

Pengoptimalan Pelayanan Lalu Lintas di Persimpangan

Sessi Muya Baret Rev, Iphan Fitriani Radam, Rosehan Anwar

Engineering Faculty, Lambung Mangkurat University

Engineering Faculty Building, Unlam Campus, Banjarmasin 70123, Indonesia

Abstrak: Persimpangan Jalan A. Yani dan Gatot Subroto Banjarmasin merupakan bagian dari ruas jalan arteri yang direncanakan akan menjadi persimpangan berbentuk palang (simpang empat). Hal ini dilakukan karena tingkat kemacetan yang tinggi di Jalan Gatot Subroto yang merupakan jalan alternatif di Kota Banjarmasin, sekalipun jalan tersebut sudah sering mengalami pelebaran. Perlu dilakukan peningkatan pengaturan sistem lalu lintas agar kondisi lalu lintas tetap terjaga lancar dan jumlah kemacetan dapat ditekan sekecil mungkin. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui bagaimana sistem manajemen simpang Jalan A. Yani dan Gatot Subroto Banjarmasin dapat dioptimalkan sehingga memungkinkan pemecahan masalah pelayanan arus lalu lintas di persimpangan tersebut. Alternatif I adalah meningkatkan pelayanan melalui pelebaran Jalan A. Yani dari dalam kota dan pelebaran Jalan Gatot Subroto pada sisi kanan jalan dari arah menuju Jalan A. Yani. Sedangkan Alternatif II adalah pembuatan *fly over* pada Jalan A. Yani dari dalam kota. Hasil penelitian menunjukkan nilai tundaan rata-rata persimpangan A. Yani dan Gatot Subroto pada kondisi yang ada adalah sebesar 34,83 det/smp dengan tingkat pelayanan D untuk jam puncak pagi hari, sebesar 29,11 det/smp dengan tingkat pelayanan D untuk jam puncak siang hari, dan 46,19 det/smp dengan tingkat pelayanan E untuk jam puncak sore hari. Alternatif I dengan 3 fase memberikan nilai tundaan sebesar 22, 44 det/smp dengan tingkat pelayanan C untuk jam puncak pagi hari, sebesar 20,45 det/smp dengan tingkat pelayanan C untuk jam puncak siang hari, dan sebesar 24,45 det/smp dengan tingkat pelayanan C untuk jam puncak sore. Alternatif II dengan 2 fase memberikan nilai tundaan sebesar 6,11 det/smp dengan tingkat pelayanan B untuk jam puncak pagi hari, sebesar 6,10 det/smp dengan tingkat pelayanan B untuk jam puncak siang hari, dan sebesar 6,03 det/smp dengan tingkat pelayanan B untuk jam puncak sore. Alternatif II, yaitu pembuatan *fly over* pada Jalan A. Yani menuju luar kota, merupakan cara terbaik dalam mengoptimalkan tingkat pelayanan pada Jalan A. Yani dan Gatot Subroto.

Kata-kata kunci: persimpangan, tingkat pelayanan, tundaan

Abstract: The A. Yani – Gatot Subroto intersection in Banjarmasin is part of an artery road. It was planned as a crossroad because of the heavy congestion in Jalan Gatot Subroto, a street serving as an alternative road in the City of Banjarmasin, regardless how frequent it has been widened so far. It is important to improve the traffic control system in order to maintain smooth traffic flow and to reduce congestion. This research aims at investigating the possibility of optimizing traffic management at the intersection to enable solving its traffic problem. Alternative I to optimizing the traffic management is to widen the Jalan A. Yani from the inner side of the city and to widen the southern side of the Jalan Gatot Subroto. On the other hand, Alternative II to the optimization is to build a fly over on Jalan A. Yani. Currently, the average delay at the intersection, measured in seconds per passenger vehicle, is 34.83 with service level D during morning peak hours, 29.11 with service level D during afternoon peak hours, and 46.19 with service level E during evening peak hours. Alternative I with 3 phases gives a delay value of 22.44 with service level C during morning peak hours, 20.45 with service level C during afternoon peak hours, and 24.45 with service level C during evening peak hours. Alternative II with 2 phases gives a delay value of 6.11 with service level B during morning peak hours, 6.10 with service level B during afternoon peak hours, and 6.03 with service level B during evening peak hours. Alternative II, which suggests that a fly over be built, is the best option to optimizing service level at the intersection.

Keywords: delay, intersection, service level

1. Pendahuluan

1.1 Latar Belakang

Masalah transportasi perkotaan saat ini sudah merupakan masalah utama yang sulit dipecahkan di kota-kota besar. Kemacetan lalu lintas yang terjadi sudah sangat mengganggu aktivitas penduduk. Telah kita ketahui, bahwa kemacetan akan menimbulkan berbagai dampak negatif, baik terhadap pengemudi 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 berupa kehilangan waktu karena waktu perjalanan yang lama serta bertambahnya biaya operasi kendaraan.

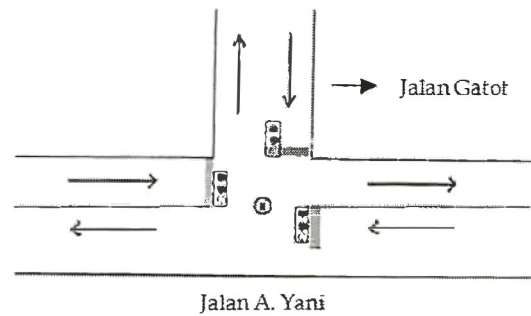
Melihat kenyataan bahwa masih banyak kemacetan-kemacetan lalu lintas yang terjadi dipersimpangan khususnya di daerah perkotaan, dimana kemacetan ini disebabkan karena belum adanya

pengaturan/pengendalian pada persimpangan tersebut. Sistem pengendalian/pengaturan memang belum dilakukan pada sebagian persimpangan yang ada karena pada waktu lalu pengaturan tersebut memang belum perlu dilakukan tetapi berhubung jumlah kendaraan bermotor yang semakin meningkat pesat, dan ini dapat dilihat dari angka pertumbuhan lalu lintas yang semakin tinggi dari tahun ketahun maka pada persimpangan-persimpangan yang tadinya belum memerlukan penanganan, pada saat ini harus sudah dilakukan mengingat kemacetan-kemacetan telah terjadi pada persimpangan tersebut.

Banjarmasin merupakan salah satu kota dengan tingkat gangguan lalu lintas yang cukup besar. Hal ini disebabkan karena kota ini merupakan salah satu kota besar di Kalimantan dengan aktivitas harian dan jumlah penduduk cukup tinggi. Jumlah penduduk terbesar berada di Kota Banjarmasin, yang pada tahun 2008 tercatat memiliki jumlah penduduk 547.325 jiwa. Keadaan seperti ini dimungkinkan karena kota Banjarmasin adalah ibukota propinsi sehingga berbagai fasilitas kota dan kegiatan ekonomi lebih banyak di Kota Banjarmasin, dengan banyaknya kegiatan ekonomi yang berpusat di Banjarmasin yang didominasi oleh kegiatan perdagangan dan industri pengolahan dan aneka industri.

Persimpangan jalan A. Yani – Gatot Subroto termasuk daerah dengan tingkat kesibukan tinggi, karena disepanjang terdapat sarana perdagangan, sarana pendidikan, dan fasilitas Rumah Sakit, sehingga sering terjadi konflik dari bergeraknya arus lalu lintas yang menyebabkan terjadinya kemacetan dan ketidakteraturan di sepanjang jalan tersebut. Hal itu ditambahkan dengan kondisi persimpangan yang mempertemukan kedua jalan tersebut, dimana optimasi pelayanan lalu lintas di persimpangan kedua jalan itu belum maksimal seperti sinyal persimpangan yang kurang tepat dan justru menambah kemacetan saat lampu lalu lintas berwarna merah di salah satu ruas jalan. Kemacetan terjadi tidak hanya pada jam sibuk saja, yaitu pada jam 08.00 - 09.00 pagi, jam 13.00 - 14.00 siang dan pada jam 16.00 - 17.00 sore.

Untuk lebih jelasnya gambar lokasi penelitian pada persimpangan jalan A. Yani – Gatot Subroto dapat dilihat pada Gambar 1 berikut.



Gambar 1. Kepadatan Arus Lalu Lintas di Persimpangan Jalan A. Yani – Gatot Subroto

Gambar 1 menunjukkan bahwa sinyal atau tanda lalu lintas yang merupakan petunjuk untuk pengguna jalan di persimpangan, dan merupakan salah satu permasalahan yang akan dibahas dalam penelitian ini. Tanda yang terpampang pada sudut persimpangan jalan ini mengharuskan pengguna jalan yang berada di ruas jalan A. Yani yang tepat di persimpangan bersinyal jalan Gatot Subroto harus menghentikan kendaraannya, meskipun mereka sebenarnya bertujuan untuk membelok ke kiri langsung memasuki jalan Gatot Subroto.

Adanya suatu sistem pengaturan siklus waktu lampu lintas yang pandai sangat diperlukan, yang bisa mengatur waktu siklusnya secara otomatis yang akan menjadi suatu hal yang cukup penting di masa depan. Hal ini akan sangat terasa kegunaannya pada saat kepadatan lalu lintas di persimpangan terjadi. Siklus waktu lampu lalu lintas bisa disesuaikan secara otomatis dengan densitas (kepadatan) kendaraan yang ada pada lajur-lajur jalan yang ada di sekitar persimpangan jalan. Baik yang akan masuk ke persimpangan dan yang keluar dari persimpangan jalan.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah dikemukakan di atas, maka dapat ditarik rumusan masalah yaitu bagaimana optimasi pelayanan arus lalu lintas di persimpangan jalan A. Yani – Gatot Subroto Banjarmasin.

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut.

1. Mengetahui optimasi sistem manajemen simpang jalan A. Yani – Gatot Subroto Banjarmasin.
2. Memberikan alternatif pemecahan masalah dengan untuk meningkatkan optimasi pelayanan arus lalu lintas di persimpangan jalan A. Yani – Gatot Subroto Banjarmasin.

1.4 Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian ini diharapkan dapat memberikan alternatif yang menguntungkan dalam menangani permasalahan lalu lintas yang terjadi pada ruas jalan A. Yani – Gatot Subroto Banjarmasin antara lain untuk

1. Mendapatkan pemecahan masalah lalu lintas yang terjadi yang sesuai dengan kondisi lalu lintas yang ada, sehingga ruas jalan dapat memberikan pelayanan terhadap arus yang melintas dengan baik.
2. Meningkatkan keamanan dan kenyamanan pemakai jalan, sehingga pada waktu yang akan datang, ruas jalan dapat memberikan pelayanan yang lebih baik bagi pemakai jalan.

1.5 Batasan Masalah

Untuk memperjelas permasalahan dan memudahkan dalam menganalisa, maka dibuat batasan-batasan masalah sebagai berikut ini.

1. Penelitian dilakukan pada pesimpangan jalan Gatot Subroto – A. Yani Banjarmasin.
2. Pengambilan data berdasarkan survei lapangan.
3. Data yang diambil hanya mencakup arus lalu lintas, geometri jalan.
4. Pengambilan data dilakukan pada saat cuaca cerah dan dicatat pada arus normal.
5. Pengambilan data dilakukan pada jam sibuk per 10 menit selama 1 jam.
6. Hari survey ditentukan adalah 3 (tiga) hari yaitu Senin sampai dengan hari Rabu (tidak berurutan) mengingat pemilihan hari survey dipertimbangkan berdasarkan kondisi cuaca.

2. Tinjauan Pustaka

2.1 Karakteristik Sinyal Lalu Lintas

Untuk sebagian besar fasilitas jalan, kapasitas dan perilaku lalu-lintas terutama adalah fungsi dari keadaan geometrik dan tuntutan lalu-lintas. Dengan menggunakan sinyal, perancang/insinyur dapat mendistribusikan kapasitas kepada berbagai pendekat melalui pengalokasian waktu hijau pada masing-masing pendekat. Maka dari itu untuk menghitung kapasitas dan perilaku lalu-lintas, pertama-tama perlu ditentukan fase dan waktu sinyal yang paling sesuai untuk kondisi yang ditinjau.

Pada umumnya sinyal lalu-lintas dipergunakan untuk satu atau lebih dari alasan berikut.

- a. Untuk menghindari kemacetan simpang akibat adanya konflik arus lalu-lintas, sehingga terjamin

bahwa suatu kapasitas tertentu dapat dipertahankan, bahkan selama kondisi lalu-lintas jam puncak;

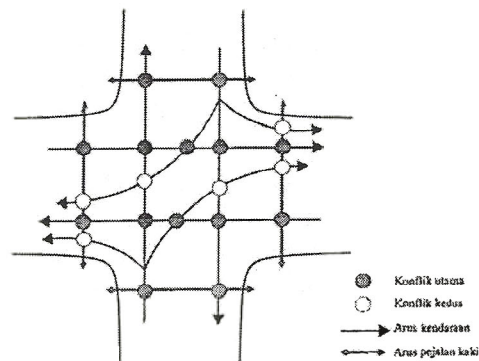
- b. Untuk memberi kesempatan kepada kendaraan dan/atau pejalan kaki dari jalan simpang (kecil) untuk /memotong jalan utama;
- c. Untuk mengurangi jumlah kecelakaan lalu-lintas akibat tabrakan antara kendaraan-kendaraan dari arah yang bertentangan.

Penggunaan sinyal dengan lampu tiga-warna (hijau, kuning, merah) diterapkan untuk memisahkan lintasan dari gerakan – gerakan lalu lintas yang sating bertentangan dalam dimensi waktu. Hal ini adalah keperluan yang mutlak bagi gerakan – gerakan lalu lintas yang datang dari jalan-jalan yang saling berpotongan (konflik-konflik utama). Sinyal-sinyal dapat juga digunakan untuk memisahkan gerakan membelok dari lalu-lintas lurus melawan, atau untuk memisahkan gerakan lalu-lintas membelok dari pejalan-kaki yang menyeberang (konflik-konflik kedua) seperti pada Gambar 2.

2.2 Penentuan Fase dan Waktu Sinyal

Yang dimaksud dengan fase sinyal adalah bagian dari siklus sinyal dengan lampu hijau disediakan bagi kombinasi tertentu dari gerak lalu lintas.

Departemen Pekerjaan Umum [1] menyarankan untuk menggunakan pengaturan dengan dua fase sebagai kasus dasar dalam analisi. Dalam menentukan fase sinyal perlu diperhatikan tipe dari masing-masing pendekat, yang dapat dibedakan sebagai berikut.



Gambar 2. Konflik-konflik Utama dan Kedua pada Simpang Bersinyal dengan Empat Lengan

1. *Protected approach*, yaitu pendekat yang dihindari terhadap konflik dengan arus dari arah yang berlawanan. Dengan demikian satu fase tidak boleh ada gerakan belok kanan yang bersamaan dengan gerakan lurus dari arah berlawanan.
2. *Opposed approach*, yaitu pendekat yang diperbolehkan adanya konflik dengan arus arah

yang berlawanan dengan gerakan lurus dari arah berlawanan karena volume lalu lintasnya kecil.

Pada simpang dengan lampu lalu lintas (*traffic light*) dilakukan pengaturan lampu lalu lintas sebagai fungsi dari waktu dengan membagi pergerakan dalam beberapa fase dengan menggunakan lampu lalu lintas akan efektif jika arus pergerakan yang membelok kecil dan jumlah fase kecil. Beberapa pengaturan fase dapat dilakukan sebagai berikut.

1. Pengaturan dua fase, hanya konflik-konflik primer yang dipisahkan.
2. Pengaturan tiga fase dengan pemutusan paling akhir pada pendekat utara agar menaikkan kapasitas untuk belok kanan dari arah ini.
3. Pengaturan tiga fase dengan start-dini dari pendekat utara agar menaikkan untuk helok kanan dari arah ini.
4. Pengaturan tiga fase dengan belok kanan terpisah pada salah satu jalan.
5. Pengaturan empat fase dengan arus berangkat dari satu-persatu pendekat pada saatnya masing-masing.
6. Pengaturan empat fase dengan arus berangkat dari satu-persatu pendekat pada saatnya masing-masing.

2.3 Geometri

Perhitungan dikerjakan secara terpisah untuk setiap pendekat. Satu lengan simpang dapat terdiri lebih dari satu pendekat, yaitu dipisahkan menjadi dua atau lebih sub-pendekat. Hal ini terjadi jika gerakan belok-kanan dan/atau belok-kiri mendapat sinyal hijau pada fase yang berlainan dengan lalu-lintas yang lurus, atau jika dipisahkan secara fisik dengan pulau-pulau lalu-lintas dalam pendekat. Untuk masing-masing pendekat atau sub-pendekat lebar efektif (W_e) ditetapkan dengan mempertimbangkan denah dari bagian masuk dan ke luar suatu simpang dan distribusi dari gerakan-gerakan membelok.

2.4 Arus Lalu Lintas

Arus lalu lintas adalah jumlah kendaraan yang terdapat dalam ruang yang diukur dalam satu interval waktu tertentu. Ukuran dasar dari arus lalu lintas yang sering digunakan adalah konsentrasi aliran dan kecepatan. Konsentrasi aliran dianggap sebagai jumlah kendaraan pada suatu panjang jalan tersebut, sedangkan kecepatan ditentukan dari jarak yang ditempuh oleh kendaraan pada satuan waktu atau dalam beberapa penelitian rata-rata kecepatan dihitung terhadap distribusi waktu kecepatan (kecepatan waktu rata-rata) atau kecepatan distribusi ruang (kecepatan ruang rata-rata). Perhitungan kapasitas [2] dapat dilakukan dengan menggunakan persamaan (1).

$$Q = Q_{LV} + Q_{HV} \times emp_{HV} + Q_{MC} \times emp_{MC} \quad (1)$$

dimana

Q = arus total
 Q_{HV} = arus lalu lintas untuk kendaraan berat
 emp_{HV} = ekivalen mobil penumpang untuk
 Q_{MC} = arus lalu lintas untuk sepeda motor
 emp_{MC} = ekivalen mobil penumpang untuk sepeda motor.

2.5 Kapasitas

Kapasitas suatu simpang bersinyal dapat didefinisikan sebagai jumlah maksimum kendaraan yang dapat melewati suatu simpang secara seragam dalam satu interval waktu tertentu. Kapasitas simpang bersinyal tersebut dapat mengalirkan arus lalu lintas dari masing-masing kaki simpang. Kapasitas (C) dari suatu pendekat simpang bersinyal dapat dihitung dengan menggunakan persamaan (2).

$$C = S \times g/c \quad (2)$$

dimana

S = arus jenuh, yaitu arus berangkat rata-rata dari antrian dalam pendekat selama sinyal hijau (smp/jam hijau)
 G = waktu hijau (detik)
 C = waktu siklus, yaitu selang waktu untuk urutan perubahan sinyal yang lengkap (yaitu antara dua awal hijau yang berurutan pada fase yang sama).

2.6 Arus Jenuh

Arus jenuh (S) dapat dinyatakan sebagai hasil perkalian dari arus jenuh dasar (S_O), yaitu arus jenuh pada keadaan standar, dengan faktor penyesuaian (F) untuk penyimpangan dari kondisi sebenarnya, dari suatu kumpulan kondisi-kondisi (ideal) yang telah ditetapkan sebelumnya. Arus jenuh dapat ditentukan berdasarkan persamaan (3).

$$S = S_O \times F_{CS} \times F_{SF} \times F_G \times F_P \times F_{RT} \times F_{LT} \quad (3)$$

dimana

S = arus jenuh
 S_O = arus jenuh dasar
 F_{CS} = faktor ukuran kota
 F_{SF} = faktor gesekan samping
 F_G = faktor kelandaian
 F_P = faktor kendaraan parkir
 F_{RT} = faktor kendaraan membelok
 F_{LT} = faktor kendaraan belok kiri.

2.7 Rasio Arus/Rasio Arus Jenuh

Rasio arus (FR), rasio arus simpang (IFR) dan rasio fase (PR) digunakan untuk menentukan waktu siklus dan waktu hijau. Rasio arus (FR) dapat ditentukan dengan menggunakan persamaan (4).

$$FR = Q/S \quad (4)$$

dimana

Q = arus total
 S = arus jenuh.

Rasio arus simpang (IFR) dapat ditentukan dengan menggunakan persamaan (5).

$$IFR = \sum FR_{crit} \quad (5)$$

dimana

$\sum FR_{crit}$ = jumlah nilai FR tertinggi dari nilai FR masing-masing pendekat pada setiap fase.

2.8 Waktu Siklus dan Waktu Hijau

Waktu siklus sebelum penyesuaian diberikan pada persamaan (6)

$$c_{ua} = (1,5 \times LTI + 5)/(1 - IFR) \quad (6)$$

dimana

c_{ua} = waktu siklus sebelum penyesuaian (detik)

LTI = waktu hilang total per siklus (detik).

Nilai LTI dapat ditentukan dengan menggunakan Tabel 1 dan dapat juga dihitung menggunakan persamaan (7).

Tabel 1. Waktu Antar Hijau Berikutnya (kuning + merah semua) sebagai Nilai Normal

Ukuran Simpang	Lebar jalan rata-rata	Nilai normal waktu antar-hijau
Kecil	6 - 9 m	4 detik / fase
Sedang	10 - 14 m	5 detik / fase
Besar	≥ 15 m	6 detik / fase

Sumber: [1]

$$LTI = \sum (\text{semua merah} + \text{kuning}) \quad (7)$$

Nilai semua merah yang digunakan adalah titik dari masing masing fase yang menghasilkan waktu merah semua yang terbesar yang kemudian dapat ditentukan dengan menggunakan persamaan (8).

$$\text{semua merah} = \left[\frac{(L_{EV} + I_{EV})}{V_{EV}} - \frac{L_{AV}}{V_{AV}} \right]_{\max} \quad (8)$$

dimana

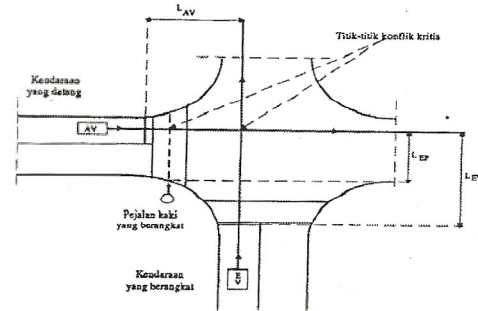
L_{EV}, L_{AV} = jarak dari garis henti ke titik konflik masing-masing untuk kendaraan yang berangkat dan yang datang (m)

I_{EV} = panjang kendaraan yang berangkat (m), 5 m (LV atau HV), 2 m (MC atau UM)

V_{EV}, V_{AV} = kecepatan masing-masing untuk kendaraan yang berangkat dan yang datang, 10 m/detik (kendaraan bermotor), 3 m/detik (kendaraan tak bermotor), 1,2 m/detik (pejalan kaki)

V_{AV} = kecepatan kendaraan yang datang (10 m/detik untuk kendaraan bermotor).

Jarak untuk keberangkatan dan kedatangan untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3. Titik Konflik Kritis dan Jarak untuk Keberangkatan dan Kedatangan

Waktu hijau (g) dapat dihitung dengan menggunakan persamaan (9)

$$g_i = (c_{ua} - LTI) \times PR_i \quad (9)$$

dimana g_i adalah tampilan waktu hijau pada fase i (detik).

Waktu siklus yang disesuaikan (c) dapat dihitung dengan menggunakan persamaan (10).

$$c = \sum g + LTI \quad (10)$$

dimana c adalah waktu siklus yang disesuaikan.

2.9 Derajat Kejenuhan

Derajat kejenuhan (DS) dapat dihitung dengan menggunakan persamaan (11).

$$DS = Q/C \quad (11)$$

2.10 Panjang Antrian

Panjang antrian kendaraan (QL) adalah jarak antara muka kendaraan terdepan hingga ke bagian belakang kendaraan yang berada paling belakang dalam suatu antrian akibat sinyal lalu lintas.

Jumlah kendaraan antri:

- Jumlah kendaraan yang tertinggal dari fase sebelumnya (NQ_1).

$$NQ_1 = 0,25 \times C \times \sqrt{(DS - 1)^2 + \frac{8 \times (DS - 0,5)}{C}} \quad (12)$$

dimana C adalah kapasitas.

- Jumlah kendaraan yang datang selama fase merah (NQ_2).

$$NQ_2 = c \times \frac{1 - GR}{1 - GR \times DS} \times \frac{Q}{3600} \quad (13)$$

dimana GR adalah rasio hijau dan c adalah waktu siklus (detik).

- c. Jumlah kendaraan rata-rata antrian smp pada awal sinyal hijau (NQ).

$$NQ = NQ_1 + NQ_2 \quad (14)$$

2.11 Kendaraan Terhenti

Angka henti (NS) yaitu jumlah rata-rata berhenti per kendaraan (termasuk berhenti berulang-ulang dalam antrian) sebelum melewati simpang. Rasio kendaraan terhenti (P_{SV}) yaitu rasio kendaraan (smp) yang harus berhenti akibat sinyal merah sebelum melewati suatu simpang. Kendaraan terhenti (NS) dapat ditentukan dengan menggunakan persamaan (15).

$$NS = 0,9 \times \frac{NQ}{Q \times c} \times 3600 \quad (15)$$

Jumlah kendaraan terhenti (N_{SV}) ditentukan dengan menggunakan persamaan (16).

$$N_{SV} = Q \times NS \text{ (smp/jam)} \quad (16)$$

$$NS_{TOT} = \sum N_{SV} / Q_{TOT} \quad (17)$$

dimana N_{SV} adalah jumlah kendaraan terhenti masing-masing pendekat, dan NS_{TOT} adalah jumlah total kendaraan terhenti.

2.12 Tundaan dan Level of Service (LOS)

Tundaan (*delay*) adalah waktu tertundanya kendaraan untuk bergerak secara normal. Tundaan pada suatu simpang dapat terjadi karena dua hal, yaitu Tundaan lalu lintas (DT) dan Tundaan geometri (DG). Tundaan rata-rata untuk suatu pendekat dihitung dengan menggunakan persamaan (18).

$$D_j = DT_j + DG_j \quad (18)$$

dimana D_j adalah tundaan rata-rata untuk pendekat j (detik/smp), DT_j adalah tundaan lalu lintas rata-rata untuk pendekat j (detik/smp), dan DG_j adalah tundaan geometrik rata-rata untuk pendekat j (detik/smp).

Tundaan lalu lintas rata-rata pada suatu pendekat dapat ditentukan dengan persamaan (19).

$$DT = c \times \frac{0,5 \times (1 - GR)^2}{(1 - GR \times DS)} + \frac{NQ_i \times 3600}{C} \quad (19)$$

$$DG_j = (1 - P_{SV}) \times PT \times 6 + (P_{SV} \times 4) \quad (20)$$

dimana P_{SV} adalah rasio kendaraan terhenti pada pendekat dan P_T adalah rasio kendaraan berbelok pada pendekat.

Tundaan rata-rata seluruh simpang

$$D_I = \sum (Q \times D) / Q_{TOT} \quad (21)$$

Tundaan rata-rata seluruh simpang (D_I) dapat digunakan sebagai indikator tingkat pelayanan dari masing masing pendekat demikian juga dari suatu simpang secara keseluruhan. Tingkat pelayanan (LOS) untuk persimpangan berlampu lalu lintas didefinisikan dalam pengertian tundaan. Tundaan rata-rata dihitung untuk setiap lajur dan disatukan untuk setiap cabang dan persimpangan sebagai satu kesatuan. Tingkat pelayanan (LOS) dapat ditentukan berdasarkan Tabel 2.

Tabel 2. Kriteria LOS (*Level of Service*) Persimpangan Bersinyal

Tingkat Pelayanan (LOS)	Derajat Kejenuhan	Tundaan per Kendaraan (detik/kend)
A	$\leq 0,35$	≤ 5
B	$\leq 0,54$	$> 5,1 - 15$
C	$\leq 0,77$	$> 15,1 - 25$
D	$\leq 0,93$	$> 25,1 - 40$
E	$\leq 1,0$	$> 40,1 - 60$
F	$> 1,0$	> 60

3. Metode Penelitian

Tahap-tahap penelitian ini adalah sebagai berikut.

- Identifikasi masalah yang kemudian dirumuskan menjadi tujuan penelitian.
- Tahap pengumpulan data:
 - Pengenalan wilayah studi (survei pendahuluan) yang mencakup pengamatan terhadap layout wilayah, kondisi yang ada pada persimpangan jalan A. Yani – Gatot Subroto.
 - Pengumpulan data lapangan yang berupa data geometrik jalan, arus lalu lintas yang dibedakan antara kendaraan lurus, belok kanan dan belok kiri dan kondisi lingkungan yang digunakan sebagai indikasi dalam menentukan nilai hambatan sampling.
- Tahap perhitungan nilai derajat kejenuhan (DS) dan tundaan rata-rata simpang (D). Data tersebut di atas digunakan sebagai *input* untuk mencari nilai derajat kejenuhan (DS) dan tundaan rata-rata simpang (D) yang dihasilkan melalui perhitungan Manual Kapasitas Jalan Indonesia (MKJI-1997).
- Tahap penentuan alternatif dilakukan dengan mempertimbangkan kondisi lingkungan. Dalam menentukan optimasi pelayanan simpang alternatif yang digunakan yaitu pelebaran pada jalan A. Yani

- (menuju arah luar kota) dan pembuat *fly over* pada jalan A. Yani (menuju arah luar kota). Dari kedua
5. data geometrik jalan, arus lalu lintas yang dibedakan antara kendaraan lurus, belok kanan dan belok kiri dan kondisi lingkungan existing, maka ditentukan nilai derajat kejenuhan (DS) dan tundaan rata-rata simpang (D) dari masing-masing alternatif.
 6. Tahap terakhir dalam penelitian ini adalah menentukan optimasi pelayanan arus lalu lintas berdasarkan derajat kejenuhan (DS), tundaan rata-rata (D) yang digunakan sebagai indikator terhadap jenis alternatif yang digunakan dalam meningkatkan pelayanan ruas jalan.

4. Hasil

4.1 Analisis Nilai Derajat Kejenuhan dan *Level of Service (LOS)* yang Ada

Hasil dari seluruh perhitungan nilai derajat kejenuhan pada jam puncak hari survei yang berbeda dapat dilihat pada Tabel 3 dan Gambar 5. Pada Gambar 5 dapat dilihat pada hari Senin, Jumat dan Sabtu baik kondisi pagi, siang dan sore hari nilai derajat kejenuhan lebih besar dari 0,8, bahkan pada jam tertentu seperti jam 17.00 – 18.00 pada hari Senin dan Jumat, nilai derajat

alternatif yang digunakan dengan menggunakan

kejenuhan lebih besar dari 0,9. Berdasarkan Tabel 3. dengan nilai derajat kejenuhan lebih besar 0,77 dan lebih kecil dari 0,93 dimana kondisi ini mendekati arus tidak stabil dan kecepatan perjalanan rata-rata lebih kecil atau sama dengan 25 km/jam.

Secara keseluruhan selama tiga hari survei derajat kejenuhan tertinggi terjadi yang dianggap mewakili gambaran kondisi arus pada persimpangan A. Yani – Gatot Subroto dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 3. Nilai Derajat Kejenuhan pada Jam Puncak

Hari	Waktu		Derajat kejenuhan (DS)				Waktu Siklus (detik)
			A. Yani dari Luar kota	Gatot Subroto	A. Yani dari dalam Kota	Rata-rata (total)	
Senin (11 Januari 2010)	Pagi	07.00 – 08.00	0,8596	0,8489	0,8574	0,8553	87
		07.10 – 08.10	0,8718	0,8915	0,8883	0,8839	108
		07.30 – 08.30	0,8926	0,9161	0,8961	0,9016	123
	Siang	12.50 – 13.50	0,8048	0,8351	0,8122	0,8174	71
		14.10 – 15.10	0,8304	0,8474	0,8302	0,8360	79
		14.50 – 15.50	0,8529	0,8791	0,8780	0,8700	97
	Sore	16.10 – 17.10	0,8980	0,9001	0,9046	0,9009	123
		17.00 – 18.00	0,9375	0,9308	0,9260	0,9314	170
	Jumat (15 Januari 2010)	07.00 – 08.00	0,8336	0,8610	0,8384	0,8443	83
		07.10 – 08.10	0,8930	0,8854	0,8747	0,8844	105
		07.20 – 08.20	0,8994	0,8745	0,8822	0,8854	108
	Siang	12.20 – 13.20	0,8014	0,8132	0,8131	0,8092	68

Hari	Waktu	Derajat kejenuhan (<i>DS</i>)				Waktu Siklus (detik)
		A. Yani dari Luar kota	Gatot Subroto	A. Yani dari dalam Kota	Rata-rata (total)	
Sabtu (16 Januari 2010)	13.40 – 14.40	0,8099	0,8074	0,8352	0,8175	73
	14.10 – 15.10	0,8149	0,8200	0,8071	0,8140	71
	14.50 – 15.50	0,8058	0,8266	0,8055	0,8126	70
	Sore	17.00 – 18.00	0,9260	0,9206	0,9227	155
	Pagi	07.00 – 08.00	0,8489	0,8601	0,8431	86
		07.10 – 08.10	0,8763	0,8836	0,8705	101
		07.20 – 08.20	0,8875	0,8664	0,8723	101
Sabtu (16 Januari 2010)	Siang	12.50 – 13.50	0,8178	0,8372	0,8180	75
		13.00 – 14.00	0,8165	0,8135	0,8011	71
		14.10 – 15.10	0,8067	0,8132	0,8156	71
	Sore	16.30 – 17.30	0,8590	0,8500	0,8772	94
		16.50 – 17.50	0,8788	0,9045	0,8945	113
		17.00 – 18.00	0,9003	0,8982	0,9003	123

Tabel 4. Derajat Kejenuhan Jam Puncak Persimpangan A. Yani – Gatot Subroto

Waktu	Derajat kejenuhan (<i>DS</i>)			LOS	Waktu siklus
	A. Yani dari Luar kota	Gatot Subroto	A. Yani dari dalam Kota		
Pagi	0,8926	0,9161	0,8961	D	123
Siang	0,8529	0,8791	0,8780	D	97
Sore	0,9375	0,9308	0,9260	E	170

Gambar 6 menunjukkan bahwa pada kondisi pagi dan siang hari tingkat pelayanan simpang A. Yani – Gatot Subroto berada pada level D dimana arus lalu lintas mendekati tidak stabil dan kecepatan rata-rata antara 25 km/jam sampai 30 km/jam. Pada kondisi sore hari tingkat pelayanan berada pada level E dimana arus lalu lintas tidak stabil, terhambat dengan tundaan yang tidak dapat ditolerir dan kecepatan rata-rata sekitar 25 km/jam.

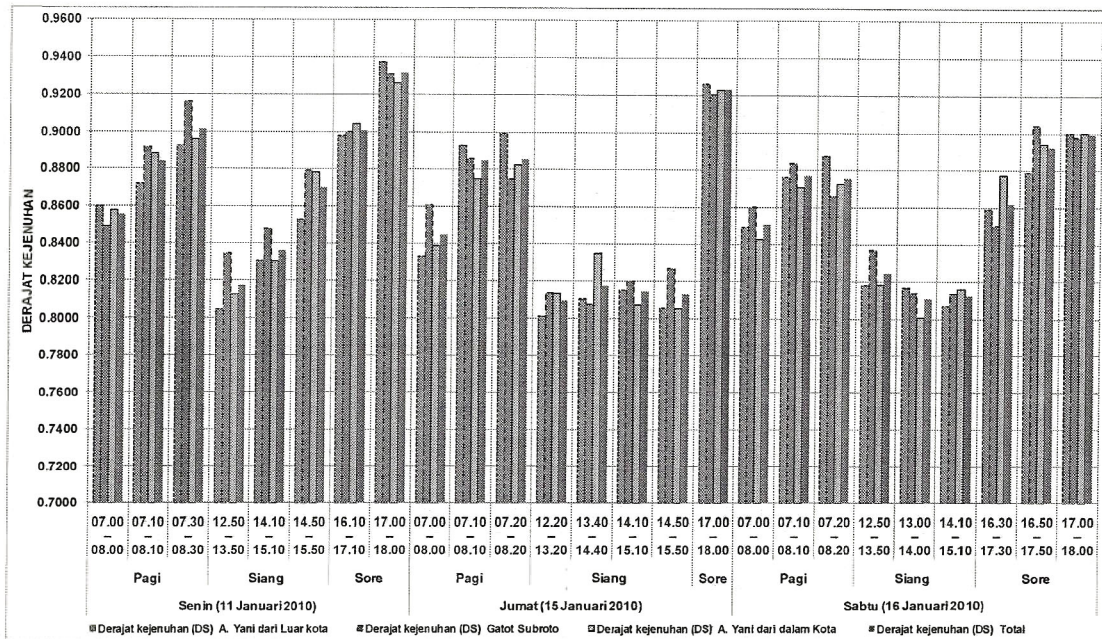
Berdasarkan Tabel 5 diatas LOS lebih dipengaruhi oleh nilai tundaan yang terjadi dengan tingkat pelayanan adalah D pada pagi dan siang serta menurun menjadi E pada sore hari. berdasarkan nilai *LOS* diatas maka direncanakan perbaikan dengan beberapa alternatif.

Rencana alternatif perubahan yang akan direncanakan didasarkan atas gambaran kondisi lingkungan dimana

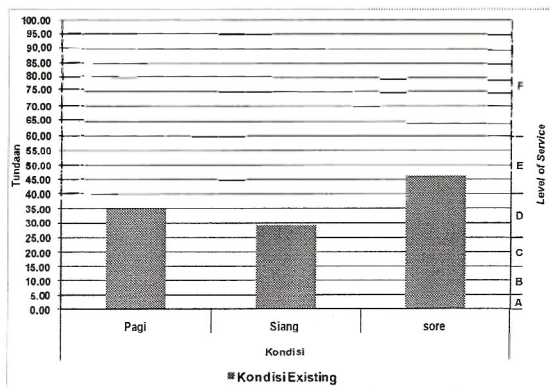
pada sisi kiri jalan A. Yani dari dalam kota terdapat trotoar selebar 1,5 m dan juga sungai yang masih dapat digunakan untuk pelebaran jalan, pada sisi kanan jalan Gatot Subroto menuju arah jalan A. Yani juga terdapat trotoar selebar 1,2 meter yang dapat digunakan untuk pelebaran jalan. Ditinjau dari besarnya arus dari dalam kota yang terpengaruh oleh lampu persimpangan, maka pembuatan *fly over* juga dapat digunakan untuk mengurangi jumlah arus yang terpengaruh oleh lampu persimpangan.

Berdasarkan kondisi tersebut maka ditentukan alternatif perubahan yang akan digunakan untuk mengurangi derajat kenuhan dan meningkatkan tingkat pelayanan pada jam puncak adalah sebagai berikut:

- a. Alternatif I adalah dengan cara pelebaran jalan A. Yani dari dalam kota disertai dengan melebarkan jalan Gatot Subroto.
- b. Alternatif II adalah pembuatan *fly over* pada jalan A. Yani.



Gambar 5. Derajat Kejenuhan pada Jam Puncak



Gambar 6. Tingkat Pelayanan dan Nilai Tundaan untuk Kondisi yang Ada

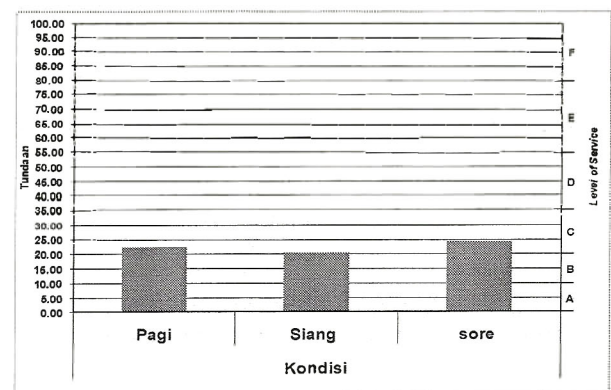
Tabel 5. Tundaan dan *Level of Service (LOS)* Jam Puncak Persimpangan A. Yani - Gatot Subroto

Waktu	Tundaan (det/smp)	DS	LOS Berdasarkan		Level of Service (LOS)
			Tundaan	DS	
Pagi	34,83	0,916	D	C	D D E
Siang	29,11	1	D	C	
Sore	46,19	0,879	E	D	
		1			
		0,930			
		8			

4.2 Analisis Nilai *Level of Service (LOS)* pada Alternatif I

Gambar 7 dan Tabel 6 memperlihatkan tingkat pelayanan dan nilai tundaan pada alternatif I. Dari

Tabel 6 terlihat bahwa tingkat pelayanan baik ditinjau terhadap DS maupun tundaan didapat $LOS = C$. Berdasarkan keamanan, maka masih dianggap belum menggambarkan pelayanan yang optimal pada persimpangan tersebut dan masih perlu dilakukan alternatif perubahan yang lain.



Gambar 7. Tingkat Pelayanan dan Nilai Tundaan untuk Alternatif I

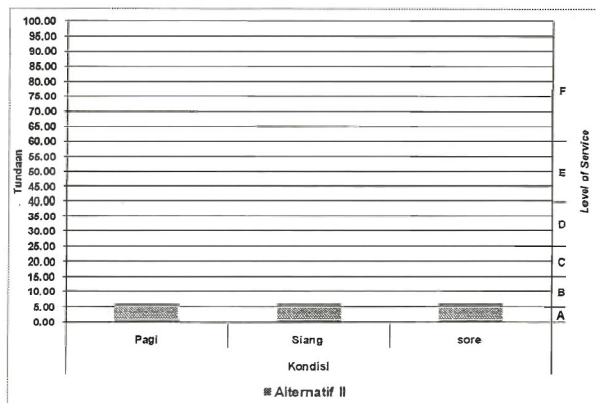
Tabel 7 di atas memperlihatkan peningkatan mutu menjadi B. Nilai derajat kejenuhan yang terjadi pada kondisi pagi, siang dan sore hari lebih dari 0,85 dengan waktu siklus yaitu 30 detik untuk kondisi pagi hari, 28 detik untuk kondisi siang hari dan 31 detik. Waktu siklus pada alternatif ini lebih kecil dibandingkan nilai normal waktu siklus berdasarkan MKJI 1997 untuk 2 fase yaitu 40 – 80 detik per siklus, yang mengindikasikan bahwa pada persimpangan tersebut setelah adanya *fly over* maka kemungkinan tidak perlu menggunakan lampu lalu lintas.

Tabel 6. Tundaan dan *Level of Service (LOS)* Jam Puncak Persimpangan A. Yani – Gatot Subroto Alternatif I

Waktu	Derajat Kejenuhan (<i>DS</i>)			Waktu Siklus	D_I	<i>LOS</i>
	A. Yani dari Luar Kota	Gatot Subroto	A. Yani dari dlm Kota			
Pagi	0,7982	0,8342	0,8229	80	22,44	C
Siang	0,7812	0,7930	0,7903	70	20,45	C
Sore	0,8531	0,8448	0,8380	90	24,45	C

4.3 Analisis Nilai *Level of Service (LOS)* pada Alternatif II

Tingkat pelayanan dan nilai tundaan pada alternatif II dapat dilihat pada Gambar 8 dan Tabel 7.



Gambar 8. Tingkat Pelayanan dan Nilai Tundaan untuk Alternatif II

Tabel 7. Tundaan dan *Level of Service (LOS)* Jam Puncak Persimpangan A. Yani – Gatot Subroto Alternatif II

Waktu	Derajat Kejenuhan (<i>DS</i>)			Waktu Siklus	D_I	<i>LOS</i>
	A. Yani dari Luar Kota	Gatot Subroto	A. Yani dari dlm Kota			
Pagi	0,5542	0,5688	0,3045	30	6,11	B
Siang	0,5372	0,5639	0,2485	28	6,10	B
Sore	0,5918	0,6111	0,2869	31	6,03	B

5. Pembahasan

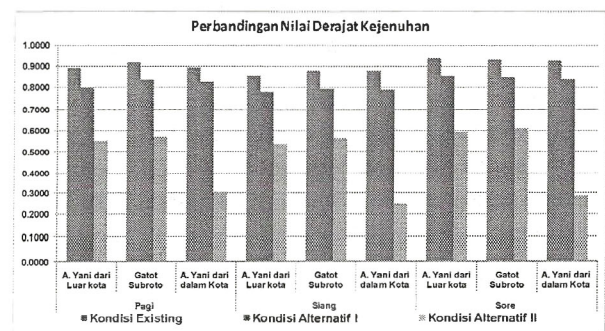
5.1 Perbandingan Nilai Derajat Kejenuhan

Perbandingan nilai derajat kejenuhan dan tundaan kondisi existing, alternatif I dan alternatif II dapat dilihat pada Tabel 8 dan Gambar 9.

Pada Tabel 8 dan Gambar 9 dapat dilihat bahwa pagi hari pada pendekatan A. Yani luar kota nilai derajat kejenuhan kondisi *existing* sebesar 0,926, dengan adanya alternatif I nilai derajat kejenuhan kemudian turun sebesar 0,0943 (menurun 10,57%) menjadi 0,7982 dan setelah adanya alternatif II derajat kejenuhan mengalami penurunan sebesar 0,3384 (menurun 37,92%) dari kondisi *existing* menjadi 0,5542.

Tabel 8. Perbandingan Nilai Derajat Kejenuhan pada Kondisi yang Ada, Alternatif I dan Alternatif II

Waktu	Pendekat	Kondisi		
		Yang Ada	Alternatif I	Alternatif II
		Derajat Kejenuhan	Derajat Kejenuhan	Derajat Kejenuhan
Pagi	A. Yani dari Luar kota	0,8926	0,7982	0,5542
	Gatot Subroto	0,9161	0,8342	0,5688
	A. Yani dari dalam Kota	0,8961	0,8229	0,3045
Siang	A. Yani dari Luar kota	0,8529	0,7812	0,5372
	Gatot Subroto	0,8791	0,7930	0,5639
	A. Yani dari dalam Kota	0,8780	0,7903	0,2485
Sore	A. Yani dari Luar kota	0,9375	0,8531	0,5918
	Gatot Subroto	0,9308	0,8448	0,6111
	A. Yani dari dalam Kota	0,9260	0,8380	0,2869



Gambar 9. Perbandingan Nilai Derajat Kejenuhan pada Kondisi yang Ada, Alternatif I dan Alternatif II

Pada pendekatan Gatot Subroto nilai derajat kejenuhan kondisi *existing* sebesar 0,9161, dengan adanya alternatif I nilai derajat kejenuhan kemudian turun sebesar 0,0819 (menurun 8,94%) menjadi 0,8342 dan setelah adanya alternatif II derajat kejenuhan juga mengalami penurunan sebesar 0,3474 (menurun

37,92%) dari kondisi *existing* menjadi 0,5668. Pada pendekat A. Yani dalam kota nilai derajat kejenuhan kondisi *existing* sebesar 0,8961, dengan adanya alternatif I nilai derajat kejenuhan kemudian turun sebesar 0,0732 (menurun 8,17%) menjadi 0,8229 dan setelah adanya alternatif II derajat kejenuhan juga mengalami penurunan sebesar 0,5916 (menurun 66,02%) dari kondisi *existing* menjadi 0,3045. Waktu siklus pagi hari juga mengalami penurunan dari kondisi *existing* 123 detik menurun 43 detik setelah adanya alternatif I menjadi 80 detik dan juga menurun 93 detik dari kondisi *existing* setelah adanya alternatif II menjadi 30 detik.

Pada kondisi siang hari pada pendekat A. Yani luar kota nilai derajat kejenuhan kondisi *existing* sebesar 0,8529, dengan adanya alternatif I nilai derajat kejenuhan turun sebesar 0,0717 (menurun 8,41%) menjadi 0,7812 dan setelah adanya alternatif II derajat kejenuhan mengalami penurunan sebesar 0,3157 (menurun 66,02%) dari kondisi *existing* menjadi 0,5372. Pada pendekat Gatot Subroto nilai derajat kejenuhan kondisi *existing* sebesar 0,8791, dengan adanya alternatif I nilai derajat kejenuhan turun sebesar 0,0861 (menurun 9,79%) menjadi 0,7930 dan setelah adanya alternatif II derajat kejenuhan juga mengalami penurunan sebesar 0,3152 (menurun 35,85%) dari kondisi *existing* menjadi 0,5639. Pada pendekat A. Yani dalam kota nilai derajat kejenuhan kondisi *existing* sebesar 0,8780, dengan adanya alternatif I nilai derajat kejenuhan turun sebesar 0,0877 (menurun 9,98%) menjadi 0,7903 dan setelah adanya alternatif II derajat kejenuhan juga mengalami penurunan sebesar 0,6295 (menurun 71,70%) dari kondisi *existing* menjadi 0,2485. Waktu siklus pagi hari juga mengalami penurunan dari kondisi *existing* 97 detik menurun 23 detik setelah adanya alternatif I menjadi 70 detik dan juga menurun 69 detik dari kondisi *existing* setelah adanya alternatif II menjadi 28 detik.

Pada kondisi siang hari pada pendekat A. Yani luar kota nilai derajat kejenuhan kondisi *existing* sebesar 0,9375, dengan adanya alternatif I nilai derajat kejenuhan turun sebesar 0,0844 (menurun 9,01%) menjadi 0,8531 dan setelah adanya alternatif II derajat kejenuhan juga mengalami penurunan sebesar 0,3457 (menurun 36,88%) dari kondisi *existing* menjadi 0,5918. Pada pendekat Gatot Subroto nilai derajat kejenuhan kondisi *existing* sebesar 0,9308, dengan adanya alternatif I nilai derajat kejenuhan turun sebesar 0,0860 (menurun 9,24%) menjadi 0,8448 dan setelah adanya alternatif II derajat kejenuhan juga mengalami penurunan sebesar 0,3198 (menurun 34,35%) dari kondisi *existing* menjadi 0,6111. Pada pendekat A. Yani dalam kota nilai derajat kejenuhan kondisi *existing* sebesar 0,9260, dengan adanya alternatif I nilai

derajat kejenuhan turun sebesar 0,0880 (menurun 9,50%) menjadi 0,8380 dan setelah adanya alternatif II derajat kejenuhan juga mengalami penurunan sebesar 0,6391 (menurun 69,02%) dari kondisi *existing* menjadi 0,2869. Waktu siklus pagi hari juga mengalami penurunan dari kondisi *existing* 170 detik menurun 80 detik setelah adanya alternatif I menjadi 90 detik dan juga menurun 139 detik dari kondisi *existing* setelah adanya alternatif II menjadi 31 detik.

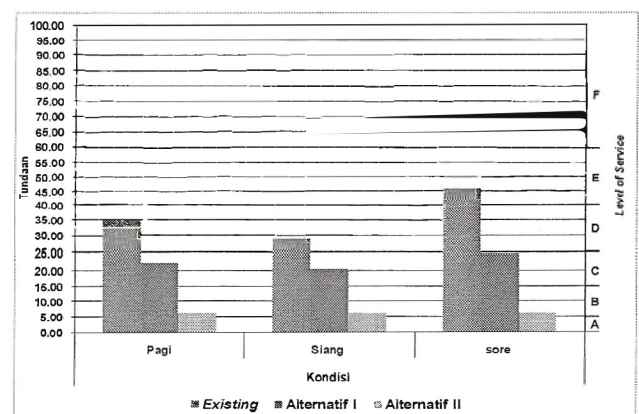
5.2 Perbandingan Nilai Tundaan dan Level of Service (LOS)

Perbandingan tingkat pelayanan dan nilai tundaan antara kondisi yang ada, alternatif I dan alternatif II dapat dilihat pada Tabel 9 dan Gambar 10.

Pada Tabel 9 dan Gambar 10 dapat dilihat untuk kondisi pagi hari perbandingan antara kondisi *existing* dengan alternatif I mengalami perubahan tingkat pelayanan dari level D menjadi level C, nilai tundaan mengalami penurunan sebesar 12,39 det/smp (menurun 35,58%) dari kondisi *existing* menjadi 28,72 det/smp pada alternatif I. Pada alternatif II tingkat pelayanan menjadi lebih baik dari level D pada kondisi *existing* menjadi level B pada alternatif II, nilai tundaan juga mengalami penurunan sebesar 28,72 det/smp (menurun 82,45%) dari kondisi *existing* menjadi 6,11 det/smp.

Tabel 9. Perbandingan Nilai Tundaan dan LOS antara Kondisi yang ada, Alternatif I dan Alternatif II

Waktu	Kondisi					
	Yang Ada		Alternatif I		Alternatif II	
	Tundaan	LOS	Tundaan	LOS	Tundaan	LOS
Pagi	34,83	D	22,44	C	6,11	B
Siang	29,11	D	20,45	C	6,10	B
Sore	46,19	E	24,45	C	6,03	B



Gambar 10. Perbandingan Tingkat Pelayanan dan Nilai Tundaan antara Kondisi yang ada, Alternatif I dan Alternatif II

Pada siang hari perbandingan tingkat pelayanan antara kondisi *existing* dengan alternatif I mengalami

perubahan tingkat pelayanan dari *level* D menjadi *level* C, nilai tundaan mengalami penurunan sebesar 8,65 det/smp (menurun 29,73%) dari kondisi *existing* menjadi 20,45 det/smp pada alternatif I. Pada alternatif II tingkat pelayanan menjadi lebih baik dari *level* D pada kondisi *existing* menjadi *level* B pada alternatif II, nilai tundaan juga mengalami penurunan sebesar 23,00 det/smp (menurun 79,03%) dari kondisi *existing* menjadi 6,10 det/smp.

Pada sore hari perbandingan tingkat pelayanan antara kondisi *existing* dengan alternatif I dan alternatif II mengalami perubahan tingkat pelayanan dari *level* E pada kondisi *existing* menjadi lebih baik yaitu berada pada *level* C untuk alternatif I dan *level* B untuk alternatif II. Nilai tundaan juga mengalami penurunan dari kondisi *existing* yaitu sebesar 21,73 det/smp (menurun 47,06%) menjadi 24,45 smp/det pada alternatif I dan 40,15 smp/det (menurun 86,94%) menjadi 6,03 det/smp pada alternatif II.

6. Kesimpulan

Kesimpulan yang didapat berdasarkan hasil dan pembahasan adalah sebagai berikut.

1. Derajat kejenuhan persimpangan A. Yani – Gatot Subroto pada kondisi *existing* adalah sebesar 0,9161 dengan tingkat pelayanan C untuk untuk jam puncak pagi hari, 0,8791 dengan tingkat pelayanan C untuk jam puncak siang hari dan 0,9308 dengan tingkat pelayanan D untuk jam puncak sore hari.
2. Nilai tundaan rata-rata persimpangan A. Yani – Gatot Subroto pada kondisi *existing* adalah sebesar 34,83 det/smp dengan tingkat pelayanan D untuk untuk jam puncak pagi hari, 29,11 det/smp dengan tingkat pelayanan D untuk jam puncak siang hari dan 46,19 det/smp dengan tingkat pelayanan E untuk jam puncak sore hari.
3. Pada alternatif I (pelabaran jalan A. yani dari dalam kota dan pelebaran jalan Gatot subroto pada sisi kanan jalan dari arah menuju jalan A. Yani) dengan 3 fase nilai tundaan persimpangan A. Yani – Gatot Subroto adalah 22, 44 det/smp dengan tingkat pelayanan C untuk jam puncak pagi hari. Pada jam puncak siang hari nilai tundaan adalah 20,45 det/smp dengan tingkat pelayanan C. Pada jam puncak sore hari nilai tundaan adalah 24,45 det/smp dengan tingkat pelayanan C.
4. Pada alternatif II (pembuatan *fly over* pada jalan A. Yani dari dalam kota) dengan 2 fase nilai tundaan persimpangan A. Yani – Gatot Subroto adalah 6,11 det/smp dengan tingkat pelayanan B untuk jam puncak pagi hari. Pada jam puncak siang hari nilai tundaan adalah 6,10 det/smp

dengan tingkat pelayanan B. Pada jam puncak sore hari nilai tundaan adalah 6,03 det/smp dengan tingkat pelayanan B.

5. Dari kedua jenis alternatif yang digunakan, alternatif II yaitu pembuatan *fly over* pada jalan A. yani menuju luar kota merupakan cara terbaik dalam mengoptimalkan tingkat pelayanan pada Jalan A. Yani – Gatot Subroto.

Daftar Pustaka

- [1] Departemen Pekerjaan Umum, *Manual Kapasitas Jalan Indonesia*, Direktorat Jenderal Bina Marga, Jakarta, 1997.
- [2] O. Z. Tamin, *Perencanaan dan Permodelan Transportasi*, Institut Teknologi Bandung, Bandung, 2000.