

# EVALUASI OPERASIONAL DAN PERBAIKAN KOORDINASI SINYAL ANTAR SIMPANG DENGAN SINYAL PADA RUAS JALAN MERDEKA LHOKSEUMAWE

**Rosalina**

Staf Pengajar Jurusan Teknik Sipil Politeknik Negeri Lhokseumawe

## ABSTRAK

Suatu keadaan operasional lalu lintas pada persimpangan panjang siklus ( c ) mempengaruhi tundaan kendaraan rata-rata yang melewati persimpangan. Kesempatan melewati persimpangan diberikan secara bergiliran pada masing-masing pergerakan. Keadaan ini tidak ekonomis, sehingga dibuat sistem koordinasi lampu lalu lintas. Penelitian ini bertujuan untuk menghitung tingkat pelayanan dan pengaturan koordinasi sinyal pada tiga persimpangan bersinyal. Berdasarkan penelitian yang dilakukan pada jam puncak untuk tingkat pelayanan persimpangan bersinyal berdasarkan beban load factor untuk Simpang Bank Indonesia pada pukul 07.00-08.00 dan pukul 12.00-13.00 Wib tingkat pelayanan C. Tingkat pelayanan Simpang Baiturrahim pada pukul 07.00-08.00 tingkat pelayanan D, pada pukul 12.00-13.00 tingkat pelayanan C. Tingkat pelayanan Simpang Jam pada pukul 07.00-08.00 tingkat pelayanan C dan pada pukul 12.00-13.00 tingkat pelayanan D. Panjang siklus untuk koordinasi diambil 80 detik dengan kecepatan rata yang dikoordinasikan 35 km/jam. Dengan terkoordinasikannya ketiga simpang tersebut, maka akan mengurangi tundaan (delay) sehingga dapat menghemat waktu dan operasional perjalanan.

**Kata-kata kunci:** sinyal, koordinasi, waktu siklus

## ABSTRACT

The cycle of traffic operational situation at intersections with traffic lights influences by average vehicle delay passing the intersection. Achace to pass an intersection which is controlled by traffic signal is given by each turning movement. This system is not efficient with out making coordination system at the traffic signal. The objective of this research is to calculate the level of sevice at the interseccion, capacity and traffic light coordination adjustment at three interseccion. The result from the observation, the load factor for interseccion Bank Indonesia at 7 – 8 am and 12 – 01 pm wich is categorized into level of service C. Level of service for the interseccion Baiturrahim at 7 – 8 am wich is categorized into level of service D, and at 12 – 13 pm which is categorized into level of service C. Level of service for the interseccion Baiturrahim at 7 – 8 am wich is categorized into level of service D, and at 12 – 13 pm which is categorized into level of service C. The lengths of cycle ( c ) taken for coordination is 80 seconds with average velocity for coordination 35 km/hour. By coordinating the three interseccion, canbe less delay the cost of traveling can be decreased and operasional of vehicles.

**Keywords:** signal, coordination, the length of cycle

## PENDAHULUAN

Pada persimpangan yang diatur oleh lampu lalu lintas (sinyal), kesempatan melewati persimpangan diberi secara bergiliran pada masing-masing pergerakan. Pada saat satu kaki persimpangan mendapat giliran, maka arah lain harus berhenti. Diusahakan pengaturan periode lampu dapat menghindari tundaan (delay) yang terlalu besar. Sistem demikian menyebabkan terjadinya antrian, terlebih lagi apabila jalur tersebut banyak terdapat persimpangan, maka ada kemungkinan akan terjadi antrian pada setiap lampu persimpangan. Hal ini tidak ekonomis, maka harus dibuat sistem koordinasi lampu lalu lintas. Sistem koordinasi dimaksudkan untuk mengatur urutan hijau dari beberapa lampu, sehingga dalam satu ruas lajur setiap kendaraan akan memperoleh fase hijau pada simpang berikutnya.

Dengan sistem demikian, akan didapat dari beberapa lampu lalu lintas yang ada, hanya akan mengalami satu periode lampu merah.

Jalan Merdeka, Lhokseumawe termasuk jalan yang padat lalu lintas, hal ini disebabkan oleh banyaknya pemakai jalan yang menuju ke tempat-tempat tertentu pada setiap hari, terutama pada jam-jam sibuk ; pagi, siang dan sore hari. Sepanjang ruas jalan ini terdapat persimpangan dengan lampu lalu lintas dan tanpa pengatur lalu lintas.

Penelitian pada persimpangan dengan lampu lalu lintas di jalan Merdeka, Lhokseumawe ini bertujuan untuk menghitung tingkat pelayanan pada persimpangan, kapasitas persimpangan dan pengaturan koordinasi sinyal lalu lintas pada tiga simpang yaitu Simpang Bank Indonesia, Simpang Baiturrahim dan Simpang Jam. Sehingga iring-iringan kendaraan (platoon) yang melewati tiap persimpangan pada sinyal hijau, hanya berhenti pada sinyal merah hanya sekali dari sejumlah persimpangan, tanpa hambatan oleh hadirnya kendaraan lain. Hal ini mempengaruhi delay akibat hambatan pada aliran arus lalu lintas.

Sinyal lalu lintas adalah alat kontrol elektrik untuk lalu lintas di persimpangan jalan yang berfungsi untuk memisahkan arus kendaraan berdasarkan waktu, yaitu dengan memberi kesempatan berjalan secara bergiliran kepada kendaraan masing-masing kaki persimpangan/pendekat dengan menggunakan isyarat dari lampu lalu lintas. Fungsi pemisahan arus ini menjadi sangat penting karena pertemuan arus kendaraan terutama dalam volume yang cukup besar akan membahayakan kendaraan melalui simpang dan dapat mengacaukan sistem lalu lintas di persimpangan.

Sinyal lalu lintas dioperasikan berdasarkan suatu siklus (cycle time), yaitu waktu yang dipakai untuk satu putaran warna lampu sinyal lengkap secara berurutan. Lamanya waktu siklus ditentukan oleh lamanya waktu untuk tiap fase ditambah dengan intergreen periods. Penentuan lama waktu untuk tiap-tiap fase tergantung dari arus jenuh dan volume lalu lintas dari masing-masing pendekatannya.

Inter green period atau all red period adalah rentang waktu antara nyala sinyal hijau pada suatu fase berikutnya. Rentang waktu ini diperlukan untuk member kesempatan agar simpang jalan benar-benar terbebas dari kendaraan fase sebelumnya yang masih bergerak untuk meninggalkan simpang.

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 menunjukkan kemampuan pengoperasian sinyal tersebut dalam mengalirkan arus lalu lintas dari masing-masing kaki simpang. Kapasitas tiap kaki simpang dihitung berdasarkan arus jenuh, waktu hijau dan waktu siklus sinyal (Khisty dan Lall, 2003) dengan rumus berikut ini :

$$C = S \times \frac{g}{c} \dots\dots\dots (1)$$

Keterangan :

C = Kapasitas kaki simpang (kendaraan/jam)

S = Arus jenuh (kendaraan/jam)

g = Waktu hijau (detik)

c = Waktu siklus (detik)

Faktor-faktor yang mempengaruhi kapasitas simpang bersinyal adalah pengaturan fase-fase sinyal (signal phasing), penentuan waktu siklus (cycle time), lebar pendekat dan waktu antar hijau.

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

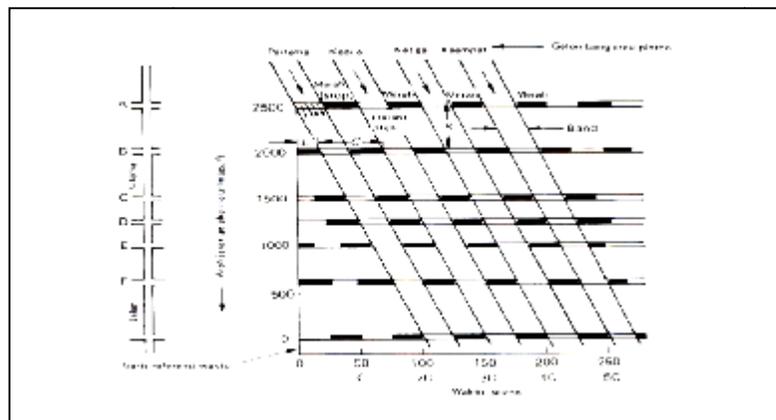
oleh kendaraan pada satuan waktu atau dalam beberapa penelitian rata-rata kecepatan dihitung terhadap distribusi ruang (kecepatan ruang rata-rata).

Arus lalu lintas ( $Q$ ) untuk setiap gerakan (belok dan lurus) dikonversikan dari kendaraan perjam menjadi satuan mobil penumpang (smp) perjam dengan menggunakan ekivalen kendaraan penumpang (emp) untuk masing-masing pendekatan terlindung dan terlawan.

Koordinasi sinyal berfungsi mengoptimalkan operasi beberapa simpang dengan mengatur jumlah fase, interval dan waktu fase hijau sehingga mengurangi hambatan total pada simpang-simpang yang berdekatan. Untuk menentukan waktu offset antar sinyal kedua simpang dibutuhkan data jarak antar simpang dan analisis statistik bagi kecepatan kendaraan rerata yang dibangkitkan.

Dalam pengkoordinasian sinyal harus memperhatikan waktu siklus pada sinyal simpang yang dikoordinasikan, agar dapat menentukan selisih nyala sinyal hijau dari simpang yang satu ke simpang berikutnya.

Menurut Matson yang dikutip dari Morlok (1995), pada grafik Diagram Waktu dan Ruang untuk Sinyal Lalu lintas pada jalan satu arah, memperlihatkan penyesuaian waktu dari sinyal-sinyal untuk mendapatkan suatu gelombang hijau seperti terlihat pada Gambar berikut. Pada grafik tersebut menggambarkan, lampu dan waktu sinyal pada fase merah dan hijau, pada sumbu horizontal menggambarkan waktu siklus dan sumbu vertikal menggambarkan arah jarak gerakan lalu lintas.



Gambar 1. Diagram waktu ruang untuk sinyal lalu lintas yang dikoordinasi pada jalan satu arah.

Kecepatan kendaraan dipengaruhi oleh sifat psikologis dan fisiologis pengemudi serta keadaan lingkungan. Menurut cara pengukuran kecepatan dapat dibedakan menjadi:

- a. Kecepatan rata-rata ruang,
- b. Kecepatan rata-rata waktu,
- c. Kecepatan rata-rata yaitu jarak yang ditempuh dibagi dengan waktu bergerak rata-rata, sedangkan waktu bergerak rata-rata diperoleh dari waktu perjalanan rata-rata dikurangi oleh waktu tundaan (delay time).

Tingkat pelayanan adalah definisi dari ukuran kualitatif yang menjelaskan kondisi operasional yang terjadi pada suatu persimpangan dalam aliran lalu lintas dan persepsi dari pengendara atau penumpang. Idealnya tingkat pelayanan menjelaskan bahwa kondisi-kondisi

pada persimpangan yang diatur lampu lalu lintas dipengaruhi oleh faktor beban (load faktor) yaitu berapa bagian dari phase hijau yang ada pada jam puncak, dibebani secara penuh. Dibebani secara penuh artinya :

1. Cukup (selalu ada) sepanjang waktu hijau, kendaraan yang akan masuk ke persimpangan;
  2. Berlaku untuk semua lajur (dalam phase yang sama) tanpa gap yang terlalu besar.
- Tingkat pelayanan persimpangan yang dikaitkan dengan beban load faktor adalah :

$$LF = \frac{\text{Jumlah phase hijau yang terisi penuh pada jam puncak}}{\text{Jumlah phase hijau pada jam puncak}} \quad (2)$$

Keterangan :

LF = factor beban (load faktor)

Highway Capacity Manual (TRB 2000), membagi tingkat pelayanan pada persimpangan atas 6 keadaan yaitu :

Tabel 1. Tingkat Pelayanan dan Volume Pelayanan Maksimum Pada Persimpangan

Tingkat Pelayanan	Kondisi Arus Lalu lintas	Load Factor
A	Arus Bebas	0
B	Arus Stabil	< 0.1
C	Arus Stabil	< 0.3
D	Arus mulai tidak Stabil	< 0.7
E	Arus tidak Stabil	< 1.00
F	Arus Dipaksakan (tertahan)	-

Sumber : Highway Capacity Manual (TRB 2000)

Bila area yang dikordinasikan dengan lampu lalu lintas telah baik, maka tingkat pelayanan (load faktor) pada persimpangan akan baik. Hal tersebut dapat mengefisienkan atas biaya operasional pada kondisi sistem sinyal yang terkoordinasi.

## METODE PENELITIAN

Pengamatan dilakukan selama jam-jam sibuk (peak hour), adalah volume saat jalan menerima jumlah lalu lintas tertinggi pada saat-saat jam sibuk. Berdasarkan penelitian awal diperoleh data volume puncak yang terjadi adalah pada hari Senin.

Pencatatan volume lalu lintas dilakukan pada empat kaki simpang tiap-tiap lajur dengan jumlah persimpangan tiga titik persimpangan. Pengamatan dilakukan pada hari Senin, 26 April 2009 dan hanya pada jam-jam sibuk berdasarkan fluktuasi pagi pukul 7.00-9.00 Wib, siang 12.00-14.00 Wib dan sore pukul 16.00-18.00 Wib. Data diambil secara manual dengan menghitung dan mencatat langsung di lapangan. Data kecepatan jalan diperoleh dengan cara

mengukur waktu tempuh rata-rata. Pada saat pengambilan data, lokasi pengamatan diambil antara dua persimpangan yaitu Simpang Bank Indonesia dan Simpang Baiturrahim, antara Simpang Baiturrahim dan Simpang Jam diamati pada pias yang lurus tanpa hambatan. Pada saat pengamatan pada satu pias jalan dibatasi jarak 60 m, dan ruang pengamatan tersebut diberikan tanda garis awal dan akhir.

Pengamatan sinyal lalu lintas menghitung durasi waktu sinyal pada masing-masing simpang, yang dilakukan bersamaan dengan pengamatan volume pelayanan dengan mencatat pada saat periode lampu hijau, jumlah iring-iringan kendaraan tersebut berjalan keluar dari persimpangan dengan tujuan masing-masing dan berakhir pada sinyal lampu merah. Kemudian untuk Menghitung tingkat pelayanan pada masing-masing simpang. Waktu pada masing-masing fase hijau untuk ketiga simpang, dicatat persentase kendaraan yang tidak terlayani.

## **HASIL DAN PEMBAHASAN**

### **Lingkungan**

Dari pengamatan di lingkungan sekitar persimpangan ditinjau, maka dapat disimpulkan bahwa persimpangan tersebut merupakan lingkungan komersial, dengan kelas hambatan samping yang tinggi. Selain itu, jumlah penduduk sebanyak 160.000 jiwa dari Badan Pusat Statistik Lhokseumawe.

Dari pengamatan hasil pengukuran geometrik jalan di lapangan diperoleh untuk jalan utama yaitu Jalan Merdeka Barat dan Merdeka Timur terdiri dari dua lajur satu arah dengan lebar perkerasan 2 x 6 meter, median 2,0 meter dan trotoar 2 meter. Pada simpang Bank Indonesia untuk Jalan T.Hamzah Bendahara adalah jalan empat lajur dua arah dengan lebar perkerasan 2 x 4 meter, median 1,5 meter dan trotoar 2 meter. Jalan Listrik adalah jalan dua lajur dua arah dengan lebar perkerasan 8,60 meter tanpa median dan trotoar. Untuk simpang Baiturrahim, Jalan Darussalam adalah jalan dua lajur dua arah dengan lebar perkerasan 10,50 meter, tanpa median dan lebar trotoar dua meter. Jalan Panglath terdiri dari dua lajur dan dua arah, tanpa median dan trotoar dengan lebar perkerasan 4,40 meter. Untuk simpang Jam, Jalan Samudera dengan lebar perkerasan 11,60 meter, tanpa median dan lebar trotoar 2 meter. Jalan Samudra Baru terdiri dari dua lajur dua arah dengan lebar perkerasan 12,20 meter tanpa median dan lebar trotoar 2 meter.

### **Kondisi lalu lintas**

Pengamatan dan analisa terhadap kondisi lalu lintas mencakup komposisi lalu lintas, arus lalu lintas terhadap beberapa variabel yang mempengaruhi pergerakan lalu lintas pada persimpangan bersinyal Jalan Merdeka Lhokseumawe. Sesuai dengan interval waktu pengamatan, maka arus lalu lintas yang diperoleh adalah arus lalu lintas tiap 15 menit. Kemudian nilai tersebut dijumlahkan dalam setiap jam untuk masing-masing jenis kendaraan dan arah gerakannya pada persimpangan. Untuk memperoleh nilai arus lalu lintas setiap jam dalam satuan mobil penumpang (smp/jam), maka jumlah setiap jenis kendaraan dikalikan dengan nilai ekivalensi mobil penumpang. Dari Tabel 2 dan 4 di bawah dapat dilihat jumlah arus lalu lintas pada tiap jam puncak pada setiap simpang.

Berdasarkan tabel-tabel tersebut, waktu puncak untuk Simpang Baiturrahim, pada masing-masing kaki persimpangan berbeda, jalan utama yaitu Jalan Merdeka Barat – Kota dan Jalan Merdeka Timur – Cunda terjadi pada siang hari yaitu pukul 12.00 -13.00 Wib, sedangkan pada jalan cabang yaitu Jalan Darussalam – Panglath dan Jalan Panglath - Darussalam terjadi pada pagi hari pukul 07.00 –08.00 Wib.

Tabel 2. Rekapitulasi Volume Lalu Lintas pada Jam Puncak (Simpang Bank Indonesia)

Kaki persimpangan	Waktu	Arus lalu lintas Q (Smp/Jam)
A1 Merdeka Barat – Kota	07.00 - 08.00	1120
B1 Merdeka Timur - Cunda	07.00 - 08.00	841
C1 Listrik – T. Hamzah	07.00 - 08.00	766
D1 T. Hamzah – Listrik	07.00 - 08.00	473

Tabel 3. Rekapitulasi Volume Lalu Lintas pada Jam Puncak (Simpang Baiturrahman)

Kaki persimpangan	Waktu	Arus lalu lintas Q(Smp/Jam)
A2 Merdeka Barat – Kota	12.00 - 13.00	1314
B2 Merdeka Timur - Cunda	12.00 - 13.00	762
C2 Darussalam – Panglath	07.00 - 08.00	402
D2 Panglath –Darussalam	07.00 - 08.00	273

Tabel 4. Rekapitulasi Volume Lalu Lintas pada Jam Puncak (Simpang Jam)

Kaki persimpangan	Waktu	Arus lalu lintas Q (Smp/Jam)
A3 Merdeka Barat – Kota	12.00 - 13.00	1248
B3 Merdeka Timur - Cunda	12.00 – 13.00	889
C3 Samudra–Samudra Baru	12.00 - 13.00	544
D3 SamuderaBaru – Samudera	12.00 -13.00	467

### Sistem Sinyal

Berdasarkan hasil pengamatan di lapangan jumlah fase lalu lintas untuk Simpang Bank Indonesia, Simpang Baiturrahim dan Simpang Jam masing-masing tiga fase. Data lampu lalu lintas pada masing-masing simpang seperti terlihat pada Tabel 5.

Tabel 5. Panjang Siklus dan pembagian periode per fase lampu lalu lintas

Kaki Persimpangan	Waktu Nyala				Waktu Siklus
	Hijau	Kuning	Merah	All Red	
<b>Simpang Bank Indonesia</b>					
Merdeka Barat	45	3	29	3	80
Merdeka Timur	38	3	36	3	80
Listrik - T.Hamzah	19	3	55	3	80
<b>Simpang Baiturrahman</b>					
Merdeka Barat	44	3	70	3	120
Merdeka Timur	40	3	74	3	120
Darusalam - Panglatah	24	3	90	3	120
<b>Simpang Jam</b>					
Merdeka Barat	36	3	48	3	90
Merdeka Timur	25	3	59	3	90
Samudra Lama-Smdr Baru	18	3	66	3	90

Tabel 6. Hasil Kecepatan Kendaraan Antara Persimpangan

URAIAN	Kecepatan (km/jam)			
	JL.Merdeka Barat-Kota		JL. Merdeka Timur – Cunda	
	Sp.BI - Sp.Baiturrahim	Sp.Baiturrahim - Sp. Jam	Sp.Ktr Pos - Sp.Baiturrahim	Sp.Baiturrahim - Sp.BI
Kecepatan Maksimum	63	50	62	70
Kecepatan Rata-rata	35	35	40	40
Kecepatan Minimum	24	24	27	16

### Simpang Terkoordinasi

Waktu siklus dan waktu hijau Simpang Bank Indonesia, Simpang Baiturrahim dan Simpang Jam pada Tabel 7.

Tabel 7. Waktu siklus dan waktu hijau

Nama Simpang	Waktu Siklus (detik)	Waktu Hijau (detik)
		Fase I
Bank Indonesia	63	45
Baiturrahim	120	44
Simpang Jam	90	36

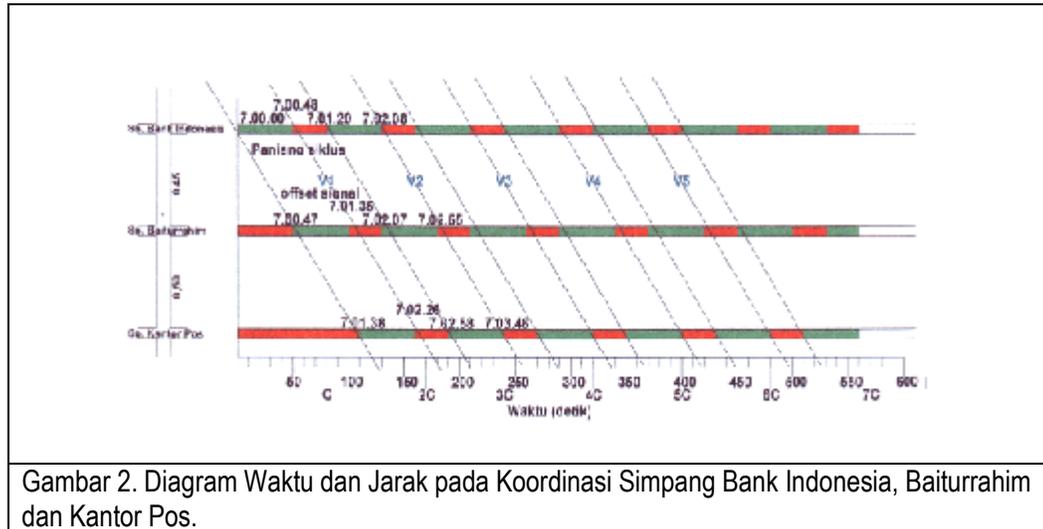
Waktu siklus optimum terpanjang terdapat pada Simpang Jam, yaitu 90 detik, yang dijadikan waktu siklus untuk koordinasi yaitu waktu siklus Simpang Baiturrahim sebesar 120

detik. Merupakan nilai tengah antara Simpang Bank Indonesia dan simpang Jam, waktu hijau pada fase I lengan Simpang Baiturrahim juga menjadi fase I Simpang Bank Indonesia dan Simpang Jam

Tabel 8. Offset Signal pada Simpang Bank Indonesia – Simpang Baiturrahim dan Simpang Baiturrahim – Jam

Simpang	Kecepatan Rata-rata (V1) Km/jam	Jarak antar Simpang (B) Km	Offset Signal (L) $L = B/V$ (detik)
Bank Indonesia Baiturrahim	35	0,45	47
Baiturrahim - Kantor Pos	35	0,5	51

Setelah diketahui waktu offset signal, maka dapat digambarkan diagram waktu dan jarak seperti yang terlihat pada Gambar 4.



Gambar 2. Diagram Waktu dan Jarak pada Koordinasi Simpang Bank Indonesia, Baiturrahim dan Kantor Pos.

Berdasarkan Gambar 5 diagram waktu dan jarak pada koordinasi diatas, diperlihatkan bahwa hanya kendaraan dengan kecepatan 35 km/jam pada masing-masing simpang (antara Simpang Bank Indonesia – Simpang Baiturrahim, Simpang Baiturrahim – Simpang Jam) yang terkoordinasi. Koordinasi akan terjadi bila waktu siklus dan waktu phase sama pada ketiga persimpangan yang dikoordinasikan serta urutan lampu lalu lintas disesuaikan sedemikian rupa, yaitu pada jam 07.00.00 Wib mulai hijau pada Simpang Bank Indonesia, lalu lintas yang dikoordinasikan dengan kecepatan 35 km/jam, maka pada Simpang Baiturrahim harus mulai pada phase hijau pada jam 07.00.47 Wib. Akan mencapai pada simpang selanjutnya Kantor Pos pada jam 07.01.38 Wib dengan kecepatan yang sama 35 km/jam. Selanjutnya lampu lalu lintas pada tiap simpang beroperasi dengan kecepatan 35 km/jam, sesuai dengan siklus 80 detik dan phase hijau yang ada, dengan demikian lalu lintas akan terkoordinasi dan sesuai dengan waktu yang ada.

Tabel 9. Hasil Perhitungan Operasional Arus Lalu Lintas, kapasitas dan Derajat Kejenuhan di Simpang Bank Indonesia

Kaki Persimpangan	Arus lalu Lintas Q (smp/jam)	Kapasitas C (smp/jam)	Derajat Kejenuhan (DS)
Merdeka Barat	1120	2388,57	0,46
Merdeka Timur	841	2017,15	0,42
Listrik - T.Hamzah	766	672,42	1,14

Tabel 10. Hasil Perhitungan Operasional Arus Lalu Lintas, Kapasitas dan Derajat Kejenuhan di Simpang Baiturrahim

Kaki Persimpangan	Arus lalu Lintas Q (smp/jam)	Kapasitas C (smp/jam)	Derajat Kejenuhan (DS)
Merdeka Barat	1314	1226,13	1,07
Merdeka Timur	762	1114,67	0,68
Darussalam - Panglateh	402	603,85	0,67

Tabel 11. Hasil Perhitungan Operasional Arus Lalu Lintas, Kapasitas dan Derajat Kejenuhan di Simpang Jam

Kaki Persimpangan	Arus lalu Lintas Q (smp/jam)	Kapasitas C (smp/jam)	Derajat Kejenuhan (DS)
Merdeka Barat	1448	1337,6	1,08
Merdeka Timur	889	928,89	0,96
Samudra Lama – Samudra Baru	544	557,4	0,97

Kapasitas persimpangan pada ketiga persimpangan terbesar terjadi pada jam puncak pagi hari pukul 07.00 – 08.00 Wib pada jalan Merdeka Barat. Derajat kejenuhan untuk masing-masing persimpangan berbeda, pada Simpang Bank Indonesia, pada lengan jalan Listrik-T.Hamzah  $DS > 1$  terjadi pada jam puncak pagi. Pada Simpang Baiturrahim dan Simpang Jam untuk lengan Merdeka Barat  $DS > 1$  terjadi pada jam puncak pagi. Pada keadaan demikian arus lalu lintas mulai tidak stabil, kecepatan operasi mulai dibatasi oleh kendaraan lainnya dan mulai dirasakan hambatan sekitarnya.

#### Tingkat Pelayanan Persimpangan

Tingkat Pelayanan dihitung berdasarkan load factor dari jumlah kendaraan yang terlayani dan yang tidak terlayani selama fase hijau pada masing-masing simpang.

Tabel 12. Tingkat Pelayanan pada simpang Bank Indonesia, simpang Baiturrahim dan Simpang Kantor Pos

No.	Waktu	Nama Simpang	Load Factor	Tingkat Pelayanan	Kondisi lalu lintas
1	07.00 - 08.00	Bank Indonesia	0,12	C	Arus stabil
2	12.00 - 13.00	Bank Indonesia	0,16	C	Arus stabil
3	07.00 - 08.00	Baiturrahim	0,56	D	Arus mulai tidak stabil
4	12.00 - 13.00	Baiturrahim	0,47	D	Arus mulai tidak stabil
5	07.00 - 08.00	Kantor Pos	0,20	C	Arus stabil
6	12.00 - 13.00	Kantor Pos	0,32	D	Arus mulai tidak stabil

Dari perhitungan pada ketiga simpang di dapat tingkat pelayanan berbeda pada masing-masing simpang pada jam puncak. Untuk Simpang Bank Indonesia didapat tingkat pelayanan C, dengan arus lalu lintas stabil. Sedangkan Simpang Baiturrahim pada jam puncak pagi dan siang hari didapat tingkat pelayanan D, dengan kondisi arus lalu lintas mulai tidak stabil. Pada Simpang Jam tingkat pelayanan pada jam puncak pagi C, dan pada jam puncak siang tingkat pelayanan D. Bila kondisi sinyal suatu simpang telah terkoordinasi, maka waktu dan biaya operasional. Kendaraan yang terkoordinasi pada suatu simpang ke simpang berikutnya tidak akan terhenti karena mendapat lampu merah. Kendaraan yang terkoordinasi hanya kendaraan yang melewati persimpangan dengan kecepatan dengan kecepatan 35 km/jam. Kendaraan yang berjalan dibawah atau lebih dari kecepatan 35 km/jam tidak akan terkoordinasi, sehingga akan berhenti pada setiap simpang. Hal ini menyebabkan beban pada simpang dan selanjutnya akan menurunkan tingkat pelayanan pada simpang.

Berdasarkan pembahasan, koordinasi bisa dicapai, lebih baik pada ketiga persimpangan apabila jumlah fase, lamanya siklus sinyal, lama fase hijau dan kecepatan yang melewati persimpangan pada ruas jalan Merdeka sama untuk ketiga simpang tersebut.

### KESIMPULAN

1. Dari adanya perubahan waktu siklus yang dikoordinasikan, maka perlu dievaluasi waktu tundaan dan panjang antrian yang melewati persimpangan.
2. Simpang Bank Indonesia, Simpang Baiturrahim dan Simpang Jam dapat dikoordinasikan dengan panjang waktu siklus ( C ) untuk ketiga simpang disamakan yaitu 80 detik dan panjang waktu hijau 43 detik. Kecepatan rata-rata untuk Simpang Bank Indonesia - Simpang Baiturrahman dan Simpang Baiturrahim – Simpang Jam adalah 35 km/jam. Waktu dari saat fase periode hijau pada sinyal antara Simpang Bank Indonesia – Simpang Baiturrahim (offset L1) sebesar 47 detik, dan untuk Simpang Baiturrahim – Simpang jam 51 detik. Jarak antara Simpang Bank Indonesia – Baiturrahim 450 m dan antara Simpang Baiturrahim – Simpang Jam 500 m.
3. Load factor untuk Simpang Bank Indonesia pada pukul 07.00-08.00 Wib dan pukul 12.00-13.00 digolongkan tingkat pelayanan C merupakan simpang dengan arus stabil. Sedangkan Simpang Baiturrahim load factor pada pukul 07.00-08.00 dan pukul 12.00-13.00 digolongkan tingkat pelayanan D, dengan arus lalu lintas mulai tidak stabil. Pada Simpang Jam pada pukul 07.00-08.00 digolongkan tingkat pelayanan C dan pada pukul 12.00-13.00 tingkat pelayanan D. Jadi ketiga simpang tersebut mempunyai tingkat pelayanan yang berbeda, hal ini disebabkan banyaknya akses samping dari masing-masing simpang dengan berbagai menuju kepusat kegiatan yang berbeda.

4. Kapasitas persimpangan pada ketiga persimpangan terbesar terjadi pada jam puncak pagi hari pukul 07.00 – 08.00 Wib. Derajat kejenuhan untuk masing-masing persimpangan berbeda, pada Simpang Bank Indonesia pada jalan Listrik-T.Hamzah DS>1 terjadi pada jam puncak pagi. Pada Simpang Baiturrahim dan Simpang Jam pada jalan Merdeka Barat DS>1 terjadi pada jam puncak pagi.

#### DAFTAR PUSTAKA

- Abubakar, dkk, 1995, *Menuju Lalu Lintas dan Angkutan Jalan yang Tertib*, Direktorat Jenderal Perhubungan Darat, Jakarta.
- Anonim, 1965, *Highway Research Board Special Report 2000*, Washington D.C.
- Anonim, 1997, *Manual Kapasitas Jalan Indonesia (MKJI)*, Departemen Pekerjaan Umum, Direktorat Jenderal Bina Marga, Jakarta.
- Anonim, 1970, *Peraturan Perencanaan Geometrik Jalan Raya*, No. 13/70 Ditjen Bina Marga, DPUTL, Jakarta.
- Hobbs, F.D., 1995, *Perencanaan dan Teknik Lalu Lintas*, Terjemahan oleh Suprpto, T.M., Waldijono, Edisi Kedua, Gajah Mada University Press, Yogyakarta.
- Jotin Khisty, C., dan Kent Lall, B., 2005, *Dasar-dasar Rekayasa Transportasi (jilid 1)*, Edisi Ketiga (terjemahan), Erlangga, Jakarta.
- Morlok, E.K, 1985, *Pengantar Teknik dan Perencanaan Transportasi*, Terjemahan oleh Hainim, Johan, K., dari buku *Introduction To Transportation Engineering and Planning*, Erlangga, Jakarta.