

ANALISIS KOORDINASI SIMPANG JALAN DIPONEGORO KOTA METRO

Ida Hadijah

Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Metro
Jl. Ki Hajar Dewantara 15 A Metro, Lampung.
Email : cv.sadakonsultan@yahoo.co.id

ABSTRAK

Kondisi jalan Diponegoro memiliki kecenderungan pada bidang horizontal yang sama sehingga memungkinkan terjadinya pertemuan sebidang atau membentuk suatu persimpangan. Persimpangan yang ada di Jalan Diponegoro terdiri atas simpang bersinyal dan simpang tidak bersinyal. Adanya persimpangan tersebut menyebabkan terjadinya konflik yang menimbulkan beberapa permasalahan lalu lintas seperti kemacetan. Dalam penelitian ini dilakukan analisis apakah kedua simpang sudah terkoordinasi dengan baik dalam melayani arus lalu lintas yang melewatinya. Sebab jarak antara kedua simpang ini sangat berdekatan dan arus lalu lintas yang melewati antara kedua simpang ini cukup tinggi pada jam-jam sibuk. Tujuan yang hendak dicapai melalui penelitian ini adalah : mengevaluasi koordinasi antar simpang di Jl. Diponegoro, menganalisa simpang untuk kondisi eksisting dan kondisi perencanaan koordinasi, mendapatkan koordinasi yang tepat untuk mengurangi waktu tundaan dan antrian. Data-data dalam penelitian ini meliputi : a. data primer: data geometrik simpang, volume lalu lintas, kecepatan, fase dan waktu siklus. b. data sekunder: peta kota Metro, peta jaringan jalan, dan jumlah penduduk. Pengolahan dan analisis data dilakukan dengan berpedoman pada MKJI. Terdapat 4 perencanaan pada simpang II untuk mengkoordinasikan kedua simpang. Perencanaan 1 direncanakan dengan menggunakan waktu siklus dan waktu hijau yang sama dengan simpang 1 yaitu 113 detik, 4 fase tanpa ada gerakan belok kiri langsung (LTOR) pada semua pendekatnya. Perencanaan 2 direncanakan menggunakan 3 fase, waktu siklus 113. Dimana fase 1 nyala lampu hijau diberangkatkan terlebih dahulu mulai dari pendekat Utara, fase 2 pendekat Timur dan Barat diberangkatkan secara bersamaan, selanjutnya fase 3 adalah pada pendekat Selatan. Perencanaan 3, simpang II akan di analisis menggunakan 4 fase dengan waktu siklus sama seperti pada simpang I yaitu 113 detik, dengan waktu hijau yang berbeda dari simpang I pada setiap fasenya. Perencanaan 4, simpang II direncanakan menggunakan 3 fase dengan waktu siklus yang sama seperti simpang I yaitu 113 detik, dengan waktu hijau yang berbeda dari simpang I pada setiap fasenya. Dari keempat perencanaan dapat disimpulkan bahwa perencanaan 3 mempunyai kinerja terbaik, yang dapat digunakan untuk koordinasi kedua simpang.

Kata kunci: koordinasi simpang, simpang bersinyal, simpang tidak bersinyal

PENDAHULUAN

Jalan Diponegoro merupakan jalan sekunder 2 lajur 2 arah. Simpang tak bersinyal yang merupakan perpotongan jalan Diponegoro dengan jalan Kiai Arsad dan Jalan Sutrisno selalu terjadi kemacetan terutama pada jam sibuk pagi, siang dan sore hari. Dimana pada simpang tersebut terdapat kompleks perkantoran. Pada pagi

hari selalu terjadi kemacetan karena adanya titik-titik konflik kendaraan yang berasal dari Jl Diponegoro belok kanan menuju Jl Kiai Arsad dan sebaliknya dengan kendaraan jalan lurus yang melewati jalan Diponegoro itu sendiri, yaitu adanya aktifitas orang tua yang mengantarkan anaknya ke sekolah, kendaraan angkutan umum dan becak yang

ngetem di persimpangan, anak sekolah yang berangkat sekolah mengendarai sepeda motor dan hambatan samping lainnya seperti pejalan kaki yang berjalan di bahu jalan. Segala aktifitas yang terjadi tersebut sangat mengganggu arus lalu lintas yang melewati persimpangan ini. Terlebih lagi simpang ini adalah simpang yang tidak dikendalikan dengan Alat Pemberi Isyarat Lalu Lintas (APILL). Selain itu juga simpang tak bersinyal Jl. Diponegoro juga merupakan tempat pertemuan arus lalu lintas yang berasal dari Jl. Jend. Sudirman. Dimana pada waktu puncak pagi, siang dan sore hari arus lalu lintas yang berasal dari simpang bersinyal Jl. Jend Sudirman banyak yang menuju ke Jl. Diponegoro dan sebaliknya. Akibatnya selalu terjadi kemacetan di simpang tak bersinyal Jl. Diponegoro.

TINJAUAN PUSTAKA

Jenis-jenis Persimpangan

Secara umum terdapat tiga jenis persimpangan, yaitu persimpangan sebidang, pembagian jalur jalan tanpa ramp, dan simpang susun atau *interchange* (Khisty, 2003). Sedangkan menurut F.D. Hobbs (1995), terdapat tiga tipe umum pertemuan jalan, yaitu pertemuan jalan sebidang, pertemuan jalan tak sebidang, dan kombinasi antara keduanya. Persimpangan sebidang (*intersection at grade*) adalah persimpangan di mana dua jalan atau lebih bergabung pada satu bidang datar, dengan tiap jalan raya mengarah keluar dari sebuah persimpangan dan membentuk bagian darinya (Khisty, 2003).

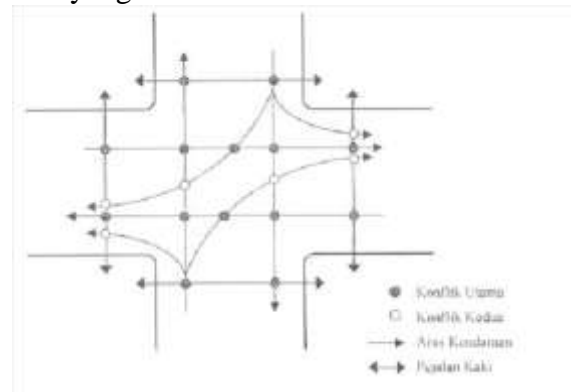
Simpang Bersinyal

Pada umumnya pengaturan lalu lintas dengan menggunakan sinyal digunakan untuk beberapa tujuan, yang antara lain adalah :

- 1) Menghindari terjadinya kemacetan pada simpang yang disebabkan oleh adanya konflik arus lalu lintas yang dapat dilakukan dengan menjaga

kapasitas yang tertentu selama kondisi lalu lintas puncak;

- 2) Memberi kesempatan kepada kendaraan lain dan atau pejalan kaki dari jalan simpang yang lebih kecil untuk memotong jalan utama;
- 3) Mengurangi terjadinya kecelakaan lalu lintas akibat pertemuan kendaraan yang berlawanan arah.



Gambar 1 Konflik-konflik pada simpang bersinyal empat lengan (Sumber: MKJI, 1997)

Waktu Hilang

Selama satu fase, jumlah waktu hijau (k) dan waktu kuning (a), dikurangi waktu hijau efektif (g), disebut sebagai waktu yang hilang (*lost time; l*), karena ini umumnya tidak terdapat pada fase lain untuk lewatnya kendaraan, dan ini ditulis sebagai berikut :

$$l = k + a - g$$

Bila b menyatakan jumlah kendaraan rata-rata yang keluar selama fase jenuh, dengan arus jenuh s , maka g (waktu hijau efektif), adalah :

—

Selain itu, pada beberapa keadaan, ada unsur lain dari waktu hilang yang diakibatkan dari beberapa sebab yang salah satunya adalah sinyal pada semua fase yang menunjukkan merah, atau merah/kuning bersama-sama. Waktu ini juga hilang pada persimpangan jalan karena tidak ada kendaraan yang bergerak. Bila unsur waktu hilang ini adalah R , maka waktu hilang total per siklus adalah :

$$L = nl + R = \Sigma(l - a) + \Sigma l$$

dengan :

L = waktu hilang rata-rata per fase.

R = waktu hilang per siklus, karena *all red* atau *red* dan *amber* pada semua fase.

n = jumlah fase

l = periode pergantian hijau

a = periode kuning

Titik konflik kritis pada masing-masing fase adalah titik yang menghasilkan merah semua terbesar yang diperoleh dengan persamaan :

$$\text{Merah Semua } i = \frac{\text{---}}{\text{---}}$$

--- max

dengan :

LEV ; LAV = jarak garis henti ke titik konflik masing-masing untuk kendaraan yang berangkat dan yang datang (m) IEV = panjang kendaraan yang berangkat (m)

VEV ; VAV = kecepatan masing-masing untuk kendaraan yang berangkat dan yang datang (m/det)

Apabila periode merah semua untuk masing-masing akhir fase telah ditetapkan, waktu hilang (LTI) untuk simpang dapat dihitung sebagai jumlah dari waktu-waktu antar hijau sebagai berikut :

$$LTI = \sum (\text{Merah Semua} + \text{Kuning})_i \\ = \sum IG_i$$

Panjang waktu kuning pada sinyal lalu lintas perkotaan di Indonesia biasanya adalah sebesar 3 detik.

Kapasitas dan Derajat Kejenuhan

Kapasitas (C) dari suatu pendekat simpang bersinyal dapat dinyatakan sebagai berikut

$$C = S \times \text{---}$$

dengan :

C = kapasitas pendekat (smp/jam)

S = arus jenuh (smp/jam hijau)

g = waktu hijau (detik)

c = waktu siklus

Arus jenuh (S) dapat dinyatakan sebagai hasil perkalian dari arus jenuh dasar (S_0) untuk standard, dengan faktor penyesuaian (F) untuk penyimpangan dari kondisi sebenarnya, dari suatu kumpulan kondisi-kondisi (ideal) yang telah

ditetapkan sebelumnya. Arus jenuh diformulasikan sebagai berikut :

$$S = S_0 \times F_{CS} \times F_{SF} \times F_G \times F_P \times F_{RT} \times F_{LT}$$

Untuk pendekat terlindung arus jenuh dasar S_0 ditentukan sebagai fungsi dari lebar efektif pendekat (W_e) yang diformulasikan seperti berikut ini :

$$S_0 = 600 \times W_e$$

dengan :

S_0 = Arus jenuh dasar

W_e = Lebar lengan simpang (m)

F_{CS} = Faktor koreksi Ukuran kota

F_{SF} = Faktor koreksi hambatan samping

F_G = Faktor koreksi gradien jalan

F_P = Faktor koreksi kondisi parkir

F_{RT} = Faktor koreksi proporsi belok kanan

F_{LT} = Faktor koreksi proporsi belok kiri

Derajat kejenuhan diperoleh dengan persamaan :

$$DS = \frac{\text{---}}{\text{---}}$$

Perilaku Lalu Lintas

Berbagai ukuran perilaku lalu lintas dapat ditentukan berdasarkan pada arus lalu lintas (Q), derajat kejenuhan (DS) dan waktu sinyal (c dan g).

Panjang Antrian

Dalam MKJI, antrian yang terjadi pada suatu pendekat adalah jumlah rata-rata antrian smp pada awal sinyal hijau (NQ) yang merupakan jumlah smp yang tersisa dari fase hijau sebelumnya ($NQ1$) dan jumlah smp yang datang selama waktu merah ($NQ2$) yang persamaannya dituliskan seperti berikut ini :

$$NQ = NQ_1 + NQ_2$$

Panjang antrian (QL) pada suatu pendekat adalah hasil perkalian jumlah rata-rata antrian pada awal sinyal hijau (NQ) dengan luas rata-rata yang dipergunakan per smp (20 m^2) dan pembagian dengan lebar masuk, yang persamaannya dituliskan sebagai berikut :

$$\text{---}$$

Dari nilai derajat kejenuhan dapat digunakan untuk menghitung jumlah antrian (NQ_1) yang merupakan sisa dari

fase terdahulu yang dihitung dengan rumus berikut :

- Untuk $DS > 0,5$

_____ dengan :

NQ_1 = jumlah smp yang tersisa dari fase sebelumnya;

DS = derajat kejenuhan

GR = rasio hijau (g/c)

C = kapasitas (smp/jam).

- Untuk $DS \leq 0,5$: $NQ_1 = 0$

Jumlah antrian yang datang selama fase merah (NR_2) dengan rumus seperti berikut:

dengan :

NQ_2 = jumlah smp yang datang selama fase merah;

DS = derajat kejenuhan

GR = rasio hijau (g/c);

c = waktu siklus (detik);

Q_{masuk} = arus lalulintas pada tempat di luar LTOR (smp/jam)

Jika lebar jalur dan arus lalulintas telah digunakan pada penentuan waktu sinyal, arus yang digunakan adalah Q_{keluar} . Agar diperoleh nilai arus simpang total yang benar, penyesuaian terhadap arus tercatat untuk seluruh pendekat.

$$NQ = NQ_1 + NQ_2$$

Untuk menentukan NQ_{max} dapat dicari berdasarkan grafik peluang untuk pembebanan lebih. Untuk perencanaan dan desain disarankan nilai $pOL \leq 5\%$, untuk operasional disarankan $pOL = 5 - 10\%$. Penghitungan panjang antrian (QL) didapat dari hasil perkalian antara NQ_{max} dengan rata-rata yang ditempati tiap smp (20 m^2) dan dibagi lebar masuk (W_{masuk}), yang dirumuskan di bawah ini.

ANGKA HENTI

Angka henti (NS), yaitu jumlah berhenti rata-rata per kendaraan (termasuk berhenti terulang dalam antrian), sebelum

melewati suatu simpang, dapat dihitung dengan persamaan seperti berikut :

dengan :

c = waktu siklus (detik);

Q = arus lalulintas (smp/jam)

Rasio Kendaraan Terhenti

Rasio kendaraan terhenti P_{sv} , yaitu rasio kendaraan yang harus berhenti akibat sinyal merah sebelum melewati suatu simpang, i dihitung sebagai :

$P_{sv} = \min(NS, 1)$. Dimana NS adalah angka henti dan suatu pendekat

Tundaan

Menurut Manual Kapasitas Jalan Indonesia (MKJI), tundaan (D) pada suatu simpang dapat terjadi karena 2 (dua) hal, yaitu :

- Tundaan lalu lintas (DT) yang disebabkan oleh interaksi lalu lintas dengan gerakan lainnya pada suatu simpang;
- Tundaan geometri (DG) yang disebabkan oleh perlambatan dan percepatan saat membelok pada suatu simpang dan atau terhenti karena lampu merah.

Tundaan rata-rata untuk suatu pendekat j merupakan jumlah tundaan lalu lintas rata-rata (DT_j) dengan tundaan geometrik rata-rata (DG_j) yang persamaannya dapat dituliskan seperti berikut ini :

$$D_j = DT_j + DG_j$$

Berdasarkan pada Akcelik, 1998, tundaan lalu lintas rata-rata (DT) pada suatu pendekat dapat ditentukan dengan persamaan sebagai berikut :

Dimana :

DT_j = tundaan lalu lintas rata-rata pada pendekat j (det/smp)

GR = Rasio hijau (g/c)

DS = derajat kejenuhan

C = kapasitas (smp/jam)

NQ_1 = jumlah smp yang tertinggal dari fase hijau sebelumnya

Tundaan geometri rata-rata pada suatu pendekat j dapat ditentukan dengan persamaan sebagai berikut :

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

Dimana :

DG_j = tundaan geometri rata-rata pada pendekat j (det/smp)

P_{SV} = rasio kendaraan terhenti pada suatu pendekat

P_T = rasio kendaraan membelok pada suatu pendekat

Tundaan rata-rata untuk seluruh simpang (D_i) di dapat dengan membagi jumlah nilai tundaan dengan arus total (Q_{TOT}) dalam smp/jam dengan persamaan sebagai berikut :

Dimana :

D_i = Tundaan rata-rata seluruh simpang (det/smp)

$Q \times D$ = Tundaan Total (smp.det)

Q_{TOT} = Arus total (smp/jam)

Simpang Tak Bersinyal

Manual Kapasitas Jalan Indonesia (MKJI 1997) membedakan simpang atas simpang bersinyal (*traffic signal*) dan simpang tak bersinyal (*non traffic signal*). Simpang tak bersinyal dikendalikan oleh aturan dasar lalu-lintas Indonesia yang memberi jalan pada kendaraan dari sebelah kiri, sedangkan pada simpang bersinyal dikendalikan oleh *traffic light*. Ukuran-ukuran (parameter) kinerja simpang tak bersinyal untuk kondisi tertentu sehubungan dengan geometri, lingkungan dan lalu-lintas antara lain : Kapasitas, Derajat kejenuhan, Tundaan dan Peluang antrian.

Kapasitas

Kapasitas total untuk seluruh lengan simpang adalah hasil perkalian antara kapasitas dasar (C_0) yaitu kapasitas pada kondisi tertentu (ideal) dan faktor-faktor penyesuaian (F), dengan memperhitungkan pengaruh kondisi

lapangan terhadap kapasitas, dengan persamaan :

$$C = C_0 \times F_W \times F_M \times F_{CS} \times F_{RSU} \times F_{LT} \times F_{RT} \times F_{MI}$$

Derajat Kejenuhan

Derajat kejenuhan untuk seluruh simpang, (DS), dihitung dengan persamaan sebagai berikut:

$$DS = Q_{smp} / C$$

di mana:

C = Kapasitas (smp/jam)

Q_{smp} = Arus total (smp/jam) dihitung sebagai berikut:

$$Q_{smp} = Q_{kend} \times F_{smp}$$

F_{smp} = Faktor smp, dihitung sebagai berikut:

$$F_{smp} = \frac{(emp_{LV} \times LV\% + emp_{HV} \times HV\% + emp_{MC} \times MC\%)}{100}$$

dimana emp_{LV} , $LV\%$, emp_{HV} , $HV\%$, emp_{MC} dan $MC\%$ adalah emp dan komposisi lalu lintas untuk kendaraan ringan, kendaraan berat dan sepeda motor

Tundaan

Tundaan pada simpang dapat terjadi karena dua sebab :

- 1) TUNDAAN LALU-LINTAS (DT) akibat interaksi lalu-lintas dengan gerakan yang lain dalam simpang.
- 2) TUNDAAN GEOMETRIK (DG) akibat perlambatan dan percepatan kendaraan yang terganggu dan tak-terganggu.

Tundaan lalu-lintas seluruh simpang (DT), jalan minor (DTMI) dan jalan utama (DTMA), ditentukan dari kurva tundaan empiris dengan derajat kejenuhan sebagai variabel bebas.

Tundaan geometrik (DG) dihitung dengan rumus :

Untuk $DS < 1,0$:

$$DG = (1-DS) \times (PT \times 6 + (1-PT) \times 3) + DS \times 4 \text{ (det/smp)}$$

Untuk $DS > 1,0$: $DG = 4$

dimana

DS = Derajat kejenuhan.

- PT = Rasio arus belok terhadap arus total.
- 6 = Tundaan geometrik normal untuk kendaraan belok yang tak-terganggu (det/smp).
- 4 = Tundaan geometrik normal untuk kendaraan yang terganggu (det/smp).

Peluang Antrian

Peluang antrian ditentukan dari kurva peluang antrian/derajat kejenuhan secara empiris.

Konsep dasar koordinasi lampu lalu lintas

Menurut Pedoman Sistem Pengendalian Lalu Lintas Terpusat No.AJ401/1/7/1991 Keputusan Direktur Jendral Perhubungan Darat, dasar pendekatan dari perencanaan sistem terkoordinasi pengaturan lalu lintas sepanjang suatu jalan arteri adalah bahwa kendaraan-kendaraan yang lewat jalan tersebut akan melaju dalam bentuk iring-iringan dari satu simpang ke simpang berikutnya. Berdasarkan kecepatan gerak iring-iringan tersebut, interval lampu dan lama lampu hijau menyala di satu simpang dan di simpang berikutnya dapat ditentukan, sehingga iring-iringan tersebut dapat melaju terus tanpa hambatan sepanjang jalan yang lampu pengatur lalu lintasnya terkoordinasikan.

1. Koordinasi pada jalan satu arah dan jalan dua arah

Bentuk paling sederhana dari satu koordiansi pengaturan lampu lalu lintas adalah pada suatu jalan satu arah di mana tidak ada lalu lintas yang dapat masuk ke dalam ruas jalan tersebut di antara dua persimpangan. Lampu lalu lintas bagi penyebaran pejalan kaki pada ruas jalan tersebut diatur sedemikian rupa sehingga arus lalu

lintas kendaraan yang bergerak dengan kecepatan tertentu seolah-olah tidak mengalami hambatan. Kesulitan muncul seandainya jalan tersebut harus melayani lalu lintas dua arah. Jika pengaturan untuk penyebrang jalan diterapkan berdasarkan parameter pergerakan arus lalu lintas dari satu arah tertentu, maka arus lalu lintas arah berlawanan akan menderita kerugian. Kecuali jika lokasi penyebrangan tepat berada di tengah-tengah ruas jalan tersebut.

2. Diagram waktu jarak

Konsep koordinasi pengaturan lampu lalu lintas biasanya dapat digambarkan dalam bentuk Diagram Waktu-jarak (*Time Distance Diagram*). Diagram waktu-jarak adalah visualisasi dua dimensi dari beberapa simpang yang terkoordinasi sebagai fungsi jarak dan pola indikasi lampu lalu lintas di masing-masing simpang yang bersangkutan sebagai fungsi waktu.

3. Metode koordinasi lampu lalu lintas

- Pola pengaturan waktu tetap (*Fixed Time Control*). Pola pengaturan waktu yang diterapkan hanya satu, tidak berubah-ubah. Pola pengaturan tersebut merupakan pola pengaturan yang paling cocok untuk kondisi jalan atau jaringan jalan yang terkordinasikan. Pola-pola pengaturan tersebut ditetapkan berdasarkan data-data dan kondisi dari jalan atau jaringan yang bersangkutan.
- Pola pengaturan waktu berubah berdasarkan kondisi lalu lintas. Pola pengaturan waktu yang diterapkan tidak hanya satu tetapi diubah-ubah sesuai dengan kondisi lalu lintas yang ada. Biasanya ada tiga pola yang diterapkan yang sudah secara umum ditetapkan berdasarkan kondisi lalu lintas sibuk pagi (*morning peak condition*), kondisi lalu lintas sibuk sore (*evening peak condition*), dan kondisi lalu lintas di antara kedua periode waktu tersebut (*off peak condition*).

- Pola pengaturan waktu berubah sesuai kondisi lalu lintas (*traffic responsive system*). Pola pengaturan waktu yang diterapkan dapat berubah-ubah setiap waktu sesuai dengan perkiraan kondisi lalu lintas yang ada pada waktu yang bersangkutan. Pola-pola tersebut ditetapkan berdasarkan perkiraan kedatangan kendaraan yang dilakukan beberapa saat sebelum penerapannya. Sudah barang tentu metode ini hanya dapat diterapkan dengan peralatan-peralatan yang lengkap.

Keuntungan dan Efek Negatif Sistem Terkoordinasi

Masih menurut Pedoman Sistem Pengendalian Lalu Lintas Terpusat No.AJ401/1/7/1991 Keputusan Direktur Jendral Perhubungan Darat, terdapat beberapa hal yang harus diperhatikan dalam mengkoordinasikan lalu lintas dalam perkotaan, beberapa diantaranya adalah keuntungan dan efek negatif dari penerapan sistem tersebut. Dalam penerapan sistem pengaturan terkoordinasi, beberapa keuntungannya adalah:

- Diperolehnya waktu perjalanan total yang lebih singkat bagi kendaraan-kendaraan dengan karakteristik tertentu.
 - Penurunan derajat polusi udara dan suara
 - Penurunan konsumsi energi bahan bakar
 - Penurunan angka kecelakaan
- Di samping keuntungan-keuntungan yang dapat diperoleh dari penerapan sistem pengaturan lalu lintas terkoordinasi ini, perlu pula diperhatikan akibat negatifnya, seperti:
- Kemungkinan terjadi waktu perjalanan yang lebih panjang bagi lalu lintas kendaraan yang karakteristik operasinya berbeda dengan karakteristik operasi kendaraan yang diatur secara terkoordinasi.
 - Manfaat penerapan sistem ini akan berkurang jika mempertimbangkan jenis lalu lintas lain seperti pejalan kaki,

sepeda, dan angkutan umum. Umumnya, keuntungan lebih besar akan diperoleh jika sistem ini diterapkan di suatu jaringan jalan arteri utama dibandingkan dengan jaringan jalan yang memiliki banyak hambatan.

- Koordinsai lampu lalu lintas pada jalan arteri utama akan efektif jika satu simpang dengan simpang yang lain berjarak kurang lebih 800 meter. Jika jarak lebih dari itu, maka keefektivannya akan berkurang.

PEMBAHASAN

Simpang I (Jl.Jend Sudirman, Jl.Alamsyah, Jl.Diponegoro)

Hasil pengukuran geometric simpang I ditampilkan sebagaimana diperlihatkan dalam gambar 2.

Gambar 2 Geometrik Simpang I

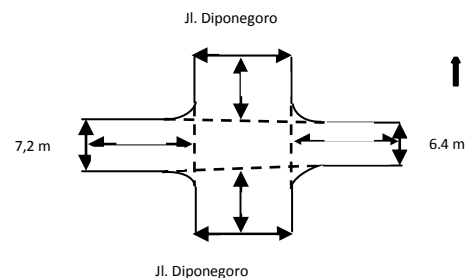
Tabel 1 Kondisi Lingkungan Simpang I

Pendekat	Utara	Selatan	Timur	Barat
Nama Jalan	Jl. Diponegoro	Jl. Alamsyah	Jl. Jend. Sudirman	Jl. Jend. Sudirman
Hambatan	Rendah	Rendah	Rendah	Rendah
Samping	Tidak ada	Tidak ada	Tidak ada	Tidak ada
Median	Tidak ada	Tidak ada	Ada	Ada
Belok kiri jalan terus	3,6	4,6	3,15	3,15
Lebar Efektif/We (m)				

Sumber: Hasil Survei Lapangan

Simpang II (Jl. Diponegoro, Jl.Kiai Arsad, Jl.Sutrisno)

Hasil pengukuran geometrik simpang II ditampilkan sebagaimana diperlihatkan dalam gambar 3.



Gambar 3 Geometrik Simpang II

Tabel 2 Kondisi Lingkungan Simpang II

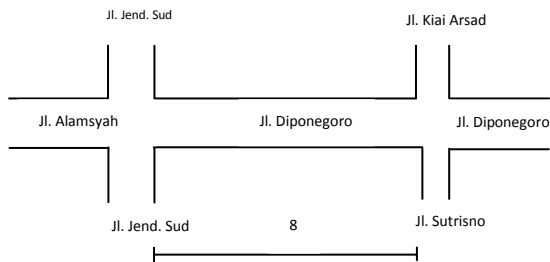
Pendekat	Utara	Selatan	Timur	Barat
Nama Jalan	Jl. Diponegoro	Jl. Diponegoro	Jl. Sutrisno	Jl. Kiai Arsad
Hambatan	Rendah	Rendah	Rendah	Rendah
Samping	Tidak ada	Tidak ada	Tidak ada	Tidak ada
Median				

Tabel 3 Lebar Pendekat dan Tipe Simpang II

Jumlah Lengan Simpang	Lebar pendekat (m)						Jumlah Lajur			Tipe Simpang
	Jalan Minor			Jalan Utama			Lebar pendekat rata-rata WI	Jalan Minor	Jalan Utama	
W A	W C	W AC	W B	W D	W BD	7				2
4	7.	6.	6.8	7.	7.	7.2	7	2	2	422

Panjang Ruas Antar Simpang

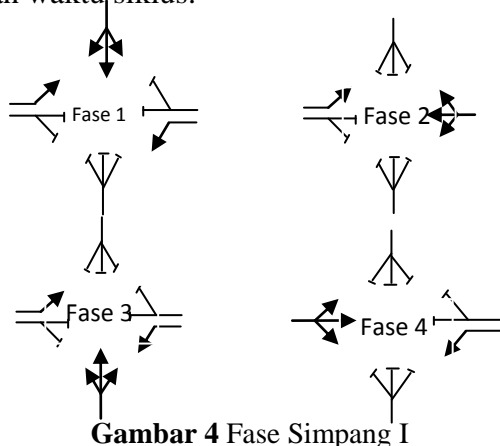
Dari hasil pengukuran di lapangan, didapatkan data panjang ruas antara simpang I ke simpang II adalah 84 m sebagaimana ditunjukkan dalam gambar 4.



Gambar 4. Panjang Ruas Antar Simpang

Fase dan Waktu Siklus

Simpang I merupakan simpang bersinyal. Pada kondisi eksisting simpang memiliki 4 fase serta waktu sinyal yang berbeda-beda tiap lengannya. Berikut ini akan digambarkan bentuk pergerakan setiap fasenya serta data waktu sinyal berupa waktu hijau, waktu hilang per fase dan waktu siklus.

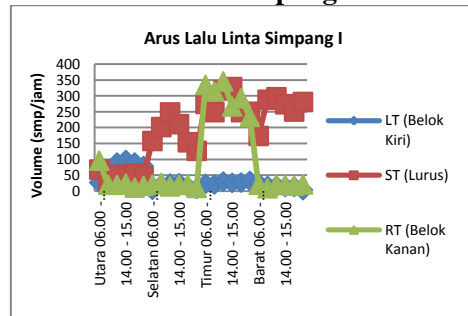


Gambar 4 Fase Simpang I

Tabel 4 Data Lampu Lalu Lintas Simpang I

Pendekat	Waktu Nyala (detik)			All Red	Waktu Siklus (detik)
	Hijau	Kuning	Merah		
Utara	15	2	120	2	139
Selatan	20.36	3.1	98.21	2	123.67
Timur	28.8	3.38	71	2	105.18
Barat	29.18	3.12	66.8	2	101.1

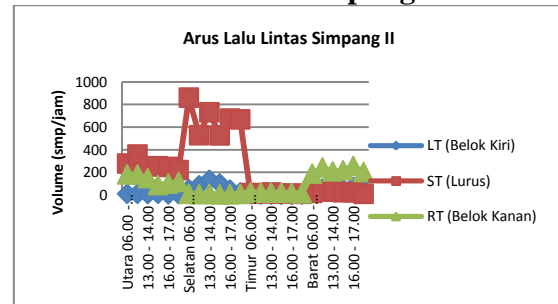
Analisa Data Volume Lalu Lintas Volume Lalu Lintas Simpang I



Gambar 5 Arus Lalu Lintas Simpang I

Dari gambar 5 di atas terlihat bahwa arus lalu lintas tertinggi terjadi pada lengan Timur pukul 13.00-14.00 sebesar 346 smp/jam untuk pergerakan lalu lintas belok kanan (dari timur menuju utara). Yaitu pergerakan arus dari Jl. Jend Sudirman menuju Jl. Diponegoro.

Volume Lalu Lintas Simpang II



Gambar 6 Arus Lalu Lintas Simpang II

Berdasarkan fluktuasi arus lalu lintas dari gambar 6 di atas, bahwa arus lalu lintas tertinggi terjadi pada pendekat Selatan untuk pergerakan lalu lintas lurus (dari pendekat Selatan Jl.Diponegoro menuju pendekat Utara Jl. Diponegoro) pukul 06.00-07.00 yaitu sebesar 862 smp/jam. Dari gambar 3.6 terlihat pula bahwasanya pendekat Selatan untuk pergerakan arus jalan lurus selalu lebih tinggi bila dibandingkan dengan pendekat yang lain. Karena pendekat Selatan Jl. Diponegoro ini adalah pendekat yang mengalirkan dan mendapatkan kiriman arus lalu lintas dari simpang I. Arus lalu lintas yang berasal dari simpang I masuk melalui pendekat Utara simpang I (lengan selatan simpang II) untuk menuju ke simpang II.

Analisa Data Kondisi Eksisting.

Terdapat dua hal yang akan dilakukan pada bagian ini. Langkah pertama adalah menganalisa kinerja kedua simpang dalam kondisi eksisting, yakni simpang I yang merupakan simpang bersinyal dan simpang II yang merupakan simpang tidak bersinyal. Dari hasil analisa kondisi eksisting dapat diketahui apakah kedua simpang telah mempunyai kinerja yang baik, dalam hal derajat kejenuhan (DS) yang menyangkut tingkat pelayanan simpang, panjang antrian, kendaraan terhenti serta tundaan. Jika hasil analisa kedua simpang menunjukkan hasil yang belum optimal maka akan dilakukan analisa untuk langkah selanjutnya yakni langkah kedua.

Langkah kedua merupakan tahapan analisa perencanaan. Bagaimana merencanakan simpang I supaya kinerjanya lebih baik, dengan cara meningkatkan tingkat pelayanan simpang (DS), memperpendek panjang antrian, dan mengurangi kendaraan terhenti serta tundaan. Untuk simpang II akan dilakukan langkah perencanaan dari yang tadinya simpang II merupakan simpang tak bersinyal di ubah dan direncanakan menjadi simpang bersinyal. Dari langkah kedua ini maka akan didapatkan koordinasi antara kedua simpang.

Analisa Simpang I Kondisi Eksisting

Tabel 5 Kinerja Simpang I Kondisi Eksisting

Pendekat	CT (dtk)	g (dtk)	Derajat Kejenuhan DS	Panjang Antrian QL (m)	Jmlh Kend terhenti NSV (smp/jam)	Tundaan D (det/smp)
U	113	15	0.852	77.778	185.252	128.860
S	113	20	0.893	79.710	255.839	123.534
T	113	29	0.887	234.92	1	571.223
B	113	29	0.885	143.91	5	330.441

Sumber: hasil olahan data primer

Dari tabel 5 di atas dapat diketahui kinerja simpang yang terjadi di simpang I dalam kondisi eksisting. Dimana rata-rata derajat kejenuhannya adalah 0,879 hal ini menunjukkan bahwa kinerja simpang telah melewati jenuh dan terjadi hambatan kemacetan, yang menunjukkan tingkat

pelayanan simpang di bawah nilai standar yang telah ditetapkan oleh MKJI sebesar 0,75. Dengan nilai derajat kejenuhannya 0,879 berarti kinerja simpang dalam kondisi eksisting belum optimal dan masih perlu ditingkatkan kinerjanya. Panjang antrian terpanjang terjadi pada pendekat Timur yaitu 234.921 meter. Jumlah kendaraan terhenti tertinggi juga terjadi pada pendekat Timur yakni sebesar 571.223 smp/jam. Sebab pendekat Timur adalah pendekat yang paling tinggi arus lalu lintasnya di dibandingkan dengan pendekat yang lain. Seperti terlihat dari hasil volume lalu lintas yang telah di bahas di atas. Tundaan lalu lintas untuk pendekat Utara dan Selatan menunjukkan nilai yang lebih tinggi dibandingkan dengan pendekat Timur dan Barat. Tundaan yang terjadi ini adalah akibat dari tundaan lalu lintas dan tundaan geometrik. Hal ini dapat dilihat dari geometri pendekat Utara dan Selatan dimana lebar efektif jalan lebih sempit dibandingkan pendekat Timur dan Barat.

Analisa Simpang II Kondisi Eksisting

Simpang II merupakan simpang tidak bersinyal dengan tipe 422, dimana yang berfungsi sebagai jalan utama adalah Jl. Diponegoro untuk pendekat Utara dan Selatan sedang jalan minornya adalah Jl. Kiai Arsad untuk pendekat Barat dan Jl. Sutrisno sebagai pendekat Timur. Arus lalu lintas yang melewati pendekat Timur (Jl. Sutrisno) lebih sedikit bila dibandingkan dengan arus yang melewati pendekat utara, selatan dan barat.

Tabel 6 Kinerja Simpang II Kondisi Eksisting

Periode Penelitian	Kapasitas (C) smp/jam	Arus lalu-lintas (Q) smp/jam	Derajat Kejenuhan (DS)	Tundaan (D) det/smp	Peluang Antrian (%)
06.00 - 07.00 Pagi	2881.259	1684.5	0.5846	9.9302	14.43 - 30.74
07.00 - 08.00 Pagi	2925.6045	1534.5	0.5245	9.4401	11.93 - 26.38
13.00 - 14.00 Siang	3117.5477	1641.4	0.5265	9.4252	12 - 26.52
14.00 - 15.00 Siang	3021.0981	1310.8	0.4338	8.5034	8.66 - 20.67
16.00 - 17.00 Sore	2813.9519	1463.3	0.52	9.3243	11.75 - 26.08
17.00 - 18.00 Sore	2802.0857	1337.1	0.4772	8.8517	10.15 - 23.28

Sumber: hasil olahan data primer

Dari Tabel 6 di atas diketahui bahwasanya simpang II kondisi eksisting menunjukkan kinerja yang baik dan layak. Hal ini ditunjukkan dari nilai derajat kejenuhan rata-rata 0.511 dimana nilai tersebut masih jauh dibawah nilai standar yang ditetapkan 0,75. Tundaan rata-rata yang terjadi di simpang II adalah sebesar 9,246 det/smp.

Analisa Koordinasi Simpang II Kondisi Perencanaan. Analisa Simpang I Kondisi Perencanaan Lebar Masuk 6 meter pada Pendekat Timur dan Barat
Tabel 7 Kinerja Simpang I Perencanaan Lebar Masuk 6 meter pada Pendekat Timur dan Barat

Pendekat	CT (dtk)	g (dtk)	Derajat Kejenuhan DS	Panjang Antrian QL (m)	Jmlh Kend terhenti NSV (smp/jam)	Tundaan D (det/smp)
U	113	15	0.731	52.778	165.193	69.672
S	113	20	0.5606	43.477	186.596	48.253
T	113	29	0.7409	81.668	529.479	47.085
B	113	29	0.422	39.443	227.903	37.402

Sumber: hasil olahan data primer

Lebar Masuk 3.15 meter pada Pendekat Timur dan Barat
Tabel 8 Kinerja Simpang I Lebar Masuk 3.15 meter pada Pendekat Timur dan Barat

Pendekat	CT (dtk)	g (dtk)	Derajat Kejenuhan DS	Panjang Antrian QL (m)	Jmlh Kend terhenti NSV (smp/jam)	Tundaan D (det/smp)
U	113	15	0.7309	51.852	165.193	69.672
S	113	20	0.124	44.203	186.596	48.253
				220.10		
T	113	29	0.847	6	3224.61	816.961
B	113	29	0.804	95.238	306.118	58.257

Sumber: hasil olahan data primer

Dari hasil analisis perhitungan ini dapat diketahui bahwa dengan lebar masuk 6 meter pada pendekat Timur dan Barat, maka akan lebih efektif bila diterapkan di lapangan. Sebab dari pengamatan yang telah dilakukan pada pendekat Timur dan Barat kendaraan lebih sering melanggar yaitu dengan menggunakan lajur keluar dan lajur gerakan belok kiri langsung (LTOR) pada saat berhenti di lampu merah. Dengan lebar lajur 6 meter pada pendekat Timur dan Barat ini maka gerakan kendaraan untuk jalan lurus (ST)

dan belok kanan (RT) akan menggunakan lajurnya tersendiri. Kenyataan sekarang ini terlihat bahwa gerakan kendaraan belok kiri jalan terus (LTOR) telah mempunyai lajur tersendiri (pada pendekat Timur dan Barat).

Analisa Koordinasi Simpang II Kondisi Perencanaan

a. Perencanaan 1

Tabel 9 Kinerja Simpang II Perencanaan 1

Pendekat	CT (dtk)	g (dtk)	Derajat Kejenuhan DS	Panjang Antrian QL (m)	Jmlh Kend terhenti NSV (smp/jam)	Tundaan D (det/smp)
U	113	29	0.549	52.778	181.015	41.194
S	113	29	1.093	213.890	1334.79	311.555
T	113	15	0.084	0.417	0.215	38.28
B	113	20	0.579	46.296	152.254	49.304

Sumber: hasil olahan data primer

b. Perencanaan 2

Tabel 10 Kinerja Simpang II Perencanaan 2

Pendekat	CT (dtk)	g (dtk)	Derajat Kejenuhan DS	Panjang Antrian QL (m)	Jmlh Kend terhenti NSV (smp/jam)	Tundaan D (det/smp)
U	113	29	0.549	53.704	181.014	41.194
				238.00		
S	113	29	1.093	0	1334.79	311.555
T	113	20	0.063	1.250	0	35.874
B	113	20	0.579	48.148	152.254	49.304

Sumber: hasil olahan data primer

c. Perencanaan 3

Tabel 11. Kinerja Simpang II Perencanaan 3

Pendekat	CT (dtk)	g (dtk)	Derajat Kejenuhan DS	Panjang Antrian QL (m)	Jmlh Kend terhenti NSV (smp/jam)	Tundaan D (det/smp)
U	113	30	0.531	52.778	177.478	39.836
S	113	40	0.792	83.333	505.033	61.563
T	113	10	0.126	0.496	1.629	39.419
B	113	13	0.891	70.370	270.521	125.1786

Sumber: hasil olahan data primer

d. Perencanaan 4

Tabel 12 Kinerja Simpang II Perencanaan 4

Pendekat	CT (dtk)	g (dtk)	Derajat Kejenuhan DS	Panjang Antrian QL (m)	Jmlh Kend terhenti NSV (smp/jam)	Tundaan D (det/smp)
U	113	30	0.531	53.704	177.478	39.836
S	113	40	0.792	128.704	505.033	61.563
T	113	14	0.090	0.365	0.451	38.657
B	113	14	0.827	65.741	222.909	92.01662

Sumber: hasil olahan data primer

Koordinasi Sinyal Antar Simpang

Tabel 13 Derajat Kejenuhan (DS) keempat Perencanaan

Pendekat	Waktu Siklus CT (detik)	Derajat Kejenuhan/DS			
		Perencanaan n 1	Perencanaan n 2	Perencanaan n 3	Perencanaan n 4
U	113	0.549	0.549	0.531	0.531
S	113	1.093	1.093	0.792	0.792
T	113	0.084	0.063	0.126	0.090
B	113	0.579	0.579	0.891	0.827

Sumber: hasil olahan data primer

Tabel 14 Panjang Antrian (QL) keempat Perencanaan

Pendekat	Waktu Siklus CT (detik)	Panjang Antrian/QL (meter)			
		Perencanaan n 1	Perencanaan n 2	Perencanaan n 3	Perencanaan n 4
U	113	52.778	53.704	52.778	53.704
S	113	213.890	238.000	83.333	128.704
T	113	0.417	1.250	0.496	0.365
B	113	46.296	48.148	70.370	65.741

Sumber: hasil olahan data primer

Tabel 15 Jumlah Kendaraan Terhenti (NSV) keempat Perencanaan

Pendekat	Waktu Siklus CT (detik)	Jumlah Kendaraan Terhenti/NSV (smp/jam)			
		Perencanaan n 1	Perencanaan n 2	Perencanaan n 3	Perencanaan n 4
U	113	181.015	181.014	177.478	177.478
S	113	1334.79	1334.79	505.033	505.033
T	113	0.215	0	1.629	0.451
B	113	152.254	152.254	270.521	222.909

Sumber: hasil olahan data primer

Tabel 16 Tundaan (D) keempat Perencanaan

Pendekat	Waktu Siklus CT (detik)	Tundaan/D (det/smp)			
		Perencanaan n 1	Perencanaan n 2	Perencanaan n 3	Perencanaan n 4
U	113	41.194	41.194	39.836	39.836
S	113	311.555	311.555	61.563	61.563
T	113	38.28	35.874	39.419	38.657
B	113	49.304	49.304	125.179	92.017

Sumber: hasil olahan data primer

Dari Tabel 16 terlihat bahwa yang mempunyai panjang antrian terendah untuk pendekat Selatan adalah perencanaan 3 yakni 83.333 meter. Perencanaan 3 ini dapat diprioritaskan sebab jarak antara kedua simpang hanyalah 84 meter. Sehingga koordinasi dapat lebih efektif bila menerapkan perencanaan 3.

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

1. Kedua simpang yang ada belum terkoordinasi. Terlihat dari kondisi eksisting bahwasanya simpang I merupakan simpang bersinyal dan simpang II adalah simpang tidak bersinyal. Hal ini tentu tidak memenuhi syarat sebagai simpang yang terkoordinasi.
2. Pada kondisi eksisting, simpang I menunjukkan kinerja mendekati lewat jenuh, terlihat dari rata-rata nilai derajat kejenuhan sudah di atas 0,8. Sedangkan simpang II dalam kondisi eksisting kinerjanya masih baik, yaitu tingkat pelayanannya yang ditunjukkan dari derajat kejenuhan rata-rata masih di bawah 0,5. Dalam kondisi perencanaan

koordinasi menggunakan menunjukkan hasil yang efektif dengan derajat kejenuhan rata-rata 0.58

3. Koordinasi kedua simpang dilakukan dengan menentukan waktu siklus yang sama yaitu sebesar 113 detik. Dari keempat perencanaan yang dilakukan maka disimpulkan bahwa perencanaan 3 mempunyai kinerja koordinasi terbaik. Kinerja simpang rata-rata yang telah terkoordinasi menunjukkan hasil derajat kejenuhan (DS) 0, 58 dengan Panjang Antrian (QL) 51,74 meter, Jumlah Kendaraan Terhenti (NSV) 238,66 smp/jam, dan Tundaan (D) sebesar 66,49 det/smp.

Saran

Dari kesimpulan yang ada, terdapat beberapa saran diantaranya adalah:

1. Untuk mengurangi volume arus lalu lintas yang barasal dari jalan Jend. Sudirman menuju jalan Diponegoro sebaiknya jalan satu arah yang terdapat pada jalan Sosrosudarmo dibuka untuk umum. Sehingga arus lalu lintas yang akan menuju Metro Utara tidak harus melewati jalan Diponegoro dan dapat menggunakan jalan Sosrosudarmo sebagai alternatifnya.
2. Agar supaya simpang II (simpang tidak bersinyal) segera di atur menggunakan Alat Pemberi Isyarat Lalu Lintas (APILL) dan menjadi simpang bersinyal. Sehingga dapat menertibkan arus lalu lintas yang melewati jalan Diponegoro.
3. Dari hasil analisis kedua simpang memiliki waktu siklus yang sama, tetapi waktu hijau untuk setiap pendekatnya berbeda. Hal ini akan berpengaruh pada Koordinasi kedua simpang terutama dalam hal kecepatan rata-rata kendaraan untuk mendapatkan waktu hijau dari simpang I ke simpang II.
4. Perlu dilakukan pengkajian ulang mengenai pola siklus yang berlainan agar didapat kinerja simpang yang optimal.

DAFTAR PUSTAKA

- A.A.N.A. Jaya Wikrama, (2011), *ANALISIS KINERJA SIMPANG BERSINYAL (Studi Kasus Jalan Teuku Umar Barat – Jalan Gunung Salak)*, Jurnal Ilmiah Teknik Sipil Vol. 15, No. 1, Universitas Udayana Denpasar
- Departemen Pekerjaan Umum, (1997), *Manual Kapasitas Jalan Indonesia (MKJI)*, Direktorat Jenderal Bina Marga, Jakarta
- Direktorat Bina Sistem Lalu Lintas dan Angkutan Kota Direktorat Jenderal Perhubungan Darat, (1999), *Rekayasa Lalu Lintas*, Direktorat BSLLAK, Jakarta
- Eko Nugroho Julianto, (2007), *Analisis Kinerja Simpang Bersinyal Simpang Bangkong dan Simpang Milo Semarang Berdasarkan Komsumsi Bahan Bakar Minyak*, Pasca Sarjana Undip Semarang
- Emal Zain Muzambek Tun Bayasut, (2010), *Analisis dan Koordinasi Sinyal Antar Simpang pada Ruas Jalan Diponegoro Surabaya*, ITS Surabaya
- Hobbs, F.D., (1995), *Perencanaan dan Teknik Lalu Lintas*, Gadjah Mada University Press
- Khisty, C.J dan Lall, B.K., B.K. 2003, *Dasar-Dasar Rekayasa Transportasi Jilid 1*, Erlangga, Jakarta
- Khisty, C.J dan Lall, B.K., B.K. 2003, *Dasar-Dasar Rekayasa Transportasi Jilid 2*, Erlangga, Jakarta
- Oglesby, C.H. dan Hicks, R.G., (1999), *Teknik Jalan Raya Jilid 1*, Erlangga, Jakarta
- Slamet Jauhari Legowo, (2004), *Perbandingan Keluaran Kinerja Simpang Bersinyal Terkoordinasi Berdasarkan Pendekatan MKJI dan Software Transyt*, Pasca Sarjana Undip Semarang