b. Penentuan daerah bongkar muat. Daerah bongkar muat kendaraan berat harus dipilih di tempat yang tidak mengganggu arus lalu lintas.
- c. Pelebaran/ penyempitan jalan daerah pertokoan.

### 4. Parkir

- a. Parkir khusus angkutan umum. Tempat- tempat parkir angkutan umum, terlebih untuk angkutan umum atau bus pariwisata harus diperkirakan agar tidak mengganggu arus lalu lintas, tetapi cukup dekat dengan daerah tujuan penumpang.
- b. Pembatasan waktu parkir.
- c. Pengontrolan tempat parkir.

## **B. Persimpangan**

Menurut AASHTO (2001, dalam Khisty dan Lall, 2005) Persimpangan diartikan sebagai daerah ketika dua ruas jalan bertemu/ berpotongan termasuk di dalamnya fasilitas tepi jalan agar terjadi pergerakan arus lalu lintas. Karena persimpangan harus dimanfaatkan bersama- sama oleh setiap orang yang ingin menggunakannya, maka persimpangan tersebut harus dirancang dengan hati- hati, dengan mempertimbangkan efisiensi, keselamatan, kecepatan, biaya operasi, dan kapasitas. Pergerakan lalu lintas yang terjadi dan urutan- urutannya dapat ditangani dengan berbagai cara, tergantung pada jenis persimpangan yang dibutuhkan.

Menurut Khisty dan Lall (2005), persimpangan dibagi dalam tiga jenis, yaitu persimpangan sebidang, persimpangan jalur jalan tanpa ramp, dan *interchange* (simpang susun). Persimpangan sebidang merupakan persimpangan ketika dua ruas jalan bertemu dan dengan ciri ruas jalan menuju keluar persimpangan. Hal ini biasa disebut kaki simpang. Ketika dirasa perlu untuk mengakomodasi volume yang tinggi dari arus lalu lintas dengan aman dan efisien melalui persimpangan, digunakan lajur lalu lintas yang dipisahkan dalam tingkatan, dan ini umumnya disebut *interchange*. Ketika dua jalan atau jalan raya bersimpangan satu sama lain pada bidang yang berbeda, tanpa hubungan, pengaturannya disebut pemisahan bidang.

Khisty dan Lall (2005) juga menyebutkan, tujuan dari pembuatan persimpangan adalah mengurangi potensi konflik di antara kendaraan (termasuk pejalan kaki) dan sekaligus menyediakan kenyamanan maksimum dan kemudahan pergerakan bagi kendaraan. Berikut ini adalah elemen dasar yang umumnya dipertimbangkan dalam merancang persimpangan sebidang :

1. Faktor manusia, seperti kebiasaan mengemudi, dan waktu pengambilan keputusan dan waktu reaksi.
2. Pertimbangan lalu lintas, seperti kapasitas dan pergerakan membelok, kecepatan kendaraan, dan ukuran serta penyebaran kendaraan.
3. Elemen- elemen fisik, seperti karakteristik dan penggunaan dua fasilitas yang saling berdampingan, jarak pandang, dan fitur- fitur geometris.
4. Faktor ekonomi, seperti biaya dan manfaat serta konsumsi energi.

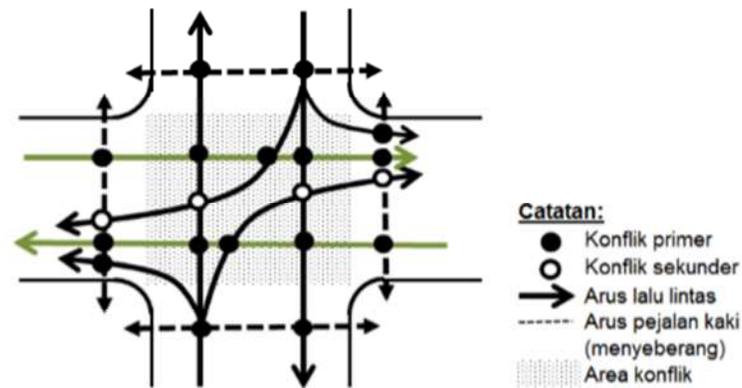
### **C. Simpang Bersinyal/ APILL**

APILL merupakan alat yang mengatur arus lalu lintas menggunakan 3 isyarat lampu yang baku, yaitu merah, kuning, dan hijau. Penggunaan 3 warna tersebut bertujuan memisahkan lintasan arus lalu lintas yang saling konflik dalam bentuk pemisahan waktu berjalan (PKJI, 2014).

Berdasarkan PKJI (2014), APILL digunakan untuk tujuan:

1. Mempertahankan kapasitas simpang pada jam puncak, dan
2. Mengurangi kejadian kecelakaan akibat tabrakan antara kendaraan-kendaraan dari arah yang berlawanan.

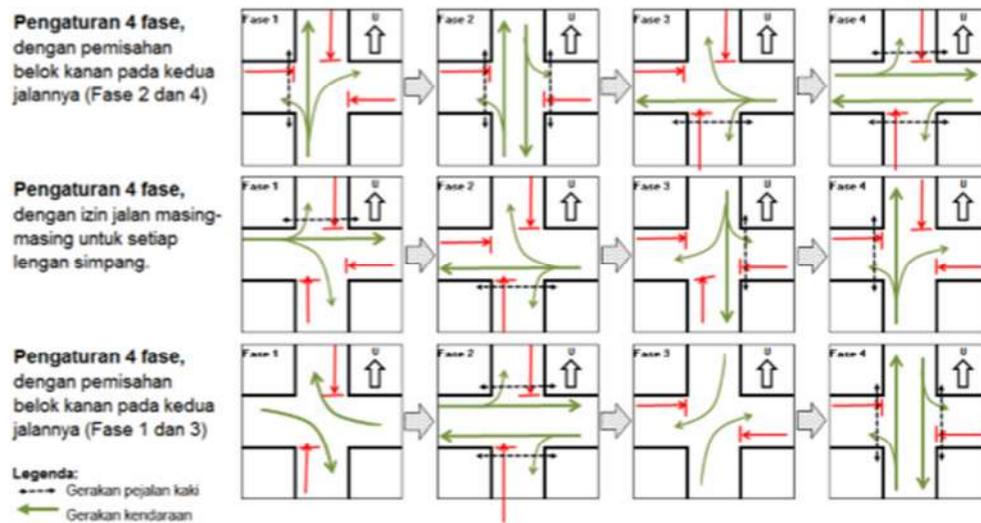
Prinsip APILL adalah dengan cara meminimalkan konflik baik konflik primer maupun konflik sekunder. Konflik primer adalah konflik antara dua arus lalu lintas yang saling berpotongan, dan konflik sekunder adalah konflik yang terjadi dari arus lurus yang melawan atau arus membelok yang berpotongan dengan arus lurus atau pejalan kaki yang menyeberang.



Gambar 2. 1 Konflik primer dan konflik sekunder pada simpang APILL 4 lengan.  
(Sumber : Peraturan Kapasitas Jalan Indonesia, 2014)

Untuk meningkatkan kapasitas, arus keberangkatan dari satu pendekat dapat memiliki arus terlawan dan arus terlindung pada fase yang berbeda khusus pada kondisi dimana arus belok kanan pada lengan pendekat yang berlawanan arah sangat banyak, sehingga berpotensi menurunkan kapasitas dan menurunkan tingkat keselamatan lalu lintas di simpang. Untuk meningkatkan keselamatan, pergerakan arus lurus dapat dipisahkan dari pergerakan belok kanan pada pendekat terlawan, tetapi hal ini akan menambah jumlah fase sehingga akan menurunkan kapasitas. Untuk memenuhi aspek keselamatan, lampu isyarat pada Simpang APILL harus dilengkapi dengan:

1. Isyarat lampu kuning untuk memperingati arus yang sedang bergerak bahwa fase sudah berakhir.
2. Isyarat lampu merah semua untuk menjamin agar kendaraan terakhir pada fase hijau yang baru saja berakhir memperoleh waktu yang cukup untuk keluar dari area konflik sebelum kendaraan pertama dari fase berikutnya memasuki daerah yang sama.



Gambar 2. 2 Tipikal pengaturan fase APILL simpang-4 dengan 4 fase  
(Sumber : Peraturan Kapasitas Jalan Indonesia, 2014)

#### D. Jenis- Jenis Pengendalian Persimpangan

Menurut Khisty dan Lall (2005) untuk mengendalikan persimpangan ada beberapa hal yang dapat dilakukan, tergantung jenis persimpangan serta volume lalu lintas tiap aliran kendaraan. Berdasarkan urutan pengendalian dari kecil ke tinggi di persimpangan, keenamnya adalah tanpa kendali, kanalisasi, rambu pengendalian kecepatan atau rambu berhenti, bundaran, dan lampu lalu lintas.

##### 1. Rambu berhenti

Rambu ini umumnya ditempatkan :

- a. Persimpangan ketika ruas jalan tidak begitu penting bila dibandingkan dengan ruas jalan utama.
- b. Persimpangan ketika ruas jalan menuju perkotaan dan luar kota bertemu/berpotongan. Jalan yang memasuki suatu jalan atau jalan raya tembus.
- c. Persimpangan tanpa adanya lampu lalu lintas di mana kondisi serta kecepatan tinggi, pandangan terbatas, dan banyaknya kecelakaan serius mengindikasikan adanya kebutuhan akan pengendalian oleh rambu berhenti.

## 2. Rambu pengendali kecepatan

Rambu ini umumnya ditempatkan pada simpang yang mempunyai masalah lalu lintas masih pada tingkat sedang sehingga dengan mudah dapat ditanggulangi oleh rambu pengatur kecepatan.

## 3. Kanalisasi persimpangan (*channelization*)

Kanalisasi adalah proses pemisahan atau pengaturan terhadap aliran kendaraan yang saling konflik ke dalam rute- rute jalan yang jelas dengan menempatkan beton pemisah atau rambu perkerasan untuk menciptakan pergerakan yang aman dan teratur bagi kendaraan dan pejalan kaki. Kanalisasi dapat membantu meningkatkan kapasitas, menyempurnakan keamanan, memberikan kenyamanan penuh, dan juga menaikkan kepercayaan diri pengemudi.

## 4. Bundaran (*Rotary*) dan Perputaran (*Roundabout*)

Bundaran dan perputaran adalah persimpangan kanalisasi yang terdiri dari sebuah lingkaran pusat yang dikelilingi oleh jalan satu arah. Perbedaan mendasar antar bundaran dan perputaran adalah bahwa bundaran umumnya menggunakan lampu lalu lintas sedangkan perputaran tidak. Perputaran umumnya mempunyai tingkat keselamatan yang baik dan kendaraan tidak harus berhenti saat volume lalulintas rendah.

## 5. Persimpangan tanpa rambu

Apabila sebuah persimpangan tidak memiliki peranti pengatur lalu lintas, pengemudi yang menuju persimpangan tersebut harus dapat mengamati kendaraan agar dapat mengatur kecepatan yang diperlukan sebelum mencapai persimpangan. Desain yang aman untuk persimpangan semacam ini harus memungkinkan pengemudi pada kedua jalan raya tersebut untuk melihat persimpangan dan lalu lintas dalam waktu yang cukup untuk menghentikan kendaraan sebelum mencapai persimpangan. Jarak yang aman untuk berhenti dalam kasus ini adalah sama dengan jarak yang digunakan untuk mendesain bagian jalan raya lainnya.

## 6. Peralatan lampu lalu lintas

Satu metode paling penting dan efektif untuk mengatur lalu lintas di persimpangan adalah dengan menggunakan lampu lalu lintas. Lampu lalu lintas adalah alat elektronik (dengan sistem pengatur waktu) yang memberikan hak jalan pada satu arus lalu lintas atau lebih sehingga aliran lalu lintas ini bisa melewati persimpangan dengan aman dan efisien. Tujuan adanya lampu lalu lintas adalah agar dapat mengurangi waktu tempuh rata-rata simpang serta menyeimbangkan kualitas pelayanan simpang sehingga kapasitasnya menjadi naik.

### **E. Kapasitas 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 (UU No. 22 Tahun 2009). Jalan dikelompokkan dalam beberapa kelas mulai dari Jalan Kelas I sampai III serta jalan khusus 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.

Menurut Undang Undang No. 38 tahun 2004 tentang Jalan, Pengelompokan Jalan sesuai dengan peruntukannya terdiri atas jalan umum dan jalan khusus. Jalan umum sebagaimana dimaksud dikelompokkan menurut sistem (terdiri dari jaringan jalan utama dan sekunder), fungsi (Jalan Arteri, Kolektor, Lokal, Lingkungan), status (Jalan Nasional, Provinsi, Kabupaten, Kota, Desa), dan kelas. Jalan khusus sebagaimana dimaksud bukan diperuntukkan bagi lalu lintas umum dalam rangka distribusi barang dan jasa yang dibutuhkan.

Berdasarkan PKJI (2014), karakteristik utama segmen jalan yang mempengaruhi kapasitas dan kinerja jalan yaitu:

1. Geometrik jalan, merupakan karakteristik yang mempengaruhi terhadap kapasitas dan kinerja jalan, berupa : pembebanan lalu lintas, lebar jalur lalu lintas (berpengaruh terhadap nilai kecepatan arus bebas dan kapasitas), kereb dan bahu jalan (berdampak pada hambatan samping di sisi jalan), median (mempengaruhi arah pergerakan lalu lintas), dan nilai alinemen jalan tertentu yang dapat menurunkan kecepatan arus bebas.
2. Pemisahan arah dan komposisi lalu lintas, khususnya kapasitas paling besar terjadi pada saat arus kedua arah pada tipe jalan 2/2TT sama besar (50%-50%), oleh karenanya pemisahan arah ini perlu ditentukan dalam penentuan nilai kapasitas yang ingin dicapai.
3. Pengaturan lalu lintas, yang banyak berpengaruh terhadap kapasitas adalah batas kecepatan yang diberikan melalui rambu, pembatasan aktivitas parkir, pembatasan berhenti, pembatasan akses dari simpang, pembatasan akses dari lahan samping jalan, dan akses untuk jenis kendaraan tertentu, misalnya angkutan kota (angkot).
4. Aktivitas samping jalan.
5. Perilaku pengemudi.

Sementara hambatan samping yang berpengaruh terhadap kapasitas dan kinerja jalan yaitu: Pejalan kaki, Angkutan umum dan kendaraan lain yang berhenti, Kendaraan lambat, Kendaraan masuk dan keluar dari lahan di samping jalan.

#### **F. Biaya Kemacetan**

Basuki dan Siswandi (2008) menyebutkan mengenai definisi kemacetan dan tundaan serta perbedaan keduanya, yaitu :

1. Kemacetan merupakan keadaan ketika arus lalulintas yang melewati suatu ruas jalan melebihi dari kapasitas rencana sehingga berakibat pada penurunan kecepatan mendekati 0 km/jam. Hal tersebut dapat dilihat pula dari derajat kejenuhan simpang/ ruas jalan tersebut, misalnya berdasarkan PKJI 2014 Nilai derajat kejenuhan harus  $\leq 0,85$  sebagai batas kelayakan jalan.
2. Tundaan merupakan keadaan ketika terjadi penurunan kecepatan tetapi tidak terjadi kemacetan, biasanya lebih dipengaruhi oleh sikap si pengemudi,

bukan kapasitas jalan. Serta dalam hal tersebut nilai derajat kejenuhan lalu lintas berada di bawah atau sama dengan 0,85.

Menurut Sugiyanto (2011) kemacetan lalu lintas muncul ketika volume lalu lintas melebihi kapasitas jalan atau simpang. Biaya transportasi akan meningkat ketika jumlah kendaraan bertambah sehingga menyebabkan tundaan, dan waktu perjalanan semakin panjang. Oleh karena itu, perlu dilakukan penelitian mengenai kemacetan lalu lintas agar dapat diterapkan dalam kebijakan transportasi untuk mengurangi biaya ekonomi yang disebabkan kemacetan.

Menurut Basuki dan Siswandi (2008), beberapa faktor yang menyebabkan kemacetan disimpang misalnya jalan rusak dan juga dari pelaku lalu lintas itu sendiri. Dalam upaya agar mengurangi kemacetan di simpang, maka perlu dilakukan pengelolaan rekayasa lalu lintas seperti : kebijakan lalu lintas satu arah, diberikan median jalan, membangun pulau lalu lintas, memasang lampu lalu lintas, atau membuat marka jalan. Upaya – upaya tersebut bertujuan meningkatkan kapasitas ruas jalan guna melancarkan arus lalu lintas, sehingga pemborosan biaya akibat kemacetan dapat ditekan sampai titik minimal.

Sementara menurut Stubs (1980, dalam Sugiyanto, 2008), menyebutkan biaya kemacetan sebagai hubungan antara kecepatan dengan aliran di jalan dan hubungan antara kecepatan dengan biaya kendaraan. Jika batas aliran lalu lintas yang ada dilampaui, maka rata-rata kecepatan lalu lintas akan turun. Pada saat kecepatan mulai turun maka biaya operasi kendaraan akan meningkat dalam kisaran 0 - 45 mil/jam dan waktu untuk melakukan perjalanan akan meningkat.

Sugiyanto (2012), biaya gabungan transportasi terdiri atas tiga komponen biaya, yaitu biaya operasi kendaraan (BOK) dalam satuan rupiah per kilometer, biaya waktu perjalanan (BWP) dalam satuan rupiah per waktu perjalanan, dan biaya polusi (BP) pada masing-masing jenis kendaraan dalam satuan rupiah per kendaraan-kilometer.

Biaya Operasional Kendaraan (BOK) merupakan biaya yang dikeluarkan karena pengoperasian kendaraan seperti bahan bakar, ban, oli, dan sebagainya, biasanya berbanding terbalik dengan kecepatan.

Biaya waktu perjalanan (BWP) merupakan biaya sebagai akibat terjadinya tundaan (*delay*) terhadap penumpang, dapat diketahui dari tingkat

pendapatan rumah tangga dan berbanding lurus dengan kecepatan. Biaya waktu perjalanan ini juga bisa dianalisis melalui kecepatan perjalanan, tundaan, panjang antrian, dan jarak tempuh.

Biaya Polusi (BP) merupakan biaya akibat kemacetan yang biasanya berupa polusi udara, suara, dan stress, serta merugikan kesehatan penduduk sekitar.

### G. Hasil Penelitian Terdahulu

Penelitian yang dilakukan pada simpang APILL Condong Catur Sleman Yogyakarta sebelumnya, hasil dari penelitian tersebut akan dipaparkan sebagai berikut.

1. Maulidiah, E. (2016), melakukan penelitian di simpang *Ringroad* Utara Jalan Gejayan Sleman Yogyakarta dengan judul penelitian Analisis Simpang Bersinyal. Berdasarkan hasil analisis dan evaluasi pada kondisi eksisting jam puncak pada pukul 07.30 – 08.30 didapatkan nilai arus lalu lintas pada masing – masing lengan sebesar 888,3; 932,1; 995,3 dan 912 smp/jam, kapasitas jalan sebesar 661; 915; 1420; 2007 smp/jam, derajat kejenuhan(DS) sebesar 1,5; 1,96; 0,62; dan 0,84, waktu siklus 24,29,47,53 detik, panjang antrian sebesar 175; 155,55; 111; 76,9105 m, Tundaan sebesar 709,14; 152,47; 58,38; 48,35 smp/jam. Berdasarkan nilai arus lalu lintas, kapasitas, derajat jenuh, waktu siklus, dan tundaan diatas Simpang *Ring road* utara Gejayan berada pada tingkat pelayanan jalan yang buruk (tingkat pelayanan simpang level F) karena pada simpang Ring road Utara Gejayan ini perlu dilakukan perancangan ulang dengan menambahkan waktu siklus dan pelebaran jalan agar simpang dapat memberikan pelayanan dengan baik dan berfungsi secara optimal.
2. Hayati, F. M. (2013), melakukan penelitian tentang Biaya Kemacetan dan Polusi Karbon Monoksida pada Lalu lintas di *Fly over* Simpang Ahmad Yani- Gatot Subroto Kota Banjarmasin. Kemacetan di Kota Banjarmasin didukung oleh peningkatan jumlah kendaraan 38% dalam kurun waktu 5 tahun terakhir. Hal ini mendorong pemerintah Kota Banjarmasin untuk merencanakan strategi guna mengurangi tingkat kemacetan. Salah satu solusi

yang dipilih oleh pemerintah yaitu pembangunan *fly over* yang berlokasi di simpang Jalan Ahmad Yani-Gatot Subroto. Tujuan dalam penelitian ini yaitu mengidentifikasi kerugian biaya kemacetan dan biaya polusi udara karbonmonoksida (CO) pada lalu lintas saat adanya proses pembangunan *fly over*. Metode yang digunakan dalam perhitungan biaya kemacetan yaitu metode Tzedakis, 1980. Dengan komponen perhitungan yaitu volume lalu lintas, kecepatan kendaraan, biaya operasional kendaraan, dan waktu antrian kendaraan. Dari hasil perhitungan didapat bahwa selisih dari antara biaya kemacetan sebelum dan saat proses pembangunan *fly over* sebesar Rp. 332.925.803/hari. Untuk perhitungan biaya polusi udara karbon monoksida menggunakan tiga metode perhitungan yaitu metode litmann, metode asif faiz, dan metode world bank. Dari tiga metode tersebut dilakukan perbandingan hasil ke uji udara eksisting, dan didapat bahwa perhitungan biaya polusi udara yang tepat adalah menggunakan metode asif faiz yaitu perhitungan biaya polusi udara berdasarkan kecepatan kendaraan. Dari hasil perhitungan didapat kerugian biaya polusi udara yang dihasilkan saat proses pembangunan *fly over* yaitu sebesar Rp. 907.588.348/hari. Peningkatan biaya kemacetan saat proses pembangunan *fly over* sebesar 76% dan biaya polusi udara karbon monoksida sebesar 67%.

3. Hadjoh, I. E. (2012), melakukan penelitian tentang Evaluasi Kinerja Simpang Bersinyal di simpang *Ringroad* Utara –Affandi- Angga Jaya Sleman Yogyakarta. Analisis data untuk mengetahui kinerja Simpang Empat Bersinyal Ringroad Utara – Affandi – Angga Jaya. Sleman, Yogyakarta dilakukan menggunakan metode Manual Kapasitas Jalan Indonesia (1997). Survey pengambilan data dilakukan pada jam sibuk pagi pukul 06.00 – 08.00 WIB, jam sibuk siang pukul 12.00 – 14.00 WIB, pada jam sibuk sore pukul 16.00 – 18.00 WIB, Survey pengambilan data dilaksanakan pada tanggal 28-30 Juli 2012. Dari analisis data yang diperoleh dapat diketahui bahwa tundaan yang terjadi di simpang Empat Bersinyal Ringroad Utara – Affandi – Angga Jaya, Sleman, Yogyakarta Senin (30/07/2012) pukul 06.30-07.30 WIB untuk masingmasing pendekatan utara, timur, selatan, dan barat diperoleh nilai panjang antrian rata-rata 41,59 meter dan tundaan simpang rata-rata 57,064

stop/smp termasuk kategori E. Berdasarkan data diatas solusi perbaikan yang paling cocok adalah desain geometri jalan disertai desain waktu hijau yang menghasilkan panjang antrian rata-rata 32,27 meter dan tundaan rata-rata simpang 49,51.

4. Sugiyanto, G. (2012), melakukan penelitian tentang Pemodelan Biaya Kemacetan pengguna Mobil Pribadi dengan Variasi Nilai Kecepatan Aktual Kendaraan di Jl Malioboro Yogyakarta. Tujuan penelitian tersebut adalah mengembangkan suatu model biaya kemacetan bagi pengguna mobil pribadi untuk berbagai variasi nilai waktu dan kecepatan aktual kendaraan di koridor Jalan Malioboro, Yogyakarta. Biaya kemacetan merupakan selisih antara biaya gabungan transportasi pada kondisi kecepatan arus bebas dengan biaya gabungan biaya transportasi pada kondisi kecepatan aktual. Biaya gabungan transportasi terdiri atas biaya operasi kendaraan, biaya waktu perjalanan, dan biaya polusi. Dari studi ini diperoleh bahwa biaya kemacetan bagi pengguna mobil pribadi di kawasan Malioboro, Yogyakarta, untuk responden dengan tujuan perjalanan ke kawasan Malioboro adalah Rp 4.009,15/trip dan untuk responden dengan perjalanan sebagai arus menerus adalah Rp 4.224,29/trip. Selain itu, model biaya kemacetan bagi pengguna mobil pribadi di koridor Malioboro merupakan fungsi eksponensial.
5. Sugiyanto, G. dkk. (2011), melakukan penelitian tentang Pengembangan Model Biaya Kemacetan bagi pengguna Mobil Pribadi di Kawasan Malioboro Yogyakarta. Tujuan penelitian ini adalah Mengestimasi besaran dan model biaya kemacetan bagi pengguna mobil pribadi di kawasan kota yogyakarta. Studi ini hanya dibatasi pada biaya kemacetan bagi pengguna mobil pribadi. Hasil yang didapat menunjukkan bahwa biaya umum transportasi mobil pribadi pada kondisi sebenarnya di kawasan Malioboro, Yogyakarta, adalah Rp 5.513,77 per trip dan pada kondisi kecepatan arus bebas adalah Rp 2.598,78 per trip, sehingga biaya kemacetan bagi pengguna mobil pribadi di kawasan ini adalah Rp 2.914,99 per trip. Model biaya kemacetan bagi pengguna mobil pribadi di kawasan Malioboro, Yogyakarta, berbentuk suatu fungsi eksponensial, dengan semakin rendah kecepatan

lalulintas aktual, semakin besar pula biaya kemacetan lalulintas yang ditimbulkan.

6. Wiliam, R. (2010), melakukan penelitian tentang Analisis Panjang Antrian Simpang Bersinyal dengan Menggunakan Metode MKJI di Simpang Jalan Affandi Yogyakarta. Hasil yang diperoleh menggunakan perhitungan dengan MKJI dan perhitungan di lapangan untuk hari Senin jam sibuk pagi adalah : pada pendekat utara (Jalan Condong Catur) ternyata terjadi perbedaan antara perhitungan MKJI dengan perhitungan di lapangan (MKJI = 66 m, lapangan = 43,2m), hal ini dikarenakan jalan ini merupakan jalan dua jalur dua arah dan ada median jalannya. Pada pendekat selatan (Jalan Affandi) hasil yang diperoleh juga terdapat perbedaan antara perhitungan MKJI dan perhitungan lapangan (MKJI = 105m, lapangan = 89,3m) hal ini juga dikarenakan terdapat median jalan dan terjadi antrian yg besar pada waktu sore hari. Pada pendekat timur (Jalan Ringroad Utara) hasil yang diperoleh juga terdapat perbedaan antara perhitungan MKJI dan perhitungan lapangan (MKJI = 123m, lapangan = 110,7) hal ini dikarenakan jalur ini merupakan jalur luar kota dengan median jalan dan antrian terbesar terjadi pada sore hari. Pada pendekat barat (Jalan Ringroad Utara) hasil yang diperoleh juga terdapat perbedaan antara perhitungan MKJI dan perhitungan lapangan (MKJI = 289m, lapangan = 281,5) hal ini juga sama seperti pendekat timur akan tetapi antrian terbesar terjadi pada pagi hari.
7. Basuki dan Siswandi (2008), melakukan penelitian tentang Biaya Kemacetan di Jalan Gejayan Yogyakarta. Penelitian ini dilakukan agar dapat diketahui korelasi antara tingkat kecepatan kendaraan ketika terjadi kemacetan dan nilai kerugian akibat kemacetan lalulintas yang terjadi. Dari hasil penelitian yang dilakukan, diketahui bahwa korelasi antara kecepatan yang terjadi dengan besarnya arus lalulintas yang ada adalah berbanding terbalik. Kerugian yang didapat karena terjadi tundaan arus kendaraan di jalan Gejayan adalah Rp. 11.282.482,21 per jam. Hal ini ditandai dengan bertambahnya Biaya Operasional Kendaraan (BOK) yang seharusnya dapat dihindari ketika kecepatan rencana dapat dicapai.