

## ANALISIS POLA PERGERAKAN DI KOTA DENPASAR

**Putu Alit Suthanaya dan Candra Maulidawati**

*Program Studi Teknik Sipil Universitas Udayana*

*Email: suthanaya@unud.ac.id*

**ABSTRAK:** Kota Denpasar kian berkembang dari kota kecil, kota besar dan bersama kabupaten disekitarnya membentuk Kota Metropolitan. Untuk mengantisipasi kebutuhan infrastruktur transportasi di masa mendatang, maka diperlukan untuk mengkaji pola pergerakannya. Pada penelitian ini dibuat dua pemodelan transportasi yaitu distribusi perjalanan (*trip distribution*) dan pemilihan rute (*trip assignment*). Tujuan dari penelitian ini adalah memprediksi distribusi perjalanan dan pembebanan lalu lintas pada jaringan jalan di Kota Denpasar di masa mendatang. Dalam penelitian ini dimodelkan dengan bantuan *software* Visum versi 15. Adapun metode yang digunakan untuk analisis distribusi perjalanan (*trip distribution*) dengan metode *doubly constrained* dan analisis pemilihan rute (*trip assignment*) dengan metode *equilibrium assignment*. Total distribusi perjalanan di Kota Denpasar di masa yang akan datang diprediksi sebesar pada tahun 2033 sebesar 28.873.490 orang/hari (308.845.109 orang-km). Dari hasil prediksi distribusi perjalanan didapatkan hasil prediksi pembebanan lalu lintas tertinggi terdapat pada Jl. By Pass Ngurah Rai. Diperlukan untuk membangun jalan baru atau mengatasi masalah lalu lintas dengan skema *demand management* yaitu memberikan prioritas pada angkutan umum dan membatasi kepemilikan dan penggunaan kendaraan bermotor pribadi.

**Kata kunci:** pola pergerakan, *four steps model*, *software* Visum

## ANALYSIS OF TRAVEL PATTERN IN DENPASAR CITY

**Abstract:** The city of Denpasar has been developed from a small city, a large city and then formed a metropolitan city with the surrounding regions. To anticipate the need of transport infrastructure in the future, it is required to study the travel pattern. In this research two transportation models were developed, i.e. trip distribution and trip assignment. the aim of this research is to predict the trip distribution and traffic load in Denpasar City's road network in the future and also to compare the trip distribution. The modeling in this research were made with Visum software version 15. The methods applied for trip distribution model was doubly constrained method and trip assignment was based on equilibrium assignment method. It was predicted that the total trip distribution for Denpasar City in year 2033 are 28.873.490 persons/day (308.845.109 person-kms). The highest traffic load was found in Jl. By Pass Ngurah Rai. Its is required to build new road links or applying demand management by prioritising public transport and reduce the use of private motor vehicles.

**Keywords:** travel pattern, *four steps model*, Visum software

## PENDAHULUAN

Kota Denpasar sebagai ibukota Provinsi Bali telah berkembang dari Kota Kecil, Kota Besar dan Bersama kabupaten-kabupaten disekitarnya telah membentuk Kota Metropolitan Sarbagita. Permasalahan transportasi kian kompleks dan telah terjadi kemacetan pada ruas-ruas jalan utama. Untuk mengantisipasi hal tersebut maka diperlukan perencanaan transportasi yang matang dan konsepsional serta perhatian dari pemerintah Kota Denpasar. Perencanaan dapat dilakukan dengan pemodelan transportasi 4 tahap. Dalam penelitian ini dilakukan pemodelan distribusi perjalanan (*trip distribution*) dan pemilihan rute (*trip assignment*) yang dibantu dengan *software* Visum versi 15. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk memprediksi distribusi perjalanan di Kota Denpasar di masa mendatang, memprediksi pembebanan lalu lintas di masa mendatang.

Berbagai kajian terkait pola pergerakan telah dilakukan oleh beberapa peneliti. Yamane, dkk (2005) telah meneliti perilaku perjalanan di Kota Hiroshima, Jepang. Studi ini memperkenalkan indikator baru yang disebut *Travel Behavior Array Pattern* (TRAP). Ye, dkk (2013) menganalisis pola pergerakan permukiman di Kota Bersejarah Yangzhou, China. Mereka menemukan bahwa pola pergerakan di kota ini berbeda dengan kota-kota lainnya. Wang, dkk (2018) melakukan analisis pola perjalanan berdasarkan data rill lapangan dari rekaman video. Mereka mengklaim bahwa penggunaan data video menghasilkan estimasi pola perjalanan yang lebih efektif. Suthanaya (2018) mengkaji pola pergerakan dan kebutuhan pengembangan infrastruktur transportasi berkelanjutan di Kota Metropolitan Sarbagita. Chang dan Zhao-Cheng (2016) meneliti pola pergerakan di Kota Guangzhou, China berdasarkan kartu pintar (*smart card*) pengguna bus. Pola perjalanan dari setiap penumpang diamati dengan metode *Density Based Spatial Clustering* (DBSCAN).

## PEMODELAN POLA PERGERAKAN

Model merupakan alat bantu atau media untuk menyederhanakan suatu keadaan sebenarnya (realita) (Tamin, 2008). Dalam perencanaan transportasi, dipergunakan model grafis, statistik atau matematika. Pemodelan transportasi meliputi pemodelan bangkitan

perjalanan, distribusi, pemilihan moda dan pemilihan rute yang dikenal dengan empat tahap pemodelan. Hasil kajian menunjukkan bahwa sebagian besar jalan-jalan utama nilai derajat kejenuhannya sudah mendekati satu. Untuk mengantisipasi kebutuhan di masa mendatang, diperlukan untuk mengembangkan sistem angkutan umum massal, angkutan multimoda, teknologi dan membatasi kepemilikan dan penggunaan kendaraan bermotor pribadi.

### Distribusi Perjalanan (Trip Distribution)

Distribusi perjalanan (*trip distribution*) adalah penyaluran bangkitan perjalanan dari suatu zona ke sejumlah zona lainnya yang dikenal dengan perjalanan antar zona. Adapun model yang digunakan yaitu dengan *doubly constrained* atau FCGR (*Fully Constrained Gravity Model*) dengan persamaan sebagai berikut:

$$T_{id} = A_i \cdot B_d \cdot O_i \cdot D_d \cdot f(C_{id}) \quad (1)$$

Dimana:

$T_{id}$  = banyaknya perjalanan antara zona  $i$  dan  $d$  (perjalanan/hari)

$A_i$  = konstanta penyeimbang bangkitan

$B_d$  = konstanta penyeimbang tarikan

$O_i$  = jumlah perjalanan yang berasal dari zona asal  $i$  (perjalanan/hari)

$D_d$  = jumlah perjalanan yang berasal dari zona tujuan  $d$  (perjalanan/hari)

$f(C_{id})$  = fungsi hambatan (*impedance function*)

Dengan syarat batas, sebagai berikut:

$$B_d = \frac{1}{\sum_{d=1}^N (A_i \cdot O_i \cdot f(C_{id}))} \text{ untuk semua } d \quad (2)$$

$$A_i = \frac{1}{\sum_{d=1}^N (B_d \cdot D_d \cdot f(C_{id}))} \text{ untuk semua } I \quad (3)$$

### Kalibrasi Model Gravitasi

Proses kalibrasi adalah proses menghitung parameter model dengan menggunakan data untuk kota tertentu, sehingga model *trip distribution* dari zona asal dan zona tujuan diusahakan sedekat mungkin dengan pola sebenarnya dari pergerakan tersebut pada *base year* (tahun dasar). Dalam metode ini fungsi hambatan yang digunakan adalah fungsi hambatan eksponensial negatif. Dengan mengetahui informasi [ $T_{id}$ ] dan [ $C_{id}$ ], dihitung nilai parameter model dengan menggunakan analisis regresi linear.

**Pemilihan Rute (Trip Assignment)**

Pemilihan rute merupakan tahap terakhir dari pemodelan transportasi. Tujuannya adalah untuk mengalokasikan beban lalu lintas antar zona pada jaringan jalan. Output dari tahap ini adalah informasi beban lalu lintas pada jaringan jalan. Metode yang digunakan yaitu *equilibrium assignment* berdasarkan prinsip Wardrop (1952). Pada kondisi *equilibrium*, semua rute pilihan yang ada memiliki biaya perjalanan yang sama atau mencapai kondisi keseimbangan (*user's equilibrium*).

**METODE**

Data sekunder yaitu asal-tujuan perjalanan didapatkan dari hasil studi terdahulu (Mira, 2014) berupa matriks asal tujuan hasil observasi. Pada penelitian ini digunakan *software* Visum Versi 15. Menurut PTV Group (2015), Visum adalah program untuk perencanaan transportasi yang dibantu oleh komputer yang berfungsi untuk menganalisis dan merencanakan sistem transportasi, termasuk kebutuhan fasilitas untuk kendaraan pribadi dan transportasi publik, kebutuhan (*demand*) dan ketersediaan infrastrukturnya.

*Main zone* (zona utama) dimodelkan sebagai pembagian wilayah di Kota Denpasar (Kecamatan Denpasar Utara, Kecamatan Denpasar Barat, Kecamatan Denpasar Timur dan Kecamatan Denpasar Selatan). *Main zone* dibuat dengan penyesuaian batas-batas wilayah setiap kecamatan. Hasil pemodelan *main zone* dapat dilihat pada Gambar 1. Gambar 2 memperlihatkan Kota Denpasar dibagi atas 13 zona.

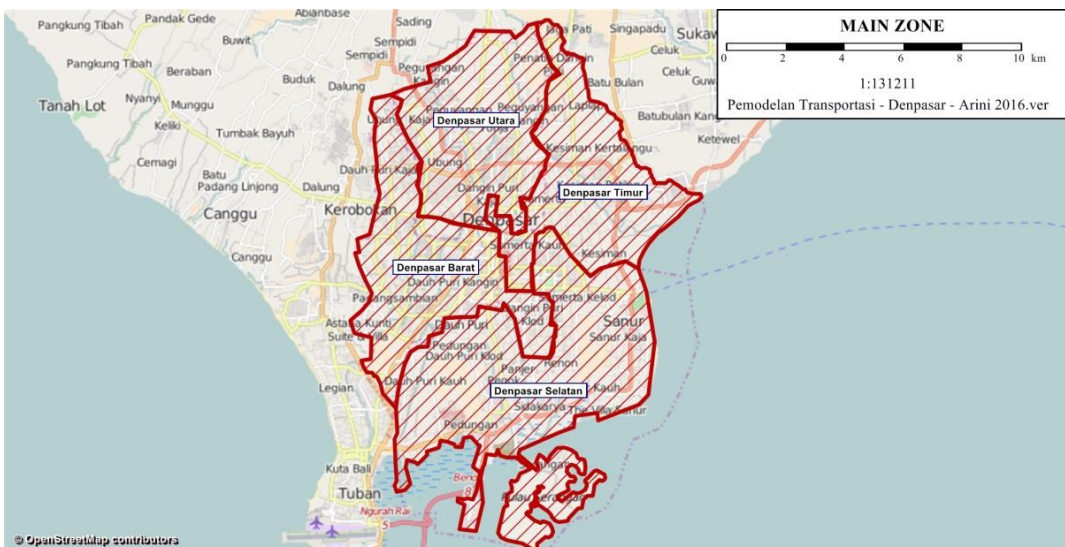
*Node* pada *software* Visum versi 15 menggambarkan persimpangan yang nantinya digunakan untuk menghubungkan *link*. *Link* pada *software* Visum versi 15 dimodelkan sebagai ruas jalan pada jaringan jalan seperti diperlihatkan pada Gambar 3.

Distribusi perjalanan berarti determinasi dari seluruh matrix demand per demand stratum dari produksi tarikan yang tersedia dari setiap zona dari data yang diperlukan, contoh: waktu perjalanan, biaya, dll (PTV Visum Manual, 2015). Distribusi perjalanan dihitung dari bantuan model gravitasi yang dapat diestimasi sebelumnya. Dalam menghitung pemilihan rute digunakan model *equilibrium assignment* menggunakan *software* Visum Versi 15.

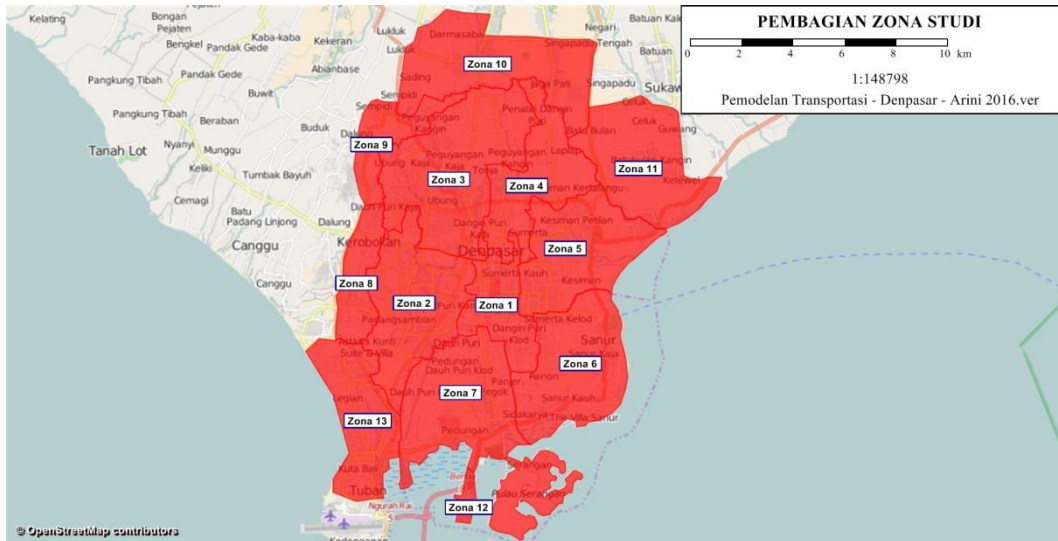
**HASIL DAN PEMBAHASAN**

**Distribusi Perjalanan Model Dously Constrained Dengan Software Visum Versi 15**

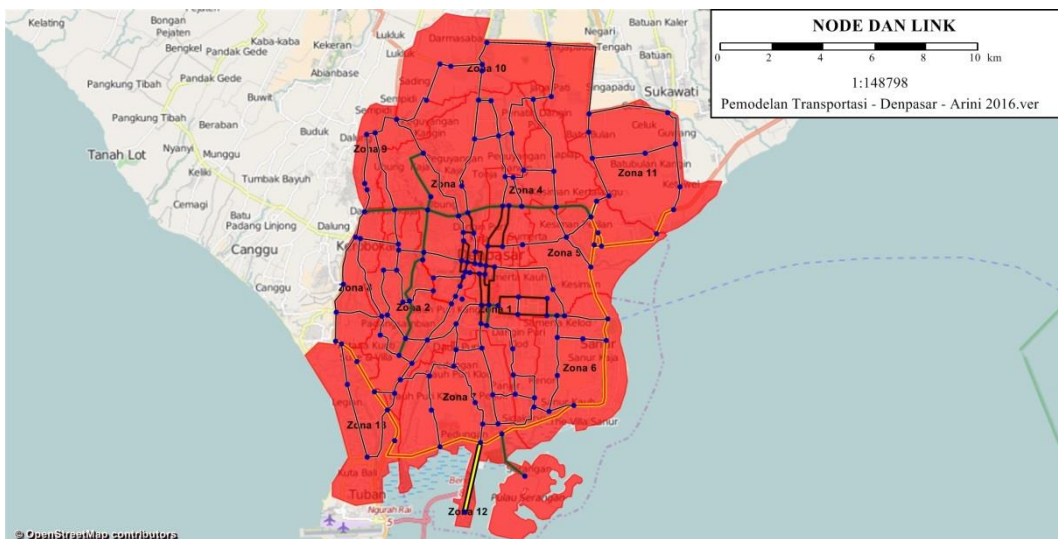
Berdasarkan hasil kalibrasi dengan fungsi hambatan eksponensial diperoleh nilai  $\beta=0.0964$ . Nilai  $\beta$  kemudian diinput ke dalam *software* Visum. Dengan memasukan nilai produksi dan tarikan pada tahun dasar dan tahun rencana pada *demand strata*. Model *doubly constrained* dipilih untuk memodelkan distribusi perjalanan. Diperoleh hasil prediksi distribusi perjalanan Orang/hari pada tahun rencana 2033 seperti diperlihatkan pada Tabel 1



Gambar 1. Main Zone



Gambar 2. Pembagian Zona pada Software Visum Versi 15



Gambar 3. Model Node dan Link

Tabel 1. Hasil Prediksi Distribusi Perjalanan Pada Tahun Dasar 2033 Berdasarkan Software Visum Versi 15 (Orang/hari)

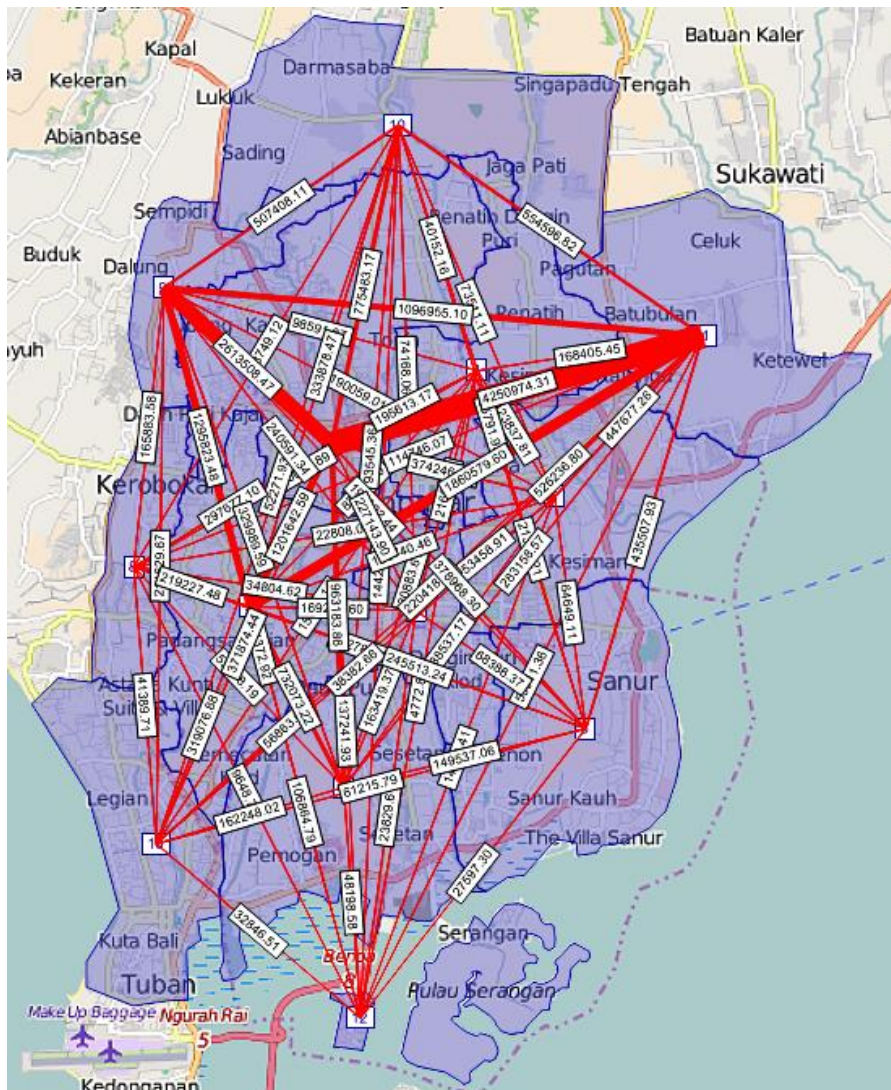
OD	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	oi	Oi	Ei
1	22232	73435	124476	3181	9509	12555	10836	4102	27104	8674	3259	1971	9071	310403	310403	1
2	95782	586002	736132	16075	42641	55678	62059	32535	184094	49177	15002	11245	63313	1949735	1949735	1
3	102668	465510	1151425	24341	56673	59291	53294	29549	247735	76365	21739	9500	50334	2348426	2348426	1
4	18459	71528	171272	6639	13270	12108	9013	4399	41826	17449	5878	1640	7886	381368	381368	1
5	43950	151100	317573	10568	36634	32948	21878	8708	70283	27911	12534	4154	17936	756175	756175	1
6	55832	189835	319677	9278	31702	68041	35890	10540	68859	24386	11744	7899	28019	861701	861701	1
7	152584	670014	909890	21870	66659	113647	151285	38752	211621	60893	22845	26963	118070	2565093	2565093	1
8	30702	186692	268128	5672	14100	17739	20596	16369	80823	19288	5113	3888	24290	693402	693402	1
9	213487	1111729	2365773	56766	119776	121963	118369	85060	1193973	259057	51326	21334	126805	5845418	5845418	1
10	65495	284702	699118	22703	45600	41406	32652	19461	248351	155648	24925	5842	30788	1676692	1676692	1
11	522978	1845578	4229235	162527	435144	423764	260314	109633	1045629	529671	336004	50426	213411	10164313	10164313	1
12	21859	95620	127742	3133	9968	19699	21236	5761	30039	8580	3485	8953	22268	378341	378341	1
13	47792	255764	321540	7160	20447	33197	44178	17100	84825	21484	7008	10579	71349	942423	942423	1
dd	1393819	5987510	11741981	349914	902123	1012036	841600	381969	3535163	1258582	520862	164392	783538	28873490		
Dd	1393845	5987773	11741806	349896	902090	1012055	841673	381983	3535043	1258486	520813	164409	783620	28873490		
Ed	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1

Berdasarkan Tabel 1 diperoleh hasil distribusi perjalanan berdasarkan *software* Visum Versi 15 pada tahun 2033 sebanyak 28.873.490 orang/hari.

**Garis Keinginan (Desire Line) Pada Tahun 2033 Berdasarkan Software Visum Versi 15**

Perjalanan dari zona internal ke zona eksternal terbesar berasal dari zona 3 (Kelurahan Dauh Puri Kaja, Pemecutan Kaja, Padang Sambian Kaja, Peguyangan, Peguyangan Kangin, Peguyangan Kaja, Ubung dan Ubung Kaja) dengan tujuan ke zona 9 (perbatasan Ubung Kaja – Sempidi (Badung)) yaitu sebesar 247.735 perjalanan orang per hari seperti diperlihatkan pada Gambar 4. Perjalanan dari zona eksternal ke zona internal terbesar berasal dari zona 11 (perbatasan Kesiman Kertalangu – Batubulan (Gianyar)) dengan

tujuan zona 3 (Kelurahan Dauh Puri Kaja, Pemecutan Kaja, Padang Sambian Kaja, Peguyangan, Peguyangan Kangin, Peguyangan Kaja, Ubung dan Ubung Kaja) sebesar 4.229.235 perjalanan orang per hari. Perjalanan terbesar di zona internal berasal dari perjalanan interzona di zona 3 (Kelurahan Dauh Puri Kaja, Pemecutan Kaja, Padang Sambian Kaja, Peguyangan, Peguyangan Kangin, Peguyangan Kaja, Ubung dan Ubung Kaja) sebesar 1.151.425 perjalanan orang per hari. Perjalanan terbesar di zona eksternal berasal dari perjalanan interzona di zona 9 (perbatasan Ubung Kaja – Sempidi (Badung)) sebesar 1.193.973 perjalanan orang per hari. Total distribusi perjalanan pada tahun dasar 2033 adalah 28.873.490 perjalanan orang per hari.



Gambar 4. Garis Keinginan (*Desire Line*) Hasil Prediksi *Software* Visum Versi 15 Tahun 2033 (orang/hari)

### Pembebanan Lalu Lintas Dengan Software Visum Versi 15

Pemodelan pemilihan rute menghasilkan pembebanan lalu lintas setiap *link* atau jalan yang menghubungkan setiap zona pada *software* Visum versi 15. Untuk mengetahui validitas data yang dihasilkan, maka dilakukan validasi dengan uji t (t-test). Volume 10 ruas jalan di Kota Denpasar divalidasi dengan volume 10 ruas jalan di Kota Denpasar berdasarkan *software* Visum versi 15, sebagaimana dapat dilihat pada Tabel 2.

Berdasarkan hasil perhitungan, nilai t hitung sebesar 1,2677 kemudian dibandingkan dengan t tabel dengan asumsi taraf kesalahan sebesar 5% dan df=8 sehingga didapat t tabel sebesar 2,306. Maka, nilai t hitung lebih kecil dari t-tabel (1,2677<2,306), sehingga Ho diterima dan Ha ditolak. Ini berarti bahwa data pembebanan lalu lintas hasil Visum versi 15 valid.

Tabel 2. Hasil Output t-test Volume Lalu Lintas

No	Nama Ruas Jalan	Volume (smp/jam) Pada Tahun 2013	Volume Berdasarkan Visum Versi 15 Pada Tahun 2013 (smp/jam)
1	Jl. By Pass Gatot Subroto	3.707,4	4.177,6
2	Jl. PB Sudirman	3.350,4	2.473,9
3	Jl. H.O.S Cokroaminoto	2.942,7	2.853,0
4	Jl. Diponegoro	2.829,1	1.079,2
5	Jl. Gajah Mada	2.558,6	1.502,0
6	Jl. Teuku Umar	2.513,2	1.372,5
7	Jl. Mahendradatta	2.308,3	4.454,9
8	Jl. Teuku Umar Barat	1.642,6	2.183,9
9	Jl. Hayam Wuruk	1.425,7	1.139,5
10	Jl. Wr. Supratman	1.393	1.981,2
Rata-rata		2.467,1	2.321,8
Simpangan Baku		790,8871	1.199,5109
Varians		625.502,4733	1.438.826,2963
R			0,4090

Tabel 3. Estimasi Volume Jam Puncak Pada Tahun 2033 Berdasarkan *Software* Visum Versi 15

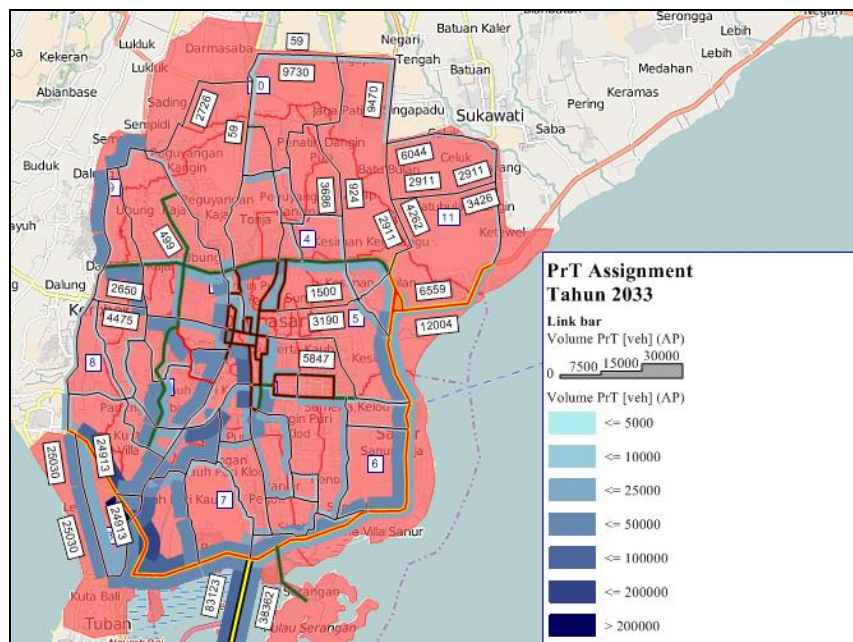
No.	Nama Ruas Jalan	Mobil (M) emp=1,0		Sepeda Motor (SM) emp=0,5		Angkutan Umum (AU) emp=1,0		Volume (smp/hari)	VJP (smp/jam)
		M (kend/hari)	M (smp/hari)	SM (kend/hari)	SM (smp/hari)	AU (kend/hari)	AU (smp/hari)		
1	Jl. By Pass Ngurah Rai	99976	99976	397542	198771	20502	20502	319249	28732
2	Jl. Imam Bonjol	146159	146159	273679	136840	8784	8784	291783	26260
3	Jl. By Pass Gatsu	69220	69220	175048	87524	28863	28863	185607	16705
4	Jl. Ahmad Yani	14961	14961	32832	16416	121355	121355	152732	13746
5	Jl. Mahendradatta	23234	23234	77957	38979	63018	63018	125231	11271
6	Jl. Raya Buluh Indah	29562	29562	18073	9037	69610	69610	108209	9739
7	Jl. Diponegoro	26080	26080	133369	66685	659	659	93424	8408
8	Jl. Pulau Kawe	62866	62866	35580	17790	12241	12241	92897	8361
9	Jl. Raya Pemogan	59912	59912	23230	11615	16870	16870	88397	7956
10	Jl. H.O.S Cokroaminoto	15835	15835	39980	19990	47928	47928	83753	7538
11	Jl. Mahendradatta Utara	3410	3410	7390	3695	68430	68430	75535	6798
12	Jl. Kebo iwa	57496	57496	20949	10475	6416	6416	74387	6695
13	Jl. Hasanudin	23140	23140	92077	46039	9	9	69188	6227
14	Jl. Teuku Umar	33492	33492	43446	21723	12257	12257	67472	6072
15	Jl. Raya Puputan	24337	24337	79374	39687	235	235	64259	5783
16	Jl. Raya Sesetan	14663	14663	68891	34446	3901	3901	53010	4771
17	Jl. Teuku Umar Barat	4523	4523	54777	27389	16056	16056	47968	4317
18	Jl. PB Sudirman	11903	11903	58318	29159	5551	5551	46613	4195
19	Jl. Gn Agung	29562	29562	24129	12065	4382	4382	46009	4141
20	Jl. Setiabudi	25127	25127	41160	20580	0	0	45707	4114

Prediksi pembebanan lalu lintas menggunakan *software* Visum versi 15 menghasilkan volume kend per hari setiap ruas jalan yang dimodelkan. Untuk menghitung estimasi volume jam puncak digunakan 20 data volume kendaraan per hari yang diperoleh dari Visum versi 15 dikalikan ekivalen mobil penumpang (emp), kemudian hasil volume smp/hari dikalikan faktor-k sebesar 0,09 untuk menjadikan volume satuan smp/jam. 20 ruas jalan dengan volume terbesar pada tahun perencanaan dapat dilihat pada Tabel 3. Dari Tabel 3 diperoleh bahwa volume terbesar pada tahun dasar hingga akhir tahun rencana terdapat pada ruas jalan By Pass Ngurah Rai dengan volume jam puncak pada tahun 2033 sebesar 28.732 smp/jam.

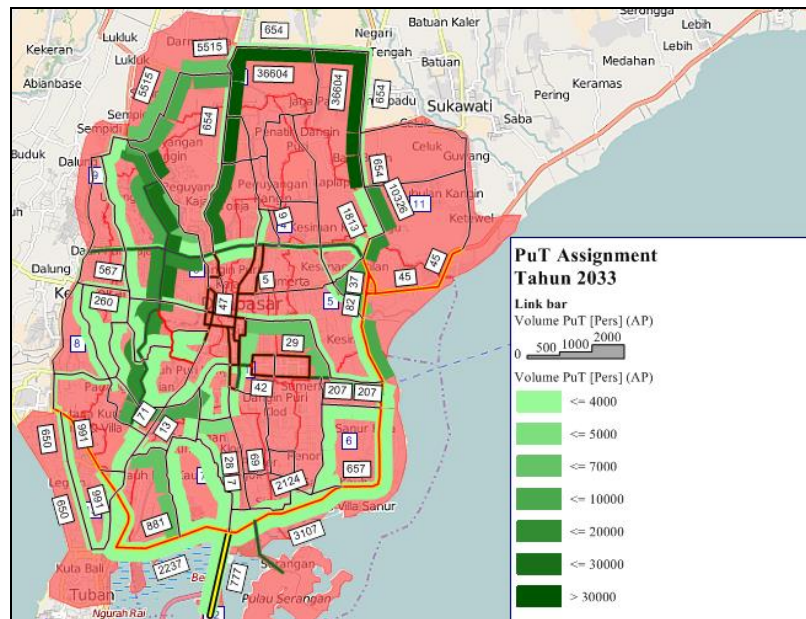
**Pemilihan Rute Pada Tahun Rencana 2033 Dengan Software Visum Versi 15**

Berdasarkan hasil distribusi perjalanan per hari pada tahun dasar 2033 perjalanan dari eksternal ke internal terbesar berasal dari zona 11 ke zona 3 dan perjalanan internal ke eksternal terbesar berasal dari zona 3 ke zona 9. Dari hasil perjalanan tersebut ditentukan rute yang digunakan antara pasangan asal tujuan. Pemilihan rute untuk perjalanan yang berasal dari zona 11 ke zona 3 berdasarkan pengguna

transportasi pribadi (PrT) dapat memilih rute sebagaimana dapat dilihat pada Gambar 5 yaitu Jl. Raya Tohpati – Jl. By Pass Gatot Subroto, sedangkan pengguna transportasi publik (PuT) sebagaimana dapat dilihat pada Gambar 6 dapat memilih rute Jl. Raya Tohpati – Jl. By Pass Gatot Subroto. Pemilihan rute untuk perjalanan yang berasal dari zona 3 ke zona 9 berdasarkan pengguna transportasi pribadi (PrT) dapat memilih rute yaitu Jl. Mahendradatta Utara – Jl. H.O.S Cokroaminoto atau menggunakan rute Jl. By Pass Gatot Subroto – Jl. Raya Kebo Iwa, sedangkan pengguna transportasi publik (PuT) memilih rute yaitu Jl. By Pass Gatot Subroto – Jl. Padang Luwih atau Jl. By Pass Gatot Subroto – Jl. Kebo Iwa. Pada Gambar 5 terlihat bahwa volume kend/hari terbesar terjadi pada rute Jl. Sunset Road – By Pass Ngurah Rai, Jl. Sunset – Jl. Imam Bonjol dan ruas jalan yang terdapat diantara zona 3, zona 2 dan zona 1. Sedangkan pada Gambar 6 terlihat bahwa volume kend/hari terbesar terdapat pada rute Jl. Tohpati – Jl. Angantaka-Sibanggede – Jl. Ahmad Yani dan rute Jl. Mahendradatta – Jl. Buluh Indah – Jl. Mahendradatta Utara.



Gambar 5. Hasil Trip Assignment Transportasi Pribadi (PrT) Pada Tahun 2033



Gambar 6. Hasil *Trip Assignment* Transportasi Publik (PuT) Pada Tahun 2033

**SIMPULAN**

Prediksi distribusi perjalanan di Kota Denpasar orang per hari berdasarkan *software* Visum versi 15 dengan metode *doubly constrained* pada masa yang mendatang diperoleh hasil yaitu pergerakan pada tahun 2033 sebesar 28.873.490 orang/hari. Prediksi pembebanan lalu lintas terbesar di masa yang mendatang pada jaringan jalan di Kota Denpasar berdasarkan *software* Visum versi 15 terjadi pada ruas jalan By Pass Ngurah Rai dengan total volume kendaraan pada tahun 2033 sebesar 518.020 orang/hari. Diperlukan pengembangan jalan di Kota Denpasar untuk mengantisipasi meningkatnya pergerakan dan perhatian bagi setiap ruas jalan khususnya 20 ruas jalan dengan volume tinggi sehingga jaringan jalan di Kota Denpasar tingkat pelayanannya dapat lebih efektif. Alternatif lainnya yaitu melalui penerapan demand management yaitu memberikan prioritas pada pengembangan sistem angkutan umum dan membatasi kepemilikan dan penggunaan kendaraan bermotor pribadi.

**DAFTAR PUSTAKA**

Chang, Y.U. and Zhao-Cheng, H.E. 2016. Travel Pattern Recognition using Smart Card Data in Public Transit. *International Journal of Emerging Engineering Research and Technology*, Vol 4, Issue 7, pp. 6-13.  
PTV Group. 2015. *PTV Visum 15 Manual*. PTV AG. Germany.

Suthanaya, P.A. 2008. Analysis of Travel Pattern and The Need to Develop Sustainable Transportation Infrastructure in Sarbagita Metropolitan area. *MATEC Web of Conference* 195, 04017, pp. 1-10.  
Tamin, O. Z. 2008. *Perencanaan, Pemodelan dan Rekayasa Transportasi : Teori, Contoh Soal dan Aplikasi*. Penerbit ITB. Bandung.  
Wang, Y., Xiao, Y., Xie, X., Chen, R. And Liu, H. 2018. Real-time Traffic Pattern Analysis and Inference with Sparse Video Surveillance Information. *Proceedings of the Twenty Seventh International Joint Conference on Artificial Intelligence (IJCAI-18)*, pp. 3571-3577.  
Wardrop, J.G. 1952. *Some Theoretical Aspects of Road Traffic Research, Proceedings of the Institute of Civil Engineering*. London.  
Yamane, K., Fujiwara, A. And Zhang, J. 2005. Analysis of Travel Behavior Array Pattern from The Perspective of Transportation Policy. *Journal of the Eastern Asia Society for Transportation Studies*, Vol. 6, pp. 91-106.  
Ye, M., Yu, M., Guo, X., Liu, Y. and Li, Z. 2013. Analysis on Residents’s Travel Activity Pattern in Historic Urban Areas: A Case Study of Historic Urban Area of Yangzhou, China. *Mathematical Problems in Engineering*, Vol. 2013, pp. 1-9.