

# ANALISIS PERENCANAAN PENERAPAN *AREA TRAFFIC CONTROL SYSTEM* DI KOTA PANGKAL PINANG

Ronal Merza Saputra

Mahasiswa Jurusan Teknik Sipil, Universitas Sriwijaya  
Jl. Srijaya Negara Kampus Palembang  
E-mail: ronalmerza@yahoo.com

## Abstrak

*Pertumbuhan kota dan pergerakan manusia mengalami perkembangan yang sangat pesat ditunjukkan dengan populasi penduduk yang bertambah, penghasilan yang meningkat dan tenaga kerja yang bertambah. Hal ini mengakibatkan permintaan akan transportasi umum dan perpindahan transportasi meningkat sehingga dibutuhkan solusi untuk memenuhi kondisi lalu lintas yang aman dan tertib diberikan solusi. Salah satu solusi untuk meningkatkan pelayanan sistem transportasi yaitu menggunakan ATCS dalam sebuah Sistem Transportasi Cerdas Intelligent Transport System. Perencanaan pengaturan fase dan waktu siklus optimum ditujukan untuk menaikkan kapasitas persimpangan dan sedapat mungkin menghindari terjadinya konflik lalu lintas. Setelah dilakukan survei pada 7 simpang yang ada di kota pangkal pinang diperoleh 2 simpang yang memiliki volume paling besar yaitu simpang Timah dan simpang Mitro. Survei dilakukan dengan cara manual, dengan mengambil data volume lalu lintas, arus jenuh, panjang antrian, dan data geometri lokasi simpang. Dari hasil Perhitungan maka dapat disimpulkan terjadi koordinasi antara lengan sudirman 1 dan sudirman 2 pada simpang Timah, dan koordinasi antara lengan Sudirman 2 dan Sudirman 3 pada simpang Mitro. Dari hasil perhitungan tundaan simpang Timah sebesar 20,51 det/smp Simpang Mitro sebesar 24,36 det/smp. Sehingga termasuk dalam kategori tingkat pelayanan C dengan keterangan sedang.*

**Kata Kunci:** Simpang, Lalu Lintas, Sistem Transportasi.

## Abstract

The development of cities and the people movement rapid growth shown by increasing population, rising incomes and a growing workforce. This has affected to the demand for public transport and transport displacement increases so need a solution to service traffic conditions given solution. One solution to increase the transportation system services that use the Area Traffic Control System in an Intelligent Transport Systems Intelligent Transport System. After the survey at 7 intersections in the Pangkal Pinang city base 2 intersections have maximum volume that intersection Timah and intersection Mitro. Survey done by manual, by taking the data traffic volume, saturation flow, queue length, and the location of the intersection geometry data. From the results of calculations it can be concluded coordination occurs between the arms sudirman 1 and 2 at the intersection Timah and coordination between the arms Sudirman Sudirman 2 and 3 at the intersection Mitro. From the calculation of Timah intersection delay 20.51 veh/h Mitro Intersection of 24.36 veh/h. so that included in the service level category C with moderate statement.

**Keywords:** Intersection, Traffic, Transport System.

## 1. PENDAHULUAN

### 1.1. Latar Belakang

Dengan berkembang pesatnya pertumbuhan kota dan pergerakan manusia, serta ruang lingkup kehidupan yang ditunjukkan dengan bertambahnya populasi penduduk, kendaraan, penghasilan dan tenaga kerja. Maka dari itu permintaan akan transportasi umum juga ikut meningkat, tingkat efisiensi dalam bidang lalu lintas dan angkutan jalan sangat di perlukan untuk memenuhi lalu lintas yang lancar aman, serta tertib. Oleh karena itu dibutuhkan sarana dan prasarana transportasi yang layak untuk digunakan dimasa yang akan datang. Muncul usulan untuk menggunakan ATCS dalam sebuah Sistem Transportasi Cerdas *Intelligent Transport System*.

Setiap kota besar didunia dihadapkan pada problem transportasi yang serius, antara lain adalah

kemacetan dan tundaan pada ruas-ruas jalan terutama di persimpangan jalan. Fenomena kemacetan lalu lintas di persimpangan terutama pada saat-saat *peak hour* pasti akan anda jumpai di kota-kota besar seperti Surabaya atau Jakarta.

Dengan ATCS, penataan siklus lampu lalu lintas dilakukan berdasar input data lalu lintas yang diperoleh secara real time, pemantau lalu lintas pada titik-titik persimpangan. Penentuan waktu siklus lampu persimpangan dapat diubah berkali-kali dalam satu hari sesuai kebutuhan lalu lintas paling efisien yang mencakup keseluruhan wilayah tersebut.

Tujuan memilih judul ini adalah dengan berkembangnya pertumbuhan penduduk yang ada di kota Pangkal Pinang maka semakin banyak aktifitas yang dilakukan masyarakat sehingga menyebabkan pergerakan kendaraan semakin meningkat. Dampak dari pergerakan itu menimbulkan masalah kemacetan

yang terjadi di setiap persimpangan karena banyaknya tundaan yang terjadi di setiap simpang, oleh karena itu lah judul ini di ambil yang bertujuan untuk mengalisis masalah yang ada.

### 1.2.Tujuan Penelitian

1. Untuk mengetahui lokasi persimpangan mana yang tepat untuk diterapkan *area traffic control system*
2. Untuk mengetahui pengaturan dan pengendalian lalu lintas pada persimpangan yang ada di Pangkal Pinang diatur secara sistematis dan mengkoordinasikan simpang, sehingga pengguna jalan mendapatkan waktu antrian yang minimum.
3. Untuk menentukan waktu siklus pada setiap persimpangan bersinyal yang akan ditetapkan ATCS.

### 1.3Ruang Lingkup Penulisan

Ruang lingkup penulisan ini terbatas pada penentuan lokasi penerapan *area traffic control system*, dari beberapa persimpangan yang ada di kota Pangkal Pinang setelah dilakukan survei, maka dipilih menjadi 2 persimpangan untuk di analisis tingkat kinerja persimpangan, dan akan ditentukan pengaturan waktu optimal *traffic light*.

## 2. TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1.Dasar Teori

#### 2.1.1. Area Traffic Control System

Area Traffic Control System (ATCS) adalah suatu sistem pengendalian simpang lalu lintas jalan raya dengan menggunakan lampu lalu lintas (*traffic light*) dimana pengaturan lampu lalu lintas pada masing-masing simpang saling terkoordinasi, sehingga pengguna jalan mendapatkan tundaan yang minimum. Dengan penerapan ATCS atau lampu lalu lintas terkoordinasi maka akan terjadi efisiensi pergerakan dan akan meningkatkan kapasitas simpang untuk melayani lalu lintas, waktu perjalanan yang lebih pendek, penurunan tingkat resiko kecelakaan bagi pengendara dan kesempatan juga keselamatan yang lebih tinggi bagi pejalan kaki/penyeberang jalan serta kenyamanan pengguna jalan yang lebih baik. ATCS sangat baik diterapkan pada persimpangan yang mempunyai banyak titik konflik pergerakan lalu lintas dan volume lalu lintas yang cukup tinggi. (Wishnukoro, 2008)

Adapun manfaat yang diperoleh dengan pengembangan ATCS ini adalah sebagai berikut :

1. Meningkatkan keselamatan lalu lintas
2. Mengurangi tingkat pemakaian bahan bakar karena berkurangnya waktu perjalanan.
3. Secara tidak langsung mengurangi polusi udara dan kebisingan.
4. Meningkatkan kualitas kehidupan perkotaan
5. Memberikan kelancaran pelayanan bagi kendaraan darurat seperti pemadam

kebakaran, ambulan, dan lain- lain. (Mahyudi Noor, 2007)

*Area Traffic Control System* atau yang dikenal dengan ATCS adalah suatu sistem pengendalian lalu lintas secara terkoordinasi di suatu kawasan, wilayah, area, daerah. Menurut Pedoman *Highway Capacity Manual America 2000*, ATCS dapat dibedakan menjadi 3, yaitu:

1. ATCS yang tidak responsif  
Menggunakan Alat Pemberi Isyarat Lalu Lintas (APILL) yang dioperasikan secara fixed setting berdasarkan data survey tanpa ada sinkronisasi terhadap laju trafik aktual pada simpang.
2. ATCS yang semi responsif  
Menggunakan detector kendaraan pada APILL dan melakukan sinkronisasi berdasarkan trafik aktual pada simpang yang bersangkutan saja, tetapi tidak ada pengelolaan lalu lintas secara menyeluruh dan terkoordinasi di seluruh wilayah (region).
3. ATCS yang fully responsif  
Memiliki pusat pengendalian APILL berhubungan dengan komputer dan dilengkapi dengan alat pencatat pergerakan arus lalu lintas berupa detektor sehingga program pengaturan nyala lampu besarnya dapat berubah-ubah. Fungsi dari *Area traffic control* ini adalah :
  1. Dapat mengatur waktu sinyal di persimpangan sehingga penggunaan jalan mendapatkan tundaan minimum.
  2. Memberikan prioritas lampu hijau di persimpangan.
  3. Dalam keadaan tertentu, memberikan lampu hijau pada kendaraan yang memiliki prioritas seperti ambulan pemadam kebakaran dan lainnya.
  4. Menyampaikan informasi kondisi lalu lintas dan alternatif lintasan.
  5. Menyediakan rekaman data lalu lintas, kejadian kecelakaan, dan kejadian yang lainnya di persimpangan.

#### 2.1.2. Simpang Bersinyal

Simpang bersinyal adalah simpang yang dikendalikan oleh sinyal . Sinyal adalah semua peralatan pengatur yang menggunakan tenaga listrik, rambu dan marka jalan untuk mengarahkan atau memperingatkan pengemudikendaraan bermotor, pengendara sepeda, atau pejalan kaki. (Wishnukoro, 2008)



Survei tundaan ini dilakukan dengan cara menghitung sisa kendaraan henti pada saat perubahan lampu hijau ke merah

**3.4. Pengambilan Data Sekunder**

Data sekunder didapat dari instansi pemerintahan terkait, seperti data jumlah penduduk kota,. Data pendudu dibutuhkan untuk menentukan faktor ukuran kota atau Fcs

Penduduk Kota (Juta Jiwa)	Faktor Penyesuaian Ukura Kota (FcS)
>3,0	1,05
1,0 - 3,0	1,00
0,5 - 1,0	0,94
0,1 - 0,5	0,83
<0,1	0,82

**3.5. Analisis Data dan Pengolahan**

Analisis simpangan bersinyal ini menggunakan metode MKJI 1997. adalah buku manual atau panduan yang digunakan untuk menghitung kapasitas dan perilaku lalu lintas di segmen-segmen jalan (mikro) di Indonesia, sehingga tidak dapat digunakan untuk melihat atau menganalisis kinerja jaringan jalan secara makro. Penggunaan MKJI 1997 biasanya digunakan untuk melihat kinerja simpang bersinyal dan tidak bersinyal, kinerja ruas jalan, jalinan, dan lain - lain yang terisolasi jadi sifatnya tertutup pada sebuah segmen. Data yang telah tersedia akan olah dengan cara sebagai berikut :

Menghitung kondisi arus lalu lintas

$$\rho LT = \frac{LT \text{ (smp/jam)}}{\text{Total (smp/jam)}} \dots\dots\dots(1)$$

$$\rho RT = \frac{RT \text{ (smp/jam)}}{\text{Total (smp/jam)}} \dots\dots\dots(2)$$

Keterangan :  
 LT = Arus lalu lintas belok kiri  
 RT = Arus lalu lintas belok kanan

**3.6. Perhitungan Penilaian Arus Jenuh (S)**

Perhitungan ini dapat menggunakan Persamaan dibawah ini :

$$S = SO \times FSF \times FG \times FRT \times FFLT \dots\dots\dots(4)$$

Pendekatan Terlindung arus jenuh dasar ditentukan sebagai fungsi dari lebar efektif pendekatan (We) dapat dihitung dengan berikut :

$$S = 600 \times We \dots\dots\dots(5)$$

Untuk perhitungan arus jenuh (S) maka diperlukan beberapa tabel yang berisikan Faktor – faktor koreksi yang ada pada Tabel II.2. dibawah ini :  
 Tabel II.2. Faktor Ukuran Penyesuaian Kota Fcs.

Faktor penyesuaian untuk tipe lingkungan jalan, hambatan samping dan kendaraan tak bermotor (Fsf)

Lingkungan Jalan	Hambatan Samping	Tipe Fase	Rasio Kendaraan Tak Bermotor					
			0,00	0,05	0,10	0,15	0,20	≥ 0,25
Komersial (COM)	Tinggi	Terlawan (O)	0,93	0,88	0,84	0,79	0,74	0,70
		Terlindung (P)	0,93	0,91	0,88	0,87	0,85	0,81
	Sedang	Terlawan (O)	0,94	0,89	0,85	0,80	0,75	0,71
		Terlindung (P)	0,94	0,92	0,89	0,88	0,86	0,82
	Rendah	Terlawan (O)	0,95	0,90	0,86	0,81	0,76	0,72
		Terlindung (P)	0,95	0,93	0,90	0,89	0,87	0,83
Perumahan (RES)	Tinggi	Terlawan (O)	0,96	0,91	0,86	0,81	0,78	0,72
		Terlindung (P)	0,96	0,94	0,92	0,89	0,86	0,84
	Sedang	Terlawan (O)	0,97	0,92	0,87	0,82	0,79	0,73
		Terlindung (P)	0,97	0,95	0,93	0,90	0,87	0,85
	Rendah	Terlawan (O)	0,98	0,93	0,88	0,83	0,80	0,74
		Terlindung (P)	0,98	0,96	0,94	0,91	0,88	0,86
Akses Terbatas (RA)	T/S/R	Terlawan (O)	1,00	0,95	0,90	0,85	0,80	0,75
		Terlindung (P)	1,00	0,98	0,95	0,93	0,90	0,88

**Perbandingan Arus Dengan Arus Jenuh**

Perhitungan perbandingan arus (Q) dengan arus jenuh (S) untuk tiap *approach* dihitung dengan Persamaan III. 6. dibawah ini :

$$FR = \frac{Q}{S} \dots\dots\dots(6)$$

Untuk menghitung perbandingan arus kritis,yaitu nilai arus tertinggi pada tiap Fase dapat dihitung dengan Persamaan . dibawah ini :

$$IFR = \frac{\sum (FR_{CRIT})}{\dots\dots\dots(7)}$$

Untuk menghitung perbandingan fase PR, dapat dihitung dengan Persamaan III.8. dibawah ini.

$$PR = \frac{FR_{CRIT}}{IFR} \dots\dots\dots(8)$$

**3.7. Penentuan Waktu Sinyal Tetap (fix time)**

Untuk menentukan waktu sinyal dibutuhkan langkah– langkah sebagai berikut:

- a. Meghitung lebar efektif *approach*
- b. Arus jenuh dasar
- c. Pemilihan tipe *approach*
- d. Faktor koreksi
- e. Perbandingan arus dengan arus jenuh
- f. Waktu siklus dan waktu hijau

$$C_{ua} = \frac{(1,5 \times LTI + 5)}{(1 - IFR)} \dots\dots\dots(9)$$

$$g_i = (C_{ua} - LTI) \times PR \dots\dots\dots(10)$$

**3.8.Kapasitas**

Kapasitas untuk tiap lengan simpang dihitung dengan berikut :

$$C = S \times g / c \dots\dots\dots(11)$$

**3.9.1.Derajat Kejenuhan**

Derajat kejenuhan (DS) didefinisikan sebagai rasio volume (Q) terhadap kapasitas (C). untuk menghitung kapasitas dan. untuk menghitung derajat kejenuhan dibawah ini :

$$ds = Q/C \dots\dots\dots(12)$$

**3.8.2.Panjang Antrian**

Panjang antrian merupakan jumlah kendaraan yang antri dalam suatu lengan/pendekat. Panjang antrian diperoleh dari perkalian jumlah rata-rata antrian(smp) pada awal sinyal dengan luas rata-rata yang digunakan per smp (20 m<sup>2</sup>) dan pembagian dengan lebar masuk simpang(MKJI 1997).

$$NQ_1 = 0,25 \times C \times \left[ (ds-1) - \sqrt{(ds-1)^2 - \frac{8 \times (ds-0,5)}{c}} \right] \dots\dots\dots(13.)$$

Keterangan :

NQ1=jumlah smp yang tersisa dari fase hijau sebelumnya

Ds = derajat jenuh

GR = Rasio hijau

C = kapasitas (smp/jam) s x GR

Kemudian dihitung jumlah antrian smp yang datang selama fase merah (NQ<sub>2</sub>), dengan 14. berikut :

$$NQ_2 = \frac{1-GR}{1-GR \times ds} \times \frac{Q}{3600} \dots\dots\dots(14)$$

Keterangan :

NQ<sub>2</sub> = jumlah smp yang datang selama fase merah

Q = volume lalu lintas yang masuk di luar LTOR (smp/detik)

c = waktu siklus (detik)

Ds = derajat jenuh

GR = rasio hijau (detik)

Untuk menghitung Jumlah antrian total, adalah NQ<sub>1</sub> + NQ<sub>2</sub>

Kemudian mencari Panjang Antrian QL dengan persamaan berikut:

$$QL = \frac{NQ_{MAX} \times 20}{W_{ENTRY}} \text{ (meter)} \dots\dots\dots(16.)$$

**3.9. Menentukan Waktu Siklus dan Letak Detektor**

Untuk menentukan waktu siklus dan letak detektor dapat di hitung dengan persamaan dibawah ini:

$$C1 = \frac{NQ^2 / 0,25^2}{\frac{NQ \times (ds-1)}{0,25} - 8 \times (ds-1)} \dots\dots\dots(17)$$

$$NQ_2 = \frac{Qc - (Q \times R)}{3600 - (3600 \times R \times ds)/c} \dots\dots\dots(18)$$

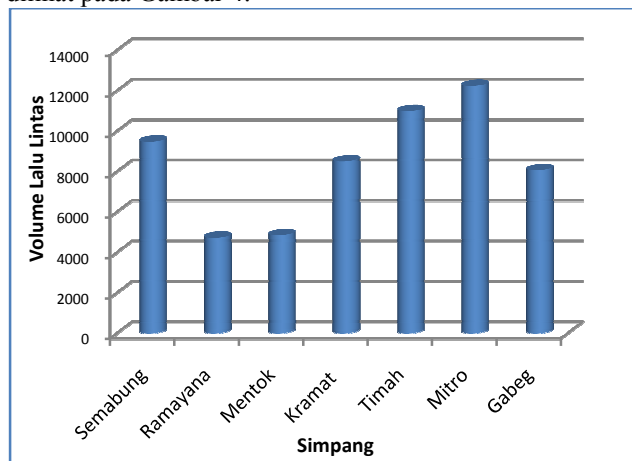
Dari hasil perhitungan didapat nilai C1 dan C2 kemudian ditotal dan nilai nya dimasukkan dalam persamaan berikut untuk mencari waktu hijau

$$g_i = (C_{ua} - LTI) \times PR_i \dots\dots\dots(10)$$

**4. ANALISIS DAN PEMBAHASAN**

**4.1.Hasil Survey Volume Lalu Lintas**

Dari hasil survey diperoleh total volume lalu lintas untuk masing-masing simpang yang dapat dilihat pada Gambar 4.



Dari Gambar 4 diketahui bahwa volume lalu lintas yang paling banyak terdapat pada simpang Timah dan Simpang Mitro. Sehingga perhitungan akan difokuskan pada Simpang Mitro dan Simpang Timah.

Berikut merupakan rekapitulasi untuk hasil perhitungan pada Simpang Timah dan Simpang Mitro.

**4.2.Arus Jenuh**

Arus Jenuh (S) pada simpang Timah dan Simpang Mitro dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Rekapitulasi Arus Jenuh (S)

SIMPANG	TIMAH			MITRO				
	Lengan	Sud 1	Sud2	CND	Sud 2	Sud 3	Mitro	Lembawai
So	2100	2100	2100	2100	2100	2100	2100	2100
S	1914,8	1857,3	1760,0	1914,8	1876,5	1876,5	1876,5	1876,5

4.3.Waktu Siklus Tetap

Detektor	QL	Waktu Siklus	Waktu Hijau	Waktu Merah	Waktu Kuning
3	12	33	10	19	3
2	25	71	27	42	3
1	39	111	44	64	3

Waktu Siklus Tetap pada Simpang Timah dan Simpang Mitro dapat dilihat pada Tabel 2.

4.4.Derajat Kejenuhan dan Panjang Antrian

Derajat kejenuhan merupakan perbandingan arus lalu lintas terhadap kapasitas simpang.

Tabel 3. Rekapitulasi derajat kejenuhan dan antrian

SIMPANG	TIMAH			MITRO			
	Sud 1	Sud 2	CND	Sud 2	Sud 3	Mitro	Lembawai
Lengan	20,12	19,86	18,62	24,66	24,88	23,74	23,74
DT	1,56	0,22	4,5	1,2	2,38	2,56	2,33
DG	21,68	20,08	23,187	25,86	27,26	26,23	26,07
Dtot	4878	4698	1831	5187	4961	1946	1381
Drata-rata simpang	20,51			26,3			

SIMPANG	TIMAH			MITRO			
	Sud 1	Sud 2	CND	Sud 2	Sud 3	Mitro	Lembawai
Lengan	8	8	5	8	8	5	5
g1 (detik)	559,7	571	368	486,3	476,4	297,8	297,8
C (smp/jam)	0,4	0,4	0,2	0,4	0,3	0,2	0,18
Ds	0	0	0	0	0	0	0
NQ1 (smp)	2	2	1	2	2	1	1
NQ2 (smp)	2	2	1	2	2	1	1
NQ (smp)	12	12	6	12	12	6	6
QL (m)							

4.5. Waktu Siklus

Waktu siklus akan digunakan untuk menentukan durasi lampu indikator warna hijau dan warna merah. Waktu siklus untuk masing-masing lengan dapat dilihat pada Tabel 4 berikut:

Tabel 4. Waktu Siklus Lengan Sudirman 1

4.6.Tundaan Simpang

Tundaan Simpang merupakan indikator tingkat pelayanan simpang tersebut. Dari hasil perhitungan diperoleh tundaan simpang rata-rata pada simpang.

Tabel 5. Rekapitulasi tundaan rata-rata

SIMPANG	TIMAH			MITRO			
	Sud 1	Sud 2	CND	Sud 2	Sud 3	Mitro	Lembawai
Lengan	225	234	79	202	182	74	53
Q	1914,8	1857,3	1760,0	1914,8	1876,5	1876,5	1876,5
S	9			12			
LT	0,123	0,126	0,04	0,105	0,097	0,039	0,028
FR	0,289			0,269			
IFR	0,426	0,436	0,138	0,39	0,36	0,145	0,104
PR	26			31,5			
Cua							

5. pembahasan

Pada data hasil penelitian pada 7 simpang di kota Pangkal Pinang diperoleh bahwa 2 simpang yang memiliki volume lalu lintas terbesar adalah Simpang Timah dan Simpang Mitro sehingga analisis difokuskan pada simpang Timah dan Simpang Mitro.

Pada Tabel IV.15. terlihat bahwa nilai derajat kejenuhan sangat rendah,  $DS < 0,5$ . Hal ini berarti ketersediaan ruang untuk kendaraan lebih banyak dibandingkan kebutuhan ruang jalan. Untuk Simpang Timah nilai DS sebesar 0,21 dan simpang Mitro nilai DS sebesar 0,18 menunjukkan bahwa kapasitas simpang masih bisa menampung arus lalu lintas yang melaluinya.

Selanjutnya hasil perhitungan pada Simpang Timah diperoleh bahwa waktu siklus lengan Cut Nyak Dien memiliki waktu siklus yang lebih lama sebesar 200 detik pada detektor 3 dibandingkan lengan Sudirman 1 dan Lengan Sudirman 2. Hal ini dikarenakan volume kendaraan yang lebih kecil dibandingkan lengan lainnya pada Simpang Timah.

Pada Simpang Timah koordinasi terjadi antara Lengan Sudirman 1 dan Lengan Sudirman 2. Hal ini dikarenakan waktu siklus yang dihasilkan pada kedua lengan tersebut kecil dibandingkan dengan waktu siklus pada Lengan Cut Nyak Dien. Sehingga lengan Sudirman 1 dan 2 diprioritas untuk bergerak.

Dari hasil perhitungan pada Simpang Mitro diperoleh bahwa waktu siklus Lengan Lembawai memiliki waktu siklus yang lebih lama yaitu sebesar 198 detik pada detektor 3 dibandingkan dengan lengan Sudirman 2, lengan Lembawai dan lengan Mitro. Pada kondisi ini lengan Lembawai memiliki volume paling kecil di antara lengan lainnya.

Sehingga dapat disimpulkan terjadi koordinasi antara lengan Sudirman 2 dan Sudirman 3 pada simpang Mitro. Hal ini dikarenakan waktu siklus

yang dihasilkan pada kedua lengan tersebut kecil dibandingkan rata 20,51 detik/smp dan simpang Mitro mempunyai nilai Drata-rata 24,36 detik/smp. Jika nilai tersebut diklasifikasikan dalam Tabel IV.25 yang menjelaskan tentang tingkat pelayanan dan lamanya tundaan sebagai indikator, maka Simpang Timah dan Simpang Mitro dapat diklasifikasikan dalam Tingkat Pelayanan Kelas C dengan keterangan Sedang.

## 6. KESIMPULAN

1. Dari tujuh persimpangan yang ada di Kota Pangkal Pinang, maka dipilih simpang Timah dan simpang Mitro dengan tingkat kepadatan volume lalu lintas yang paling tinggi untuk direncanakan penerapan *Area traffic control system*.
2. Dari hasil perhitungan total waktu siklus, maka diperoleh bahwa pada Simpang Timah terjadi koordinasi antar lengan Sudirman 1 dan Sudirman 2 karena waktu siklus yang dihasilkan oleh kedua lengan tersebut lebih kecil dibandingkan dengan lengan Jalan Cut Nyak Dien sehingga kendaraan yang melintas pada lengan Sudirman 1 dan lengan Sudirman 2 lebih diutamakan. Pada Simpang Mitro terjadi koordinasi antar lengan Sudirman 2 dan Sudirman 3 karena waktu siklus yang dihasilkan oleh kedua lengan tersebut lebih kecil dibandingkan dengan lengan Jalan Mitro. Sehingga kendaraan yang melintas pada lengan Sudirman 2 dan lengan Sudirman 3 lebih diutamakan.
3. Total waktu siklus pada simpang Timah lengan Sudirman 1 sebesar 215 detik, lengan Sudirman 2 sebesar 207 detik, lengan jalan Cut Nyak Dien sebesar 326 detik. Pada simpang Mitro lengan Sudirman 2 sebesar 242 detik, lengan Sudirman 3 sebesar 275 detik, lengan jalan Lembawai sebesar 410 detik, lengan jalan Mitro sebesar 366 detik.

## DAFTAR PUSTAKA

- Fitts, Anthony, *Mobilitas Perkotaan dan Penerapan Area Traffic Control System di Surabaya*, Prakarsa Infrastruktur Indonesia, Jakarta, 2010.
- Haryanto, Jono, *Perencanaan Persimpangan Sebidang Jalan Raya*, JTS, FTSPUSU, Sumatra Utara, 2004.
- Putranto, Lesmono, *Rekayasa Lalu Lintas Edisi 2*, PT. Indeks, Jakarta, 2013.
- Sabaruddin, *Persimpangan Jalan Pahlawan Revolusi – Jalan Halmahera Di Kota Ternate Membutuhkan Traffic Control*, jurnal ilmiah JTS, Universitas Khairun, Ternate, 2010.
- Tamin, ofyar, *Perencanaan Pemodelan dan Transportasi*, JTS, Institut Teknologi Bandung, 2008.

Wishnukoro, *Analisis Simpang Empat Bersinyal Dengan Menggunakan Manajemen Lalu Lintas*, Tugas Akhir, JTS, FTSPUII, Yogyakarta, 2008

Departemen Pekerjaan Umum, *Manual Kapasitas Jalan Indonesia*, Direktorat Jendral Bina Marga Indonesia, 1997.

Departemen Pekerjaan Umum, *Pedoman Teknis Pengaturan Lalu Lintas di Persimpangan Berdiri Sendiri dengan APILL*, 1996.

*Pedoman Highway Capacity Manual America*, 2000.