

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

A. Pemodelan Transportasi

Menurut Tamin (1997) pemodelan transportasi adalah perencanaan suatu sistem transportasi dalam bentuk model fisik, seperti model arsitek, model teknik sipil, wayang golek, dan lainnya. Peta dan diagram grafis sebagai model statistika dan matematika persamaan yang menerangkan beberapa aspek fisik seperti aspek sosial, ekonomi dan model transportasi, unsur atau faktor yang perlu diperhatikan dalam menentukan pemodelan analisis transportasi sebagai berikut :

1. Struktur model, memiliki struktur yang sederhana yang berupa fungsi dari beberapa alternatif yang saling tidak berhubungan atau struktur yang kompleks sehingga perlu dihitung peluang dari suatu kejadian transportasi yang pernah terjadi.
2. Bentuk fungsional, model yang dapat memecah masalah dalam bentuk linier atau non linier.
3. Spesifikasi variabel, menetapkan spesifikasi suatu variabel yang dapat digunakan sebagaimana variabel tersebut berhubungan satu sama lain dalam suatu model.

Dalam perkembangan teknologi pemodelan transportasi dapat dilakukan menggunakan suatu sistem program komputer yang mensimulasikan atau menganalisis dalam bentuk visual, memproses kinerja pemodelan yang disebut sebagai program komputer *Verkehr Stadten SIMulationsmodell* (VISSIM).

1. Program Komputer VISSIM 8.00

Menurut PTV-AG (2013), *Verkehr Stadten – SIMulationsmodell* yang lebih dikenal dengan VISSIM adalah alat simulasi pola lalu lintas yang dapat menganalisis skema prioritas kendaraan atau mempertimbangkan efek dari sinyal tertentu dengan visual 2D dan 3D fitur visualisasi atau bahasa pemrograman visual untuk simulasi sistem dinamis, program perangkat lunak simulasi mikroskopis model lalu lintas perkotaan. Selain itu VISSIM

bisa digunakan untuk mengembangkan *embedded systems* berbasis model, pemodelan ini pertama kali dikembangkan oleh *Planung Transportasi Verkehr AG (VTP)* di Karlsruhe, Germany, VISSIM dimulai pada tahun 1992 dan digunakan secara luas dalam desain sistem kontrol dan pemrosesan sinyal digital untuk simulasi multidomain. Program dilengkapi dengan blok diagram untuk operasi aritmatika, fungsi transendental, filter digital, fungsi transfer, integrasi numeris, dan pencitraan interaktif.

B. Transportasi

Menurut Tamin (1997), Transportasi adalah suatu sistem yang terdiri dari prasarana dan sistem pelayanan yang memungkinkan adanya pergerakan keseluruhan wilayah sehingga terakomodasi mobilitas penduduk, dimungkinkan adanya pergerakan barang, dan dimungkinkan akses kesemua wilayah.

C. Jenis Klasifikasi Jalan di Indonesia

Menurut Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 38 Tahun 2004 tentang Jalan. Jalan adalah prasarana transportasi darat yang meliputi segala bagian jalan, termasuk bangunan pelengkap dan perlengkapannya yang diperuntukkan bagi lalu lintas, yang berada pada permukaan tanah, di atas permukaan tanah, di bawah permukaan tanah dan/atau air, serta di atas permukaan air, kecuali jalan kereta api, jalan lori, dan jalan kabel. Berikut adalah klasifikasi jalan menurut Undang-Undang No 38 Tahun 2014 :

1. Jalan umum menurut fungsinya dikelompokkan ke dalam jalan arteri, jalan kolektor, jalan lokal, dan jalan lingkungan klasifikasi jalan sebagai berikut :
 - a. Jalan arteri adalah jalan umum yang berfungsi melayani angkutan utama dengan ciri perjalanan jarak jauh, kecepatan rata-rata tinggi, dan jumlah jalan masuk dibatasi secara berdaya guna.
 - b. Jalan kolektor adalah jalan umum yang berfungsi melayani angkutan pengumpul atau pembagi dengan ciri perjalanan jarak sedang, kecepatan rata-rata sedang, dan jumlah jalan masuk dibatasi.

- c. Jalan lokal adalah jalan umum yang berfungsi melayani angkutan setempat dengan ciri perjalanan jarak dekat, kecepatan rata-rata rendah, dan jumlah jalan masuk tidak dibatasi.
 - d. Jalan lingkungan adalah jalan umum yang berfungsi melayani angkutan lingkungan dengan ciri perjalanan jarak dekat, dan kecepatan rata-rata rendah.
2. Jalan umum menurut statusnya dikelompokkan ke dalam jalan nasional, jalan provinsi, jalan kabupaten, jalan kota, dan jalan desa klasifikasi jalan sebagai berikut :
- a. Jalan nasional adalah jalan arteri dan jalan kolektor dalam sistem jaringan jalan primer yang menghubungkan antaribukota provinsi, dan jalan strategis nasional, serta jalan tol.
 - b. Jalan provinsi adalah jalan kolektor dalam sistem jaringan jalan primer yang menghubungkan ibukota provinsi dengan ibukota kabupaten/kota, atau antar ibukota kabupaten atau kota, dan jalan strategis provinsi.
 - c. Jalan kabupaten adalah jalan lokal dalam sistem jaringan jalan primer yang tidak termasuk jalan yang menghubungkan ibukota kabupaten dengan ibukota kecamatan, antar ibukota kecamatan, ibukota kabupaten dengan pusat kegiatan lokal, antar pusat kegiatan lokal serta jalan umum dalam sistem jaringan jalan sekunder dalam wilayah kabupaten dan jalan strategis kabupaten.
 - d. Jalan desa adalah jalan umum yang menghubungkan kawasan atau antar pemukiman di dalam desa, serta jalan lingkungan.
3. Menurut Undang-Undang Nomor 22 Tahun 2009 tentang Lalu Lintas dan Angkutan Jalan (LLAJ), pengelompokan jalan menurut kelas yaitu : Jalan kelas I, Jalan kelas II, Jalan kelas III, Jalan kelas khusus. Penjelasan kelas jalan sebagai berikut :
- a. Jalan kelas I adalah jalan arteri dan kolektor yang dapat dilalui Kendaraan Bermotor dengan ukuran lebar tidak melebihi 2.500 (dua ribu lima ratus) milimeter, ukuran panjang tidak melebihi 18.000 (delapan

belas ribu) milimeter, ukuran paling tinggi 4.200 (empat ribu dua ratus) milimeter, dan muatan sumbu terberat 10 (sepuluh) ton.

- b. Jalan kelas II adalah jalan arteri, kolektor, lokal, dan lingkungan yang dapat dilalui Kendaraan Bermotor dengan ukuran lebar tidak melebihi 2.500 (dua ribu lima ratus) milimeter, ukuran panjang tidak melebihi 12.000 (dua belas ribu) milimeter, ukuran paling tinggi 4.200 (dua belas ribu) milimeter, dan muatan sumbu terberat 8 (delapan) ton.
- c. Jalan kelas III adalah jalan arteri, kolektor, lokal, dan lingkungan yang dapat dilalui Kendaraan Bermotor dengan ukuran lebar tidak melebihi 2.100 (dua ribu seratus) milimeter, ukuran panjang tidak melebihi 9.000 (sembilan ribu) milimeter, ukuran paling tinggi 3.500 (tiga ribu lima ratus) milimeter, dan muatan sumbu terberat 8 (delapan) ton.
- d. Jalan kelas khusus adalah jalan arteri yang dapat dilalui Kendaraan Bermotor dengan ukuran 2.500 (dua ribu lima ratus) milimeter, ukuran panjang melebihi 18.000 (delapan belas ribu) milimeter, dan muatan sumbu terberat lebih dari 10 (sepuluh) ton.

D. Lalu Lintas dan Manajemen Lalu Lintas

Menurut Undang-Undang Nomor 22 tahun 2009 tentang Lalu Lintas dan Angkutan Jalan, Lalu Lintas didefinisikan sebagai gerak kendaraan dan orang di ruang lalu lintas, sedangkan yang dimaksud dengan ruang lalu lintas jalan adalah prasarana yang diperuntukkan bagi gerak pindah kendaraan, orang, atau barang yang berupa jalan dan fasilitas pendukung.

Manajemen lalu lintas meliputi kegiatan perencanaan, pengaturan, pengawasan, dan pengendalian lalu lintas. Manajemen lalu lintas bertujuan untuk keselamatan, keamanan, ketertiban, dan kelancaran lalu lintas, dilakukan antara lain sebagai berikut :

1. Usaha peningkatan kapasitas jalan, ruas, persimpangan, dan jaringan jalan.
2. Pemberian prioritas bagi jenis kendaraan atau pemakai jalan tertentu.
3. Penyesuaian antara permintaan perjalanan dengan tingkat pelayanan tertentu dengan mempertimbangkan keterpaduan intra dan antar moda.
4. Penetapan sirkulasi lalu lintas, larangan dan perintah bagi pemakai jalan.
 - a. Kegiatan perencanaan lalu lintas meliputi :

inventarisasi dan evaluasi tingkat pelayanan maksud inventarisasi antara lain untuk mengetahui tingkat pelayanan pada setiap ruas jalan dan persimpangan, dan maksud tingkat pelayanan dalam ketentuan ini adalah merupakan kemampuan ruas jalan dan persimpangan untuk menampung lalu lintas dengan tetap memperhatikan faktor kecepatan dan keselamatan.

b. Kegiatan pengaturan lalu lintas meliputi :

kegiatan penetapan kebijakan lalu lintas pada jaringan atau ruas-ruas jalan tertentu. Termasuk dalam pengertian penetapan kebijakan lalu lintas dalam ketentuan ini antara lain penataan sirkulasi lalu lintas, penentuan kecepatan maksimum atau minimum, larangan penggunaan jalan, larangan dan perintah bagi pemakai jalan.

c. Kegiatan pengawasan lalu lintas meliputi :

- 1) Pemantauan dan penilaian terhadap pelaksanaan kebijakan lalu lintas. Kegiatan pemantauan dan penilaian dimaksudkan untuk mengetahui efektifitas dari kebijakan-kebijakan tersebut untuk mendukung pencapaian tingkat pelayanan yang telah ditentukan.
- 2) Tindakan korektif terhadap pelaksanaan kebijakan lalu lintas. Tindakan korektif dimaksudkan untuk menjamin tercapainya sasaran tingkat pelayanan yang telah ditentukan, termasuk dalam tindakan korektif adalah peninjauan ulang terhadap kebijakan apabila di dalam pelaksanaannya menimbulkan masalah yang tidak diinginkan.

d. Kegiatan pengendalian lalu lintas meliputi :

- 1) Pemberian arahan dan petunjuk dalam pelaksanaan kebijakan lalu lintas. Pemberian arahan dan petunjuk dalam ketentuan ini berupa penetapan atau pemberian pedoman dan tata cara untuk keperluan pelaksanaan manajemen lalu lintas, dengan maksud agar diperoleh keseragaman dalam pelaksanaannya serta dapat dilaksanakan sebagaimana mestinya untuk menjamin tercapainya tingkat pelayanan yang telah ditetapkan.

- 2) Pemberian bimbingan dan penyuluhan kepada masyarakat mengenai hak dan kewajiban masyarakat dalam pelaksanaan kebijakan lalu lintas.

E. Simpang

Menurut Peraturan Pemerintah Nomor 43 Tahun 1993 tentang Prasarana dan Lalu Lintas Jalan, simpang adalah pertemuan atau percabangan jalan, baik sebidang maupun yang tidak sebidang termasuk simpang tiga, simpang empat, simpang lima, bundaran, simpang tidak sebidang, namun tidak termasuk persilangan sebidang dengan rel kereta api.

PKJI (2014) mendefinisikan simpang sebagai pertemuan dua atau lebih ruas jalan sebidang yang tak diatur oleh Alat Pemberi Isyarat Lalu Lintas.

F. Simpang Alat Pemberi Isyarat Lalu Lintas (APILL)

Simpang APILL yaitu simpang yang menggunakan isyarat untuk pengguna jalan pada persimpangan sesuai dengan pengendalian arus lalu lintas dan menggunakan sinyal lalu lintas. Menurut Undang-Undang Nomor 22 Tahun 2009 tentang Lalu Lintas dan Angkutan, APILL adalah lampu yang mengendalikan arus lalu lintas yang terpasang di persimpangan jalan, tempat penyeberangan jalan kaki (zebra cross), dan tempat arus lalu lintas lainnya. Ketentuan kapasitas simpang APILL untuk perencanaan dan evaluasi kinerja lalu lintas simpang APILL.

G. Variabel Penting Untuk Mengukur Kinerja Simpang

Variabel mengukur kinerja simpang bersinyal sebagai berikut: kapasitas, panjang antrian, rasio kendaraan terhenti, tundaan, derajat kejenuhan, waktu siklus, arus lalu lintas, volume, hambatan samping dan kecepatan. Definisi umum yang perlu diketahui dalam permasalahan simpang APILL, beberapa diantaranya adalah :

1. Kapasitas (C)

Menurut PKJI (2014) kapasitas adalah arus lalu lintas maksimum yang dapat dipertahankan selama waktu paling sedikit satu jam. kemampuan ruas jalan atau volume lalu lintas yang ideal dalam satuan waktu tertentu, dinyatakan dalam jumlah kendaraan yang melewati potongan jalan tertentu dalam satuan jam (kend/jam), atau dengan mempertimbangkan berbagai jenis kendaraan yang melalui suatu jalan digunakan satuan kendaraan ringan sebagai satuan kendaraan dalam perhitungan kapasitas (skr/jam).

2. Rasio kendaraan terhenti (R_{KH})

Menurut PKJI (2014) rasio kendaraan terhenti adalah rasio arus lalu lintas yang harus berhenti sebelum melewati garis henti akibat pengendalian isyarat lampu lalu lintas terhadap seluruh arus yang lewat.

3. Panjang antrian (PA)

Menurut PKJI (2014) panjang antrian adalah panjang kendaraan yang mengantri di sepanjang pendekat, m. Panjang kendaraan yang menunggu dalam satu kelompok kendaraan dan dinyatakan dalam satuan meter, gerakan kendaraan yang berada dalam antrian akan di kontrolkan oleh gerakan yang didepan atau kendaraan tersebut dihentikan oleh komponen dari sistem lalu lintas.

4. Tundaan (T_L)

Menurut PKJI (2014) tundaan adalah waktu tempuh tambahan yang digunakan pengemudi untuk memulai suatu simpang apabila dibandingkan dengan lintasan tanpa simpang. Tundaan terbagi menjadi tundaan geometrik dan tundaan lalu lintas yaitu :

- a. Tundaan geometrik (T_G) adalah tundaan yang disebabkan oleh perlambatan dan percepatan kendaraan yang membelok di simpang dan/atau yang berhenti oleh lampu merah.
- b. Tundaan lalu lintas (T_L) adalah waktu tunggu yang disebabkan oleh interaksi lalu lintas dengan gerakan lalu lintas yang beralawanan.

5. Derajat kejenuhan (DJ)

Menurut PKJI (2014) derajat kejenuhan adalah rasio arus lalu lintas terhadap kapasitas untuk suatu pendekat. Derajat kejenuhan digunakan

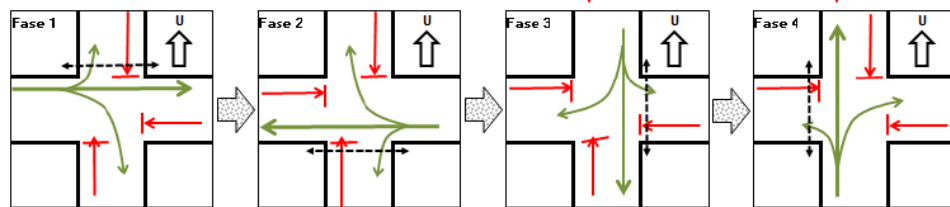
sebagai faktor utama dalam penentuan tingkat kinerja simpang dan segmen jalan.

6. Waktu siklus (c)

Menurut PKJI (2014) waktu siklus adalah waktu untuk lengkap isyarat APILL, misal waktu diantara dua permulaan hijau yang berurutan pada suatu pendekat, detik. Waktu siklus (*cycle time*) : waktu siklus selama satu urutan lengkap dari fase-fase sinyal lalu lintas yang dibutuhkan untuk satu rangkaian nyala lampu lalu lintas.

Fase : suatu kondisi dari sinyal APILL dalam satu waktu siklus yang memberikan hak jalan pada satu atau lebih gerakan lalu lintas tertentu.

a. Pengaturan 4 fase, dengan izin jalan masing-masing untuk setiap lengan simpang.



Gambar 2.1 Simpang dengan 4 Fase
(Sumber : PKJI, 2014)

7. Arus lalu lintas (Q,q)

Menurut PKJI (2014), arus lalu lintas adalah jumlah kendaraan yang melewati suatu garis tak terganggu di hulu pendekat persatuan waktu, dalam satuan kend/jam atau ekr/jam. Notasi Q dipakai untuk menyatakan LHRT dalam satuan ekr/hari atau kend/hari.

8. Volume

Menurut Kementerian Perhubungan Nomor 96 Tahun 2015 tentang Pemodelan Pelaksanaan Kegiatan Manajemen dan Rekayasa Lalu Lintas. Volume lalu lintas adalah jumlah kendaraan yang melewati suatu titik tertentu pada ruas jalan persatuan waktu, dinyatakan dalam kendaraan per jam atau satuan mobil penumpang per jam.

9. Hambatan samping (HS)

Menurut PKJI (2014) hambatan samping adalah intraksi antara arus lalu lintas dan kegiatan jalan yang menyebabkan menurunnya arus jenuh

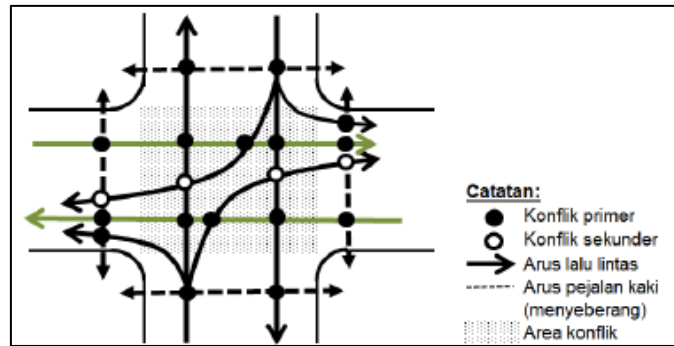
dalam pendekat yang bersangkutan. Dampak terhadap kinerja lalu lintas yang berasal dari aktivitas samping segmen jalan. Hambatan samping yang umumnya sangat mempengaruhi kapasitas jalan adalah pejalan kaki, angkutan umum, dan kendaraan terhenti, kendaraan tak bermotor, kendaraan masuk dan keluar dari fungsi tataguna lahan di samping jalan.

10. Kecepatan adalah kemampuan untuk menempuh jarak tertentu dalam satuan waktu dinyatakan dalam kilometer/jam menurut (Ridwan, 2014). Kecepatan dapat diukur sebagai berikut :
 - a. Kecepatan titik (*spot speed*) : kecepatan kendaraan sesaat pada waktu kendaraan melintas suatu titik tetap tertentu di jalan.
 - b. Kecepatan berjalan (*journey speed*) : kecepatan rata-rata kendaraan efektif antara dua titik tertentu di suatu perjalanan, yang dapat ditentukan dari jarak perjalanan dibagi dengan total waktu perjalanan.
 - c. Kecepatan gerak (*running speed/operating speed*) : kecepatan rata-rata kendaraan untuk melintasi suatu jarak tertentu (waktu hambatan tidak dihitung).

H. Tujuan Kinerja Simpang dan Konflik Simpang APILL

Menurut PKJI (2014) pengaturan lalu lintas pada umumnya menggunakan APILL bertujuan sebagai memudahkan kinerja simpang antara lain :

1. Mempertahankan kapasitas simpang pada jam puncak dan mengurangi kejadian kecelakaan akibat tabrakan antara kendaraan-kendaraan dari arah yang berlawanan. Untuk meminimalkan konflik pada simpang APILL terbagi menjadi dua yaitu konflik primer dan konflik sekunder.
 - a. Konflik primer adalah konflik antara dua arus lalu lintas yang saling berpotongan.
 - b. konflik sekunder adalah konflik yang terjadi dari arus lurus yang melawan atau arus membelok yang berpotongan dengan arus lurus atau pejalan kaki yang menyebrang.



Gambar 2.2 Konflik Primer dan Konflik Sekunder pada Simpang APILL 4 Lengan
(Sumber : PKJI 2014)

2. Untuk meningkatkan kapasitas, arus keberangkatan dari satu pendekatan 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 atau menurunkan tingkat keselamatan lalu lintas di simpang.
3. 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.
4. Untuk memenuhi aspek keselamatan, lampu isyarat pada simpang APILL harus dilengkapi dengan :
 - a. Isyarat lampu kuning untuk memperingati arus yang sedang bergerak bahwa fase sudah berakhir.
 - b. 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.

I. Tingkat Pelayanan Kinerja Simpang APILL

Kinerja pada simpang APILL bisa ditentukan dengan memperhatikan dan menganalisis panjang antrian dan tundaan yang terjadi pada simpang yang mengalami permasalahan tertentu. Tujuan dari tingkat pelayanan yaitu untuk melakukan pelayanan pada kebutuhan kinerja lalu lintas dengan sebaik

mungkin, tingkat pelayanan simpang dapat diklasifikasikan antara tingkat pelayanan dan tundaan pada Tabel 2.1 sebagai berikut :

Tabel 2.1 Tingkat Pelayanan Simpang

Tingkat Pelayanan	Tundaan (detik)	Keterangan
A	< 5	Baik Sekali
B	> 5 - 15	Baik
C	> 15 - 25	Sedang
D	> 25 - 40	Kurang
E	> 40 - 60	Buruk
F	> 60	Buruk Sekali

(Sumber : Peraturan Menteri 96 Tahun 2015)

J. Hasil Penelitian Terdahulu

Penelitian mengenai simpang APILL di Yogyakarta sudah banyak dilakukan oleh para peneliti terdahulu antara lain oleh Bayunagoro, D. H (2016), Windarto, P. C (2016), Utomo, I. R (2016) dan Agelina, N. T (2013).

Bayunagoro, (2016) melakukan penelitian pemodelan lalu lintas pada simpang bersinyal Pingit Yogyakarta. Untuk mengetahui faktor-faktor melalui kinerja simpang bersinyal di kota Yogyakarta, faktor yang mempengaruhi antara lain volume lalu lintas, nilai derajat kejenuhan, tundaan rata-rata. Alternatif solusi yang ditawarkan adalah perancangan ulang volume jam puncak, pengaturan ulang jam rata-rata dan melakukan pelebaran jalan.

Windarto, (2016) melakukan penelitian analisis simpang bersinyal dengan menggunakan *software* VISSIM pada, simpang bersinyal Pelemgurih Yogyakarta. Untuk mengetahui faktor-faktor kinerja simpang bersinyal di kota Yogyakarta, faktor yang mempengaruhi yaitu volume lalu lintas pada kondisi eksisting simpang bersinyal Pelemgurih, nilai kejenuhan pada simpang bersinyal dan tundaan rata-rata pada kondisi eksisting. Alternatif solusi yang ditawarkan dalam analisis adalah perancangan ulang volume jam puncak, pengaturan ulang jam rata-rata, pelebaran jalan, jalan satu arah keluar, data satu jam rata-rata dan jalan satu arah masuk.

Utomo, (2016) melakukan penelitian pemodelan lalu lintas pada simpang bersinyal *Ring Road* Utara, Monumen Jogja Kembali, Yogyakarta. Untuk mengetahui faktor-faktor kinerja simpang bersinyal di kota Yogyakarta, faktor yang mempengaruhi adalah kondisi geometrik, kondisi lingkungan, volume lalu lintas, arus lalu lintas, kapasitas simpang, derajat kejenuhan, panjang antrian dan tundaan. Alternatif solusi yang ditawarkan adalah merancang ulang volume jam puncak (VJP), pengaturan ulang satu jam rata-rata, pelebaran jalan dan perubahan arah kekiri jalan terus (LTOR), pengaturan jalan satu arah pada lengan utara.

Angelina, (2013) melakukan penelitian kajian kinerja simpang bersinyal *ring road* selatan jalan Parangtritis Yogyakarta dan alternatif solusi. Untuk mengetahui faktor-faktor melalui kinerja simpang Parangtritis *ring road* selatan, faktor yang mempengaruhi adalah derajat kejenuhan, kapasitas rata-rata, tundaan rata-rata. Alternatif solusi yang ditawarkan adalah perbaikan simpang dengan pengaturan (LTOR), geometri dan pengaturan waktu siklus, nilai derajat kejenuhan dan desain bundaran.