

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

A. Transportasi

Transportasi merupakan suatu sistem yang terdiri dari sarana, prasarana dan sistem yang memungkinkan adanya pergerakan keseluruhan wilayah sehingga terakomodasinya mobilitas penduduk, dimungkinkan adanya pergerakan barang dan akses keseluruh wilayah (Tamin, 1997).

Permasalahan transportasi menurut Tamin (1997) merupakan masalah kritis yang tidak hanya terbatas pada prasarana transportasi yang ada, namun merambah pada aspek-aspek yang lainnya, seperti urbanisasi, pertumbuhan penduduk yang pesat, laju pertumbuhan ekonomi dan pertumbuhan lalu lintas yang tinggi.

B. Klasifikasi Jalan di Indonesia

Menurut Undang-Undang No.22 Tahun 2009, jalan merupakan prasarana penghubung yang didalamnya termasuk bangunan pelengkap dan perlengkapannya yang diperuntukan bagi lalu lintas umum, yang berada pada permukaan tanah, di atas permukaan tanah, di bawah permukaan tanah, serta di atas permukaan air kecuali jalan rel dan jalan kabel.

Menurut Undang-Undang No.22 Tahun 2009, pengelompokkan jalan menurut kelas jalannya terdiri atas :

1. Kelas jalan I, yaitu jalan arteri dan kolektor yang mana dapat dilalui oleh kendaraan bermotor dengan ukuran tidak melebihi 2.500 mm, ukuran panjang tidak melebihi 18.000 mm, ukurn paling tingg 4.200 mm dan muatan sumbu terberatnya 10 ton.
2. Kelas jalan II, yaitu jalan arteri, kolektor, lokal dan lingkungan, yang mana dapat dilalui oleh kendaraan bermotor dengan ukuran 2.500 mm, ukuran panjangnya tidak melebihi 12.000 mm, ukuran paling tinggi 4.200 mm dan muatan sumbu terberatnya 8 ton.
3. Kelas jalan III, yaitu kelas jalan arteri, kolektor, lokal, dan lingkungan yang mana dapat dilalu kendaraan bermotor bengan ukuran lebar tidak melebihi 2.100 mm,

ukuran panjangnya tidak melebihi 9.000mm, ukuran paling tinggi 3500 mm, dan muatan sumbu terberat 8 ton.

4. Jalan kelas khusus, yaitu jalan arteri yang dapat dilalui kendaraan bermotor dengan ukuran lebar melebihi 2.500 mm, ukuran panjang melebihi 18.000 mm, ukuran paling tinggi 4.200 mm dan muatan sumbu terberat melebihi 10 ton.

C. Simpang

Simpang adalah daerah umum dimana dua jalan atau lebih bergabung atau bersimpang, termasuk jalan dan fasilitas tepi jalan untuk pergerakan lalu lintas didalamnya (Khisty dan Lall, 2005).

Menurut Morlok (1995), terdapat dua jenis persimpangan jalan dari segi pandangan untuk kontrol kendaraan, yaitu persimpangan dengan sinyal dan persimpangan tanpa sinyal.

Menurut Manual Kapasitas Jalan Indonesia (MKJI, 1997) terdapat dua jenis persimpangan jalan yaitu persimpangan bersinyal dan persimpangan tak bersinyal, suatu pendekatan dapat diartikan sebagai daerah dari suatu daerah persimpangan jalan untuk mengantri sebelum keluar melewati garis henti, indikator yang digunakan untuk memperhitungkan kinerja simpang bersinyal berhubungan dengan geometri, lingkungan dan lalu lintas terdiri dari :

1. Analisis arus lalu lintas
2. Analisis kapasitas samping
3. Analisis derajat kejenuhan
4. Analisis tundaan
5. Analisis peluang antrian

D. Sinyal dan Peraturan Lalu Lintas

Sinyal dan peraturan lalu lintas adalah suatu isyarat bagi pengguna jalan untuk mengurangi masalah lalu lintas, biasanya sinyal ini berupa lampu APILL dan rambu lalu lintas lainnya.

Lampu lalu lintas adalah alat pengatur lalu lintas yang mempunyai fungsi utama sebagai pengatur hak berjalan pergerakan lalu lintas (termasuk pejalan kaki) secara bergantian di pertemuan jalan (Malkhamah, 1995).

Tujuan dari diterapkannya pengatur dengan lampu lalu lintas adalah :

1. Menciptakan pergerakan dan hak berjalan secara bergantian dan teratur, sehingga meningkatkan daya dukung pertemuan jalan dalam melayani arus lalu lintas.
2. Hirarki rute bisa dilaksanakan apabila rute utama diusahakan untuk mengalami kelambatan (*delay*) minimal
3. Pengaturan prioritasnya (misalkan untuk angkutan umum) dapat dilaksanakan.
4. Menciptakan *gap* pada arus lalu lintas yang padat untuk memberi hak berjalan arus lalu lintas lain (seperti: sepeda, pejalan kaki) memasuki persimpangan, dan menciptakan iring-iringan (*platoon*) pada arus lalu lintas yang padat.
5. Mengurangi terjadinya kecelakaan dan kelambatan lalu lintas,
6. Memberikan mekanisme pengaturan lalu lintas yang lebih efektif dan murah dibandingkan dengan pengaturan manual.
7. Mengurangi tenaga polisi dan menghindarkan polisi dari polusi udara, kebisingan, dan juga resiko kecelakaan,
8. Memberikan rasa percaya kepada pengemudi bahwa hak berjalannya terjamin dan menimbulkan sikap disiplin berlalu lintas.

Secara lebih rinci *Federal Highway Administration / United States-Department Of Transportation* (FHWA/US-DOT) di dalam *Manual On Uniform Traffic Control Devices* (1988) menyatakan bahwa lampu pengaturan lalu lintas hanya boleh diterapkan apabila satu atau lebih *traffic signal warrant* dipenuhi dan dilakukan studi lalu lintas (Malkhamah, 1995).

Traffic signal warrant adalah:

1. Volume kendaraan minimum,
2. Pemutusan arus yang terus menerus,
3. Volume penyebrangan jalan,
4. Penyebrangan anak sekolah,
5. Gerakan arus progresif.
6. Rawan kecelakaan,
7. Sistem *warrant*,
8. Kombinasi *warrant*,
9. Volume lalu lintas 4 jam,
10. Kelambatan jam-jam sibuk,
11. Volume jam-jam sibuk.

Menurut MKJI (1997), pada umumnya sinyal lalu lintas dipergunakan untuk satu atau lebih dari alasan berikut:

1. Untuk menghindari kemacetan simpang akibat adanya konflik arus lalu lintas, sehingga terjamin bahwa suatu kapasitas tertentu dapat dipertahankan bahkan selama kondisi lalu lintas pada jam puncak.
2. Untuk memberikan kesempatan kepada kendaraan atau pejalan kaki dari jalan simpang (kecil) untuk memotong jalan utama,
3. Untuk mengurangi jumlah kecelakaan lalu lintas akibat tabrakan antara kendaraan-kendaraan dari arah yang bertentangan.

Menurut PKJI (2014), sinyal lalu lintas digunakan untuk tujuan sebagai berikut :

1. Untuk mempertahankan kapasitas pada jam puncak dengan cara meminimalkan konflik baik itu konflik primer maupun konflik sekunder.
2. Untuk mengurangi kejadian kecelakaan akibat tabrakan antara kendaraan-kendaraan dari arah yang berlawanan.

E. Volume Lalu Lintas

Volume lalu lintas yaitu jumlah kendaraan yang melewati suatu titik tertentu pada suatu ruas jalan persatuan waktu, yang dinyatakan dalam kendaraan per jam atau satuan mobil penumpang per jam. (Peraturan Menteri No 96 Tahun 2015)

Menurut Peraturan Menteri No 96 Tahun 2015 tentang Pedoman Pelaksanaan Kegiatan Manajemen dan Rekayasa Lalu Lintas, volume lalu lintas untuk mengetahui jumlah kendaraan atau pejalan kaki pada ruas jalan atau persimpangan jalan selama interval waktu tertentu. Volume lalu lintas pada ruas jalan per satuan waktu yang dikenal juga dalam perencanaan lalu lintas adalah Lalu Lintas Harian Rata-rata Tahunan (LHRT) dan Volume Jam Perencanaan (VJP).

1. Lalu Lintas Harian Rata-rata Tahunan (LHRT)

LHRT yaitu arus lalu lintas dalam setahun dibagi dengan jumlah hari dalam satu tahun (365 hari), sehingga LHRT dinyatakan satuan mobil penumpang (smp)/jam.

2. Volume Jam Perencanaan (*design hourly volume*) – VJP

VJP yaitu besaran yang digunakan dalam perancangan bagian-bagian jaringan jalan, dengan satuan yang biasa digunakan adalah smp/jam.

Dimana pada sepanjang tahun akan terdapat satu jam yang dimana volume lalu lintas mencapai volume tertinggi. Volume lalu lintas tertinggi tersebut yang dijadikan sebagai volume jam perencanaan. Volume jam perencanaan (VJP) adalah 9% LHRT untuk jalan kota, dan 11% untuk jalan antar kota.

F. Arus Jenuh

Menurut Malkhamah (1995), arus siklus dapat dianggap jenuh apabila akhir nyala lampu hijau masih terdapat kendaraan yang antri. Model keberangkatan kendaraan dibuat dengan mengasumsikan bahwa tidak ada kendaraan yang melewati garis henti pada saat lampu merah menyala efektif.

Menurut Pedoman Kapasitas Jalan Indonesia (2014), arus jenuh dinyatakan dari hasil perkalian antara arus jenuh dasar dengan faktor-faktor penyesuaian untuk penyimpanan kondisi eksisting terhadap kondisi ideal.

G. Ukuran Kota

Ukuran kota ditetapkan berdasarkan jumlah penduduk di kota bersangkutan, yang dinyatakan dalam satuan juta jiwa. Ukuran kota dimasukan untuk mengkoreksi kapasitas dasar sebagai akibat perbedaan ukuran kota dari ukuran kota yang ideal (PKJI,2014)

H. Hambatan Samping

Menurut PKJI 2014, hambatan samping diakibatkan interaksi antara arus lalu lintas dan kegiatan samping jalan yang menyebabkan menurunnya arus jenuh dalam pendekat yang bersangkutan. Hambatan samping dapat ditentukan dari terganggu atau tidaknya pergerakan arus berangkat pada tempat masuk dan keluar simpang.

Hambatan samping utama yang mempengaruhi kapasitas dan kinerja pada jalan perkotaan antara lain: parkir, kendaraan keluar dan masuk dari lahan samping jalan, pejalan kaki dan kendaraan melambat.

I. Kecepatan

Kecepatan yaitu kemampuan untuk menempuh jarak tertentu dalam satuan waktu yang dinyatakan dalam satuan km/jam.(Peraturan Menteri Perhubungan No 14 tahun 2006).

Menurut Peraturan Menteri No 96 Tahun 2015 tentang Pedoman Pelaksanaan Kegiatan Manajemen dan Rekayasa Lalu Lintas, kecepatan lalu lintas ini dapat diukur dengan cara sebagai berikut :

1. Kecepatan setempat (*spot speed*)

Spot speed merupakan kecepatan kendaraan di lokasi tertentu pada suatu ruas jalan. Terdapat 2 jenis kecepatan rata-rata setempat (*mean spot speed*), yaitu sebagai berikut :

- a) Kecepatan rata-rata waktu (*time mean speed*) yaitu nilai rata-rata aritmatik kecepatan kendaraan yang melintas pada suatu titik selama rentang waktu tertentu.

- b) Kecepatan rata-rata ruang (*space mean speed*), yaitu rata-rata aritmatik kecepatan kendaraan yang berada pada rentang jarak tertentu dan pada waktu tertentu.
2. Kecepatan tempuh (*travel speed*)
Travel speed ini merupakan kecepatan rata-rata (km/jam) arus lalu lintas yang didapat dari panjang jalan dibagi dengan waktu tempuh rata-rata kendaraan yang melalui segmen jalan.
3. Kecepatan arus bebas (*free flow speed*)
Free flow speed yaitu kecepatan kendaraan (km/jam) yang tidak dipengaruhi oleh kendaraan lainnya atau kecepatan dimana pengemudi merasakan perjalanan yang nyaman, dalam kondisi geometrik, lingkungan dan pengaturan lalu lintas yang ada pada segmen jalan dimana tidak ada kendaraan lain.

J. Parameter Kinerja Simpang

Menurut PKJI (2014), kinerja simpang memiliki beberapa parameter antara lain : kapasitas, rasio kendaraan terhenti, panjang antrian, tundaan, derajat kejenuhan, waktu siklus, arus dan peluang antrian.

1. Kapasitas
 Kapasitas jalan merupakan jumlah kendaraan yang melewati suatu titik tertentu pada ruas jalan persatuan waktu yang dinyatakan dalam kendaraan per jam atau satuan mobil penumpang per jam (Peraturan Menteri No 96 Tahun 2015).
2. Rasio Kendaraan Terhenti
 Rasio kendaraan henti merupakan rasio kendaraan pada pendekat yang berhenti akibat isyarat merah sebelum melewati suatu simpang terhadap jumlah arus pada fase yang sama pada pendekat tersebut (PKJI, 2014)
3. Panjang Antrian
 Panjang antrian adalah jumlah rata-rata antrian kendaraan pada awal isyarat lampu hijau yang dihitung jumlah kendaraan henti, yang merupakan sisa dari fase hijau sebelumnya ditambah dengan jumlah kendaraan yang datang dan berhenti dalam antrian selama fase merah. Satuan panjang antrian adalah satuan kendaraan ringan (skr) (PKJI, 2014).

4. Tundaan

Menurut PKJI (2014), tundaan merupakan waktu tempuh tambahan yang digunakan pengemudi untuk melalui suatu simpang apabila dibandingkan dengan lintasan yang tanpa simpang. Terdapat 2 jenis tundaan yaitu sebagai berikut :

- a) Tundaan lalu lintas yaitu waktu menunggu yang disebabkan oleh interaksi lalu lintas dengan gerakan lalu lintas yang berlawanan.
- b) Tundaan geometri yaitu waktu menunggu yang disebabkan oleh perlambatan dan percepatan kendaraan yang membelok di simpang dan/atau yang terhenti oleh lampu merah

5. Derajat Kejenuhan

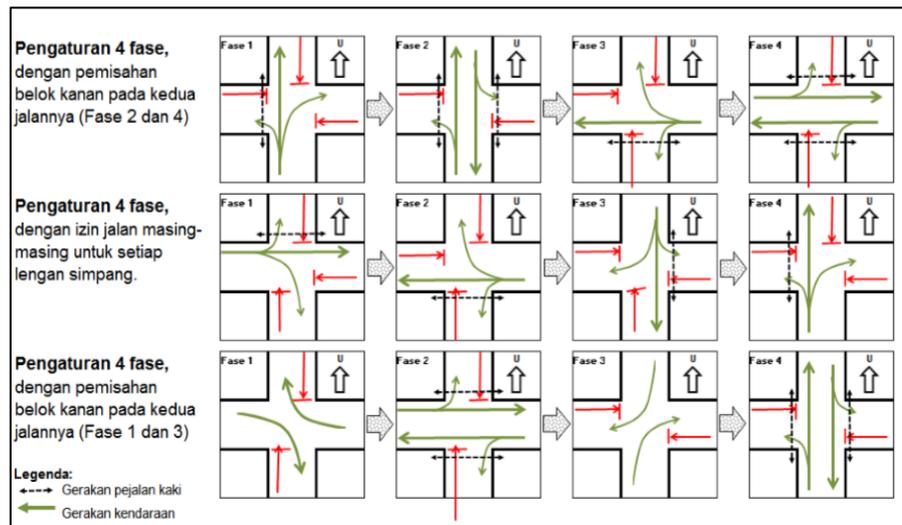
Menurut PKJI (2014), derajat kejenuhan merupakan perbandingan antara arus lalu lintas (skr/jam) dengan kapasitas (skr/jam) yang digunakan untuk menilai dan menentukan tingkat kinerja pada suatu segmen jalan.

Derajat kejenuhan dihitung untuk mengetahui apakah pada suatu simpang yang bersangkutan terdapat masalah kapasitas atau tidak. Derajat kejenuhan ini digunakan untuk menganalisa perilaku lalu lintas.

6. Waktu Siklus

Waktu siklus adalah waktu urutan lengkap dari suatu indikasi sinyal atau satu periode lampu, misalnya pada arus di suatu ruas jalan mulai hijau, sampai pada ruas jalan tersebut mulai hijau kembali (Munawar, 2004).

Menurut PKJI (2014), waktu siklus yang lebih rendah dapat menyebabkan kesulitan bagi para pejalan kaki untuk menyebrang jalan. Waktu siklus yang melebihi 130 detik harus dihindari, kecuali pada kasus yang sangat khusus (simpang yang sangat besar), karena hal ini sering menyebabkan menurunnya kapasitas pada keseluruhan simpang.



Gambar 2.1 Pengaturan simpang bersinyal 4 fase
 (sumber : Pedoman Kapasitas Jalan Indonesia, 2014)

7. Arus

Arus adalah jumlah kendaraan-kendaraan yang melalui suatu garis tak terganggu di hulu pendekat per satuan waktu, yang dinyatakan dalam satuan kendaraan kend/jam atau skr/jam (PKJI,2014).

8. Peluang antrian

Menurut Manual Kapasitas Jalan Indonesia (1997), peluang antrian yaitu kemungkinan terjadinya antrian kendaraan yang terjadi pada suatu simpang, dinyatakan pada suatu rata-rata nilai yang didapat dari hubungan antara derajat kejenuhan dan peluang antrian.

Panjang antrian adalah kendaraan yang mengantri di sepanjang pendekat, yang dinyatakan dalam satuan meter (m). Panjang antrian diperoleh dari perkalian jumlah rata-rata antrian dengan luas area rata-rata yang digunakan oleh satu kendaraan ringan (20 m^2), dibagi dengan lebar masuk pada simpang (PKJI, 2014).

K. Tingkat Pelayanan Persimpangan

Menurut Peraturan Menteri No 96 Tahun 2015 tentang Pedoman Pelaksanaan Kegiatan Manajemen Dan Rekayasa Lalu Lintas, tingkat pelayanan adalah suatu ukuran kuantitatif dan kualitatif yang menggambarkan kondisi operasional lalu lintas. Tingkat

pelayanan persimpangan ini terbagi menjadi enam tingkat pelayanan yang dimulai dari tingkat pelayanan A sampai dengan F. Tingkat pelayanan persimpangan tersebut dapat dilihat pada tabel 2.1 berikut.

Tabel 2.1 Tingkat pelayanan persimpangan

Tingkat Pelayanan	Keterangan
A	Jika kondisi tundaan rata-rata ≥ 5 detik per kendaraan.
B	Jika kondisi tundaan rata-rata ≤ 5 detik sampai 15 detik per kendaraan.
C	Jika kondisi tundaan rata-rata ≤ 15 detik sampai 25 detik per kendaraan.
D	Jika kondisi tundaan ≤ 25 detik sampai 40 detik per kendaraan.
E	Jika kondisi tundaan ≤ 40 detik sampai 60 detik per kendaraan.
F	Jika kondisi tundaan ≤ 60 detik per kendaraan.

(sumber : Peraturan Menteri No 96 Tahun 2015)

L. Hasil Penelitian Terdahulu

Penelitian yang disurvei pada simpang Bersinyal Tamansiswa dengan studi yang dilakukan menurut lokasi dan judul yang berkaitan dengan penelitian terdahulu, karena pada simpang bersinyal Tamansiswa belum ada sama sekali yang melakukan penelitian pada simpang tersebut. Penelitian terdahulu akan dijelaskan sebagai acuan untuk analisis data disimpang bersinyal Tamansiswa, berikut adalah hasil dari penelitian terdahulu:

1. Menurut Maulidiah, Esti (2016), berdasarkan dari penelitian yang dilakukan pada simpang *Ring Road* Utara Gejayan Sleman Yogyakarta volume lalu lintas puncak didapat pada waktu pagi hari yaitu pada pukul 07:30 sampai dengan 08:30 WIB. Didapatkan hasil tundaan rata-rata pada simpang tersebut adalah sebesar 672,2915 det/smp, nilai tundaan rata-rata tersebut menunjukkan bahwa pada simpang tersebut tingkat pelayanan simpangnya termasuk pada kelas F yang berarti pada simpang bersangkutan terlalu jenuh. Adapun rekomendasi yang dapat dilakukan untuk memperbaiki permasalahan pelayanan simpang adalah sebagai berikut :

- Perencanaan ulang pada simpang *Ring Road* Utara Gejayan Sleman Yogyakarta dengan penambahan *fly over* pada lengan timur dan barat, karena berhasil meningkatkan kinerja dan pelayanan simpang yang pada kondisi eksistingnya F kini membaik dengan hasil tingkat pelayanan C
2. Menurut Yolanda, Yogi (2016), berdasarkan dari penelitian yang dilakukan pada simpang empat jalan H.O.S Cokroaminoto, Wirobrajan Kota Yogyakarta, Daerah Istimewa Yogyakarta. Terdapat beberapa faktor yang mempengaruhi kinerja pada simpang bersinyal jalan Wirobrajan yaitu kondisi geometrik, kondisi lingkungan, volume lalu lintas, arus lalu lintas, kapasitas simpang, derajat kejenuhan, panjang antrian dan tundaan. Berdasarkan dari faktor-faktor tersebut, maka diperoleh hasil sebagai berikut :
- a) Volume arus lalu lintas jam puncak berada pada pukul 06:45 – 07.45 dengan jumlah kendaraan sebesar 14845 kend/jam.
 - b) Nilai tundaan yang dihasilkan dari simpang Wirobrajan adalah sebesar 610,33 det/smp, sehingga tingkat pelayanan simpang pada kondisi jam sibuk tergolong pada tingkat pelayanan F, karena ≤ 60 det/smp.

Berdasarkan dari hasil pengujian terdapat dua scenario yang dapat diterapkan sebagai rekomendasi adalah sebagai berikut:

- a) Merubah waktu siklus yang sudah ada dengan waktu siklus yang baru pada kondisi Volume Jam Puncak (VJP) dan Kondisi Lalu Lintas Rata-Rata (LHR), sehingga menghasilkan waktu hijau yang berbeda dengan kondisi yang sebenarnya.

VJP : Pada lengan utara 122 detik, lengan timur 97 detik, lengan selatan 98 detik dan lengan barat 190 detik.

LHR ; pada lengan utara 28 detik, lengan timur 27 detik, lengan selatan 24 detik dan lengan barat 36 detik.
- b) Melakukan pelebaran sebesar 0,5 meter pada bagian lengan utara dan barat yang ditambah dengan perubahan waktu siklus, dan dihasilkan waktu hijau sebagai berikut :

VJP : lengan utara 74 detik, lengan timur 63 detik, lengan selatan 64 detik dan lengan barat 115 detik.

LHR : lengan utara 24 detik, lengan timur 25 detik, lengan selatan 22 detik dan lengan barat 31 detik.

3. Menurut Zulkarnaen, Feliciana (2016), berdasarkan pada hasil penelitian dan evaluasi kinerja simpang bersinyal Jlagran Yogyakarta, maka didapat volume lalu lintas tertinggi pada jam puncak terjadi pada pukul 07.00 – 08.00 WIB dengan nilai kapasitasnya sebesar masing-masing lengan utara, selatan, timur dan barat adalah sebesar 798, 456, 592, dan 828 smp/jam. Dan tundaan rata-rata pada setiap lengan tersebut adalah sebesar 432,551; 114,201 ;71.933 dan 481, 332 det/smp.

Adapun rekomendasi untuk menangani masalah tersebut adalah sebagai berikut :

- a) Melakukan kombinasi perancangan ulang pada volume jam puncak (VJP) dan perancangan ulang satu jam rata-rata (LHR) menjadi tiga fase yang menghasilkan nilai tundaan rata-rata simpang yang semula sebesar 222,49 det/smp menjadi 26,50 det/smp (VJP) dan 29,19 det/smp (LHR) sehingga tundaan rata-rata lebih rendah dari kondisi eksisting.
4. Menurut Bayunagoro, Deka (2016), berdasarkan hasil evaluasi simpang pada simpang bersinyal Pingit Yogyakarta, maka didapat volume arus lalu lintas tertinggi yaitu pada pagi hari pukul 06.45 – 07.45 WIB dengan nilai kapasitas untuk masing-masing lengan utara, selatan, timur dan barat adalah sebesar 1367, 758, 1002, dan 794 dalam smp/jam. Nilai tundaan rata-rata yang terjadi pada setiap lengan utara, selatan, timur dan barat adalah sebesar 111,784; 118,194; 172,222; dan 108,529 det/smp. Dalam analisisnya digunakan 3 alternatif untuk meminimalkan derajat kejenuhan pada setiap lengan. Berdasarkan dari ketiga alternatif digunakan alternatif ke 3 yaitu dengan melakukan pelebaran jalan untuk lengan utara dan timur yang menghasilkan nilai derajat kejenuhan dan tundaan lebih rendah dari kondisi eksistingnya. Adapun hasil dari alternatif 3 adalah sebagai berikut :
 - a. Alternatif III yaitu melakukan pelebaran untuk lengan utara yang semula 8,2 meter menjadi 8,7 meter dan untuk lengan timur yang semula 7,6 meter menjadi 9,1 meter, sehingga masing-masing lengan utara dan timur melakukan pelebaran sebesar 0,5 meter dan 1,5 meter.