

**PENINGKATAN KAPASITAS PERSIMPANGAN
DENGAN ALAT PEMBERI ISYARAT LALU LINTAS
(Studi Kasus : Persimpangan Jl. PB. Sudirman/Raya Puputan/Dewi Sartika
Kota Denpasar)**

I Nyoman Widana Negara
Dosen Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Udayana, Denpasar.
e-mail : widana.negara@yahoo.com

Abstrak : Persimpangan sebidang antara jalan PB. Sudirman/ Jl. Raya Puputan/ Jl. Dewi Sartika yang dikendalikan dengan APILL 3 (tiga) phase dan panjang waktu siklus 90 detik. Walaupun telah menerapkan manajemen lalu lintas satu arah, namun persimpangan tetap mengalami kemacetan Adapun tujuan penelitian ini adalah mencari alternatif manajemen kapasitas dan aplikasi teknologi peralatan APILL. Data geometri persimpangan diperoleh dari survai topografi, data pergerakan lalu lintas diambil dengan survai video camera, dan data hambatan samping diperoleh dari survai teknik pencatatan lalu lintas secara manual. Pada penelitian ini menggunakan rancangan penelitian teknik observasi dan pendekatan cross section dengan 3 perlakuan yang diuji dengan Manual Kapasitas Jalan Indonesia. Hasil redesain mampu mengurangi total kehilangan waktu (LTI) dari 22 detik menjadi 15 detik (23%), sedangkan hasil simulasi dengan MKJI (1997) memperlihatkan bahwa perlakuan-3 yaitu dengan redesign dan penggantian perangkat kendali multi dengan 8 plan lebih baik perlakuan-1 (do nothing) kapasitas relative kecil dan tingkat pelayanan F (sangat macet), jika persimpangan di rencanakan ulang (redesign) tetapi APILL dengan perangkat kendali program tunggal (perlakuan-2),

Key Word : persimpangan, kapasitas, traffic light, Denpasar, Bali

**CAPACITY IMPROVEMENT OF A SIGNALIZED INTERSECTION
(Case Study : The Intersection of Jl. Sudirman-Jl.Raya Puputan-Jl. Dewi
Sartika in Denpasar City)**

Abstract : At grade intersection connected among Jl.Sudirman S-Jl.Puputan-Jl. Dewi Sartika were controlled by traffic light with 3 stages and with cycle time of 90 seconds. Despite the implementation of one way traffic management, the intersection remains stalled. The purpose of this study is to investigate the capacity management and traffic signal technologies alternatives. The intersection geometry is obtained from topographical surveys while traffic movements are surveyed with a video camera survey. In addition, road side frictions are obtained from the manual traffic counting. The experimental design applied observational techniques and cross section approaches. Three treatments were tested using Indonesia Road Capacity Manual (MKJI). The analysis found that intersection redesigned was reduced the total lost time (LTI) of 22 seconds to 15 seconds (23%), while simulation analysis with MKJI (1997) showed that treatment-3 gave better results compared with treatment-2 and treatment-1. A level of service F (worst) is reached if the intersection is redesigned with a single program control device (treatment-2),

Key Word : junction, capacity, traffic light, Denpasar, Bali

PENDAHULUAN

Latar Belakang

Persimpangan Matahari adalah terletak dipusat kota Denpasar, merupakan pertemuan sebidang antara jalan PB. Sudirman/ Jl. Raya Puputan/ Jl. Dewi Sartika yang dikendalikan dengan Alat Pemberi Isyarat Lalu Lintas 3 (tiga) phase dan tipe controller program tunggal serta panjang waktu siklus 90 detik. Persimpangan inipun telah menerapkan manajemen kapasitas yaitu dengan sistim jalan satu arah kawasan Matahari dan larangan belok kanan, namun tetap mengalami kemacetan terutama pada Jam Puncak Pagi, Siang dan Malam. Terdapat beberapa factor penyebab kemacetan; 1) pemanfaatan ruang simpang kurang optimal untuk lalu lintas, 2) peralatan APILL dengan menggunakan controller program tunggal (mono) yaitu satu waktu siklus sehingga kurang adaptif terhadap perubahan lalu lintas. Perkembangan teknologi APILL berkembang begitu pesat saat ini telah dipasarkan APILL dengan controller multi program yang memiliki 8 (delapan) program waktu hijau yang berbeda dalam sehari dan hari dalam seminggu serta ditambah 1 (satu) program kedip (*flashing*).

Tujuan Penelitian

Adapun tujuan penelitian ini adalah 1) mengevaluasi kinerja pelayanan persimpangan yang ada (*existing*), 2) meningkatkan kapasitas persimpangan dengan resetting dan 3) meningkatkan kapasitas persimpangan dengan penataan ulang persimpangan (*redesign*) 4) meningkatkan kapasitas persimpangan dengan penataan ulang dan penggantian alat controller program tunggal menjadi alat kendali waktu sinyal multi.

MATERI DAN METODELOGI

Lokasi Studi

Studi dilakukan pada persimpangan Jalan Matahari; Jl. PB. Sudirman/ Jl. Raya Puputan/ JL. Dewi Sartika, yang terletak

di Kecamatan Denpasar Selatan Kota Denpasar, dikendalikan dengan Alat Pemberi Isyarat Lalu Lintas (APILL), 3 (tiga) phase dengan controller program tunggal (mono program).

Metode Pengambilan Data

Data geometric persimpangan diambil menggunakan Teknik Survai Inventori dengan alat Teodolit. Data volume Lalu lintas menggunakan Teknik Survai Pergerakan Lalu Lintas dengan Video Camera Selama 12 Jam (Jam 6.00 s/d 18.00 WITA), dan data hambatan samping diperoleh dengan teknik manual. Volume lalu lintas tersebut dianalisis untuk menentukan arus lalu lintas jampuncak Pagi, Siang, Malam dan medium pagi serta sore.

Rancangan Penelitian

Pada penelitian pada persimpangan Matahari menggunakan Pendekatan Rancangan Observasi dengan teknik analisis Cross Section serta 3 perlakuan yang uji dengan analisis Manual Kapasitas Jalan Indonesia yaitu;

Perlakuan-1; Kondisi existing (do nothing), yaitu kondisi persimpangan existing dengan APILL, 3 phase, alat kendali waktu sinyal tunggal dimana waktu siklus 99 detik, kehilangan waktu persimpangan (LTI) 22 detik dan waktu hijau pendekat Utara (phase-1) adalah 29 detik, pendekat Selatan (phase-2) sebesar 19 detik dan pendekat Timur (phase-3) sebesar 20 detik.

Perlakuan-2; Perencanaan ulang (*re-design*) geometric persimpangan dan penguturan ulang (*resetting*) waktu siklus dengan APILL, 3 phasedan alat kendali waktu sinyal tunggal.

Perlakuan-3; Perencanaan ulang (*re-design*) geometric persimpangan dengan APILL, 3 phase dan pengantian perangkat kendali waktu tunggal dengan perangkat kendali waktu multi yang memiliki 8 program plan berbeda.

Analisis

Analisis kinerja persimpangan untuk ketiga perlakuan menggunakan Manual Kapasitas Jalan Indonesia (MKJI,1977) dan analisis perbandingan menggunakan teknik deskriptif antara tundaan dan tingkat pelayanan masing-masing perlakuan, seperti Tabel 1

| | |
|---|-------------|
| C | 15,1 - 25,0 |
| D | 25,1 - 40,0 |
| E | 40,1 - 60,0 |
| F | > 60,0 |

Sumber : Departemen Perhubungan (2006)

Kapasitas

Kapasitas adalah jumlah arus lalu lintas maksimum yang dapat dialirkan selama waktu hijau

$$C(i) = g(i)/Cau \times S(i) \dots\dots\dots(1)$$

Tingkat Pelayanan

Tingkat pelayanan adalah

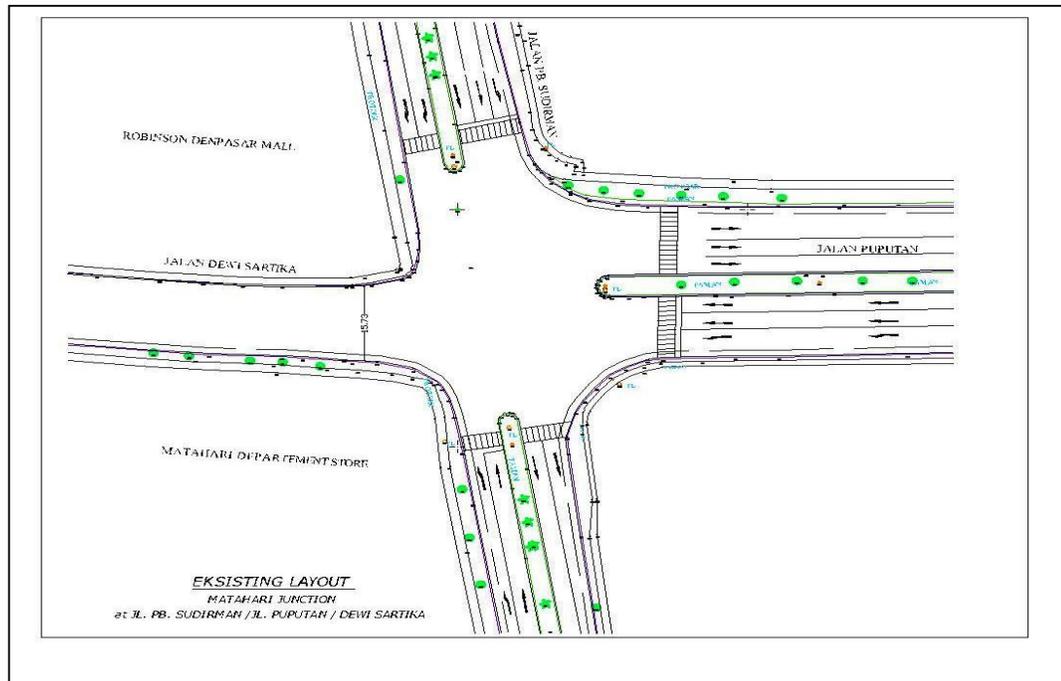
Tabel-1. Tingkat Pelayanan Persimpangan.

| Tingkat Pelayanan | Tundaan (detik/kend) |
|-------------------|----------------------|
| A | ≤ 5,0 |
| B | 5,10 - 15,0 |

HASIL DAN PEMBAHASAN

Karakteristik Persimpangan Matahari

Persimpangan sebidang Matahari adalah merupakan bagian dari sistim jaringan 1 arah di kota Denpasar dan merupakan persimpangan sebidang 4 kaki tidak simetris baik dari aspek lalu lintas dan geometric. Pendekat atau kaki Utara adalah Jalan PB. Sudirman jalan 4 lajur-1 arah dengan median (tipe 4/1 D), Kaki Selatan Jl. PB.Sudirman tipe jalan 4/2D, Kaki Timur Jl. 6/2D dan Kaki Barat ajalan 1 arah keluar (tipe jalan 4/1). Disamping itu persimpangan matahari juga menerapkan manajemen lalu lintas seperti Gambar-1.



Gambar-1. Kondisi Persimpangan Matahari Existing

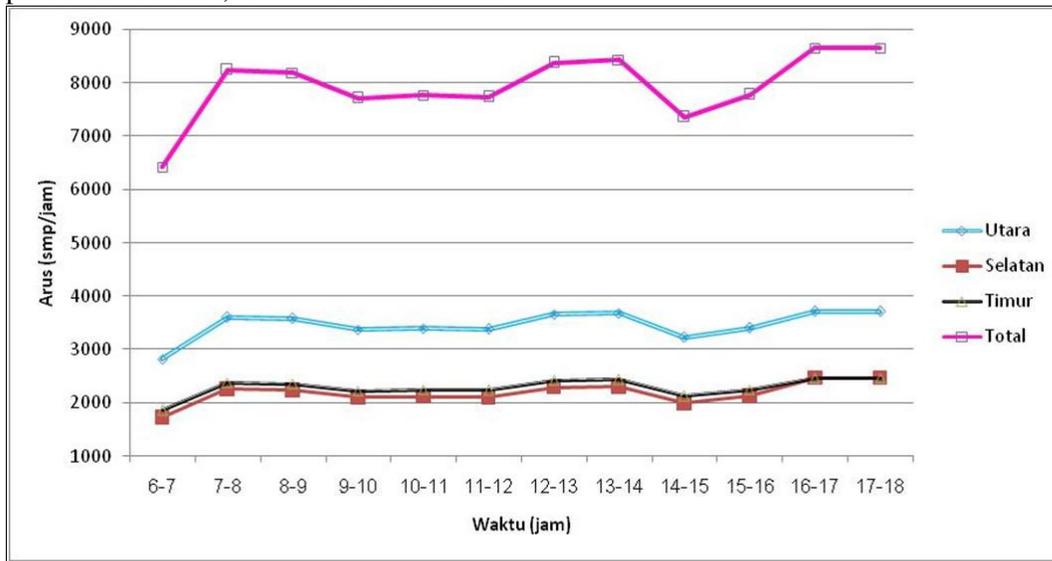
Median pada pendekat (kaki) Utara jauh ke belakang tidak memberikan proteksi

terhadap larangan belok kanan dari Utara dan dari belok kanan dari pendekat Timur.

Distribusi Arus Lalu Lintas

Hasil analisis volume pergerakan lalu lintas dari masing-masing kaki persimpangan, memperlihatkan bahwa arus lalu lintas yang paling besar terjadi dari pendekat Utara Jl.PB. Sudirman, sedangkan dari pendekat Selatan; Jl. PB.Suidrman dan

pendekat Timur Jl. Raya Puputan rekatif sama, seperti ditunjukkan pada Gambar-1. Gambar tersebut juga mengilustrasikan bahwa jam puncak Pagi terjadi antara Jam 7.00 sd 9.00, Siang terjadi antara 12.00 sd 14.00, dan Sore terjadi jam 6.00 sd 8.00.



Gambar-1. Variasi Arus Lalu Lintas Masuk Persimpangan

Karakteristik Pergerakan Arus Lalu Lintas Pada Jam Puncak

Analisis Jam Puncak, diperoleh karakteristik pergerakan arus lalu lintas yaitu presentase pergerakan belok kiri, belok

kanan dan menerus dari masing-masing pendekat, memberikan gambaran terhadap pemilihan phase dan belok kiri jalan terus, seperti pada Tabel-1

Tabel-1. Karkateristik Arus Lalu Lintas

| Pendekat | Pergerakan | Pagi | Siang | Malam | Rentang | Rancangan Phase |
|----------|------------------|------|-------|-------|------------|-----------------------------------|
| Utara | Belok Kiri (LT) | 25% | 25% | 24% | 24% sd 25% | >20% LTOR Phase Terpisah |
| | Menerus (ST) | 48% | 48% | 49% | | |
| | Belok Kanan (RT) | 27% | 27% | 27% | 27% | |
| Selatan | Belok Kiri (LT) | 55% | 55% | 55% | 55% | >20% LTOR Phase Terpisah |
| | Menerus (ST) | | | | | |
| | Belok Kanan (RT) | 45% | 45% | 45% | 45% | |
| Timur | Belok Kiri (LT) | 28% | 29% | 28% | 28% sd 29% | >20% LTOR Phase Terpisah |
| | Menerus (ST) | 72% | 71% | 72% | | |

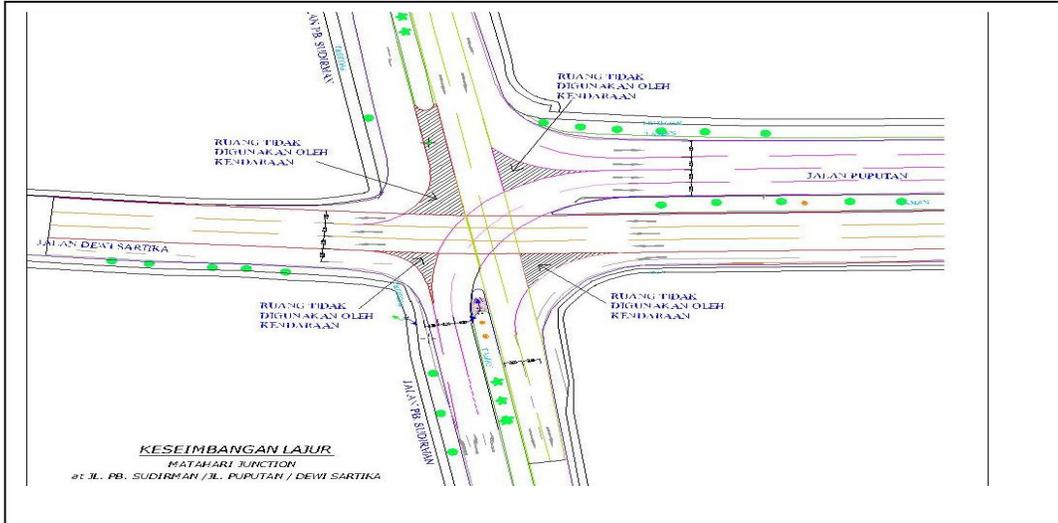
Tabel-1, memperlihatkan bahwa prosentase Belok Kiri dari pendekat Utara, Selatan dan Timur dengan > 20% memberikan indikasi Belok Kiri dari ketiga pendekat diperlakukan sebagai Belok Kiri Jalan Terus (*Left Turn on Red = LTOR*). Sedangkan prosentase arus kendaraan menerus

dari pendekat Utara sebesar 49% dan dari pendekat Timur sebesar 72% dengan Belok Kanan dari pendekat Selatan sebesar 56%, bererati ketiga pendekat tersebut membutuhkan phase terpisah dan harus kendalikan dengan Alat Pemberi Isyarat Lalu Lintas (APILL) 3 phase.

Redesain

Perancangan Ulang (redesign) persimpangan mengikuti Standar Perencanaan Geometrik Jalan Bina Marga dan Manual Kapasitas Jalan Indonesia (MKJI,1997).

Konsep perancangan adalah keseimbangan lajur jalan masuk dan keluar, dan memproteksi dengan jelas larangan membelok kanan dari pendekat Timur, seperti Gambar-2.



Gambar-2. Redesain Persimpangan

Kinerja Persimpangan dengan APILL

Pemeriksaan terhadap perlakuan adalah dengan membandingkan kapasitas pada masing pendekat dan tingkat pelayanan persimpangan.pada 5 (lima) kondisi lalu lintas yaitu jam puncak pagi, medium pagi, medium siang, dan puncak siang serta puncak malam.

Kinerja Persimpangan Perlakuan-1

Pada Perlakuan-1 (do nothing), tundaan terjadi berkisar 57- 154.4 dtk/smp dan tingkat pelayanan F.. Ringkasan hasil analisis kinerja persipangan perlakuan-1 seperti Tabel-2.

Tabel-2. Ringkasan Kinerja Persimpangan Eksisting.

| Jam Puncak | Periode | Phase | IG | LTI | Siklus Cau | Waktu Hijau | | | Kinerja | | | | LOS |
|-------------------|-------------|-------|----|-----|------------|-------------|---------|---------|---------------------|-----|-----|---------------|-----|
| | | | | | | U (P-1) | S (p-2) | T (p-3) | Panjang Antrian (m) | | | Delay dtk/smp | |
| | | | | | | dtk | dtk | dtk | U | S | T | | |
| Medium Peak Pagi | 5.00-7.30 | 3 | | 22 | 90 | 29 | 19 | 20 | 216 | 168 | 229 | 67.2 | F |
| Peak Pagi | 7.30- 09.00 | 3 | | 22 | 90 | 29 | 19 | 20 | 378 | 349 | 368 | 136.6 | F |
| Medium Peak Siang | 09.00-13.00 | 3 | | 22 | 90 | 29 | 19 | 20 | 197 | 149 | 201 | 57 | E |
| Peak Siang | 13.00-16.00 | 3 | | 22 | 90 | 29 | 19 | 20 | 419 | 400 | 401 | 154.4 | F |
| Peak Malam | 16.00-19.00 | 3 | | 22 | 90 | 29 | 19 | 20 | 257 | 207 | 266 | 84 | F |

Tabel-2, memperlihatkan bahwa pada jam puncak, persimpangan tersebut beroperasi pada tingkat pelayanan F (macet) dengan tundaan rata-rata (delay) diatas 60 detik/ smp, serta panjang antrian teoritis diatas 200 meter.

Kinerja Persimpangan Perlakuan-2

Pada perlakuan-2, diperoleh lima waktu siklus dan waktu siklus yang dipakai/ dipilih adalah (Cau) sebesar 125 detik, total kehilangan waktu (LTI) sebesar 15 detik dan alokasi waktu hijau phase-1 sese-

bar diperoleh kinerja persimpangan seperti Tabel-3.

Tabel-3. Ringkasan Kinerja Persimpangan resetting dengan Alat Kendali waktu Tunggal

| Jam Puncak | Periode | Phase | IG | LTI | Siklus Cau | Waktu Hijau | | | Kinerja | | | | LOS |
|-------------------|-------------|-------|----|-----|---------------|-------------|---------|---------|---------------------|-----|-----|---------|-----|
| | | | | | | U (P-1) | S (p-2) | T (p-3) | Panjang Antrian (m) | | | Delay | |
| | | | | | | dtk | dtk | dtk | U | S | T | dtk/smp | |
| Medium Peak Pagi | 5.00-7.30 | 3 | 5 | 15 | 124 | 46 | 30 | 33 | 194 | 161 | 153 | 33.2 | D |
| Peak Pagi | 7.30-09.00 | 3 | 5 | 15 | 124 | 46 | 30 | 33 | 222 | 202 | 173 | 38.4 | D |
| Medium Peak Siang | 09.00-13.00 | 3 | 5 | 15 | 124 | 46 | 30 | 33 | 189 | 155 | 150 | 32.6 | D |
| Peak Siang | 13.00-16.00 | 3 | 5 | 15 | 124 | 46 | 30 | 33 | 231 | 219 | 180 | 41.0 | E |
| Peak Malam | 16.00-19.00 | 3 | 5 | 15 | 124 | 46 | 30 | 33 | 201 | 170 | 158 | 34.1 | D |

Tabel 3, memberikan ilustrasi bahwa dengan Redesain mampu mengurangi total kehilangan waktu (LTI) berkurang 7 detik (32%) dari 22 detik. Jika mengatur ulang waktu siklus (resetting) cukup memberikan perbaikan kinerja persimpangan yaitu tingkat pelayanan dari F ke D

Kinerja Persimpangan Perlakuan-3

Pada perlakuan-3, dengan 5 (lima) kondisi lalu lintas diperoleh hasil analisis kinerja persimpangan ditunjukkan pada Tabel-4.

Tabel-4. Ringkasan Kinerja Persimpangan Redesain Dengan Alat Kendali waktu Multi

| Jam Puncak | Periode | Phase | IG | LTI | Siklus Cau | Waktu Hijau | | | Kinerja | | | | LOS |
|-------------------|-------------|-------|----|-----|---------------|-------------|---------|---------|---------------------|-----|-----|---------|-----|
| | | | | | | U (P-1) | S (p-2) | T (p-3) | Panjang Antrian (m) | | | Delay | |
| | | | | | | dtk | dtk | dtk | U | S | T | dtk/smp | |
| Medium Peak Pagi | 5.00-7.30 | 3 | 5 | 15 | 117 | 43 | 28 | 31 | 183 | 155 | 145 | 32 | D |
| Peak Pagi | 7.30-09.00 | 3 | 5 | 15 | 155 | 59 | 39 | 42 | 263 | 225 | 206 | 41 | E |
| Medium Peak Siang | 09.00-13.00 | 3 | 5 | 15 | 110 | 40 | 26 | 29 | 171 | 144 | 135 | 30.7 | D |
| Peak Siang | 13.00-16.00 | 3 | 5 | 15 | 168 | 64 | 43 | 46 | 289 | 248 | 226 | 44.13 | E |
| Peak Malam | 16.00-19.00 | 3 | 5 | 15 | 125 | 46 | 30 | 33 | 202 | 171 | 159 | 34.22 | D |

Tabel 4, memberikan ilustrasi bahwa dengan Redesain mampu mengurangi total kehilangan waktu (LTI) berkurang 7 detik (32%) dari 22 detik. Jika mengganti controller lama dengan multi program cukup memberikan perbaikan kinerja persimpangan yaitu tingkat pelayanan dari F ke D

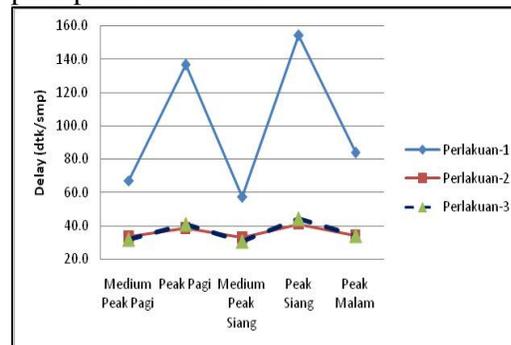
perubahan nyata yaitu tingkat pelayanan E dan F pada perlakuan-1 (existing) menjadi tingkat pelayanan E dan D pada perlakuan-2 (redesign dan resetting) dan perlakuan-3 (redesain dengan controller multi program). Untuk memberikan gambaran dampak perubahan/ perbaikan dengan memberikan rujukan pada variable yang lebih sensitive yaitu tundaan (delay), seperti pada Gambar-3.

Perbandingan Kinerja Simpang

Untuk memperjelas dampak dari hasil redasian dan resetting serta penggunaan controller multi dalam pengendalian dan pengaturan APILL pada persimpangan Matahari yaitu dengan menilai perbandingan antara arus kendaraan (demand) dengan kapasitas tersedia (suplly).

Aspek Tundaan (delay) dan Tingkat Pelayanan

Ditinjau dari aspek tingkat pelayanan, ketiga perlakuan tidak memberikan indikasi

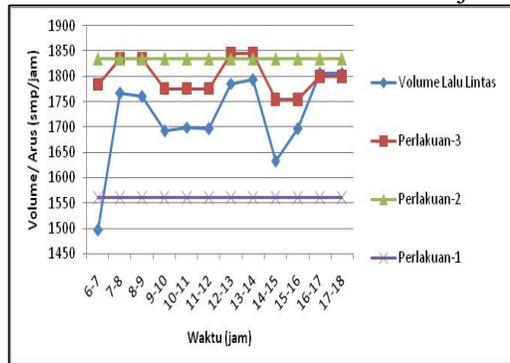


Gambar-3. Hubungan Tundaan dengan Jam puncak

Gambar-3, memperlihatkan secara nyata Perlakuan-2 dan Perlakuan -3 lebih baik dari perlakuan-1 dan memberikan kontribusi peningkatan pelayanan persimpangan dengan menurunkan tundaan (delay) rata-rata 60% dari perlakuan-1 (existing).

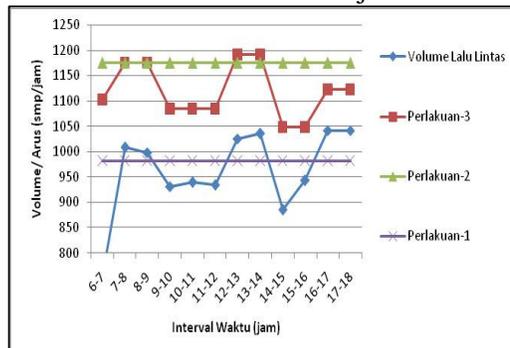
Aspek Perbandingan Arus Lalu Lintas Dengan Kapasitas

Hubungan antara arus lalu lintas dengan kapasitas tersedia dari Perlakuan-1, Perlakuan-2 dan Perlakuan-3 ditunjukkan pada Gambar-4 s/d Gambar-6. Secara nyata Gambar-4,5 dan 6 memberikan petunjuk bahwa Perlakuan-2 dan perlakuan-3 lebih baik dari Perlakuan-1, dimana volume lalu lintas habis dialirkan selama waktu hijau.

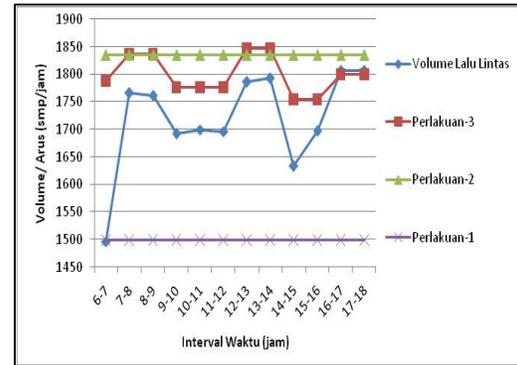


Gambar-4. Perbandingan Volume Lalu Lintas Dengan Kapasitas Pendekat Utara

Secara nyata Gambar-4, mengilustrasikan bahwa pada perlakuan-1 masih banyak kendaraan tersisa pada akhir waktu hijau, dibandingkan dengan Perlakuan-2 dan perlakuan-3 dimana volume lalu lintas habis dialirkan selama waktu hijau.



Gambar-5. Perbandingan Volume Lalu Lintas Dengan Kapasitas Pendekat Selatan

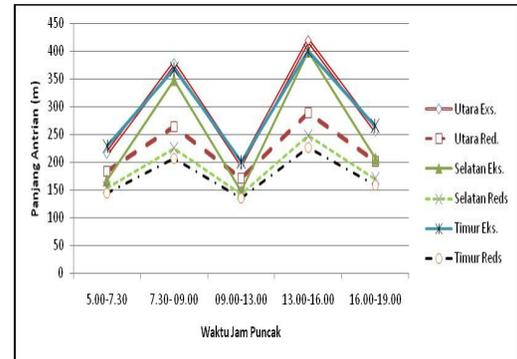


Gambar-6. Perbandingan Volume Lalu Lintas Dengan Kapasitas Pendekat Timur

Dari sisi perbandingan antara demand dan supply, seperti ditunjukkan Gambar 3 sd Gambar 5 dari masing-masing pendekat. Gambar tersebut menunjukkan bahwa kapasitas APILL eksisting tidak mampu menampung volume lalu lintas (*demand*) dari ketiga (3) pendekat. Sedangkan dengan re-desain dan penggantian controller memperlihatkan arus lalu lintas dapat dialirkan semua pada akhir waktu hijau, artinya kapasitas tersedia cukup menampung *demand* lalu lintas yang masuk simpang dari masing-masing pendekat.

Aspek Panjang Antrian

Sedangkan bila dilihat dari sisi panjang antrian (*queuing length*) yang terbentuk selama waktu merah



Gambar-6. Perbandingan Panjang Antrian Pada Jam Puncak

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

- Ditinjau dari aspek lalu lintas (demand) mengilustrasikan bahwa pada perlakuan-1 masih banyak kendaraan ter-sisa pada akhir waktu hijau, dibandingkan dengan Perlakuan-2 dan perlakuan-3 di-mana volume lalu lintas habis dialirkan se-lama waktu hijau.
- Ditinjau dari aspek Tundaan (de-lay) menunjukkan bahwa Perlakuan-2 dan Perlakuan -3 lebih baik dari perlakuan-1 dan memberikan kontribusi peningkatan pelayanan persimpangan dengan menu-runkan tundaan (delay) rata-rata 60% dari perlakuan-1 (existing).

Saran

Hasil kajian yang telah dilakukan baik pihak konsultan dan Dinas perhubungan disarankan untuk melakukan re-desain (perencanaan kembali) persimpangan Dewi Sartika serta penggantian peralatan Traffic light dengan yang baru yang lebih fleksible serta cukup mampu mengatasi kemacetan pada jam puncak.

DAFTAR PUSTAKA

- Departemen Pekerjaan Umum (1997), Manual Kapasitas Jalan Indonesia, Direktorat Jenderal Bina Marga No.016/T/BM/1997.
- Departemen Pekerjaan Umum, Direktorat Jenderal Pekerjaan Umum (1997), Tata Cara Perencanaan Geometrik Jalan Antar Kota.
- Departemen Pekerjaan Umum, Direktorat Jenderal Pekerjaan Umum (1992), Standar Perencanaan Geometrik Untuk Jalan Perkotaan.
- Departemen Permukiman Dan Prasarana Wilayah (2002), Tata cara perencanaan geometrik persimpangan sebidang, Pt T-02-2002-B
- Departemen Permukiman Dan Prasarana Wilayah (2004), Perencanaan Separator Jalan, Pd. T-15-2004-B
- Departemen Perhubungan, Direktorat Jenderal Perhubungan Darat (1993) Petunjuk Pelaksanaan Undang – Undang Lalu Lintas dan Angkutan Jalan 1993.
- Badan Standar Nasional (2004), Geometri Jalan Perkotaan, RSNI T- 14 – 2004
- Badan Statistik Kota Denpasar (2011), Denpasar Dalam Angka (2011)