

Korespondensi

ANALISIS PERBANDINGAN ARUS JENUH PADA PENDEKAT SIMPANG TERLINDUNG DAN TERLAWAN DENGAN METODE MKJI DAN METODE TIME SLICE (STUDI KASUS: SIMPANG SUBITA DAN SIMPANG WARIBANG)

← → ↻ ejournal.wamadewa.ac.id/index.php/paduraksa/authorDashboard/submission/3885

PADURAKSA: Jurnal Teknik Sipil Universitas Warmadewa Tasks 0 English View Site ikaryana

Jurnal Teknik Sipil Universitas Warmadewa

Submissions

ANALISIS PERBANDINGAN ARUS JENUH PADA PENDEKAT SIMPANG TERLINDUNG DAN TERLAWAN DENGAN METODE MKJI DAN METODE TIME SLICE (STUDI KASUS: SIMPANG SUBITA DAN SIMPANG WARIBANG)
I Made Kariyana, Gede Sumarda, I Gede Aryanta Putra

Submission Review Copyediting **Production**

Round 1

Round 1 Status
Submission accepted.

Notifications

[PD] Editor Decision	2021-10-08 07:02 AM
[PD] Editor Decision	2021-12-17 07:11 AM
[PD] Editor Decision	2021-12-22 05:04 AM

ANALISIS PERBANDINGAN ARUS JENUH PADA PENDEKAT SIMPANG TERLINDUNG DAN TERLAWAN DENGAN METODE MKJI DAN METODE *TIME SLICE* Studi Kasus: Simpang Subita dan Simpang Waribang

I Made Kariyana¹⁾, Gede Sumarda²⁾, dan I Gede Aryanta Putra³⁾

1) Program Studi Teknik Sipil, Universitas Ngurah Rai, Denpasar, Bali

madekariyana@gmail.com

ABSTRACT

33% of vehicle ownership in Bali Province in 2019 was in Denpasar City, coupled with the passing of vehicles from outside the city to work and recreation to burden the road network in Denpasar City. This causes problems in the transportation system that affects the performance of the road network, especially the performance of synergy stores in Denpasar City. The performance of the synergy store is affected by the capacity of the shortness where one of the factors that affect it is saturation flow. This study aims to find out the comparison of saturation flow in protected and countered shorts between the IHCM and Time Slice Method. The saturation flow result in the sheltered short circuit in Simpang Subita based on IHCM is 3,629 pce / green hours greater than 41.58% compared to the Time Slice Method which is 2,120 pce / green hours, while the saturation flow result in the resistance in Simpang Waribang based on the Time Slice Method is 2,971 pce / green hour greater than 37.49% compared to IHCM which is 1,857 pce / green hour.

Key word: Saturation Flow, Protected and Opposed Approach, IHCM, Time Slice

ABSTRAK

33% kepemilikan kendaraan di Provinsi Bali pada tahun 2019 berada di Kota Denpasar, ditambah dengan melintasnya kendaraan dari luar kota untuk bekerja maupun berekreasi ikut membebani jaringan jalan di Kota Denpasar. Hal tersebut menimbulkan permasalahan pada sistem transportasi yaitu mempengaruhi kinerja jaringan jalan khususnya kinerja simpang bersinyal di Kota Denpasar. Kinerja simpang bersinyal dipengaruhi oleh kapasitas dari pendekatnya dimana salah satu faktor yang mempengaruhinya adalah arus jenuh. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui perbandingan arus jenuh pada pendekat terlindung dan terlawan antara Metode MKJI dengan Time Slice. Hasil arus jenuh pada pendekat terlindung di Simpang Subita berdasarkan MKJI adalah 3,629 smp/jam hijau lebih besar 41.58% dibandingkan dengan Metode Time Slice yaitu 2,120 smp/jam hijau, sedangkan hasil arus jenuh pada pendekat terlawan di Simpang Waribang berdasarkan Metode Time Slice adalah 2,971 smp/jam hijau lebih besar 37.49% dibandingkan dengan MKJI yaitu 1,857 smp/jam hijau.

Kata kunci: Arus Jenuh, Pendekat Terlindung dan Terlawan, MKJI, Time Slice

Commented [Ar1]: Berdasarkan hasil review, masih diperlukan perbaikan untuk dapat diterima pada jurnal PADURAKSA. Untuk lebih detail dapat dilihat pada komentar di masing-masing sub bab.

Hasil pengecekan plagiarisme dengan turnitine menunjukkan adanya tingkat kemiripan sebesar 33%. Mohon diberikan sumber atau parafrasekan kalimat-kalimat yang dikutip dari artikel lainnya agar hasil pengecekan plagiarismenya menjadi lebih kecil dari 20%.

Mohon perhatikan bagian abstrak dan pembahasannya.

Commented [Ar2]: Penulis 2 dan 3 dari institusi mana?

Commented [Ar3]: As many as 33% of

Commented [Ar4]: Signalized intersection? Mohon diperiksa kembali istilah bahasa inggrisnya.

Commented [Ar5]: Mohon diperiksa kembali istilah bahasa inggrisnya.

Commented [Ar6]: cek bahasa inggris dari pendekat. Intersection leg?

Commented [Ar7]: Protected intersection leg.

Commented [Ar8]: Apa maksudnya?

Commented [Ar9]: Perhatikan penyusunan kalimat agar menggunakan SPOK yang benar.

1 PENDAHULUAN

Denpasar adalah ibu Kota dari provinsi Bali, yang merupakan pusat dari semua kegiatan masyarakat mulai dari bidang pendidikan, ekonomi, pemerintahan dan hiburan (Kariyana dkk., 2019). Jumlah kendaraan di provinsi Bali pada tahun 2019 adalah sebanyak 4,352,592 kendaraan sedangkan jumlah kendaraan di Kota Denpasar sebanyak 1,420,997 kendaraan (BPS, 2020). Hal tersebut menunjukkan bahwa kepemilikan kendaraan di Kota Denpasar adalah sebesar 33% dari total kendaraan yang ada di provinsi Bali, belum lagi ditambah dengan kendaraan logistik dan angkutan umum antar Kota maupun antar provinsi serta kendaraan umum yang melintasi jaringan jalan di Kota Denpasar untuk bekerja, berekreasi ataupun hanya melewati Kota Denpasar ke kabupaten lainnya. Hal ini berdampak pada timbulnya permasalahan pada sistem transportasi di Kota Denpasar yang mempengaruhi kinerja jaringan jalan khususnya kinerja simpang bersinyal di Kota Denpasar.

Pada Manual Kapasitas Jalan Indonesia (MKJI) 1997 disebutkan bahwa simpang bersinyal adalah suatu persimpangan yang terdiri dari beberapa pendekat dan dilengkapi Alat Pemberi Isyarat Lampu Lalu Lintas (APILL). Terdapat dua tipe pendekat pada simpang

bersinyal yaitu pendekat terlindung (*P/Protected*) dan pendekat terlawan (*O/Opposed*), dimana pendekat terlindung merupakan pendekat dengan keberangkatan tanpa terjadinya konflik sedangkan pendekat terlawan merupakan pendekat dengan keberangkatan yang mengalami konflik. Salah satu hal yang mempengaruhi kinerja dari suatu simpang bersinyal adalah kapasitas dari masing-masing pendekatnya. Terdapat beberapa faktor yang mempengaruhi kapasitas dari pendekat pada simpang bersinyal salah satunya adalah arus jenuh. Arus jenuh adalah besarnya keberangkatan antrian didalam suatu pendekat selama kondisi yang ditentukan yang dinyatakan dalam smp/jam hijau. Ketika jumlah antrian yang ada melebihi kapasitas arus jenuh maka kinerja simpang bersinyal menjadi menurun. Penentuan arus jenuh pada pendekat di simpang bersinyal pada umumnya menggunakan ketentuan yang terdapat pada MKJI.

Berdasarkan penelitian terdahulu tentang arus jenuh pada pendekat simpang bersinyal di Kota Denpasar oleh Kariyana dkk. (2019) di Simpang Sudirman-Yos Sudarso dengan tinjauan Pendekat Yos Sudarso diperoleh arus jenuh menggunakan MKJI 1997 adalah sebesar 2,100 smp/jam lebih kecil dibandingkan arus jenuh

menggunakan Metode *Time Slice* untuk *slice* 3 detik dan 6 detik secara berturut-turut adalah 2,350 smp/jam dan 2,398 smp/jam, sehingga perlu dilakukan penyesuaian terhadap ketentuan yang terdapat pada MKJI sesuai dengan kondisi lalu lintas yang ada saat ini. Sedangkan pada penelitian lainnya oleh Negara dkk. (2019) di Simpang Gatot Subroto-Kebo Iwa dengan tinjauan Pendekat Gatot Subroto diperoleh arus jenuh untuk lajur gabungan relatif sama antara Metode *Time Slice* dengan MKJI 1997 dimana nilai arus jenuh berdasarkan Metode *Time Slice* sebesar 3,856 smp/jam dan MKJI 1997 sebesar 3,855 smp/jam, sehingga Metode MKJI masih valid diaplikasikan untuk analisis perancangan, perencanaan dan operasional simpang bersinyal pada kondisi geometrik, lalu lintas dan lingkungan tertentu. Kedua penelitian tersebut dilakukan pada pendekatan tipe terlindung tetapi menghasilkan kesimpulan yang berbeda terhadap penggunaan MKJI dalam perhitungan arus jenuh. Oleh sebab itu, maka peneliti ingin mengetahui lebih lanjut tentang perbedaan nilai arus jenuh pada pendekatan tipe terlawan maupun terlindung antara Metode MKJI 1997 dan Metode *Time Slice*.

2 KAJIAN PUSTAKA

Arus lalu-lintas berinteraksi dengan sistem jaringan transportasi. Arus

maksimum yang dapat melewati suatu ruas jalan biasa disebut kapasitas ruas jalan. Arus maksimum yang dapat melewati suatu titik pada simpang bersinyal biasa disebut arus jenuh (Tamin, 2000).

2.1 Arus Lalu Lintas

Arus lalu lintas adalah jumlah unsur lalu-lintas yang melalui titik tak terganggu dihilu pendekat per satuan waktu (Anonim, 1997). Arus lalu lintas (Q) untuk setiap pergerakan kendaraan yaitu lurus (Q_{ST}), belok kiri (Q_{LT}) dan belok kanan (Q_{RT}) dikonversi dari kendaraan per jam menjadi satuan mobil penumpang (smp) per jam menggunakan ekivalen mobil penumpang (emp) untuk masing-masing tipe pendekat (Anonim, 1997), dimana besaran nilai emp dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Nilai emp pada simpang bersinyal

Jenis Kendaraan	emp	
	Terlindung	Terlawan
Kendaraan Ringan (LV)	1.0	1.0
Kendaraan Berat (HV)	1.3	1.3
Sepeda Motor (MC)	0.2	0.4

Sumber: Anonim, 1997

Perhitungan arus lalu lintas kendaraan bermotor dilakukan per satuan jam untuk satu atau lebih periode, misalnya didasarkan pada kondisi arus lalu-lintas rencana jam puncak pagi, siang dan sore seperti yang dinyatakan dalam persamaan 1:

Commented [Ar10]: Beberapa kalimat mohon diberikan sitasi atau kutipan, karena merupakan kajian pustaka.

$$Q=Q_{LV}+Q_{HV} \cdot emp_{HV}+Q_{MC} \cdot emp_{MC} \quad (1)$$

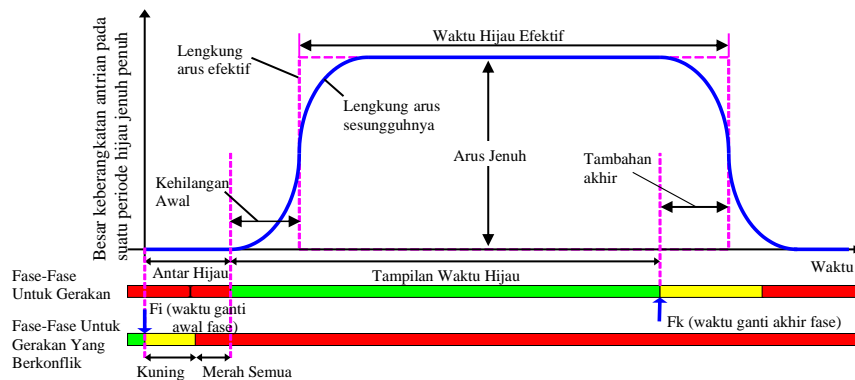
2.2 Arus Jenuh

Berdasarkan Pedoman Kapasitas Jalan Indonesia tahun 2014, kapasitas pendekat pada simpang bersinyal dipengaruhi oleh beberapa faktor, yaitu nilai arus jenuh (S), waktu hijau efektif (g) dan waktu siklus (c) seperti yang dinyatakan dalam persamaan 2:

$$C=S \times g/c \quad (2)$$

Arus Jenuh merupakan arus maksimal yang bisa dilewatkan pendekat simpang bersinyal saat lampu menyala

hijau (Transportation Research Board, 2000). Permulaan arus berangkat dapat menyebabkan 'Kehilangan awal' dari waktu hijau efektif, sedangkan arus berangkat setelah akhir waktu hijau menyebabkan suatu 'Tambahkan akhir' dari waktu hijau efektif. Pada saat lampu merah arus masih sangat besar itu disebabkan karena saat lampu merah menyala masih ada waktu tambahan akhir untuk meghabiskan semua arus lalu lintas di mulut simpang, dan pada saat itu lampu merah menyala di seluruh pendekat. Hal tersebut ditunjukkan pada Gambar 1.



Gambar 1. Model dasar untuk arus jenuh
(Sumber: Anonim, 1997)

2.2.1 Metode MKJI 1997

Arus jenuh (S) merupakan hasil perkalian dari arus jenuh dasar (S_0) dengan faktor penyesuaian (F) sebagai akibat dari penyimpangan kondisi ideal yang telah

ditetapkan sebelumnya. Arus jenuh dasar yaitu besarnya keberangkatan antrian di dalam pendekat selama kondisi ideal (smp/jam hijau) sedangkan faktor penyesuaian dilakukan menurut ukuran kota (CS), Hambatan Samping (SF),

kelandaian (G), Parkir (P), gerakan membelok (RT, LT) seperti yang dinyatakan dalam persamaan 3.

$$S=S_0 \times F_{CS} \times F_{SF} \times F_G \times F_P \times F_{RT} \times F_{LT} \quad (3)$$

2.2.2 Metode Time Slice

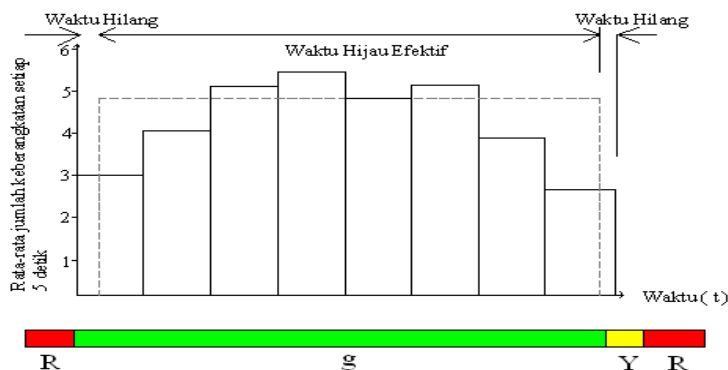
Perhitungan arus jenuh dilakukan berdasarkan data yang diperoleh dari lapangan. Metode ini dikenal dengan metode pengukuran arus jenuh dengan Metode *Time Slice*. Dasar metode ini adalah membagi setiap periode hijau pada kondisi jenuh dan selanjutnya:

a. Merata-ratakan arus lalu lintas dalam kondisi jenuh yang bebas dari pengaruh

waktu hilang untuk memperoleh nilai arus jenuh.

b. Menggunakan arus lalu lintas pada *slice* yang terpengaruh oleh kehilangan awal dan waktu kuning untuk memperoleh waktu hilang.

Periode hijau dalam hal ini adalah tampilan waktu hijau ditambah waktu kuning. Arus jenuh adalah rata-rata arus pada kondisi jenuh pada waktu hijau, tanpa menyertakan nilai arus pada *slice* awal dan *slice* akhir (Fadli dan Elkhasnet, 2012) seperti yang terlihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Pengukuran arus jenuh dengan Metode *Time Slice*
(Sumber: Fadli & Elkhasnet, 2012)

3 METODE PENELITIAN

3.1 Lokasi Penelitian

Berdasarkan pengamatan awal pada beberapa simpang di Kota Denpasar maka

ditentukan lokasi studi penelitian untuk pendekatan terlindung yaitu pendekatan barat di Simpang Subita dan untuk pendekatan terlawan yaitu pendekatan barat di Simpang Waribang. Kedua simpang dipilih karena merupakan salah satu akses menuju

kawasan tujuan pergerakan sehingga memiliki volume lalu lintas yang cukup padat dan sering terjadi antrian kendaraan saat memasuki simpang pada jam-jam sibuk. Selain itu kedua simpang belum pernah digunakan sebagai tinjauan untuk studi penelitian terkait arus jenuh. Peta Lokasi kedua simpang dapat dilihat pada Gambar 3 dan 4.



Gambar 3. Peta Lokasi Simpang Subita
(Sumber: Google Map, 2020)

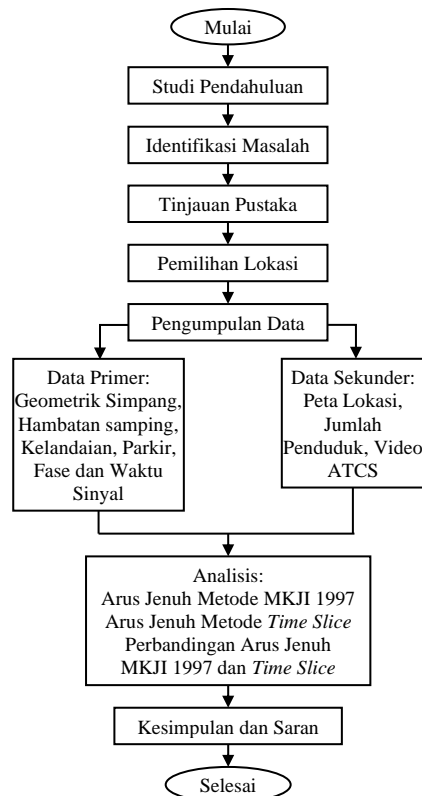


Gambar 4. Peta Lokasi Simpang Waribang
(Sumber: Google Map, 2020)

3.2 Tahapan Penelitian

Penelitian dilakukan menggunakan metode kuantitatif dimana data penelitiannya diperoleh dengan survei langsung di lapangan seperti geometrik simpang, fase dan waktu sinyal lalu-lintas serta data dari instansi terkait berupa jumlah

penduduk dan rekaman *Area Traffic Control System* (ATCS) yang selanjutnya dianalisis sesuai dengan ketentuan yang terdapat pada MKJI maupun dengan Metode *Time Slice*. Tahapan penelitian dapat dilihat pada Gambar 5.



Gambar 5. Diagram alir penelitian

4 HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Data Geometrik Simpang

Pengukuran geometrik simpang dilakukan di kedua simpang pada hari rabu

tanggal 11 Maret 2020 mulai pukul 09.00 WITA dimana lebar efektif untuk pendekat barat (terlindung) di Simpang Subita adalah 6.4 meter, sedangkan lebar efektif untuk pendekat barat (terlawan) di Simpang Waribang adalah 4.1 meter.

4.2 Data Penduduk

Berdasarkan data Badan Pusat Statistik Provinsi Bali pada Tahun 2019 jumlah penduduk Kota Denpasar adalah 947.1 ribu jiwa.

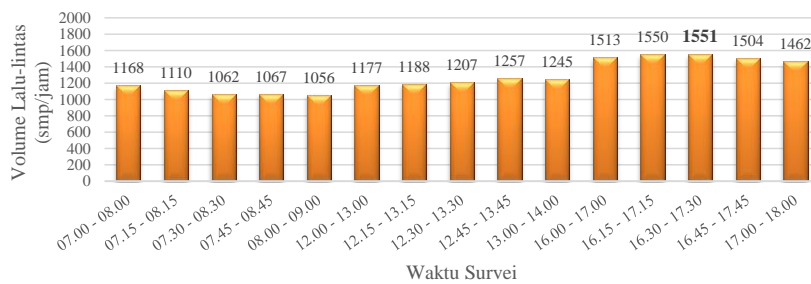
4.3 Data Hambatan Samping

Berdasarkan survei di Simpang Subita dan Waribang diperoleh hasil untuk

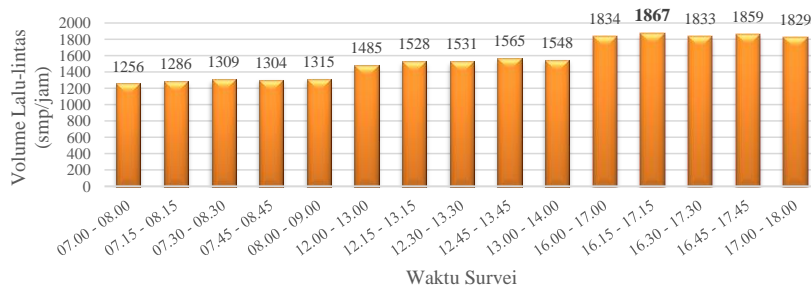
masing-masing pendekat barat termasuk dalam tipe lingkungan komersial dengan kelas hambatan samping rendah.

4.4 Penentuan Jam Puncak

Survei arus pergerakan dan volume lalu lintas dilakukan pada jam sibuk pagi, siang dan sore dimana satu jam dengan arus tertinggi digunakan untuk analisis arus jenuh. Penentuan jam puncak pada pendekat terlindung di Simpang Subita dan pendekat terlawan di Simpang Waribang dapat dilihat pada Gambar 6 dan 7.



Gambar 6. Penentuan jam puncak di Simpang Subita



Gambar 7. Penentuan jam puncak di Simpang Waribang

Pada Gambar 6 dapat dilihat jam puncak untuk pendekatan barat di Simpang Subita terjadi pada pukul 16.30-17.30 WITA dengan arus sebesar 1,551 smp/jam, sedangkan pada Gambar 7 dapat dilihat jam puncak untuk pendekatan barat di Simpang Waribang terjadi pada pukul 16.15-17.15 WITA dengan arus sebesar 1,867 smp/jam.

4.5 Rasio Kendaraan

Perhitungan rasio kendaraan dilakukan pada pendekatan simpang yang ditinjau saat jam puncaknya dimana untuk rasio kendaraan bermotor (belok kiri (P_{LT}) dan belok kanan (P_{RT})) diperoleh dari perbandingan antara arus pergerakan (belok kiri (Q_{LT}) atau belok kanan (Q_{RT})) dengan total arus lalu-lintas (Q_{MV}), sedangkan rasio kendaraan tidak bermotor (P_{UM}) diperoleh dari perbandingan antara arus kendaraan tidak bermotor (Q_{UM}) dengan total arus kendaraan bermotor (Q_{MV}) seperti yang terlihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Rasio kendaraan saat jam puncak

	Pendekat	
	Terlindung	Terlawan
Q_{LT} (smp/jam)	23	82.8
Q_{RT} (smp/jam)	239.5	99.8
Q_{MV} (smp/jam)	1,001	1,867
Q_{UM} (kend/jam)	8	8
Q_{MV} (kend/jam)	3,195	3,824
P_{LT}	0.023	0.044
P_{RT}	0.239	0.053
P_{UM}	0.003	0.002

4.6 Data Sinyal Lalu-Lintas

Data sinyal lalu-lintas saat jam puncak yang diperoleh pada pendekatan barat di Simpang Subita meliputi waktu sinyal merah, kuning dan hijau dalam satu siklus secara berurutan adalah 72 detik, 3 detik dan 29 detik. Sedangkan waktu sinyal merah, kuning dan hijau dalam satu siklus secara berurutan pada pendekatan barat di Simpang Waribang adalah 31 detik, 5 detik dan 43 detik.

4.7 Analisis Arus Jenuh MKJI 1997

Dengan menggunakan persamaan 3 diperoleh nilai arus jenuh (S) pada pendekatan simpang yang ditinjau yaitu pendekatan terlindung di Simpang Subita adalah 3,629 smp/jam dan pendekatan terlawan di Simpang Waribang adalah 1,857 smp/jam seperti yang ditunjukkan pada Tabel 3.

Tabel 3. Analisis arus jenuh MKJI 1997

	Pendekat	
	Terlindung	Terlawan
S_0 (smp/jam)	3,840	2,080
F_{CS}	0.94	0.94
F_{SF}	0.95	0.95
F_G	1	1
F_P	1	1
F_{RT}	1.06	-
F_{LT}	0.99	-
S (smp/jam)	3,629	1,857

4.8 Analisis Arus Jenuh *Time Slice*

Perhitungan arus jenuh dengan Metode *Time Slice* diawali dengan penentuan waktu irisan (*slice*) sebagai interval waktu pencatatan volume lalu-

Commented [Ar11]: Mohon ditambahkan diagram fase agar pembaca lebih mudah memahami.

lintas pada pendekat yang ditinjau. Waktu irisan pada pendekat terlindung di Simpang Subita adalah 4 detik dimana periode hijauanya adalah 32 detik sehingga terdapat 8 bagian waktu irisan. Sedangkan waktu irisan pada pendekat terlawan di Simpang Waribang adalah 6 detik dimana periode hijauanya adalah 48 detik sehingga terdapat 8 bagian waktu irisan. Nilai arus jenuh tiap waktu irisan pada masing-masing pendekat dapat dilihat pada Tabel 4 dan 5.

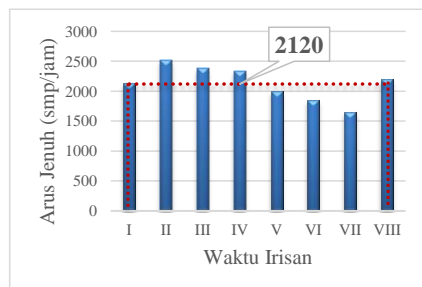
Tabel 4. Arus jenuh pada pendekat terlindung di Simpang Subita

Irisan 4 detik	Arus Jenuh	
	smp/4detik	smp/jam
I (0-4 detik)	3.5	2,123
II (4-8 detik)	4.2	2,511
III (8-12 detik)	4.0	2,374
IV (12-16 detik)	3.9	2,338
V (16-20 detik)	3.3	2,000
VI (20-24 detik)	3.1	1,851
VII (24-28 detik)	2.7	1,646
VIII (28-32 detik)	3.7	2,199

$$S = \frac{\sum_{i=1}^n X_i}{n}$$

$$= \frac{2511 + 2374 + 2338 + 2000 + 1851 + 1646}{6}$$

$$= 2120$$



Gambar 8. Diagram arus jenuh pendekat terlindung di Simpang Subita

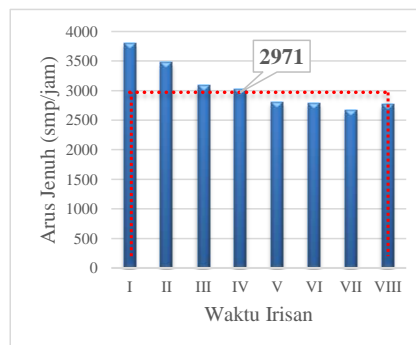
Tabel 5. Arus jenuh pada pendekat terlawan di Simpang Waribang

Irisan 6 detik	Arus Jenuh	
	smp/6detik	smp/jam
I (0-6 detik)	6.3	3,796
II (6-12 detik)	5.8	3,469
III (12-18 detik)	5.1	3,081
IV (18-24 detik)	5.0	3,027
V (24-30 detik)	4.7	2,795
VI (30-36 detik)	4.6	2,785
VII (36-42 detik)	4.5	2,672
VIII (42-48 detik)	4.6	2,766

$$S = \frac{\sum_{i=1}^n X_i}{n}$$

$$= \frac{3469 + 3081 + 3027 + 2795 + 2785 + 2672}{6}$$

$$= 2971$$



Gambar 9. Diagram arus jenuh pendekat terlawan di Simpang Waribang

Dari Gambar 8 dapat dilihat nilai arus jenuh pada pendekat terlindung di Simpang Subita adalah 2,120 smp/jam hijau, sedangkan dari Gambar 9 dapat dilihat nilai arus jenuh pada pendekat terlawan di Simpang Waribang adalah 2,971 smp/jam hijau.

4.9 Perbandingan Arus Jenuh antara Metode MKJI 1997 dan *Time Slice*

Perbandingan arus jenuh antara MKJI 1997 dengan Metode *Time Slice* pada pendekatan terlindung di Simpang Subita dan pendekatan terlawan di Simpang Waribang dapat dilihat pada Tabel 6.

Tabel 6. Perbandingan arus jenuh

Pendekat	Arus Jenuh (smp/jam)		
	MKJI	<i>Time Slice</i>	%
Terlindung	3,629	2,120	41.58
Terlawan	1,857	2,971	37.49

Berdasarkan data pada Tabel 6 dapat dilihat arus jenuh MKJI 1997 pada pendekatan terlindung hasilnya lebih besar 41.58% dibandingkan arus jenuh Metode *Time Slice* sedangkan arus jenuh Metode *Time Slice* pada pendekatan terlawan hasilnya lebih besar 37.49% dibandingkan arus jenuh MKJI 1997.

5 SIMPULAN DAN SARAN

5.1 Simpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan pada pendekatan terlindung di Simpang Subita dan pendekatan terlawan di Simpang Waribang diperoleh hasil sebagai berikut:

1. Arus jenuh pada pendekatan terlindung di Simpang Subita berdasarkan MKJI 1997 adalah 3,629 smp/jam hijau lebih besar 41.58% dibandingkan dengan Metode *Time Slice* yaitu 2,120 smp/jam hijau, sedangkan hasil arus jenuh pada

pendekat terlawan di Simpang Waribang berdasarkan Metode *Time Slice* adalah 2,971 smp/jam hijau lebih besar 37.49% dibandingkan dengan MKJI 1997 yaitu 1,857 smp/jam hijau.

2. Dari hasil penelitian terdahulu dan penelitian lainnya pada simpang bersinyal diperoleh nilai arus jenuh yang berbeda-beda jika perhitungannya menggunakan Metode *Time Slice*. Hal ini disebabkan karena Metode *Time Slice* menghasilkan arus jenuh nyata yang ada di lapangan.

5.2 Saran

Adapun saran yang bisa diberikan berdasarkan kesimpulan pada penelitian ini adalah:

1. Perlu dilakukan penelitian serupa pada lokasi yang memiliki karakteristik lalu-lintas yang sama meliputi geometrik, proporsi kendaraan dan tipe pendekat untuk menentukan metode yang relevan dalam penentuan arus jenuh.
2. Dalam perhitungan kinerja simpang bersinyal hendaknya menggunakan Metode *Time Slice* dalam penentuan arus jenuh sehingga diperoleh hasil kinerja yang sesuai dengan kondisi nyata di lapangan.

Commented [Ar12]: 2,120 vs 3,629; lebih kecil? Mohon di cek!

Commented [Ar13]: Bisa ditambahkan pembahasan penyebab arus jenuh kondisi saat ini cenderung lebih besar/kecil daripada besaran yang didapatkan dari MKJI 1997, berdasarkan beberapa literatur.

Commented [Ar14]: Pembahasan bisa ditambahkan mengenai karakteristik masing-masing simpang dan hasil pengukuran arus jenuh dari beberapa studi sebelumnya sehingga bisa memberikan insight yang lebih tajam.

6 DAFTAR PUSTAKA

- Anonim. (1997). *Manual Kapasitas Jalan Indonesia (MKJI)*. Jakarta: Direktorat Jenderal Bina Marga.
- Anonim. (2014). *Pedoman Kapasitas Jalan Indonesia (PKJI)*. Jakarta: Kementerian Pekerjaan Umum.
- Badan Pusat Statistik. (2020). *Provinsi Bali Dalam Angka 2020*. Denpasar: Badan Pusat Statistik Provinsi Bali.
- Fadli, S., Elkhassnet. (2012). Perbandingan Nilai Arus Jenuh pada Pendekat Simpang Dengan dan Tanpa Ruang Henti Khusus. *Jurnal Transportasi*, 12(3): 217-226.
- Kariyana, I. M., Ardana, P. D. H., Sumarda, G. (2019). *Analisis Arus Jenuh di Simpang Bersinyal dengan Metode Time Slice dan MKJI 1997 (Studi Kasus Simpang Sudirman – Yos Sudarso)*. Prosiding Seminar Nasional Peningkatan Mutu Perguruan Tinggi, 257–264. Tanjung Benoa-Bali: Universitas Mercu Buana Jakarta.
- Negara, N.W., Kwintaryana, P., Wibawa, I G.A.S.B. (2019). Perbandingan Nilai Saturation Flow antara Metode Time Slice dengan Pendekatan DPU 1997. (Studi Kasus: Persimpangan Jalan Kebo Iwa Dengan Jalan Arteri Gatot Subroto Barat). *Jurnal Spektran*, 7(2): 271–279.
- Tamin, O.Z. (2000). *Perencanaan dan Pemodelan Transportasi*. Bandung: ITB.
- Transportation Research Board. (2000). *Highway Capacity Manual*. Washington, DC: Transportation Research Board Publications.

Commented [Ar15]: Standar minimal jumlah referensi untuk jurnal PADURAKSA adalah 15 referensi dengan komposisi 80% berupa jurnal/prosiding dan 20% berupa buku. Mohon ditambahkan jumlah referensi terutama pada bagian pembahasan dan pendahuluan untuk studi-studi terkait sebelumnya.

ANALISIS PERBANDINGAN ARUS JENUH PADA PENDEKAT SIMPANG TERLINDUNG DAN TERLAWAN DENGAN METODE MKJI DAN METODE *TIME SLICE* Studi Kasus: Simpang Subita dan Simpang Waribang

I Made Kariyana¹⁾, Gede Sumarda²⁾, dan I Gede Aryanta Putra³⁾

1,2,3) Program Studi Teknik Sipil, Universitas Ngurah Rai, Denpasar, Bali

madekariyana@gmail.com

ABSTRACT

As many as 33% of vehicle ownership in Bali Province in 2019 was in Denpasar City, coupled with the passing of vehicles from outside the city to work and recreation to burden the road network in Denpasar City. This causes problems in the transportation system that affects the performance of the road network, especially the performance of *signalized intersection* in Denpasar City. The performance of the *signalized intersection* is affected by the capacity of the *approach* where one of the factors that affect it is saturation flow. This study aims to find out the comparison of saturation flow in protected and *opposed approach* between the IHCM and Time Slice Method. The saturation flow result in *the protected approach* in Simpang Subita based on IHCM is 3,629 *pcu* / green hours greater than 71.18% compared to the Time Slice Method which is 2,120 *pcu* / green hours, while the saturation flow result in the *opposed approach* in Simpang Waribang based on IHCM is 1,857 *pcu* / green hour smaller than 37.49% compared to the Time Slice Method which is 2,971 *pcu* / green hour.

Key word: Saturation Flow, Protected and Opposed Approach, IHCM, Time Slice

ABSTRAK

Sebanyak 33% kepemilikan kendaraan di Provinsi Bali pada tahun 2019 berada di Kota Denpasar, ditambah dengan melintasnya kendaraan dari luar kota untuk bekerja maupun berekreasi ikut membebani jaringan jalan di Kota Denpasar. Hal tersebut menimbulkan permasalahan pada sistem transportasi yaitu mempengaruhi kinerja jaringan jalan khususnya kinerja simpang bersinyal di Kota Denpasar. Kinerja simpang bersinyal dipengaruhi oleh kapasitas dari pendekatnya dimana salah satu faktor yang mempengaruhinya adalah arus jenuh. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui perbandingan arus jenuh pada pendekat terlindung dan terlawan antara Metode MKJI dengan Time Slice. Hasil arus jenuh pada pendekat terlindung di Simpang Subita berdasarkan MKJI adalah 3,629 smp/jam hijau lebih besar 71.18% dibandingkan dengan Metode Time Slice yaitu 2,120 smp/jam hijau, sedangkan hasil arus jenuh pada pendekat terlawan di Simpang Waribang berdasarkan MKJI adalah 1,857 smp/jam hijau lebih kecil 37.49% dibandingkan dengan Metode Time Slice yaitu 2,971 smp/jam hijau.

Kata kunci: Arus Jenuh, Pendekat Terlindung dan Terlawan, MKJI, Time Slice

1 PENDAHULUAN

Denpasar yang merupakan ibu Kota provinsi Bali adalah pusat dari kegiatan masyarakat seperti kegiatan pada bidang pemerintahan, pendidikan, ekonomi, maupun hiburan (Kariyana dkk., 2019). Jumlah kendaraan di provinsi Bali pada tahun 2019 adalah sebanyak 4,352,592 kendaraan sedangkan jumlah kendaraan di Kota Denpasar sebanyak 1,420,997 kendaraan (BPS, 2020). Hal tersebut menunjukkan bahwa kepemilikan kendaraan di Kota Denpasar adalah sebesar 33% dari total kendaraan yang ada di provinsi Bali, belum lagi ditambah dengan kendaraan logistik dan angkutan umum antar Kota maupun antar provinsi serta kendaraan umum yang melintasi jaringan jalan di Kota Denpasar untuk bekerja, berekreasi ataupun hanya melewati Kota Denpasar ke kabupaten lainnya. Hal ini berdampak pada timbulnya permasalahan pada sistem transportasi di Kota Denpasar yang mempengaruhi kinerja jaringan jalan yaitu kinerja dari simpang bersinyal.

Pada Manual Kapasitas Jalan Indonesia (MKJI) 1997 disebutkan bahwa simpang bersinyal adalah suatu persimpangan yang terdiri dari beberapa pendekat dan dilengkapi Alat Pemberi Isyarat Lampu Lalu Lintas (APILL). Terdapat dua tipe pendekat pada simpang

bersinyal yaitu pendekat terlindung (*P/Protected*) dan pendekat terlawan (*O/Opposed*), dimana pendekat terlindung merupakan pendekat dengan keberangkatan tanpa terjadinya konflik sedangkan pendekat terlawan merupakan pendekat dengan keberangkatan yang mengalami konflik. Salah satu hal yang mempengaruhi kinerja dari suatu simpang bersinyal adalah kapasitas dan arus lalu lintas dari masing-masing pendekatnya (Lubis, 2017). Terdapat beberapa faktor yang mempengaruhi kapasitas dari pendekat pada simpang bersinyal salah satunya adalah arus jenuh. Arus jenuh adalah volume maksimum kendaraan yang dapat melewati garis henti pada jalur pendekat saat lampu hijau (Balaka dan Yudistira, 2018). Ketika jumlah antrian yang ada melebihi kapasitas arus jenuh maka kinerja simpang bersinyal menjadi menurun (Bowoputro, dkk., 2014). Penentuan arus jenuh pada pendekat di simpang bersinyal pada umumnya menggunakan ketentuan yang terdapat pada MKJI.

Berdasarkan penelitian terdahulu tentang arus jenuh pada pendekat simpang bersinyal di Kota Denpasar oleh Kariyana dkk. (2019) pada Pendekat Yos Sudarso di Simpang Sudirman-Yos Sudarso dengan lebar efektif pendekat 6 meter diperoleh arus jenuh berdasarkan MKJI adalah

sebesar 2,100 smp/jam lebih kecil dibandingkan arus jenuh menggunakan Metode *Time Slice* untuk *slice* 3 detik yaitu 2,350 smp/jam dan untuk 6 detik adalah 2,398 smp/jam, sehingga perlu dilakukan penyesuaian terhadap ketentuan yang terdapat pada MKJI sesuai dengan kondisi lalu lintas terkini. Sedangkan penelitian lainnya oleh Negara dkk. (2019) pada Pendekat Gatot Subroto di Simpang Gatot Subroto-Kebo Iwa dengan lebar efektif pendekat 7.5 meter diperoleh arus jenuh yang relatif sama antara MKJI dan Metode *Time Slice* dimana nilai arus jenuh MKJI sebesar 3,855 smp/jam dan Metode *Time Slice* sebesar 3,856 smp/jam, sehingga Metode MKJI masih valid diaplikasikan untuk analisis perancangan, perencanaan dan operasional simpang bersinyal dengan kondisi geometrik, lalu lintas dan lingkungan tertentu. Kedua penelitian tersebut dilakukan pada pendekat tipe terlindung tetapi menghasilkan kesimpulan yang berbeda terhadap penggunaan MKJI dalam perhitungan arus jenuh. Oleh sebab itu, maka peneliti ingin mengetahui lebih lanjut tentang perbedaan nilai arus jenuh pada pendekat tipe terlindung maupun terlawan antara Metode MKJI dan Metode *Time Slice*.

2 KAJIAN PUSTAKA

Arus lalu lintas berinteraksi dengan sistem jaringan transportasi khususnya jalan di persimpangan. Persimpangan merupakan faktor terpenting dalam menentukan kapasitas dan waktu tempuh pada suatu jaringan jalan, terutama di daerah perkotaan (Susilo dan Solihin, 2011).

2.1 Arus Lalu Lintas

Arus lalu lintas sering dianggap sama dengan volume ataupun aliran lalu lintas karena mengandung pengertian jumlah kendaraan yang terdapat dalam ruang yang diukur pada interval waktu tertentu (Subandi dan Gunawan, 2017). Arus lalu lintas (Q) untuk setiap pergerakan kendaraan yaitu lurus (Q_{ST}), belok kanan (Q_{RT}) dan belok kiri (Q_{LT}) pada masing-masing tipe pendekat dirubah dari kendaraan per jam menjadi satuan mobil penumpang (smp) per jam dengan ekuivalen mobil penumpang (emp) (Anonim, 1997), dimana besaran nilai emp dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Nilai emp pada simpang bersinyal

Jenis Kendaraan	emp	
	Terlindung	Terlawan
Kendaraan Ringan (LV)	1.0	1.0
Kendaraan Berat (HV)	1.3	1.3
Sepeda Motor (MC)	0.2	0.4

Sumber: Anonim, 1997

Dalam MKJI perhitungan arus lalu lintas kendaraan bermotor dilakukan setiap satu jam pada satu atau beberapa periode, berdasarkan kondisi arus lalu lintas pada jam puncak pagi, siang dan sore seperti yang dinyatakan dalam persamaan 1:

$$Q=Q_{LV}+Q_{HV}\cdot emp_{HV}+Q_{MC}\cdot emp_{MC} \quad (1)$$

2.2 Arus Jenuh

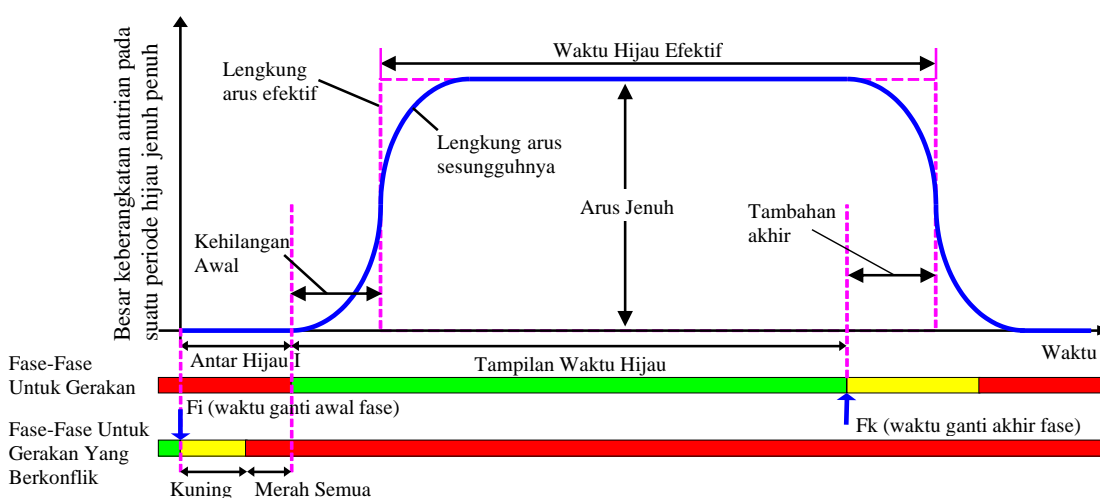
Arus maksimum yang berhasil dilewatkan pada suatu ruas jalan disebut dengan kapasitas ruas jalan. Arus maksimum yang dapat melewati suatu titik pada simpang bersinyal biasa disebut dengan arus jenuh (Tamin, 2000).

Berdasarkan Pedoman Kapasitas Jalan Indonesia (PKJI) tahun 2014, kapasitas pendekat pada simpang bersinyal dipengaruhi oleh beberapa faktor, yaitu nilai arus jenuh (S), waktu hijau efektif (g)

dan waktu siklus (c) seperti yang dinyatakan dalam persamaan 2:

$$C=S\times g/c \quad (2)$$

Dalam Transportation Research Board (2000) disebutkan bahwa arus jenuh merupakan arus maksimal yang bisa dilewatkan pendekat simpang bersinyal saat lampu menyala hijau. Permulaan arus berangkat dapat menyebabkan 'Kehilangan awal' dari waktu hijau efektif, sedangkan arus yang berangkat setelah akhir dari waktu hijau dapat menyebabkan suatu 'Tambahkan akhir' dari waktu hijau efektif. Pada saat lampu merah arus masih sangat besar itu disebabkan karena saat lampu merah menyala masih ada waktu tambahan akhir untuk meghabiskan semua arus lalu lintas di mulut simpang, dan pada saat itu lampu merah menyala di seluruh pendekat. Hal tersebut ditunjukkan pada Gambar 1.



Gambar 1. Model dasar untuk arus jenuh
(Sumber: Anonim, 1997)

2.2.1 Metode MKJI 1997

Arus jenuh (S) merupakan hasil perkalian dari arus jenuh dasar (S_0) dengan faktor penyesuaian (F) sebagai akibat dari penyimpangan kondisi ideal yang telah ditetapkan sebelumnya. Arus jenuh dasar dihitung berdasarkan konsep lebar efektif pendekat pada simpang bersinyal (lubis dan surbakti, 2017) yaitu besarnya keberangkatan antrian pada pendekat selama kondisi ideal (smp/jam hijau) yang dinyatakan dalam persamaan 3. Sedangkan faktor penyesuaian dilakukan menurut ukuran kota (CS), Hambatan Samping (SF), kelandaian (G), Parkir (P), gerakan membelok (RT , LT) seperti yang dinyatakan dalam persamaan 4.

$$S_0 = 600 \times W_e \quad (3)$$

$$S = S_0 \times F_{CS} \times F_{SF} \times F_G \times F_P \times F_{RT} \times F_{LT} \quad (4)$$

2.2.2 Metode *Time Slice*

Metode pengukuran arus jenuh yang dilakukan berdasarkan data yang diperoleh langsung di lapangan dikenal dengan Metode *Time Slice*. Arus jenuh dinyatakan dalam satuan unit kendaraan per-jam (kendaraan/jam waktu hijau atau smp/jam waktu hijau ditentukan dengan mengamati saat kendaraan mulai bergerak saat awal waktu hijau (dalam antrian) menggunakan

periode hijau yang lebih kecil (Nguyen dan Montgomery, 2007). Dasar metode ini adalah membagi setiap periode hijau pada kondisi jenuh dan selanjutnya:

- Merata-ratakan arus lalu lintas dalam kondisi jenuh yang bebas dari pengaruh waktu hilang untuk memperoleh nilai arus jenuh.
- Menggunakan arus lalu lintas pada *slice* yang terpengaruh oleh kehilangan awal dan waktu kuning untuk memperoleh waktu hilang.

Periode hijau yang dimaksud adalah penjumlahan dari tampilan waktu hijau dan waktu kuning. Arus jenuh adalah rata-rata arus pada kondisi jenuh selama waktu hijau, tanpa menyertakan nilai arus pada *slice* awal dan *slice* akhir (Fadli dan Elkhasnet, 2012) seperti yang terlihat pada Gambar 2.

Rumus yang digunakan dalam perhitungan arus jenuh dengan Metode *Time Slice* menggunakan persamaan 5 (Panjaitan, dkk., 2018).

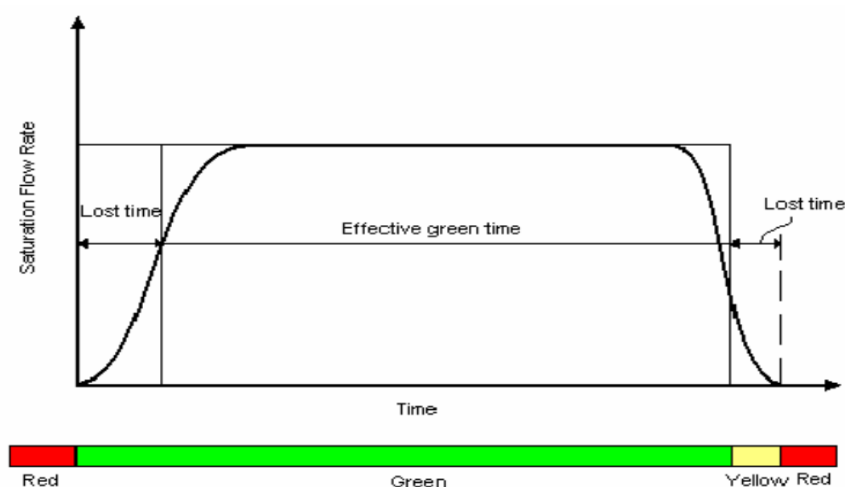
$$S = Q \times \frac{3600}{t} \quad (5)$$

Dimana,

S: Arus Jenuh (smp/jam)

Q: Arus Lalu lintas (smp/t detik)

T: Waktu Irisan/*Slice* (detik)

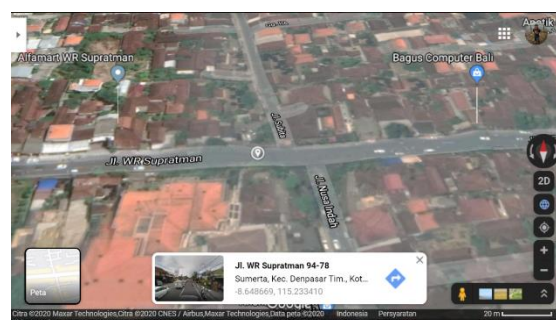


Gambar 2. Pengukuran arus jenuh dengan Metode *Time Slice*
(Sumber: [Nguyen, 2016](#))

3 METODE PENELITIAN

3.1 Lokasi Penelitian

Berdasarkan pengamatan awal pada beberapa simpang di Kota Denpasar maka ditentukan lokasi studi penelitian untuk pendekatan terlindung adalah pendekatan barat di Simpang Subita dan untuk pendekatan terlawan adalah pendekatan barat di Simpang Waribang. Kedua simpang dipilih karena merupakan salah satu akses menuju kawasan tujuan pergerakan sehingga memiliki volume lalu lintas yang cukup padat dan sering terjadi antrian kendaraan saat memasuki simpang pada jam-jam sibuk. Selain itu kedua simpang belum pernah digunakan sebagai tinjauan untuk studi penelitian terkait arus jenuh. Peta Lokasi kedua simpang dapat dilihat pada Gambar 3 dan 4.



Gambar 3. Peta Lokasi Simpang Subita
(Sumber: *Google Map*, 2020)

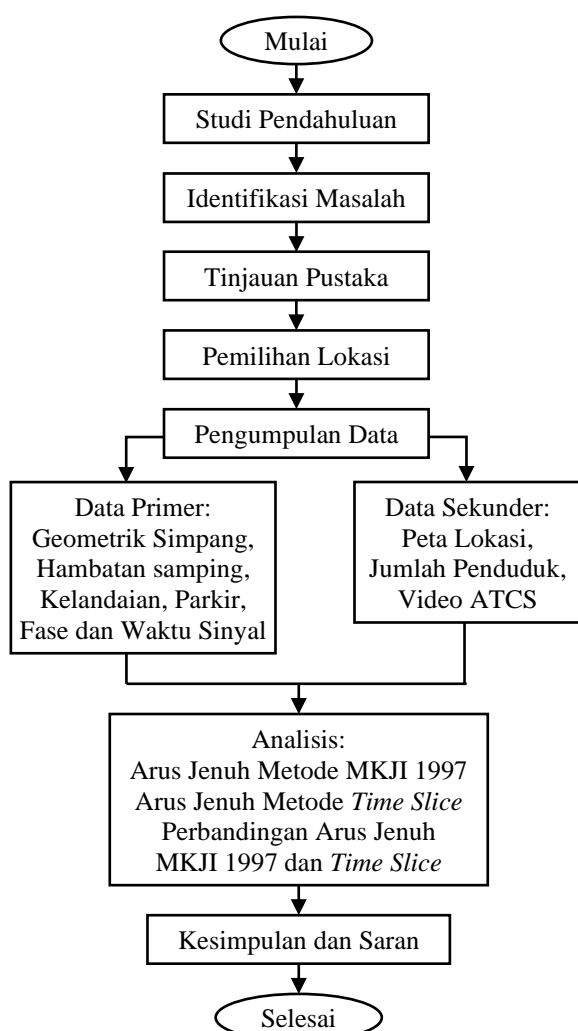


Gambar 4. Peta Lokasi Simpang Waribang
(Sumber: *Google Map*, 2020)

3.2 Tahapan Penelitian

Penelitian dilakukan menggunakan metode kuantitatif dimana data

penelitiannya diperoleh dengan survei langsung di lapangan seperti geometrik simpang, fase dan waktu sinyal lalu-lintas serta data dari instansi terkait berupa jumlah penduduk dan rekaman *Area Traffic Control System* (ATCS) yang selanjutnya dianalisis sesuai dengan ketentuan yang terdapat pada MKJI maupun dengan Metode *Time Slice*. Tahapan penelitian dapat dilihat pada Gambar 5.



Gambar 5. Diagram alir penelitian

4 HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Data Geometrik Simpang

Pengukuran geometrik simpang dilakukan di kedua simpang pada hari rabu tanggal 11 Maret 2020 mulai pukul 09.00 WITA dimana lebar efektif untuk pendekatan barat (terlindung) di Simpang Subita adalah 6.4 meter, sedangkan lebar efektif untuk pendekatan barat (terlawan) di Simpang Waribang adalah 4.1 meter.

4.2 Data Penduduk

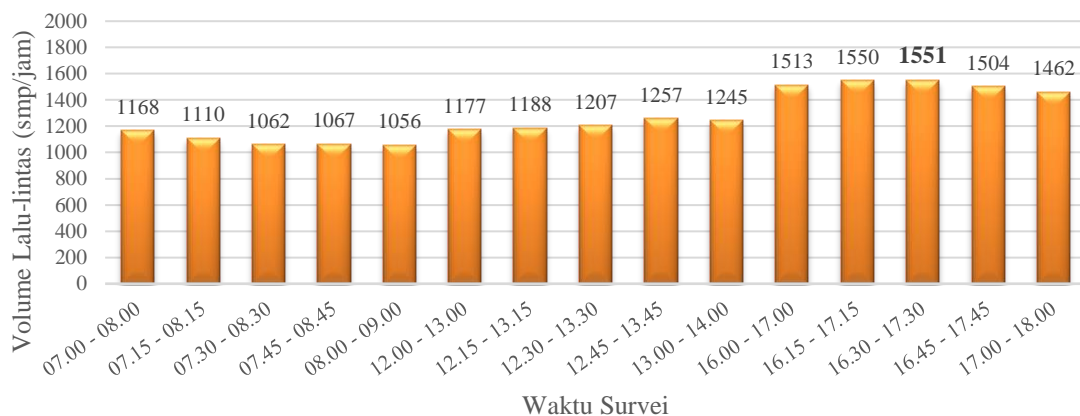
Berdasarkan data Badan Pusat Statistik Provinsi Bali pada Tahun 2019 jumlah penduduk Kota Denpasar adalah 947.1 ribu jiwa.

4.3 Data Hambatan Samping

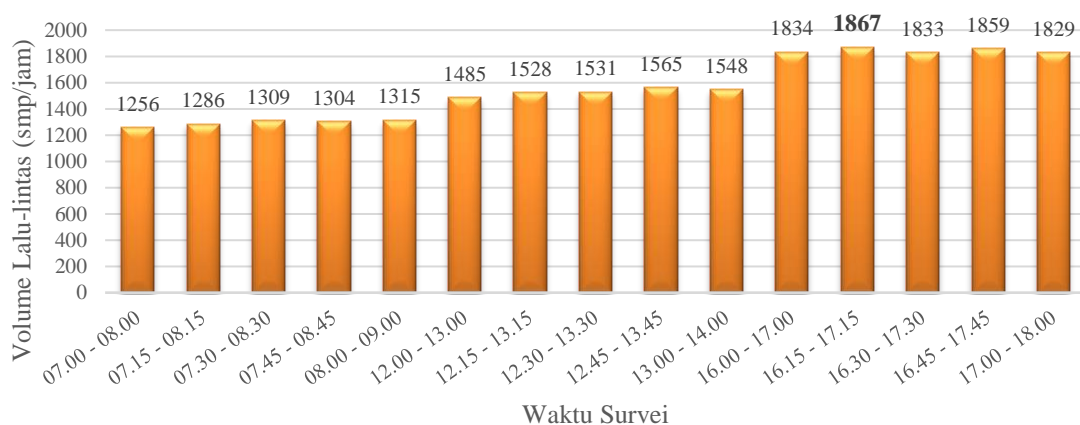
Berdasarkan survei di Simpang Subita dan Waribang diperoleh hasil untuk masing-masing pendekatan barat termasuk dalam tipe lingkungan komersial dengan kelas hambatan samping rendah.

4.4 Penentuan Jam Puncak

Survei arus pergerakan dan volume lalu lintas dilakukan pada jam sibuk pagi, siang dan sore dimana satu jam dengan arus tertinggi digunakan untuk analisis arus jenuh. Penentuan jam puncak pada pendekatan terlindung di Simpang Subita dan pendekatan terlawan di Simpang Waribang dapat dilihat pada Gambar 6 dan 7.



Gambar 6. Penentuan jam puncak di Simpang Subita



Gambar 7. Penentuan jam puncak di Simpang Waribang

Pada Gambar 6 dapat dilihat jam puncak untuk pendekat barat di Simpang Subita terjadi pada pukul 16.30-17.30 WITA dengan arus sebesar 1,551 smp/jam, sedangkan pada Gambar 7 dapat dilihat jam puncak untuk pendekat barat di Simpang Waribang terjadi pada pukul 16.15-17.15 WITA dengan arus sebesar 1,867 smp/jam.

4.5 Rasio Kendaraan

Perhitungan rasio kendaraan dilakukan pada pendekat simpang yang

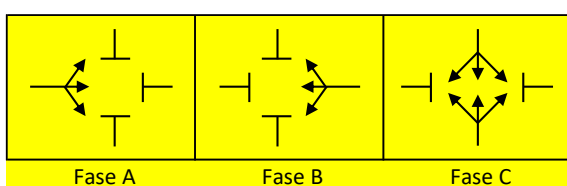
ditinjau saat jam puncaknya dimana untuk rasio kendaraan bermotor (belok kiri (P_{LT}) dan belok kanan (P_{RT})) diperoleh dari perbandingan antara arus pergerakan (belok kiri (Q_{LT}) atau belok kanan (Q_{RT})) dengan total arus lalu-lintas (Q_{MV}), sedangkan rasio kendaraan tidak bermotor (P_{UM}) diperoleh dari perbandingan antara arus kendaraan tidak bermotor (Q_{UM}) dengan total arus kendaraan bermotor (Q_{MV}) seperti yang terlihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Rasio kendaraan saat jam puncak

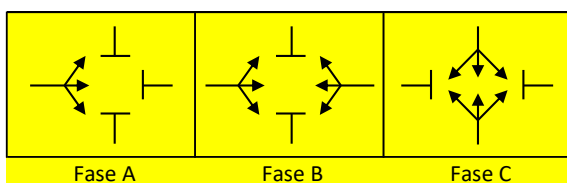
	Pendekat	
	Terlindung	Terlawan
Q_{LT} (smp/jam)	23	82.8
Q_{RT} (smp/jam)	239.5	99.8
Q_{MV} (smp/jam)	1,001	1,867
Q_{UM} (kend/jam)	8	8
Q_{MV} (kend/jam)	3,195	3,824
P_{LT}	0.023	0.044
P_{RT}	0.239	0.053
P_{UM}	0.003	0.002

4.6 Data Sinyal Lalu Lintas

Data sinyal lalu-lintas saat jam puncak yang diperoleh pada pendekat barat di Simpang Subita meliputi waktu sinyal merah, kuning dan hijau dalam satu siklus secara berurutan adalah 72 detik, 3 detik dan 29 detik. Sedangkan waktu sinyal merah, kuning dan hijau dalam satu siklus secara berurutan pada pendekat barat di Simpang Waribang adalah 31 detik, 5 detik dan 43 detik. **Fase lalu lintas di simpang subita dan waribang dapat dilihat pada Gambar 8 dan 9.**



Gambar 8. Diagram fase lalu lintas Simpang Subita



Gambar 9. Diagram fase lalu lintas Simpang Waribang

4.7 Analisis Arus Jenuh MKJI 1997

Dengan menggunakan persamaan 3 diperoleh nilai arus jenuh (S) pada pendekat simpang yang ditinjau yaitu pendekat terlindung di Simpang Subita adalah 3,629 smp/jam dan pendekat terlawan di Simpang Waribang adalah 1,857 smp/jam seperti yang ditunjukkan pada Tabel 3.

Tabel 3. Analisis arus jenuh MKJI 1997

	Pendekat	
	Terlindung	Terlawan
S_o (smp/jam)	3,840	2,080
F_{CS}	0.94	0.94
F_{SF}	0.95	0.95
F_G	1	1
F_P	1	1
F_{RT}	1.06	-
F_{LT}	0.99	-
S (smp/jam)	3,629	1,857

4.8 Analisis Arus Jenuh *Time Slice*

Perhitungan arus jenuh dengan Metode *Time Slice* diawali dengan penentuan waktu irisan (*slice*) sebagai interval waktu pencatatan volume lalu-lintas pada pendekat yang ditinjau. Waktu irisan pada pendekat terlindung di Simpang Subita adalah 4 detik dimana periode hijaunya adalah 32 detik sehingga terdapat 8 bagian waktu irisan. Sedangkan waktu irisan pada pendekat terlawan di Simpang Waribang adalah 6 detik dimana periode hijaunya adalah 48 detik sehingga terdapat 8 bagian waktu irisan. Nilai arus jenuh tiap waktu irisan pada masing-masing pendekat dapat dilihat pada Tabel 4 dan 5.

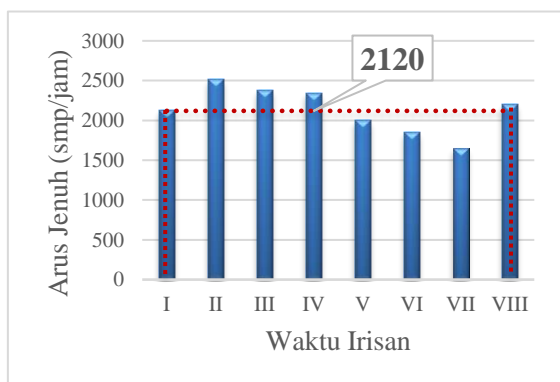
Tabel 4. Arus jenuh pada pendekatan terlindung di Simpang Subita

Irisan 4 detik	Arus Jenuh	
	smp/4detik	smp/jam
I (0-4 detik)	3.5	2,123
II (4-8 detik)	4.2	2,511
III (8-12 detik)	4.0	2,374
IV (12-16 detik)	3.9	2,338
V (16-20 detik)	3.3	2,000
VI (20-24 detik)	3.1	1,851
VII (24-28 detik)	2.7	1,646
VIII (28-32 detik)	3.7	2,199

$$S = \frac{\sum_{i=1}^n x_i}{n}$$

$$= \frac{2511 + 2374 + 2338 + 2000 + 1851 + 1646}{6}$$

$$= 2120$$



Gambar 10. Diagram arus jenuh pendekatan terlindung di Simpang Subita

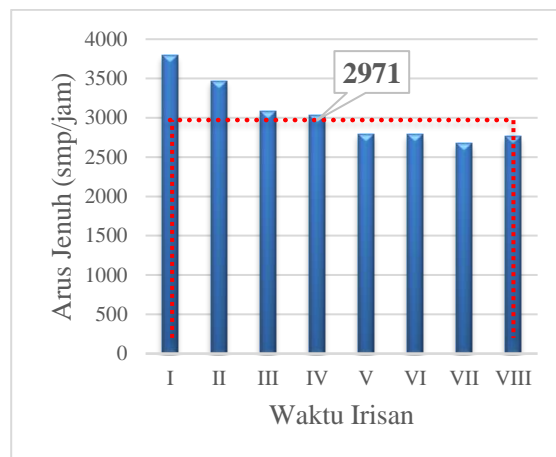
Tabel 5. Arus jenuh pada pendekatan terlawan di Simpang Waribang

Irisan 6 detik	Arus Jenuh	
	smp/6detik	smp/jam
I (0-6 detik)	6.3	3,796
II (6-12 detik)	5.8	3,469
III (12-18 detik)	5.1	3,081
IV (18-24 detik)	5.0	3,027
V (24-30 detik)	4.7	2,795
VI (30-36 detik)	4.6	2,785
VII (36-42 detik)	4.5	2,672
VIII (42-48 detik)	4.6	2,766

$$S = \frac{\sum_{i=1}^n x_i}{n}$$

$$= \frac{3469 + 3081 + 3027 + 2795 + 2785 + 2672}{6}$$

$$= 2971$$



Gambar 11. Diagram arus jenuh pendekatan terlawan di Simpang Waribang

Dari Gambar 10 dapat dilihat nilai arus jenuh pada pendekatan terlindung di Simpang Subita adalah 2,120 smp/jam hijau, sedangkan dari Gambar 11 dapat dilihat nilai arus jenuh pada pendekatan terlawan di Simpang Waribang adalah 2,971 smp/jam hijau.

4.9 Perbandingan Arus Jenuh antara Metode MKJI 1997 dan Time Slice

Perbandingan arus jenuh antara MKJI 1997 dengan Metode *Time Slice* pada pendekatan terlindung di Simpang Subita dan pendekatan terlawan di Simpang Waribang dapat dilihat pada Tabel 6.

Tabel 6. Perbandingan arus jenuh

Pendekat	Arus Jenuh (smp/jam)		
	MKJI	<i>Time Slice</i>	%
Terlindung	3,629	2,120	71.18
Terlawan	1,857	2,971	37.49

Berdasarkan data pada Tabel 6 dapat dilihat pada pendekatan terlindung arus jenuh MKJI hasilnya lebih besar 71.18%

dibandingkan arus jenuh Metode *Time Slice* sedangkan pada pendekatan terlawan arus jenuh MKJI hasilnya lebih kecil 37.49% dibandingkan arus jenuh Metode *Time Slice*. Arus jenuh pada pendekatan terlindung hasilnya berbanding terbalik dengan penelitian Kariyana, dkk. (2019) dimana arus jenuh MKJI nilainya lebih kecil dibandingkan Metode *Time slice*. Hal tersebut disebabkan pendekatan yang ditinjau memiliki karakteristik lalu lintas yang berbeda yaitu memiliki lebar pendekatan dan volume lalu lintas yang lebih besar. Pengukuran arus jenuh menggunakan MKJI diperoleh dari perkalian antara arus jenuh dasar dengan faktor penyesuaian yang ada dimana arus jenuh dasar ditentukan berdasarkan lebar pendekatan efektif dikalikan 600, sedangkan pengukuran arus jenuh dengan Metode *Time Slice* merupakan arus jenuh nyata yang ada di lapangan yang tentunya lebih relevan digunakan dalam pengukuran arus jenuh.

5 SIMPULAN DAN SARAN

5.1 Simpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan pada pendekatan terlindung di Simpang Subita dan pendekatan terlawan di Simpang Waribang diperoleh hasil sebagai berikut:

1. Arus jenuh pada pendekatan terlindung di Simpang Subita berdasarkan MKJI 1997 adalah 3,629 smp/jam hijau lebih besar 41.58% dibandingkan dengan Metode *Time Slice* yaitu 2,120 smp/jam hijau, sedangkan hasil arus jenuh pada pendekatan terlawan di Simpang Waribang berdasarkan Metode *Time Slice* adalah 2,971 smp/jam hijau lebih besar 37.49% dibandingkan dengan MKJI 1997 yaitu 1,857 smp/jam hijau.
2. Dari hasil penelitian terdahulu dan penelitian lainnya pada simpang bersinyal diperoleh nilai arus jenuh yang berbeda-beda jika perhitungannya menggunakan Metode *Time Slice*. Hal ini disebabkan karena Metode *Time Slice* menghasilkan arus jenuh nyata yang ada di lapangan.

5.2 Saran

Adapun saran yang bisa diberikan berdasarkan kesimpulan pada penelitian ini adalah:

1. Perlu dilakukan penelitian serupa pada lokasi yang memiliki karakteristik lalu-lintas yang sama meliputi geometrik, proporsi kendaraan dan tipe pendekatan untuk menentukan metode yang relevan dalam penentuan arus jenuh.
2. Dalam perhitungan kinerja simpang bersinyal hendaknya menggunakan

Metode *Time Slice* dalam penentuan arus jenuh sehingga diperoleh hasil kinerja yang sesuai dengan kondisi nyata di lapangan.

6 DAFTAR PUSTAKA

- Anonim. (1997). *Manual Kapasitas Jalan Indonesia (MKJI)*. Jakarta: Direktorat Jenderal Bina Marga.
- Anonim. (2014). *Pedoman Kapasitas Jalan Indonesia (PKJI)*. Jakarta: Kementerian Pekerjaan Umum.
- Badan Pusat Statistik. (2020). *Provinsi Bali Dalam Angka 2020*. Denpasar: Badan Pusat Statistik Provinsi Bali.
- Balaka, R., Yudistira, W. (2018). Analisa Model Arus Jenuh Pada Simpang Bersinyal (Studi Kasus : Jl. Drs. H. Abdullah Silondae – Jl. Syech Yusuf – Jl. Lawata). *Jurnal Stabilita*, 6(3), 49–54.
- Bowoputro, H., Arifin, M. Z., Djakfar, L., Kusumaningrum, R. (2014). Kajian Arus Jenuh Pada Simpang Bersinyal di Kota Malang Bagian Selatan. *Jurnal Rekayasa Sipil*, 8(2), 152–157.
- Fadli, S., Elkhasnet. (2012). Perbandingan Nilai Arus Jenuh pada Pendekat Simpang Dengan dan Tanpa Ruang Henti Khusus. *Jurnal Transportasi*, 12(3): 217-226.
- Kariyana, I M., Ardana, P.D.H., Sumarda, G. (2019). *Analisis Arus Jenuh di Simpang Bersinyal dengan Metode Time Slice dan MKJI 1997 (Studi Kasus Simpang Sudirman – Yos Sudarso)*. Prosiding Seminar Nasional Peningkatan Mutu Perguruan Tinggi, 257–264. Tanjung Benoa-Bali: Universitas Mercu Buana Jakarta.
- Lubis, M. (2017). Analisa Nilai Ruang Henti Khusus (RHK) Kendaraan Roda Dua di Persimpangan jl. Imam bonjol – jl. Perdana Kota Medan. *Buletin Utama Teknik*, 13(1), 61–68.
- Lubis, R. I., Surbakti, M. S. (2017). Analisa Arus Jenuh Dan Panjang Antrian Pada Simpang Bersinyal Dan Mikrosimulasi Menggunakan Software Vissim (Studi Kasus: Simpang Hotel Danau Toba Internasional dan Simpang Karya Wisata di Kota Medan). *Jurnal Teknik Sipil USU*, 6(1).
- Negara, N.W., Kwintaryana, P., Wibawa, I G.A.S.B. (2019). Perbandingan Nilai Saturation Flow antara Metode Time Slice dengan Pendekatan DPU 1997. (Studi Kasus: Persimpangan Jalan Kebo Iwa Dengan Jalan Arteri Gatot Subroto Barat). *Jurnal Spektran*, 7(2): 271–279.
- Nguyen, H.D. (2016). Saturation Flow Rate Analysis at Signalized Intersections for

- Mixed Traffic Conditions in Motorcycle Dependent Cities. *Transportation Research Procedia*, Vol.15: 694-708.
- Nguyen, H., Montgomery, F. (2007). Different Models of Saturation Flow in Traffic Dominated by Motorcycles. *Journal of the Eastern Asia Society for Transportation Studies*, Vol.7: 2381-2395.
- Panjaitan, T.U.Y., Amirotul, MHM., Legowo, S.J. (2018). Studi Variasi Keberangkatan Lalu Lintas Dan Perbandingan Arus Jenuh Metode Time Slice Dengan Arus Jenuh MKJI 1997 Pada Simpang Bersinyal Dengan Short Time Countdown Timer. *e-Jurnal Matriks Teknik Sipil*, 592–601.
- Subandi, A., Gunawan, M.G. (2017). Ekuivalen Mobil Penumpang Kendaraan Berat Dan Motor Belok Kanan Pada Simpang Bersinyal. *Jurnal Mesa Fakultas Teknik Universitas Subang*, 1–8.
- Susilo, B.H., Solihin, Y. (2011). Modification of Saturation Flow Formula by Width of Road Approach. *Procedia Social and Behavioral Sciences*, 16: 620-629.
- Tamin, O.Z. (2000). *Perencanaan dan Pemodelan Transportasi*. Bandung: ITB.
- Transportation Research Board. (2000). *Highway Capacity Manual*. Washington, DC: Transportation Research Board Publications.