APLIKASI KOORDINASI SIMPANG BERLAMPU DENGAN PROGRAM TRANSYT 12: STUDI KASUS JALAN R. E. MARTADINATA

Vinny Assatry
Alumnus Jurusan Teknik Sipil Institut Teknologi Nasional, Bandung
Jln. PHH Mustafa No. 23
Bandung 40241

Sofyan Triana
Staf Pengajar Jurusan Teknik Sipil Institut Teknologi Nasional, Bandung
Jln. PHH Mustafa No. 23
Bandung 40241
sofyan@itenas.ac.id

Herman
Staf Pengajar Jurusan Teknik Sipil Institut Teknologi Nasional, Bandung
Jln. PHH Mustafa No. 23
Bandung 40241
herman@itenas.ac.id

Abstrak

Persimpangan merupakan salah satu lokasi yang rawan terhadap kemacetan akibat konflik pergerakan kendaraan. Konflik pergerakan ini menyebabkan tundaan, kecelakaan serta kemacetan. Jika arus lalu lintas terlalu tinggi, masalah yang ditimbulkan karena adanya konflik meningkat sehingga pemasangan lampu lalu lintas perlu dilakukan. Dalam laporan Tugas Akhir ini dibahas mengenai perbandingan antara analisis simpang *isolated* dengan menggunakan MKJI 1997 dan analisis simpang koordinasi dengan menggunakan program *Transyt* 12, persimpangan yang dibahas yaitu persimpangan RE Martadinata-Banda, RE Martadinata-Citarum-Lombok, RE Martadinata-Cihapit, RE Martadinata-T Pramuka-Aceh. Dalam perhitungan, data yang dibutuhkan adalah data volume lalu lintas, geometrik jalan seting lampu dan kondisi lingkungan. Data-data tersebut diperoleh dari survei dilapangan.
Dari hasil analisa secara system, simpang dengan kondisi isolated mempunyai nilai rasio kendaraan berhenti total adalah 29.028 stops/smp, rasio kendaraan rata-rata adalah 6.603 stops/smp, tundaan total 508.577 smp-jam/jam, tundaan rata- rata 9.436 menit dan panjang antrian 735 m, simpang dengan kondisi koordinasi tanpa optimasi mempunyai nilai rasio kendaraan berhenti total adalah 17.720 stops/smp, rasio kendaraan rata-rata adalah 3.850 stops/smp, tundaan total 836.4 smp-jam/jam, tundaan rata- rata 15.471 menit dan panjang antrian 1165 m, simpang dengan kondisi koordinasi dengan optimasi mempunyai nilai rasio kendaraan berhenti total pada adalah 15.02 stops/smp, rasio kendaraan rata-rata adalah 3.185 stops/smp, tundaan total 656.6 smp-jam/jam, tundaan rata- rata 12.394 menit dan panjang antrian 1004 m.

Kata-kata kunci: isolated, koordinasi, transyt, optimasi

PENDAHULUAN

Pertumbuhan ekonomi ilmu pengetahuan dewasa ini terus meningkat seiring dengan meningkatnya aktifitas manusia yang diikuti pula dengan pertumbuhan pergerakan manusia dan barang. Pergerakan manusia dan barang ini mengakibatkan masalah diantaranya meningkatnya kemacetan lalu lintas. Lalu lintas terjadi akibat adanya kebutuhan akan transportasi dari masyarakat. Dengan bertambahnya pengguna jalan, maka volume lalu lintas cenderung bertambah besar, pergerakan lalu lintas ini mengalami permasalahan pada persimpangan. Permasalahan timbul dikarenakan pada persimpangan terjadi pertemuan pergerakan yang berakibat sebagian pergerakan akan terhambat/ dikalahkan. Keberadaan suatu simpang dengan simpang yang lainnya juga akan memperbesar permasalahan lalu lintas pada wilayah perkotaan.

Pengaturan simpang saat ini masih terisolasi, hal ini mengakibatkan kinerja jaringan belum optimal. Koordinasi simpang dapat diharapkan sebagai upaya memperkecil permasalahan yang timbul serta dapat meningkatkan kinerja mobilitas, performance, efisiensi bahan bakar serta kelancaran lalu lintas. Koordinasi antar simpang ini akan diterapkan untuk melihat keefektifannya dengan membandingkan hasil perhitungan

Transyt 12 dengan hitungan manual berdasarkan karakteristik perhitungan lalu lintas di Indonesia

Dalam hal ini pembatasan masalahnya adalah membandingkan keefektifitasan antara pengaturan simpang secara tunggal (*isolated*) dengan menggunakan metode MKJI dan pengaturan simpang secara koordinasi dengan menggunakan program Tansyit 12.

Tujuan dari penelitian ini yaitu untuk membandingkan kinerja simpang berdasarkan metoda isolated dan koordinasi.

Adapun manfaat dari penelitian ini adalah mengetahui keuntungan – keuntungan yang dapat diambil dari kinerja simpang secara koordinasi, yaitu:

(1) Tingkat pelayanan yang lebih tinggi karena adanya peningkatan kecepatan secara menyeluruh dan berhentinya kendaraan berkurang.
(2) Lalu lintas akan bergerak lebih nyaman dan sering disertai dengan peningkatan kapasitas.
(3) Karena tidak ada dorongan mempercepat kendaraan untuk mengejar lampu hijau maka kecepatan kendaraan akan lebih merata. Juga kendaraan-kendaraan yang begerak lambat akan terdorong untuk menyamakan kecepatannya dengan kendaraan lain agar tidak terhalang oleh menyalanya lampu merah.
(4) Dengan adanya pengurangan kecepatan yang diakibatkan oleh jaminan bahwa kelompok kendaraaan akan mencapai lampu pengatur lalu lintas berikutnya pada saat waktu hijau maka dengan sendirinya akan mengurangi pelanggaran lampu merah dan tabrakan dari belakang. Juga dengan lebih sedikitnya waktu merah, bagi kebanyakan pengendara motor akan lebih kecil kemungkinan terjadinya kecelakaaan karena kurang perhatian, rem yang blong, slip dan lain-lain.
(5) Ketaatan yang lebih besar terhadap tanda sinyal akan diperoleh dari pengendara kendaraan dan pejalan kaki, karena pengemudi akan berusaha tetap mendapatkan waktu hijau dan pejalan kaki akan tetap menunggu untuk menyebrang jalan sampai didapatnya waktu tenggang.
(6) Lalu lintas akan cenderung tetap dijalan utama kecuali bila ada jalan kecil yang parallel.

TINJAUAN PUSTAKA

Simpang Bersinyal

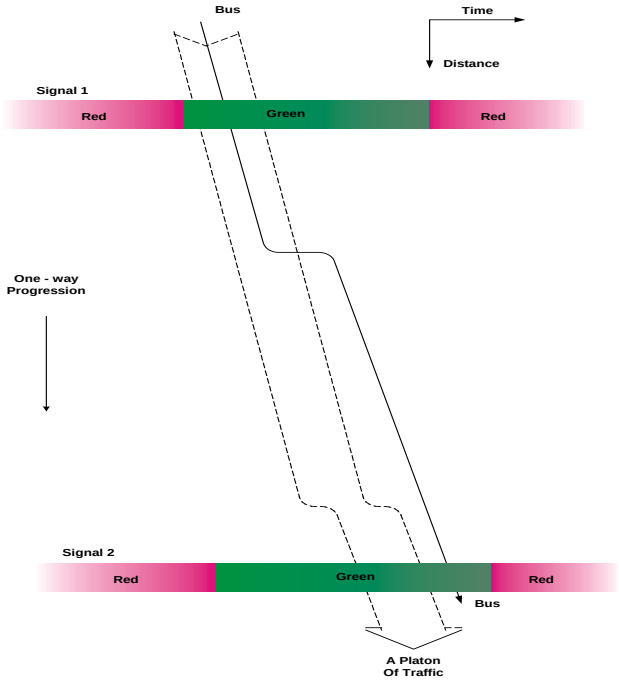
Pengaturan simpang dengan sinyal lalu lintas termasuk yang paling efektif terutama untuk volume lalu lintas pada kaki–kaki simpang yang relative tinggi. Pengaturan ini dapat mengurangi atau menghilangkan titik konflik pada simpang dengan memisahkan pergerakan arus lalu lintas pada waktu yang berbeda–beda. Adapun kinerja simpang bersinyal dapat dibagi menjadi dua yaitu kinerja simpang secara tunggal (isolated) dan secara koordinasi.

Simpang Tunggal (Isolated)

Jenis simpang ini dikontrol dengan system lampu lalu lintas yang tidak terkoordinasi dengan simpang lainnya. Simpang ini berdiri sendiri dengan kata lain tidak saling mempangaruhi dengan simpang-simpang lain yang ada di dekatnya.

Simpang Koordinasi

Sebuah system sinyal terjadi apabila dua atau lebih lampu pengatur lalu lintas yang dikoordinasikan operasinya sehingga masing–masing sinyal memiliki hubungan waktu yang tetap satu sama lain. Tujuan dari koordinasi ini adalah untuk mengurangi tundaan, mencegah stop yang terus menerus, mengubah pergerakan kendaraan yang sendiri-sendiri menjadi berkelompok dan memaksimalkan kapasitas. Tujuan ini dicapai dengan cara mengusahakan indikasi warna hijau terus menerus pada kelompok kendaraan di selurh sinyal yang dilaluinya pada rute yang dikoordinasi kecepatannya harus konstan, jika kecepatan kendaraan melebihi kecepatan rencana dalam system ini maka akan mendapat periode merah pada setiap sinyal. Jarak antar persimpangan untuk dikoordinasikan sebaiknya tidak terlalu panjang karena akan menyebabkan penyebaran dari iring–iringan kendaraan akan menjadi besar.



Gambar 1 Diagram Waktu-Jarak yang Menunjukkan Pergerakan Typical yang Berbeda bagi Pengguna Lalu Lintas dan Bus

Kinerja Simpang

Waktu Siklus

Waktu siklus (*cycle time*) adalah selang waktu dari awal fase samapai awal fase yang sama, dinyatakan dalam detik. Waktu siklus dihitung dengan menggunakan rumus :

$$C_0 = \frac{1.5L - 5}{1 - y_1 - y_2 - \ldots y_n} = \frac{1.5L + 5}{1 - Y} \text{ detik} \quad (1)$$

dengan:

$y_1, y_2 \ldots y_n$: rasio derajat kejenuhan maksimum untuk fase 1,2 … n

$Y = \sum y$

L = total kehilangan waktu persiklus (dalam detik)

Kapasitas Simpang

Kapasitas didefinisikan sebagai arus maksimum melalui suatu titik di jalan yang dapat dioertahankan per satuan jam pada kondisi tertentu. Nilai kapasitas ini diamati melalui pangumpulan data lapangan selama memungkinkan. Kapasitas dinyatakan dalam satuan mobil penumpang (smp). Kapsitas dihitung dengan menggunakan rumus :

$$\text{Kapasitas} = \frac{gs}{c} \text{ kendaraan per jam} \quad (2)$$

$$g = G\text{-}l \text{ detik} \quad (3)$$

dengan:

G = kombinasi periode hijau dan amber (detik)
g = efektif waktu hijau (detik)
c = wsktu siklus (detik)
l = kehilangan waktu (detik)
s = derajat kejenuhan (detik)

Derajat Kejenuhan

Derajat kejenuhan (DS) didefinisikan sebagai rasio volume (Q) terhadap kapasitas (C), digunakan seagai factor utama dalam penentuan perilaku lalu lintas pada suatu ruas jalan. Nilai derajat kejenuhan menunjukkan apakah ruas jalan akan mempunyai masalah kapasitas atau tidak. Derajat kejenuhan dihitung dengan menggunakan volume dan kapasitas yang dinyatakan dalam smp/jam.

Antrian

Panjang antrian kendaraann (smp) dibedakan dalam kondisi sibuk dan tidak sibuk, Jumlah antrian ini terjadi karena dua hal, yaitu karena antrian smp yang tersisa dari fase hijau sebelumnya dan antrian smp yang datang selama fase merah.

Tundaan (Delay)

Waktu siklus optimum diperoleh dengan cara mengusahakan kelambatan yang minimum. Bila waktu siklusnya terlalu panjang, kendaraan-kendaraan yang akan menunggu akan melewati *stopline* pada awal lampu hijau, selanjutnya kendaraan yang melewati persimpangan akan jenuh, jika ada antrian. Sehingga kondisi di atas mengakibatkan lampu lalu lintas tidak efesien.

MKJI

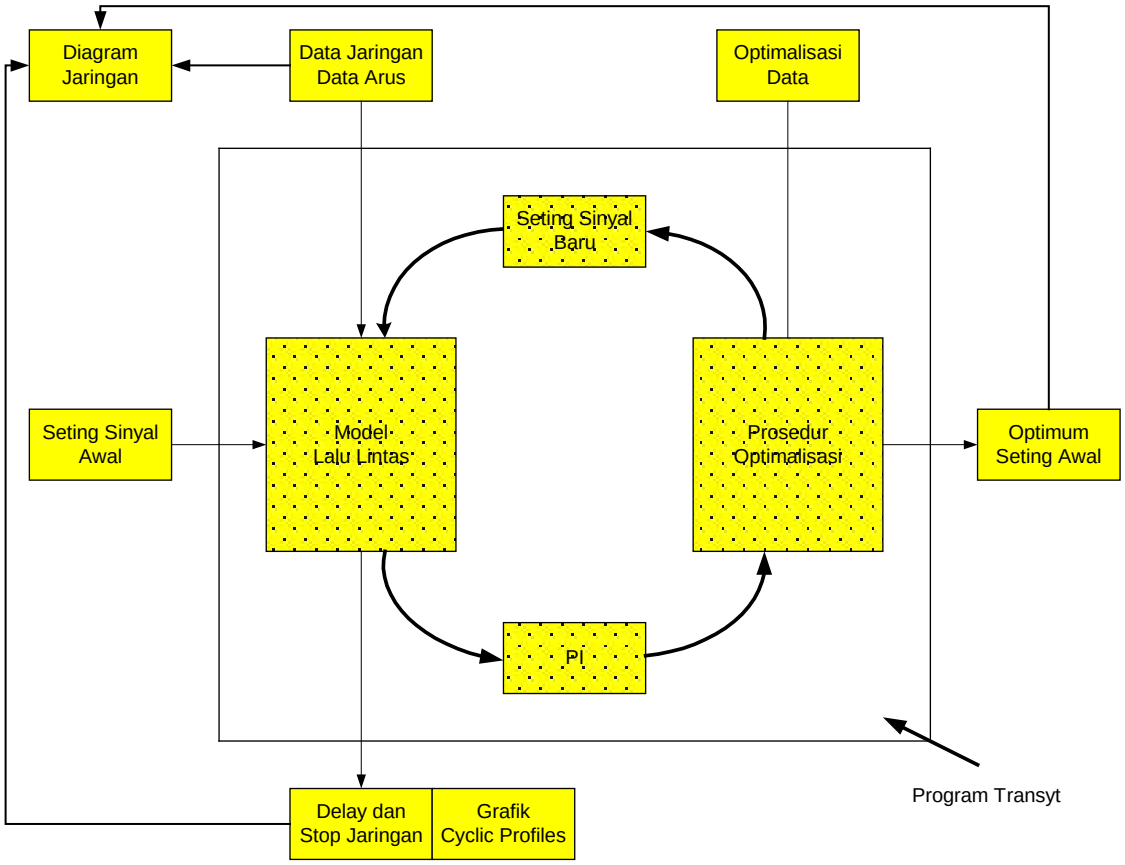
MKJI 1997 (Manual Kapasitas Jalan Indonesia 1997) digunakan sebagai metoda analisis kinerja jalan, sehingga didapat kecepatan arus bebas dan kapasitas untuk menentukan derajat kejenuhan dan kecepatan tempuh.

Transyt

Waktu sinyal lampu lalu lintas memegang peranan yang penting.kebanyakan, persimpangan di suatu daerah merupakan bagian dari suatu jaringan yang koordinasi simpang berlampu. Dengan mengkoordinir kelompok sinyal lalu lintas di dalam suatu jaringan, maka dapat mengurangi antrian dan keterlambatan. masing-masing sinyal dioperasikan dalam suatu waktu hijau di-set sedemikian sehingga didapat rata-rata volume

dari jalan sepanjang wilayah perkotaan itu dengan penundaan yang kecil dan perhentian yang sedikit mungkin

Transyt (*Traffic Network Study Tool*) merupakan program aplikasi standar untuk pengaturan *fixed time control*, yang dapat digunakan untuk melakukan koordinasi sinyal lalu lintas. Program lalu lintas ini dikembangkan oleh TRRL (*Transport and road research* Laboratory) di Inggris sejak tahun 1967. Metode transyt dapat dilihat pada Gambar 2.2, pada program ini terbagi dua bagian utama yaitu pemodelan lalu lintas dan optimalisasi sinyal, program ini dapat digunakan untuk memodelkan lalu lintas dalam skala jaringan sehingga kinerja secara skala jaringan dapat diketahui. Penggunaan program Transyt untuk koordinasi lampu lalu lintas perlu diteliti apakah hasil yang didapatkan sudah benar benar cocok dengan kondisi di lapangan, karena kemungkinan besar koordinasi lampu lalu lintas tersebut masih memerlukan kalibrasi.

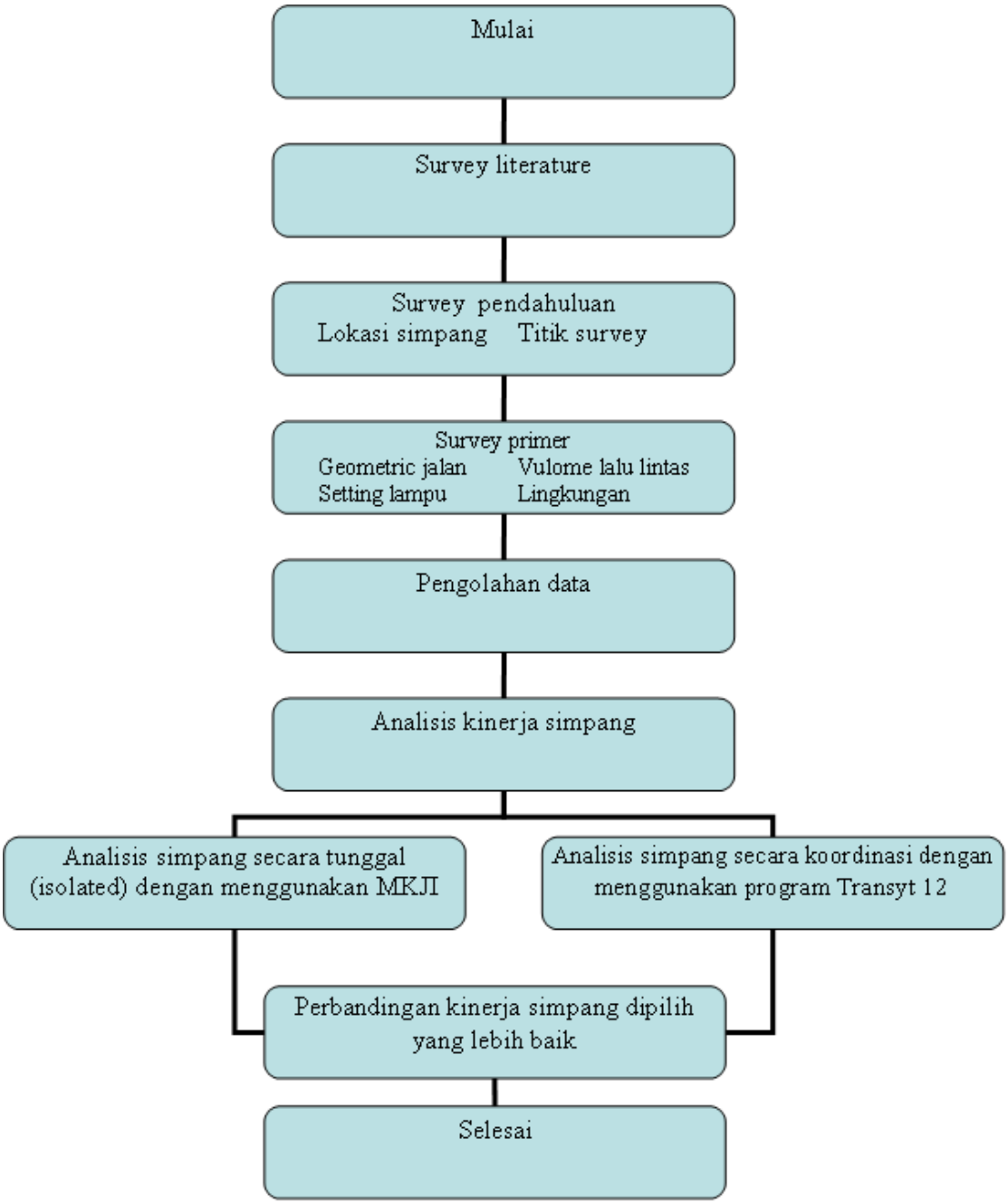


Gambar 2 Struktur Program Transyt

METODE PENELITIAN

Prosedur Penelitian

Prosedur penelitian disajikan pada Gambar 3.



Gambar 3 Alur Prosedur Penelitian

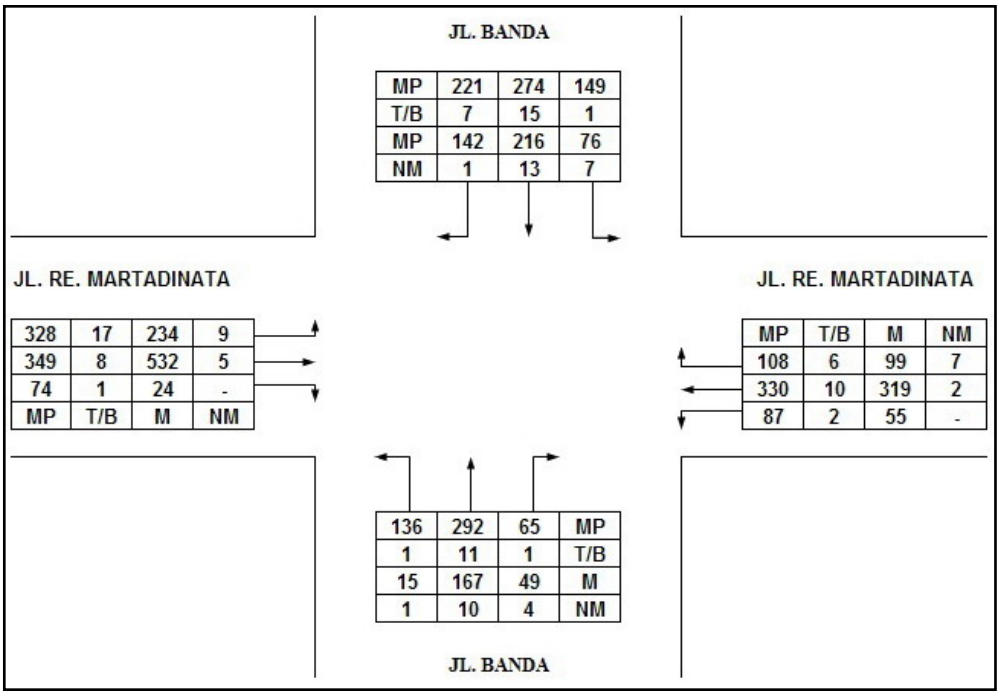
Waktu dan Tempat

Penelitian ini merupakan studi kasus yang direncanakan selama enam bulan dimulai pada bulan April sampai September 2005, yang berlokasi di jalan R. E. Martadinata pada empat persimpangan, yaitu :

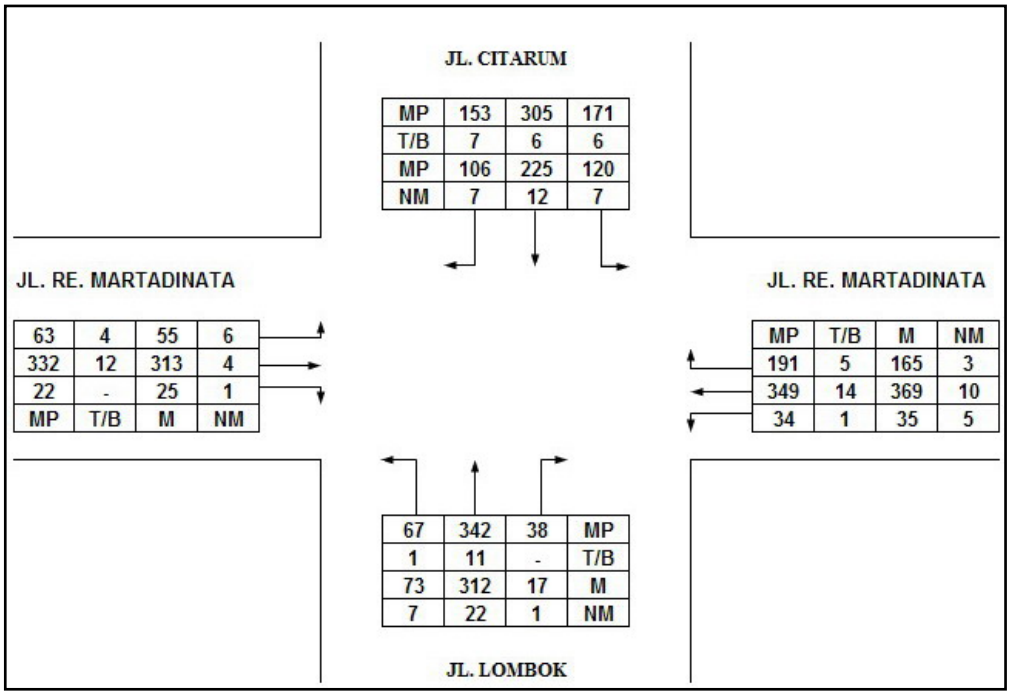
(1) Jalan R. E. Martadinata - Jalan Banda
(2) Jalan R. E. Martadinata - Jalan Citarum
(3) Jalan R. E. Martadinata - Jalan Cihapit, dan.
(4) Jalan R. E. Martadinata - Jalan Aceh. (Taman Pramuka)

ANALISIS

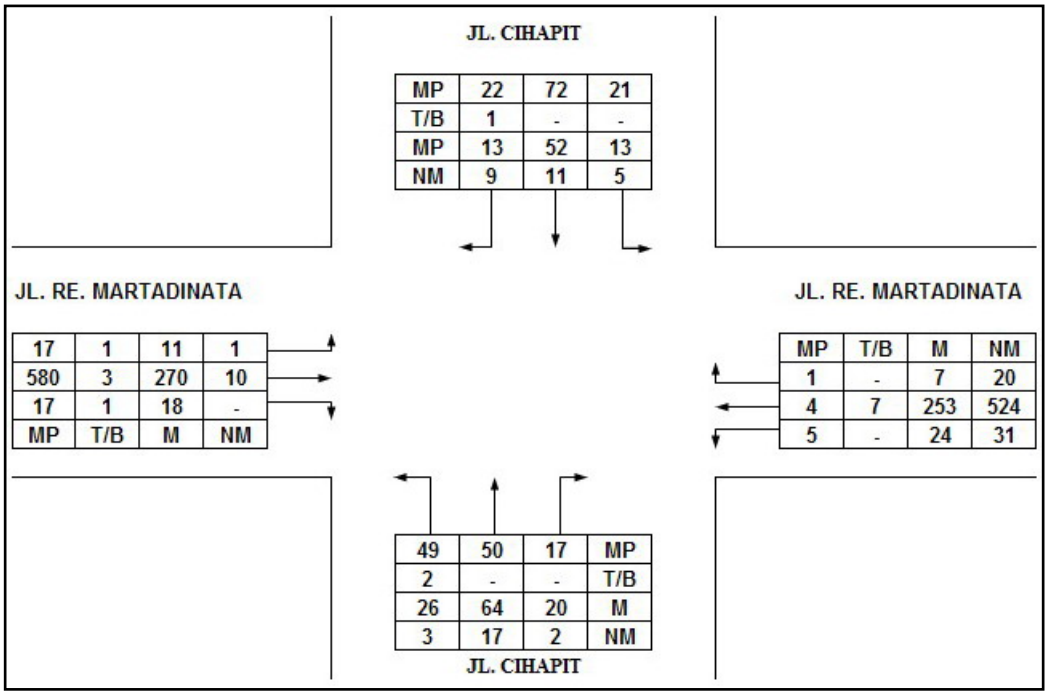
Data Volume Lalu lintas



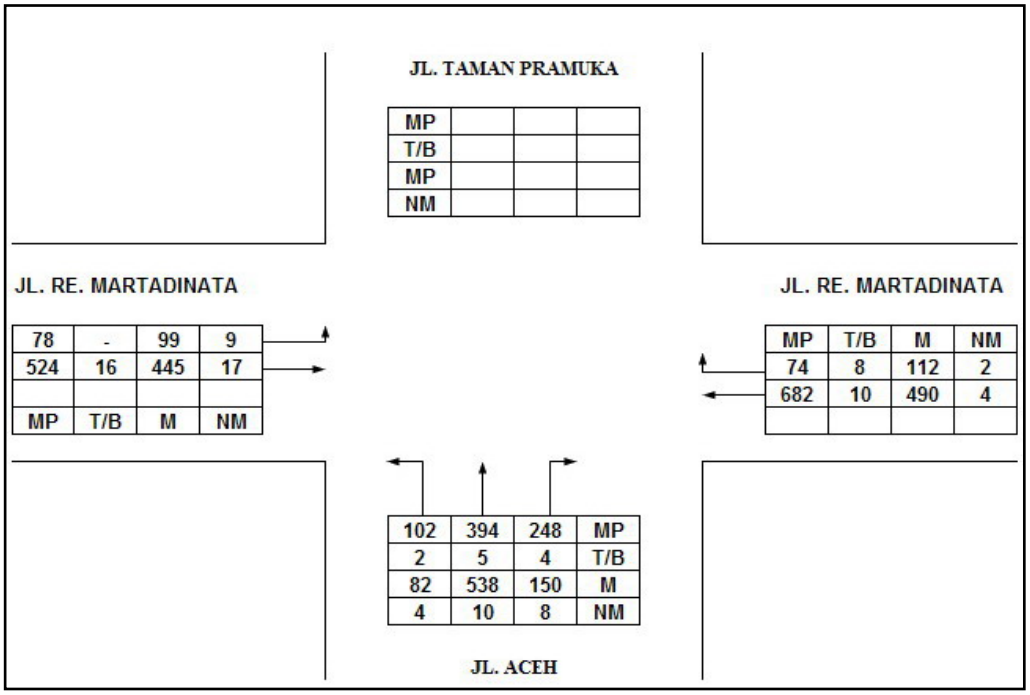
Gambar 4 Volume Lalu Lintas (Kend/Jam) Simpang RE Martadinata/Banda



Gambar 5 Volume Lalu Lintas (Kend/Jam) Simpang RE Martadinata/Citarum/Lombok



Gambar 6 Volume Lalu Lintas (Kend/Jam) Simpang RE Martadinata/Cihapit



Gambar 7 Volume Lalu Lintas (Kend/Jam) Simpang RE Martadinata/T Pramuka/Aceh

Cruise Time

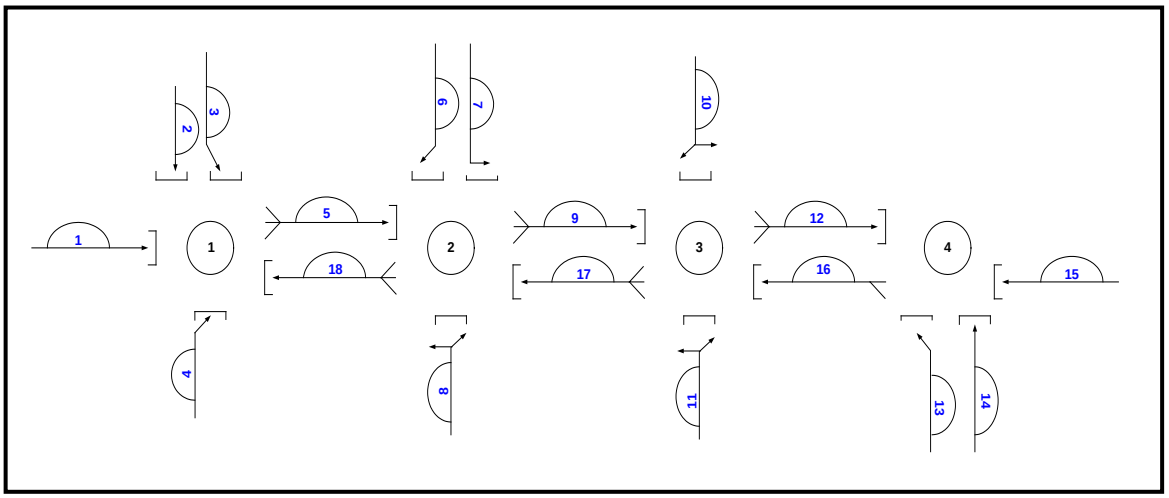
Perhitungan *cruise time* dilakukan dengan menghitung waktu tempuh kendaraan (mobil) antara persimpangan yaitu dari garis henti ke garis henti dengan kondisi tidak terhenti (*undelayed*). Perhitungan ini dilakukan pada jam sibuk. Untuk lengan persimpangan yang berasal dari luar daerah studi, waktu tempuh dihitung dengan jarak 200 m dari persimpangan menuju persimpangan tersebut. Hal ini sesuai dengan anjuran pada manual TRANSYT – 12.

Perhitungan Kinerja Simpang Isolated dengan Menggunakan MKJI 1997

Perhitungan tingkat kinerja simpang bersinyal dilakukan dengan menggunakan metode MKJI 1997. Hasil perhitungan kinerja simpang kondisi aktual terdapat pada Tabel 1.

Tabel 1 Hasil Perhitungan Kinerja Persimpang Kondisi Aktual

Kinerja Simpang	RE Martadinata/ Banda	RE Martadinata/ Citarum/Lombok	RE Martadinata/ Cihapit	RE Martadinata/ T. Pramuka/Aceh
Jumlah Fase	2	2	2	2
Waktu Siklus (det)	92	91	68	65
DS Rata-rata	0.815	0.891	0.411	0.501
Banyak Antrian (smp)	63	64	9	15
Panjang Antrian Rata-rata (m)	294	347	38.8	55
NS (stops/smp)	2.174	2.602	0.647	0.64
NSV (smp/jam)	1590	1634	291	528
Tundaan (smp-jam/ jam)	46.8	51.2	0.4	4.2



Gambar 8 Pemodelan Daerah Studi

Perhitungan Kinerja Simpang Koordinasi Sebelum Optimasi dengan Menggunakan Program Transyt 12

Pemodelan Daerah Studi

Pemodelan jaringan jalan digambarkan dengan link dan node. Pemodelan ini mengikuti anjuran dari manual Transyt-12. Penomoran node disusun beraturan sedemikian rupa sehingga mudah dibaca. Penomoran link disusun berdasarkan node yang dituju, nomor node diletakkan di awal, angka berikutnya menunjukkan nomor link pada node tersebut. Penomoran disetiap node dilakukan searah dengan jarum jam.

Pemodelan daerah studi dapat dilihat pada Gambar 8. Daftar node dapat dilihat pada Tabel 2 dan daftar link pada Tabel 3.

Hasil Perhitungan Kinerja Simpang Koordinasi Sebelum Optimasi

Hasil kinerja simpang setelah dikoordinasi tanpa optimasi dengan menggunakan program Transyt12, disajikan dalam Tabel 2.

Tabel 2 Hasil Perhitungan Kinerja Persimpang Koordinasi Tanpa Optimasi

Kinerja Simpang	RE Martadinata/ Banda	RE Martadinata/ Citarum/Lombok	RE Martadinata/ Cihapit	RE Martadinata/ T. Pramuka/Aceh
Jumlah Fase	2	2	2	2
Waktu Siklus (det)	92	92	92	92
DS Rata-rata	0.720	0.868	0.418	0.585
Banyak Antrian (smp)	43	88	10	72
Panjang Antrian Rata-rata (m)	236	485	52	393
NS (stops/smp)	1.302	1.290	0.555	0.973
NSV (smp/jam)	760	935	325	810
Tundaan (smp-jam/ jam)	33.0	79.3	4.0	64.8

Perhitungan Kinerja Simpang Koordinasi Setelah Optimasi dengan Menggunakan Program Transyt 12

Hasil Perhitungan Kinerja Simpang Koordinasi Setelah Optimasi

Hasil perhitungan kinerja simpang yang telah dikoordinasi dan dioptimasi dapat dilihat dari Tabel 3.

Perhitungan Waktu Offset

Contoh perhitungan waktu offset dengan waktu siklus 180 detik. Waktu siklus yang digunakan untuk perhitungan tingkat kinerja simpang kondisi koordinasi dengan optimasi tidak menghiraukan waktu siklus yang sudah ada, tetapi program Transyt mengoptimasi waktu siklus sendiri yaitu menjadi 180 detik tiap simpang. Kecepatan yang digunakan untuk menghitung waktu *offset* dianggap konstan yaitu 30 km/jam pada tiap simpang, dengan jarak antar persimpangan yaitu masing-masing 461,1 m, 243,1 m dan 394,32 m. Dari hasil perhitungan didapat waktu tempuh masing-masing antar simpang 55,35 detik, 29,17 detik dan 47,32 detik, sehingga apabila kendaraan yang melewati persimpangan pertama mendapat sinyal hijau, kendaraan tersebut akan mendapat sinyal hijau lagi pada persimpangan kedua jika kendaraan tersebut sampai di persimpangan kedua

dengan waktu 55,35 detik, kemudian akan mendapat hijau pada simpang yang ketiga dengan waktu 29,17 detik dan akan mendapat hijau kembali pada simpang keempat dengan waktu 47,32 detik. Dengan kata lain apabila suatu kendaraan melewati persimpangan pertama pada jam 00:00:00:00 mendapat sinyal hijau maka kendaraan tersebut akan melewati persimpangan kedua pada jam 00:00:55:35 dengan sinyal hijau lagi, kemudian akan mendapat hijau lagi di simpang ketiga pada jam 00:01:24:52, dan akan mendapat hijau kembali di simpang keempat pada waktu 00:02:11:84. Sedangkan untuk waktu *offset* antara simpang pertama dan kedua adalah 64 detik, untuk simpang kedua dan ketiga adalah 32 detik dan untuk simpang ketiga dan keempat adalah 84 detik.

Tabel 3 Hasil Perhitungan Kinerja Persimpang Koordinasi dengan Optimasi

Kinerja Simpang	RE Martadinata/ Banda	RE Martadinata/ Citarum/Lombok	RE Martadinata/ Cihapit	RE Martadinata/ T. Pramuka/Aceh
Jumlah Fase	2	2	2	2
Waktu Siklus (det)	180	180	180	180
DS Rata-rata	0.754	0.912	0.398	0.358
Banyak Antrian (smp)	55	105	6	17
Panjang Antrian Rata (m)	300	578	33	93
NS (stops/smp)	1.062	1.218	0.515	0.390
NSV (smp/jam)	807	894	123	313
Tundaan (smp-jam/ jam)	33.6	93.3	1.4	4.3

Tabel 4 Jarak, Kecepatan, dan Waktu Tempuh Antar Simpang

	Simpang 1- Simpang 2	Simpang 2 - Simpang 3	Simpang 3 - Simpang 4
Jarak (m)	461,1	243,1	394,32
Kecepatan (m/dt)	8,33	8,33	8,33
Waktu tempuh (dt)	55,35	29,17	47,32

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Berdasarkan analisis yang telah dilakukan dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut:

1. Waktu siklus yang digunakan pada masing-masing kondisi adalah sebagai berikut :
   a. Untuk kondisi *isolated* waktu siklus yang digunakan untuk masing-masing simpang adalah waktu siklus *actual* yaitu simpang pertama 92 detik, simpang kedua 91 detik, simpang ketiga 68 detik dan simpang keempat 65 detik.
   b. Untuk kondisi koordinasi tanpa optimasi waktu siklus yang digunakan adalah waktu siklus terbesar pada kondisi aktual yaitu 92 detik untuk semua simpang.
   c. Untuk kondisi koordinasi dengan optimasi waktu siklus yang digunakan adalah 180 detik untuk tiap simpang.
2. Tingkat kinerja simpang secara system untuk masing–masing kondisi adalah sebagai berikut:

a. Rasio kendaraan berhenti rata-rata pada kondisi isolated adalah 6.063 stops/smp, pada kondisi koordinasi tanpa optimasi adalah 3.850 stops/smp dan pada kondisi optimasi dengan koordinasi adalah 3.185 stop/smp.
b. Tundaan rata-rata pada kondisi isolated adalah 9.436 menit, pada kondisi koordinasi tanpa optimasi adalah 15.471 menit, dan pada kondisi koordinasi dengan optimasi adalah 12.394 menit.
c. Panjang antrian pada kondisi isolated adalah 735 m, pada kondisi koordinasi tanpa optimasi adalah 1165 m, dan pada kondisi koordinasi dengan optimasi adalah 1004 m.

3. Pada kondisi koordinasi, rasio kendaraan berhenti rata-rata lebih kecil dibandingkan dengan kondisi aktual, sedangkan tundaan pada kondisi aktual lebih kecil dari pada kondisi koordinasi dengan optimasi, dan bila dilihat dari panjang antrian kondisi simpang isolated merupakan kondisi yang paling baik dibandingkan dengan kondisi koordinasi.
4. Program transyt akan mengeluarkan hasil yang kurang baik bila ada lengan simpang lewat jenuh (*over degree of saturation*), karena akan menyebabkan tundaan yang sangat tinggi.

Saran

Saran yang dapat diberikan adalah Untuk perhitungan koordinasi yang menggunakan program transyt, agar lengan Jalan Banda dari arah selatan dan Jalan Lombok dijadikan juga jalan mayor (sebagai sistem) karena kedua jalan tersebut mempunyai derajat lewat jenuh, sehingga tundaan yang dihasilkan akan menjadi lebih kecil.

DAFTAR PUSTAKA

Binning, J. C., Crabtree, M. and Burtenshaw, G., *Transyt 12 User Guide*, Aplikation Guide 48, Crowthorne, 2003.

Departemen Pekerjaan Umum Direktorat Jenderal Bina Marga, *Manual Kapasitas Jalan Indonesia* (MKJI), 1997.

Prasetyanto, Dwi, *Buku Ajar Rekayasa Lalu*, (Diktat Kuliah), Bandung, 2003.

Webster, F. V. and Cobbe, B. M., Traffic Signal, *Road Research Technical Paper No. 56*, London, 1966.