

KAJIAN MANAJEMEN LALU LINTAS DI KAWASAN PURA BESAKIH DENGAN SOFTWARE VISSIM

Komang Gede Ardi Sukma Wiguna¹, Putu Alit Suthanaya², Dewa Made Priyantha W.³

^{1,2,3}*Program Studi Magister Teknik Sipil Universitas Udayana*
Email: diditsleepy@gmail.com

ABSTRAK

Kawasan Pura Besakih merupakan kawasan pura terbesar di Bali, pada kawasan ini terdapat kegiatan upacara terbesar setiap 10 tahun sekali yaitu upacara Panca Wali Krama, dan pasar rakyat yang dibuka pada saat tersebut. Pada saat kegiatan upacara dan pasar rakyat ini diadakan, terjadi kemacetan pada kawasan Pura Besakih yang disebabkan oleh besarnya arus lalu lintas yang menuju dan meninggalkan kawasan tersebut. Kondisi pada saat puncak kegiatan upacara pada ketiga simpang dan kedelapan ruas tersebut terjadi tundaan dan antrian. Penelitian ini melakukan analisis kinerja simpang dan ruas sebelum dan setelah pengaturan manajemen lalu lintas dengan bantuan *Software Vissim*. Hasil analisis menunjukkan kinerja simpang jalan pada Kawasan Pura Besakih pada kondisi eksisting saat puncak jam puncak siang yang tertinggi adalah Simpang Jl. Raya Menanga Selatan-Jl. Raya Besakih Selatan-Jalan Kedungung Besakih memiliki derajat kejenuhan 1,09 dan Kinerja ruas jalan pada Kawasan Pura Besakih pada kondisi eksisting saat jam puncak siang tertinggi terdapat pada Jalan Raya Menanga Timur memiliki derajat kejenuhan 1,18. Hasil validitas *software Vissim* berdasarkan volume hasil pemodelan dengan volume eksisting pada Kawasan Pura Besakih yang telah dilakukan menunjukkan bahwa volume jam puncak hasil dari model *software Vissim*, dapat diterima. Alternatif pengaturan lalu lintas yang diusulkan adalah pengaturan Alternatif-2, yaitu dengan perubahan sirkulasi arus lalu lintas perubahan geometrik dan pelarangan belok kanan di simpang Pos 1 menyebabkan simpang Jalan Raya Menanga Selatan-Jalan Raya Besakih Selatan-Jalan Kedungung Besakih mengalami penurunan derajat kejenuhan sebesar 35,58%, dan Jalan Raya Menanga Timur mengalami penurunan nilai derajat kejenuhan sebesar 43,98%.

Kata Kunci : *Manajemen Lalu Lintas, Ruas Jalan Luar Kota, Simpang Tak bersinyal, Pura Besakih, Vissim*

STUDY OF TRAFFIC MANAGEMENT IN PURA BESAKIH AREA WITH VISSIM SOFTWARE

ABSTRACT

The Besakih Temple area is the largest temple area in Bali, in this area there is the largest ceremonial activity every 10 years, namely the Panca Wali Krama ceremony, and the people's market which is open at that time. When the ceremony and the people's market were held, there was a traffic jam in the Besakih Temple area caused by the large flow of traffic to and from the area. Conditions at the peak of ceremonial activities at the three intersections and the eight segments were delays and queues. This study analyzes the performance of intersections and sections before and after traffic management arrangements with the help of *Software Vissim*. The results of the analysis show the performance of the intersection in the Pura Besakih area in the existing condition at the peak of the afternoon peak, the highest is the Jl. Raya Menanga Selatan-Jl. Raya Besakih Selatan-Jalan Kedungung Besakih has a saturation degree of 1.09 and the performance of roads in the Pura Besakih area in the existing condition during peak afternoon hours is highest on Jalan Raya Menanga Timur which has a saturation degree of 1.18. The results of the validity of the *Vissim* software based on the volume modeling results with the existing volume in the Besakih Temple area that have been carried out show that the peak hour volume from the *Vissim* software model is acceptable. The proposed alternative traffic regulation is the Alternative-2 arrangement, namely by changing the circulation of traffic flows, geometric changes and the prohibition of turning right at the Pos 1 intersection, causing the intersection of Jalan Raya Menanga Selatan-Jalan Raya Besakih Selatan-Jalan Kedungung Besakih to experience a decrease in the degree of saturation by 35.58%, and Jalan Raya Menanga Timur experienced a decrease in the value of the degree of saturation by 43.98%.

Keywords : *Traffic Management, Outer City Roads, Unsignalized Intersections, Besakih Temple, Vissim*

1. PENDAHULUAN

Kawasan Pura Besakih merupakan kawasan pura terbesar di Bali, pada kawasan ini terdapat kegiatan upacara terbesar setiap 10 tahun sekali yaitu upacara Panca Wali Krama, serta pasar rakyat yang dibuka pada saat tersebut. Pada saat kegiatan upacara dan pasar rakyat ini diadakan, terjadi kemacetan pada kawasan Pura Besakih yang disebabkan oleh besarnya arus lalu lintas yang menuju dan meninggalkan kawasan tersebut.

Arus lalu lintas yang besar tersebut menyebabkan terjadinya antrian yang panjang pada jaringan jalan dikawasan tersebut yang mempengaruhi simpang dan ruas jalan di kawasan tersebut. Simpang dan ruas tersebut antara lain adalah simpang Jalan Raya Menanga Selatan-Jalan Raya Besakih Timur-Jalan Kedungung Besakih, simpang Jalan Raya Besakih Utara-Jalan Raya Besakih Timur-Jalan Raya Besakih Selatan, simpang Jalan Raya Menanga Utara-Jalan Raya Menanga Selatan-Jalan Ps. Hewan Besakih, serta ruas yang menghubungkannya yaitu ruas Jalan Raya Menanga Selatan, Jalan Raya Besakih Selatan, Jalan Kedungung Besakih, Jalan Raya Menanga Utara, Jalan Raya Ps. Hewan Besakih, Jalan Raya Besakih Utara, Jalan Raya Besakih Timur, dan Jalan Raya Menanga Timur.

Kondisi pada saat puncak kegiatan upacara pada ketiga simpang dan kedelapan ruas tersebut terjadi tundaan dan antrian terutama pada ketiga simpang. Akibat antrian tersebut, waktu tundaan yang panjang tidak dapat dihindari. Penelitian ini melakukan analisis kinerja simpang dan ruas sebelum dan setelah pengaturan manajemen lalu lintas dengan bantuan *Software Vissim*. Pengaturan manajemen lalu lintas dalam mengurangi kemacetan simpang dan ruas di kawasan Pura Besakih, diatas dengan melakukan perubahan arus lalu lintas dari dua arah menjadi satu arah pada Jalan Raya Menanga Selatan, Jalan Raya Menanga Utara, Jalan Raya Menanga Timur, Jalan Raya Besakih Utara, dan Jalan Raya Besakih Selatan, perubahan arus lalu lintas ini diikuti dengan perubahan geometrik jalan yang tadinya memiliki median menjadi tidak memiliki median pada jalan Raya Menanga Selatan dan Jalan Raya Menanga Utara, serta pelarangan belok kanan pada simpang Jalan Raya Menanga-Jalan Raya Besakih-Jalan Kedungung Besakih. Kawasan Pura Besakih dipilih sebagai lokasi studi dikarenakan belum diketahui kinerja simpang dan ruas dan kondisi eksisting tanpa dan dengan pengaturan manajemen lalu lintas.

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Kinerja Persimpangan dan Ruas Jalan Luar Kota

Unsur terpenting didalam pengevaluasian kinerja simpang tak bersinyal adalah kapasitas dan tingkat pelayanan. Sehingga untuk menjaga agar kinerja persimpangan dapat berjalan dengan baik kapasitas dan tingkat pelayanan perlu dipertimbangkan dalam mengevaluasi simpang an ruas. Syarat dari perhitungan kinerja simpang dan ruas adalah: $DS \leq 0,85$, (Departemen P.U., 1997). Ukuran kualitas dari kinerja persimpangan dan ruas jalan adalah dengan menggunakan variable sebagai berikut (Departemen P.U., 1997):

2.1.1 Kapasitas Persimpangan (C)

Kapasitas adalah arus lalu lintas maksimum yang dapat dipertahankan. Kapasitas simpang dinyatakan dengan rumus: $C = C_o \times F_w \times F_M \times F_{CS} \times F_{RSFU} \times F_{RT} \times F_{LT} \times F_{MI}$

2.1.2 Derajat Kejenuhan (DS)

Derajat kejenuhan (DS) didefinisikan sebagai perbandingan arus total kendaraan (Q) terhadap kapasitas (C). Rumus untuk menghitung derajat kejenuhan adalah: $DS = Q/C$.

2.1.3 Tundaan Simpang (D)

undaan adalah rata – rata waktu tunggu tiap kendaraan yang masuk dalam pendekat (Departemen P.U., 1997). Tundaan pada persimpangan terdiri dari 2 komponen yaitu tundaan lalu lintas (DT) dan tundaan geometrik (DG). Rumus untuk menghitung tundaan simpang adalah: $D = DG + DT$

2.1.4 Peluang Antrian (QP%)

Peluang antrian adalah kemungkinan terjadinya antrian kendaraan pada suatu simpang, yang dinyatakan pada suatu range nilai yang di dapat dari hubungan antara derajat kejenuhan dan peluang antrian. (Departemen P.U.,1997).

2.1.5 Kecepatan Arus Bebas (FV)

Kecepatan arus bebas adalah kecepatan yang dipilih pengemudi jika mengendarai kendaraan bermotor tanpa dipengaruhi oleh kendaraan bermotor lain di jalan.kecepatan arus bebas dinyatakan dengan rumus:

$$FV = (FV_o + FV_w) \times FFV_{SF} \times FFV_{RC}$$

2.1.6 Kapasitas Ruas Jalan Luar Kota (C)

Kapasitas adalah arus lalu lintas maksimum yang dapat dipertahankan. Kapasitas simpang dinyatakan dengan rumus: $C = C_o \times FC_w \times FC_{SP} \times FC_{SF}$.

2.1.7 Derajat Kejenuhan (DS)

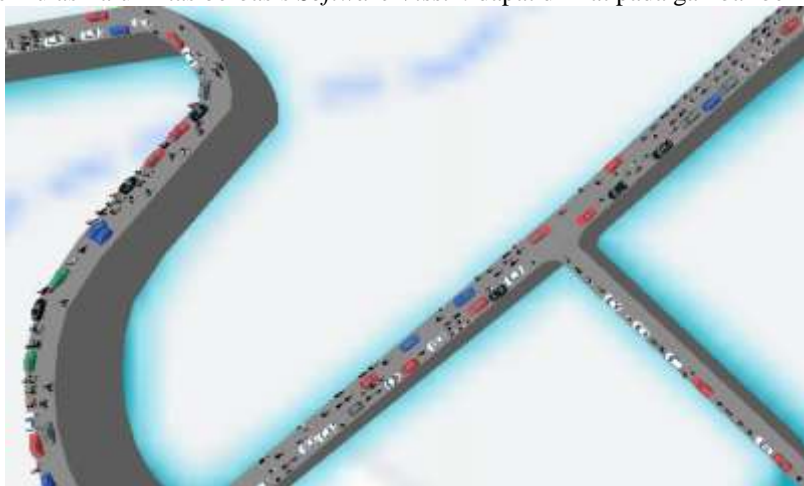
Derajat kejenuhan (DS) didefinisikan sebagai perbandingan arus total kendaraan (Q) terhadap kapasitas (C). Rumus untuk menghitung derajat kejenuhan adalah: $DS = Q/C$.

2.2 Manajemen Lalu Lintas

Manajemen lalu lintas adalah pengelolaan dan pengendalian arus lalu lintas dengan melakukan optimasi penggunaan prasarana yang ada untuk memberikan kemudahan kepada lalu lintas secara efisien dalam penggunaan ruang jalan serta memperlancar sistem pergerakan. Terdapat tiga strategi manajemen lalu lintas yaitu: manajemen kapasitas, manajemen prioritas, manajemen *demand*.

2.3 Pemodelan dan Simulasi software Vissim

Software *vissim* merupakan *software* simulasi lalu lintas untuk keperluan rekayasa lalu lintas, perencanaan transportasi, waktu sinyal, angkutan umum serta perencanaan kota yang bersifat mikroskopis. (PTV. AG 2014). Secara visual model simulasi lalu lintas berbasis *Software Vissim* dapat dilihat pada gambar berikut.



Gambar 1. Model Arus Lalu Lintas *Software Vissim*

2.4 Analisis Validitas

Validasi merupakan sebuah tindakan penilaian atau pembuktian yang diperloeh dengan menggunakan beberapa metode yang menunjukkan proses pembuktian dan hasil dari pembuktian. Uji Validitas pada penelitian ini dengan menggunakan uji t-test, dengan aturan seperti berikut: Jika t hitung < t tabel (Lampiran), maka H_0 diterima, Jika t hitung > t tabel (Lampiran), maka H_0 ditolak.

3. METODE PENELITIAN

Pada gambar memperlihatkan peta lokasi Simpang dan Ruas di Kawasan Pura Besakih. Simpang dan ruas tersebut antara lain Simpang Jl. Raya Menanga Selatan-Jl. Raya Besakih Selatan-Jalan Kedungung Besakih, Simpang Jl. Raya Besakih Utara-Jl. Raya Besakih Timur-Jl. Raya Besakih Selatan, Simpang Jl. Raya Menanga Utara-Jl. Raya Menanga Selatan-Jl. Raya Menanga Barat, Jalan Raya Menanga Selatan, Jalan Raya Besakih Selatan, Jalan Kedungung Besakih, Jalan Raya Menanga Utara, Jalan Ps. Hewan Besakih, Jalan Raya Besakih Utara, Jalan Raya Besakih Timur, dan Jalan Raya Menanga Timur yang akan dianalisis pada penelitian ini.



Gambar 2. Lokasi Simpang dan Ruas di Kawasan Pura Besakih

Simpang dan ruas di Kawasan Pura Besakih sesuai dengan kondisi saat ini. Adapun tahapan analisis kinerja Simpang dan ruas di Kawasan Pura Besakih dijelaskan sebagai berikut.

1. Arus dan komposisi lalu lintas
2. Kapasitas simpang
3. Derajat kejenuhan simpang
4. Tundaan simpang dan peluang antrian
5. Kapasitas Ruas
6. Derajat kejenuhan ruas
7. Analisis kinerja simpang dan ruas pada kondisi eksisting dengan *software vissim*
8. Kalibrasi dan Validasi model *vissim*
9. Kajian pengaturan manajemen lalu lintas
10. analisis perbandingan kinerja simpang dan ruas sebelum dan setelah penerapan solusi

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Kondisi Simpang dan Ruas di Kawasan Pura Besakih pada saat jalan Eksisting

Analisis kinerja simpang dan ruas pada saat jalan eksisting dilakukan pada persimpangan pos 1, pos 2, pos 3 dan ruas Jalan Raya Menanga Selatan, Jalan Raya Besakih Selatan, Jalan Kedung Besakih, Jalan Raya Menanga Utara, Jalan Raya Ps. Hewan Besakih, Jalan Raya Besakih Utara, Jalan Raya Besakih Timur, dan Jalan Raya Menanga Timur. Tabel 1 dan Tabel 2 menunjukkan jam puncak eksisting dilapangan.

Tabel 1 Jam Puncak Kinerja Simpang Ketiga Pos pada Kondisi Eksisting

Pos	Jam Puncak Pagi				
	Volume (smp/jam)	C (smp/jam)	Ds	D (det/smp)	QP%
1	2268,6	2065,19	1,10	25,25	48,74 - 97,48
2	2204,1	2261,80	0,97	17,92	38,12 - 75,31
3	2322,1	2506,71	0,93	16,24	34,42 - 67,91
Pos	Jam Puncak Siang				
	Volume (smp/jam)	C (smp/jam)	Ds	D (det/smp)	QP%
1	2501,60	2302,32	1,09	24,25	47,65 - 95,14
2	2233,70	2284,27	0,98	18,06	38,38 - 75,86
3	2428,60	2577,06	0,94	16,76	35,63 - 70,31
Pos	Jam Puncak Sore				
	Volume (smp/jam)	C (smp/jam)	Ds	D (det/smp)	QP%
1	2063,00	2110,53	0,98	18,05	38,35 - 75,79
2	2144,40	2352,91	0,91	15,80	33,32 - 65,73
3	2119,40	2488,08	0,85	14,25	29,16 - 57,64

Tabel 2 Jam Puncak Kinerja Ruas pada Kondisi Eksisting

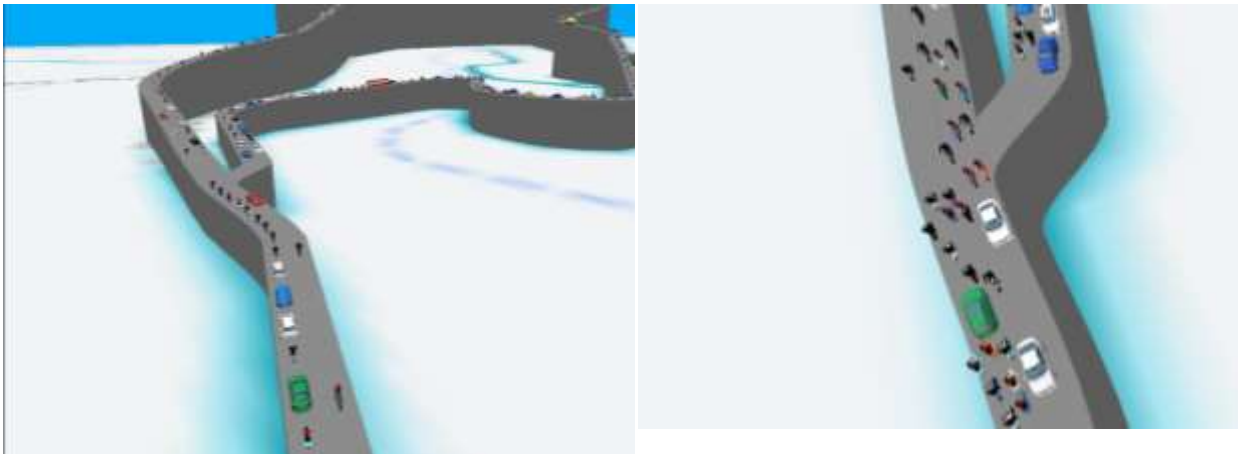
Nama Ruas	Jam Puncak Pagi		
	Volume (smp/jam)	C (smp/jam)	DS
Jl. Raya Menanga Selatan	1836,8	2958	0,62
Jl. Raya Menanga Selatan	1704,3	2566,2	0,66
Jl. Kedungung Besakih	1788,9	2648,1	0,68
Jl. Menanga Utara	1825,6	2958	0,62
Jl. Ps. Hewan Besakih	1597,7	1990,5534	0,80
Jl. Raya Besakih Utara	1742	2480,66	0,70
Jl. Raya Besakih Timur	1292,4	2117,61	0,61
Jl. Raya Menanga Timur	2479,1	2054,08	1,21

Lanjutan Tabel 2

Nama Ruas	Jam Puncak Siang		
	Volume (smp/jam)	C (smp/jam)	DS
Jl. Raya Menanga Selatan	1932,2	2958,00	0,65
Jl. Raya Menanga Selatan	1700	2566,20	0,66
Jl. Kedungung Besakih	2126,9	2648,10	0,80
Jl. Menanga Utara	2002	2958,00	0,68
Jl. Ps. Hewan Besakih	1567,8	1990,55	0,79
Jl. Raya Besakih Utara	1750,8	2559,83	0,68
Jl. Raya Besakih Timur	1256,3	2054,08	0,61
Jl. Raya Menanga Timur	2430,8	2054,08	1,18
Nama Ruas	Jam Puncak Sore		
	Volume (smp/jam)	C (smp/jam)	DS
Jl. Raya Menanga Selatan	1555,8	2958,00	0,53
Jl. Raya Menanga Selatan	1484,2	2648,10	0,56
Jl. Kedungung Besakih	1647,4	2566,20	0,64
Jl. Menanga Utara	1646	2958,00	0,56
Jl. Ps. Hewan Besakih	1460,5	2054,08	0,71
Jl. Raya Besakih Utara	1593,2	2559,83	0,62
Jl. Raya Besakih Timur	1598,2	2054,08	0,78
Jl. Raya Menanga Timur	1595,6	2117,61	0,75

4.2 Kalibrasi dan Validasi Simpang dan Ruas Software Vissim dengan Eksisting

Berdasarkan hasil perhitungan kinerja simpang dan ruas pada kondisi eksisting dipilih jam puncak siang sebagai jam puncak tertinggi yang akan mewakili seluruh jam puncak. Kalibrasi yang dilakukan pada *software vissim* sebelum divalidasi adalah dengan mengubah 7 parameter berdasarkan teori *Wiedemann 74*. Validasi pemodelan *software vissim* dilakukan dengan uji t-test volume eksisting dengan volume hasil dari pemodelan *software vissim*. Nilai t hitung sebesar 0,526 dibandingkan dengan nilai t tabel sebesar 2,032 maka, harga t hitung lebih kecil dari t tabel ($0,526 < 2,032$) sehingga H_0 diterima dan H_a ditolak. Berikut gambar 3 memperlihatkan model hasil validasi *software vissim* dan tabel 3 memperlihatkan perbandingan anantara volume simpang eksisting dengan *software vissim*.



Gambar 3. Pemodelan Software Vissim Sebelum dan Setelah Kalibrasi dan Validasi

Tabel 3 Jam Puncak Kinerja Ruas pada Kondisi Eksisting

Pos	Waktu	Pendekat	Pergerakan	Total Volume Eksisting Smp/jam	Total Volume Vissim Smp/jam
1	11.15-12.15	Utara	LT	123,2	96,00
			ST	725,6	685,60
		Timur	ST	575,6	541,40
			RT	182	151,00
		Selatan	LT	506,2	499,00
			RT	389	290,60
2	11.15-12.15	Utara	LT	273,6	262,20
			ST	666,8	637,60
		Timur	LT	161	135,50
			RT	253,5	222,00
		Selatan	ST	652,6	545,60
			RT	226,2	209,20
3	11.15-12.15	Utara	ST	698,8	626,60
			RT	268,4	252,60
		Selatan	LT	179,6	159,40
			ST	582,8	508,60
		Barat	LT	479,5	477,00
			RT	219,5	217,00

4.3 Kondisi Simpang dan Ruas di Kawasan Pura Besakih dengan Pengaturan Alternatif-2

Berdasarkan hasil perhitungan kinerja simpang dan ruas pada kondisi eksisting dipilih jam puncak siang sebagai jam puncak tertinggi yang akan mewakili seluruh jam puncak. Berdasarkan hasil perhitungan kinerja simpang dan ruas dengan pengaturan alternative-2 dan hasil proyeksi tahun 2024, berikut tabel 4 dan tabel 5 memperlihatkan kondisi simpang dan ruas dengan pengaturan alternative-2.

Tabel 4 Jam Puncak Kinerja Simpang di Kawasan Pura Besakih dengan Pengaturan Alternatif-2

Pos	Jam Puncak Siang				
	Volume (smp/jam)	C (smp/jam)	Ds	D (det/smp)	QP%
1	2341,60	3345,30	0,70	11,41	20,03 - 40,67
2	2136,50	3980,23	0,54	9,56	12,42 - 27,23
3	2143,60	5136,83	0,42	9,06	8,12 - 19,72
Pos	Jam Puncak Siang Tahun Rencana (2024)				
	Volume (smp/jam)	C (smp/jam)	Ds	D (det/smp)	QP%
1	2374,80	3348,45	0,71	11,54	20,53 - 41,57
2	2165,60	3979,84	0,54	9,63	12,72 - 27,75
3	2180,60	5148,44	0,42	9,11	8,32 - 20,07

Tabel 5 Jam Puncak Kinerja Ruas dengan Pengaturan Alternatif-2

Nama Ruas	Jam Puncak Siang		
	Volume (smp/jam)	C (smp/jam)	DS
Jl. Raya Menanga Selatan	1451,4	3194,64	0,45
Jl. Raya Menanga Selatan	1593,3	2730	0,58
Jl. Kedungung Besakih	2162,4	2566,2	0,84
Jl. Menanga Utara	1250,6	3194,64	0,39
Jl. Ps. Hewan Besakih	1826,3	1990,55	0,92
Jl. Raya Besakih Utara	1782	2639	0,68
Jl. Raya Besakih Timur	1460,8	1990,55	0,73
Jl. Raya Menanga Timur	1403,9	2117,61	0,66

Nama Ruas	Jam Puncak Siang Tahun Rencana (2024)		
	Volume (smp/jam)	C (smp/jam)	DS
Jl. Raya Menanga Selatan	1474,4	3194,64	0,46
Jl. Raya Menanga Selatan	1614,9	2730	0,59
Jl. Kedungung Besakih	2193	2566,2	0,85
Jl. Menanga Utara	1267	3194,64	0,40
Jl. Ps. Hewan Besakih	1867,3	1990,55	0,94
Jl. Raya Besakih Utara	1807,6	2639	0,68
Jl. Raya Besakih Timur	1480	1990,55	0,74
Jl. Raya Menanga Timur	1421,4	2117,61	0,67

5. KESIMPULAN

5.1 Simpulan

Berdasarkan analisis dan pembahasan yang telah dilakukan maka diperoleh kesimpulan sebagai berikut :

1. Kinerja simpang jalan pada Kawasan Pura Besakih pada kondisi eksisting (2019) didapat Simpang Jl. Raya Menanga Selatan-Jl. Raya Besakih Selatan-Jalan Kedungung Besakih memiliki derajat kejenuhan 1,09, Simpang Jl. Raya Besakih Utara-Jl. Raya Besakih Timur-Jl. Raya Besakih Selatan memiliki derajat kejenuhan 0,98, Simpang Jl. Raya Menanga Utara-Jl. Raya Menanga Selatan-Jl. Raya Menanga Barat memiliki derajat kejenuhan 0,94. Kinerja ruas jalan pada Kawasan Pura Besakih pada kondisi eksisting (2019) didapat Jalan Raya Menanga Selatan memiliki derajat kejenuhan 0,65, Jalan Raya Besakih Selatan memiliki derajat kejenuhan 0,66, Jalan Kedungung Besakih memiliki derajat kejenuhan 0,80, Jalan Raya Menanga Utara memiliki derajat kejenuhan 0,68, Jalan Ps. Hewan Besakih memiliki derajat kejenuhan 0,79, Jalan Raya Besakih Utara memiliki derajat kejenuhan 0,68, Jalan Raya Besakih Timur memiliki derajat kejenuhan 0,61, dan Jalan Raya Menanga Timur memiliki derajat kejenuhan 1,18.
2. Hasil validitas *software Vissim* berdasarkan volume hasil pemodelan dengan volume eksisting pada Kawasan Pura Besakih yang telah dilakukan menunjukkan bahwa pada uji t-test didapatkan t hitung sebesar 0,526 dan t tabel yang telah didapat yaitu sebesar $t_{table} = 34$ dengan asumsi taraf kesalahn sebesar 5% dan $df = 34$, sehingga harga t tabel adalah 2,032. Maka, harga t hitung lebih kecil dari t tabel ($0,526 < 2,032$) sehingga H_0 diterima dan H_a ditolak, sehingga dapat disimpulkan bahwa volume jam puncak hasil dari model *software Vissim*, dapat diterima.
3. Alternatif pengaturan lalu lintas yang diusulkan, yaitu: pengaturan Alternatif-2, yaitu penerapan perubahan sirkulasi arus lalu lintas perubahan geometrik dan pelarangan belok kanan di simpang Pos 1 menyebabkan simpang Jalan Raya Menanga Selatan-Jalan Raya Besakih Selatan-Jalan Kedungung Besakih mengalami penurunan derajat kejenuhan sebesar 35,58%, simpang Jalan Raya Besakih Utara-Jalan Raya Besakih Timur-Jalan Raya Besakih Selatan mengalami penurunan derajat kejenuhan sebesar 45,11%, simpang Jalan Raya Menanga Utara-Jalan Raya Menanga Selatan-Jalan Raya Menanga Barat mengalami penurunan derajat kejenuhan sebesar 55,72%, Jalan Raya Menanga Selatan mengalami penurunan nilai derajat kejenuhan sebesar 30,45%, Jalan Raya Besakih Selatan mengalami penurunan nilai derajat kejenuhan sebesar 11,90%, Jalan Kedungung Besakih mengalami peningkatan nilai derajat kejenuhan sebesar 4,91%, Jalan Raya Menanga Utara mengalami penurunan nilai derajat kejenuhan sebesar 42,16%, Jalan Ps. Hewan Besakih mengalami peningkatan nilai derajat kejenuhan sebesar 16,49%, Jalan Raya Besakih Utara mengalami penurunan nilai derajat kejenuhan sebesar 1,27%, Jalan Raya Besakih Timur mengalami peningkatan nilai derajat kejenuhan sebesar 19,99%, dan Jalan Raya Menanga Timur mengalami penurunan nilai derajat kejenuhan sebesar 43,98%.

5.2 Saran

Beberapa saran yang dapat diusulkan terkait dengan analisis hasil penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Dalam melakukan kalibrasi dan validasi *software Vissim* sebaiknya dilakukan untuk semua waktu sepanjang periode survey, karena parameter pada masing-masing waktu berbeda tergantung arus lalu lintasnya.

2. Dalam proses kalibrasi dan validasi selanjutnya bisa dikembangkan dengan memvalidasi panjang antrian, kecepatan dan tundaan kendaraan sebagai pembanding model dan simulasi.
3. Berdasarkan hasil analisis alternatif, direkomendasikan alternative-2 yaitu perubahan sirkulasi arus lalu lintas perubahan geometrik dan pelarangan belok kanan di simpang Pos 1 sebagai alternative terbaik untuk direalisasikan.
4. Dalam mendukung alternatif solusi disarankan agar dilakukan *demand management* berupa penyediaan angkutan umum, penkajian periode waktu karya agar diperpanjang dan penjadwalan waktu pemedek tiap daerah agar dating pada waktu yang berbeda, sehingga beban lalu lintas dari pemedek menjadi lebih ringan.

DAFTAR PUSTAKA

- Arnada, I. N. S. 2021. *Analisis Dampak Lalu Lintas Akibat Pengoperasian Kampus Universitas Pendidikan Nasional Di Jalan Bedugul, Denpasar*. Denpasar: Universitas Udayana.
- Badan Pusat Statistik Provinsi Bali. 2019. *Bali Dalam Angka 2019*, BPS Provinsi Bali. Denpasar: BPS Provinsi Bali.
- Departemen Pekerjaan Umum. 1997. *Manual Kapasitas Jalan Indonesia*. Jakarta Selatan: Direktorat Jendral Bina Marga Indonesia.
- Departemen Perhubungan. 2009. *Manajemen Prioritas*. Jakarta: Direktorat Jendral Perhubungan Darat Indonesia.
- Departemen Perhubungan. 2015. *Manajemen Dan Rekayasa Lalu Lintas di Jalan*, Peraturan Menteri Perhubungan, Jakarta.
- Direktorat Jendral Perhubungan Darat. 1999. *Pedoman Pengumpulan Data Lalu Lintas Jalan*, Direktorat Bina Sistem Lalu Lintas dan Angkutan Kota. Jakarta: Direktorat Jendral Perhubungan Darat Indonesia.
- Giama, I. W.T. A. 2019. *Pemodelan Underpass Sebagai Alternatif Pengendalian Simpang Kampus Udayana Bukit Jimbaran Menggunakan Software Vissim*. Denpasar: Universitas Udayana.
- Khisty, C. J. Dan Lall, B. K. 2003. *Dasar-dasar Rekayasa Transportasi*, Erlangga, Jakarta.
- Morlok, E. K. 1995. *Pengantar Teknik dan Perencanaan Transportasi*, Erlangga, Jakarta.
- Planung Transport Verkehr, AG. 2014. *Vissim 6.0 User Manual*. Karlsruhe, Germany.
- Rata, I B. 1991. *Pura Besakih Sebagai Kahyangan Jagat*. Disertasi FIB UI. Depok.
- Sudhana. 2006. *Menelusuri Kawasan Suci Hindu Berlandaskan Kitab Suci Weda*. Denpasar: PT. Empat Warna Komunikasi.