Science and Education Journal
Vol 5 No 2 (2026)
E-ISSN : 2962-9713
P-ISSN : 2963-928X

Analisis Model Pemilihan Rute (*Route Choice*) Pelaku Perjalanan Antara Jalan Utama Dengan Jalan *Shortcut* Di Kabupaten Badung

Egy Amirul Haq[1], Yudi Karyanto[2], Wisnu Wardana Kusuma[3]
[123] Politeknik Transportasi Darat Indonesia – STTD, egyhaq01@gmail.com

Abstrak

Pembangunan dalam sektor pariwisata yang ada di Kabupaten Badung terkhusus di wilayah Kuta Utara berkembang sangat pesat. Akan tetapi hal ini tidak dibarengi dengan perencanaan transportasi yang mampu menampung permintaan perjalanan sehingga menimbulkan kemacetan yang signifikan. Fenomena ini mendorong pelaku perjalanan mencari rute alternatif berupa jalan *shortcut* untuk memangkas waktu tempuh. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis variabel yang mempengaruhi pemilihan rute antara jalan utama dan jalan *shortcut*, memodelkan probabilitas pemilihan rute, serta menentukan distribusi kendaraan untuk mencapai kondisi keseimbangan (*user equilibrium*). Metode penelitian yang digunakan adalah pendekatan kuantitatif dengan melakukan survei inventarisasi ruas jalan, *traffic counting*, CTMC, dan waktu tempuh pada 6 wilayah kajian. Analisis data dilakukan dengan bantuan *software* PTV Visum untuk pembebanan lalu lintas, serta regresi linier dan logit biner selisih dengan bantuan *software* atau secara manual untuk model pemilihan rutenya. Hasil penelitian menunjukkan bahwa klasifikasi pembebanan yang paling representatif untuk perilaku pengendara di Kabupaten Badung adalah *stochastic assignment* dengan tingkat validasi GEH sebesar 88%. Setelah dilakukan dua metode yang berbeda untuk mendapatkan model pemilihan rute regresi linier berganda dipilih karena memiliki nilai GEH lebih kecil yang menunjukkan bahwa regresi linier berganda lebih bisa menggambarkan kondisi lalu lintas yang ada di Kabupaten Badung. Penelitian ini merekomendasikan penerapan sistem informasi lalu lintas real-time melalui *Variable Message Sign* (VMS) untuk mengarahkan pengguna jalan menuju rute yang lebih efisien tanpa harus bergantung sepenuhnya pada pembangunan infrastruktur fisik.

Kata Kunci : Pemilihan Rute, Jalan *Shortcut*, Logit Biner Selisih, PTV Visum, Kondisi Keseimbangan.

Abstract

Development in the tourism sector within Badung Regency, specifically in the North Kuta area, has grown very rapidly. However, this has not been accompanied by transportation planning capable of accommodating travel demand, resulting in significant congestion. This phenomenon prompts travelers to seek alternative routes such as shortcut roads to reduce travel time. This study aims to analyze the variables influencing route choice between main roads and shortcut roads, model the probability of route selection, and determine vehicle distribution to achieve user equilibrium conditions. The research method used is a quantitative approach involving road inventory surveys, traffic counting, Classified Turning Movement Counts (CTMC), and travel time surveys across six study areas. Data analysis was conducted using PTV Visum software for traffic assignment, as well as multiple linear regression and binomial logit difference modeling, performed either through software or manually, for the route choice modeling. The research results indicate that the most representative assignment classification for driver behavior in Badung Regency is Stochastic Assignment, with a GEH validation level of 88%. After comparing two different methods to obtain the route choice model, multiple linear regression was selected because it yielded a lower GEH value, indicating that this method is better able to accurately represent the existing traffic conditions in Badung Regency. This study recommends the implementation of a real-time traffic information system via Variable Message Signs (VMS) to guide road users toward more efficient routes without relying entirely on continuous physical infrastructure development.

Keywords : *Route Choice, Shortcut Road, Binomial Logit Difference, PTV Visum, User equilibrium.*

E-ISSN : 2962-9713
P-ISSN : 2963-928X

Corresponding Author:
Egy Amirul Haq
Politeknik Transportasi Darat Indonesia – STTD, egyhaq01@gmail.com

PENDAHULUAN

Masyarakat Indonesia masih memiliki kebiasaan lama yang mana menyukai menggunakan kendaraan pribadi daripada kendaraan umum. Alasan kenapa orang memilih menggunakan kendaraan pribadi karena kendaraan pribadi memiliki tujuan, rute, dan jadwal yang lebih fleksibel daripada kendaraan umum (Ranjan & Sinha, 2025). Selain itu pada masa sekarang masyarakat sangat mudah untuk membeli kendaraan pribadi selama mereka memiliki uang sehingga hal itulah yang menjadikan masyarakat lebih suka menggunakan kendaraan pribadi. Jika kita lihat potensi yang ada di Kabupaten Badung dengan predikat sebagai salah satu destinasi wisata utama yang ada di Indonesia hal itu menjadikan banyak lapangan pekerjaan yang tersedia sehingga membuat orang tertarik untuk mencari peruntungan di Kabupaten Badung (Sunaryo & Wahyuni, 2024).

Setelah itu di tahun 2023 terjadi tren baru yang mana arah pariwisata bergerak yang semula berada di kecamatan Kuta menuju Kecamatan Kuta Utara yang notabenenya daerah Kuta Utara pada saat itu masih tergolong kecamatan yang memiliki pergerakan yang minim. Rata-rata tanah yang ada hanya berupa pemukiman dan sawah saja (Wahyundaria & Sunarta, 2020). Dengan volume yang begitu besar dari masyarakat lokal, masyarakat pendatang dan dari wisatawan yang begitu banyak ditambah dengan ruas jalan yang terbilang minim maka timbul kemacetan yang terjadi karena volume kendaraan yang ada melebihi kapasitas ruas jalan yang ada sehingga kendaraan yang ada memiliki kecepatan yang mendekati 0 Km/Jam sehingga menimbulkan antrian kendaraan (Direktorat Jenderal Bina Marga, 1997).

Dengan kondisi seperti ini lama kelamaan masyarakat akan berinisiatif untuk mencari jalan keluar baru untuk mengatasi kemacetan yang ada salah satunya yaitu dengan mencari jalan pintas atau jalan *shortcut* yang biasanya memang memiliki jarak yang lebih pendek dan volume yang relatif kecil. Jalan *shortcut* disini didefinisikan sebagai jalan yang dijadikan masyarakat untuk melakukan perjalanan jarak jauh selain jalan utama dengan karakteristik memiliki waktu tempuh yang cenderung yang lebih baik walaupun memiliki lebar jalan yang lebih kecil dari jalan utama. Dengan kebiasaan masyarakat yang menggunakan jalan *shortcut* sebagai rute melakukan perjalanan mengakibatkan pemerintah harus bergerak untuk memenuhi respon dari masyarakat. Dengan banyaknya pembangunan jalan *shortcut* yang akan terjadi maka dibutuhkan perencanaan yang matang sebelum dilakukannya pembangunan.

METODE

Kerangka Penelitian

Suatu penelitian memerlukan data dalam melakukan analisis. Dalam penelitian ini akan berfokus menggunakan metode kuantitatif yang berorientasi pada data angka dan numerik. Dalam bidang transportasi, data yang dibutuhkan lebih sering berbentuk angka. hal ini terjadi karena bidang transportasi sangat erat dengan perhitungan berbasis angka.

Tahap analisis yang dibutuhkan pada penelitian ini yaitu membuat model pembebanan pada kondisi eksisting dengan bantuan *software* PTV Visum. Selanjutnya dilakukan analisis regresi linier untuk membuat model probabilitas pemilihan rute. Pada tahap ini regresi linier dilakukan dengan dua metode yang berbeda yaitu regresi linier berganda dengan bantuan *software IBM SPSS Statistics* dan regresi linier dengan metode manual. Setelah dilakukan regresi linier maka selanjutnya dilakukan analisis logit biner selisih untuk mengetahui probabilitas pemilihan rutenya. Untuk menguji model yang dihasilkan maka dilakukan uji validasi dengan GEH. Model yang dihasilkan akan berfokus pada dua jenis kendaraan yaitu sepeda motor dan mobil penumpang.

E-ISSN : 2962-9713
P-ISSN : 2963-928X

Lokasi Penelitian

Pada kajian kali ini, terdapat enam jalan shortcut yang memiliki titik awal dan titik akhir yang sama dengan jalan utama sehingga mampu untuk membandingkan apakah masyarakat lebih memilih jalan utama atau jalan *shortcut*. Pada kajian kali ini, terdapat 15 ruas jalan yang terbagi di setiap kelompok besar wilayah kajiannya.

Pengumpulan Data

Data dibagi menjadi dua berdasarkan sumber datanya, yang pertama data primer yang diperoleh dari survey atau pengamatan langsung dan yang kedua data sekunder yang diperoleh dari pihak lain atau instansi lain yang memiliki kredibilitas dalam menyediakan suatu data. Data primer yang dibutuhkan yaitu data waktu tempuh, inventarisasi ruas jalan, *traffic counting*, CTMC. Sedangkan untuk data sekunder dibutuhkan data peta jaringan jalan, peta tata guna lahan, peta administrasi.

Variabel Penelitian

Dalam penelitian kali ini, terdapat beberapa bagian penting yang menjadi fokus utama penelitian kali ini dan setiap bagiannya saling berkaitan.

1. *Trip assignment* yang berfokus pada terciptanya kondisi keseimbangan pada jaringan jalan yang ada.
2. Regresi Linier yang berfokus untuk mencari angka α dan β dalam persamaan pemilihan rute.
3. Logit biner Selisih yang berfokus untuk membuat model probabilitas pemilihan rute.

Trip Assignment

Pembebanan lalu lintas (*traffic assignment*) merupakan tahapan dalam analisis lalu lintas di mana perjalanan antar zona (*interzonal trips*) dibebankan ke dalam jaringan transportasi. Perjalanan antar zona tersebut merepresentasikan permintaan lalu lintas, yang dihitung pada tahap distribusi perjalanan dan/atau pemilihan moda (*distribution/modal split*). Permintaan lalu lintas, sebagaimana dinyatakan dalam matriks asal tujuan (*Origin Destination/OD*) untuk setiap tujuan perjalanan dan setiap moda transportasi (dan dalam beberapa kasus untuk setiap periode waktu), kemudian dipertemukan dengan penyediaan infrastruktur, yaitu jaringan yang terdiri dari ruas (*link*) dan simpul (*node*) yang memiliki karakteristik seperti kapasitas, kecepatan maksimum, jalan satu arah, tarif tol, serta faktor-faktor hambatan lainnya (Ortuzar & Wilumsen, 2011)

Regresi Linier

Regresi linier berganda merupakan model persamaan yang menjelaskan hubungan satu variabel terikat/ response (Y) dengan dua atau lebih variabel bebas/*predictor* $(x_1, x_2, \dots, x_k)$ (Ningsih & Dukalang, 2019). Tujuan dari uji regresi linier berganda adalah untuk memprediksi nilai variabel tak bebas (Y) apabila nilai-nilai variabel bebasnya $(x_1, x_2, \dots, x_k)$ diketahui. Disamping itu juga dapat mengetahui variabel bebas apa yang paling berpengaruh terhadap variabel terikatnya. Persamaan regresi linier berganda secara matematik diekspresikan sebagai berikut.

$$Y = a + b_1X_1 + b_2X_2 + \cdots + b_nX_n$$

Yang mana :

Y = variabel tak bebas (nilai variabel yang akan

diprediksi) a = konstanta

$b_1, b_2, \dots, b_n$ = nilai koefisien regresi

$X_1, X_2, \dots, X_n$ = variabel bebas

Hasil dari analisis regresi linier berganda pada tahap ini selanjutnya akan digunakan

E-ISSN : 2962-9713
P-ISSN : 2963-928X

untuk menentukan variabel bebas pada analisis logit biner selisih. Variabel bebas yang coba di analisis pada tahap ini yaitu berasal dari data survey inventarisasi ruas jalan, survey TC, survey CTMC, survey waktu tempuh.

Logit Biner Selisih

Logit biner selisih merupakan model pemilihan diskrit yang digunakan untuk menganalisis keputusan individu ketika dihadapkan pada dua alternatif pilihan. Keputusan individu dimodelkan berdasarkan selisih utilitas antara kedua alternatif tersebut. Dalam penelitian ini, model logit biner selisih digunakan untuk memodelkan probabilitas pengguna jalan dalam memilih antara jalan utama dan jalan *shortcut*, dengan mempertimbangkan utilitas dari masing-masing rute. Variabel yang digunakan merupakan atribut rute yang memengaruhi keputusan pemilihan rute, yang ditentukan berdasarkan hasil analisis regresi linier berganda sebelumnya. Setiap individu diasumsikan mengetahui setiap utilitas dari masing – masing pilihan rute. Individu memilih rute bukan tanpa alasan, mereka membandingkan rute jalan utama dengan jalan *shortcut*. Setelah mengetahui biaya pemilihan rute dan informasi mengenai proporsi pemilihan rute dari setiap rute yang dibandingkan maka dapat diperoleh proporsi pemilihan rute sebagai berikut (Ofyar, 2000).

$$P_1 = \frac{1}{1 + \exp(\alpha + \beta(C_2 - C_1))}$$

Uji Validasi

Perhitungan error merupakan suatu cara untuk mengetahui ketepatan model yang telah diperoleh. Dengan perhitungan error dapat dilihat seberapa akurat data hasil permodelan jika dibandingkan dengan data keadaan eksisting. Salah satu metode yang peramalan yang digunakan yaitu *Geoffrey E. Havers* (GEH). GEH statistik biasanya digunakan untuk merepresentasikan *goodness-of-fit* dari model. Model ini mempertimbangkan akan selisih absolut maupun selisih persentase antara arus lalu lintas hasil permodelan dan arus lalu lintas hasil pengamatan (Feldman, 2012). Dimana K_j adalah arus lalu lintas hasil pengamatan pada ruas jalan-j dan M_j adalah arus lalu lintas hasil permodelan pada ruas jalan yang sama (Chin et al., 2025)

$$GEH_j = \sqrt{\frac{2(K_j - M_j)^2}{K_j + M_j}}$$

Dengan Ketetapan
:

1) Ketetapan permodelan sangat baik saat nilai GEH < 5.0
2) Ketetapan permodelan cukup saat nilai GEH 5.0 – 10.0
3) Ketetapan permodelan tidak akurat saat nilai GEH > 10.0
4) Total volume dalam suatu model lalu lintas seharusnya memiliki nilai GEH < 5.0 sekitar 85% dari seluruh titik pengamatan

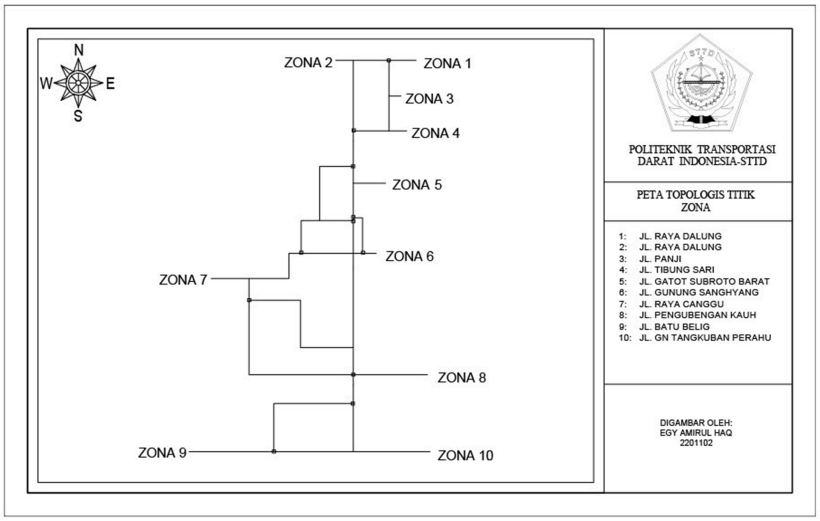
HASIL DAN PEMBAHASAN

Pembebanan Kondisi Eksisting

Pembebanan dilakukan untuk mengetahui perilaku pelaku perjalanan yang sesuai dengan keadaan eksisting di Kabupaten Badung. Data yang diinput kedalam model transportasi menggunakan aplikasi PTV Visum dikelompokkan menjadi dua bagian utama yaitu permintaan perjalanan dan model jaringan jalan dari infrastruktur transportasi yang

E-ISSN : 2962-9713
P-ISSN : 2963-928X

tersedia. Dalam PTV Visum permintaan perjalanan diagregasi menggunakan sebuah zona yang dinyatakan dalam bentuk matriks asal-tujuan (origin-destination matrix). Jaringan jalan yang ada direpresentasikan sebagai link yang dapat digunakan oleh moda transportasi tertentu. Setiap link terdiri atas dua objek jaringan terpisah yang merepresentasikan masing-masing arah perjalanan. Masing-masing objek ini dapat memiliki atribut yang berbeda, seperti kecepatan yang diizinkan dan kapasitas dalam jumlah kendaraan. penentuan zona pada penelitian kali ini ditempatkan pada ruas jalan yang menjadi keluar masuknya kendaraan dari atau menuju wilayah kajian. Dengan ditetapkannya zona pada ruas jalan yang menjadi keluar–masuknya kendaraan, dianggap bahwa masyarakat melakukan perjalanan menerus yang mana masuk menuju lokasi wilayah kajian.



Gambar 1. Peta Topologis Titik Zona

Gambar diatas merupakan Gambaran lokasi setiap zona yang ada secara utuh. Dalam peta tersebut dapat dilihat bahwa zona dibagi menjadi 10 yang mana masing–masing berada di ujung–ujung wilayah kajian.

Salah satu model analisis pembebanan yang paling sering digunakan yaitu PTV Visum. Dalam Visum basis permintaan pergerakan dinotasikan kedalam matriks OD yang digunakan untuk menunjukkan besarnya permintaan perjalanan antara zona asal dan zona tujuan. Kita tahu cara paling umum untuk mendapatkan angka OD matriks adalah dengan melakukan survey home interview yang menanyakan asal tujuan dari pelaku perjalanan. Akan tetapi wilayah kajian dalam penelitian kali ini tidak mencakup satu kota atau kabupaten. Ofyar (2000) menjelaskan bahwa pendekatan metode langsung pada umumnya mahal, terutama dalam hal kebutuhan akan sumber daya manusia, waktu proses yang lama, serta hasil akhirnya hanya berlaku untuk selang waktu yang pendek saja. Oleh karena itu ada berbagai alternatif cara untuk mendapatkan OD matriks. Salah satu caranya yaitu dengan menggunakan hasil survey gerakan membelok untuk mengetahui asal tujuan kendaraan yang mana dalam penelitian kali ini basis zona yang ada merupakan suatu ruas jalan yang menjadi pintu masuk atau pintu keluar dari kendaraan yang menuju atau keluar wilayah kajian dalam penelitian kali ini. Matriks OD dapat menggambarkan pola pergerakan kendaraan di suatu simpang.

Tabel 1. Hasil OD Matriks Menggunakan Survey CTMC (Sepeda Motor)

O/D	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	0	473	218	233	138	92	241	49	0	0

E-ISSN : 2962-9713
P-ISSN : 2963-928X

2	250	0	61	121	101	65	176	36	0	0
3	105	30	0	56	11	7	19	4	0	0
4	109	90	45	0	30	17	52	10	0	0
5	19	150	26	38	0	148	76	80	0	0
6	9	12	1	2	1	0	217	294	0	0
7	24	17	10	29	37	238	0	451	0	0
8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
O/D	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**	**8**	**9**	**10**
9	39	47	19	37	59	68	308	177	0	0
10	40	69	11	32	38	51	369	160	181	0

Tabel diatas merupakan tabel estimasi OD matriks menggunakan metode proporsi untuk jenis kendaraan sepeda motor. Jika kita lihat terdapat beberapa kolom kosong yaitu pada zona asal 8, zona tujuan 9, zona tujuan 10. Ini terjadi karena pada kondisi eksisting pada zona 8, 9, dan 10 terjadi rekayasa lalu lintas berupa penerapan satu arah di wilayah Kerobokan Kelod. Dikarenakan wilayah kajian yang ada pada penelitian kali ini tidak mencakup jalan–jalan yang menuju zona 9, dan 10 maka pergerakan pada OD Matriks tersebut menjadi 0.

Tabel 2. Hasil OD Matriks Menggunakan Survey CTMC (Mobil Penumpang)

O/D	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**	**8**	**9**	**10**
1	0	107	69	94	14	16	21	4	0	0
2	63	0	29	18	28	30	41	7	0	0
3	25	17	0	51	2	3	3	1	0	0
4	37	26	28	0	3	4	5	1	0	0
5	5	81	6	30	0	185	20	42	0	0
6	2	23	2	3	7	0	98	28	0	0
7	4	108	2	1	8	121	0	217	0	0
8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
9	1	43	1	1	21	14	30	64	0	0
10	2	34	3	2	39	17	44	39	204	0

Tabel diatas merupakan tabel estimasi OD matriks menggunakan metode proporsi untuk jenis kendaraan mobil penumpang. Didalam setiap zona terdapat satu kolom yang memiliki baris dan angka yang sama yaitu perjalanan intrazona. Dalam tabel tersebut perjalanan intrazona memiliki angka nol hal ini dianggap orang atau kendaraan yang bergerak di dalam zona itu sendiri dianggap tidak memiliki pengaruh terhadap beban lalu lintas.

Jika ditinjau lebih lanjut, OD matriks dengan metode CTMC adalah metode yang paling mudah untuk didapatkan dalam ilmu transportasi. Hal ini juga yang menjadi metode ini sering digunakan. Padahal jika ditinjau dalam penerapannya terdapat beberapa pola perjalanan yang sangat sulit dihasilkan hanya melalui CTMC. Oleh karena itu, dilakukan analisis tambahan untuk membuat OD matriks yang ada dapat memberikan pola perjalanan semirip

E-ISSN : 2962-9713
P-ISSN : 2963-928X

mungkin dengan keadaan sebenarnya yaitu dengan tools matrix correction.

Matrix Correction (atau sering disebut juga dengan matrix estimation atau prosedur TFlowFuzz) adalah proses kalibrasi untuk menyesuaikan angka-angka di dalam Matriks Asal-Tujuan (OD Matrix sehingga hasil pembebanannya terhadap jaringan jalan (supply) dapat mencerminkan kondisi nyata yang diamati, seperti arus lalu lintas (asal/tujuan), jumlah perjalanan penumpang (unlinked trips), maupun jumlah penumpang naik dan turun (boarding/alighting). Koreksi matriks dapat sangat bermanfaat karena hanya perlu menambahkan volume kendaraan di setiap ruasnya maka secara otomatis PTV Visum akan membuat matrix correction dengan sangat baik (Group, 2026).

Tabel 3. OD Matriks Hasil *Matrix Correction* (Sepeda Motor)

O/D	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	0	808	116	202	169	2	35	91	0	0
2	357	0	63	126	321	3	186	244	0	0
3	81	18	0	15	2	1	1	5	0	0
4	117	75	17	0	40	1	23	44	0	0
5	27	123	10	43	0	2	57	371	0	0
6	4	20	1	7	2	0	452	113	0	0
7	15	66	5	23	26	494	0	518	0	0
8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
9	24	108	8	37	105	62	287	247	0	0
10	21	95	7	32	92	54	357	129	457	0

Matriks diatas merupakan hasil dari *matrix correction* pada jenis kendaraan sepeda motor. Setelah ini akan ditampilkan OD matriks mobil penumpang dari hasil *matrix correction*.

Tabel 4. OD Matriks Hasil *Matrix Correction* (Mobil Penumpang)

O/D	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	0	232	59	102	1	1	1	1	0	0
2	98	0	20	41	72	2	71	83	0	0
3	35	5	0	5	1	0	0	1	0	0
4	74	32	7	0	20	0	1	1	0	0
5	1	48	1	15	6	4	30	210	0	0
6	1	12	0	1	2	0	148	40	0	0
7	1	77	1	1	12	151	0	232	0	0
8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
9	1	35	1	1	33	13	24	60	0	0
10	1	40	1	1	39	15	41	42	157	0

Matriks diatas merupakan hasil dari *matrix correction* pada jenis kendaraan mobil penumpang. Model yang baik merupakan model yang dapat merepresentasikan keadaan aslinya. Sehingga untuk mengetahui keakuratan suatu model perlu dilakukan yang namanya validasi. Dalam transportasi model biasanya digunakan sebagai dasar untuk menentukan

E-ISSN : 2962-9713
P-ISSN : 2963-928X

kebijakan lalu lintas. Sehingga apabila model yang dihasilkan tidak sesuai dengan keadaan aslinya maka kebijakan yang diambil akan menimbulkan dampak yang buruk. Pada proses validasi ini akan dilakukan dengan menggunakan metode GEH (geoffrey e havers).

Dalam trip assignment PTV Visum menggunakan perhitungan algoritma matematis dalam membebankan demand (OD matriks) kedalam jaringan jalan yang ada. Ketepatan dalam pemilihan model rute sangat krusial agar sebaran volume lalu lintas hasil simulasi merepresentasikan kondisi aktual di lapangan. Dengan demikian, kesesuaian antara volume hasil model dengan volume kendaraan eksisting di Kabupaten Badung dapat menjadi parameter untuk menentukan klasifikasi model *trip assignment* yang paling representatif bagi karakteristik pergerakan di wilayah tersebut.

Untuk menentukan klasifikasi pemilihan rute yang paling sesuai dengan perilaku pengendara yang ada di Kabupaten Badung dilakukan berbagai percobaan pembebanan dengan berbagai pilihan klasifikasi yang ada di PTV Visum. Dari setiap hasil pembebanan dilakukan uji validasi dengan statistik GEH. Hasil yang paling sesuai dengan kondisi eksisting maka dapat dikatakan paling sesuai dengan tingkah laku pelaku perjalanan di Kabupaten Badung.

Tabel 5. Uji Validitas Untuk Setiap Klasifikasi Pemilihan Rute

Klasifikasi Pemilihan RUte	GEH < 5	GEH 10 > X > 5	GEH > 10	Tingkat Keakuratan
Incremental Assignment	19	4	12	55%
***Equilibrium* Assignment**	19	5	11	55%
Stochastic Assignment	29	4	0	88%

Sehingga jika dilihat dari tabel diatas klasifikasi *trip assignment* yang dipilih dalam melakukan proses pembebanan adalah *stochastic assignment*. dengan memilih *stochastic assignment* yang menghasilkan pembebanan kurang lebih sama dengan kondisi eksisting yang sudah dilakukan uji validitas dengan metode GEH dapat dikatakan bahwa klasifikasi pemilihan rute dari pelaku perjalanan di Kabupaten Badung yaitu *stochastic assignment.*

Model Pemilihan Rute Antara Jalan Utama dan Jalan *Shortcut*

Dalam penelitian kali ini telah dipilih empat variabel utama untuk dilakukan analisis lebih lanjut. Variabel pertama yaitu waktu tempuh yang diperoleh dari survey pengamat bergerak. Sedangkan variabel kedua yaitu tundaan yang diperoleh dari survey pengamat bergerak. Selanjutnya variabel ketiga yaitu lebar jalan yang diperoleh dari survey inventarisasi ruas jalan dan variabel terakhir yaitu Panjang jalan yang diperoleh dari inventarisasi ruas jalan juga. Selain itu juga dalam analisis logit biner selisih diperlukan data persentase orang memilih rute antara jalan utama dengan jalan *shortcut*.

Untuk memperoleh persentase orang memilih rute dilakukan analisis yang sama dengan estimasi OD matriks di tahapan sebelumnya yaitu dengan menggunakan persentase gerakan kendaraan membelok. Dalam tahap pembuatan model dilakukan pemisahan di setiap jenis kendaraan dengan alasan utama untuk mengetahui bagaimana karakteristik pemilihan rute antara jenis kendaraan tersebut apakah memiliki perbedaan atau malah memiliki kesamaan

E-ISSN : 2962-9713
P-ISSN : 2963-928X

1. Model Pemilihan Rute Jenis Kendaraan Sepeda Motor

Tabel 6. Perhitungan Metode Regresi-Linear Untuk Model Logit-Biner-Selisih

Wilayah Kajian	Waktu	Selisih				Logit
		X_1	X_2	X_3	X_4	
Wilayah Kajian 1	06.30-06.45	-3	93	1,333333	-0,63	0,81
	06.45-07.00	2	99	1,333333	-0,63	0,81
	07.00-07.15	27	113	1,333333	-0,63	0,83
	07.15-07.30	28	138	1,333333	-0,63	0,71
	07.30-07.45	34	151	1,333333	-0,63	0,75
	07.45-08.00	29	135	1,333333	-0,63	0,72
	08.00-08.15	18	110	1,333333	-0,63	0,71
	08.15-08.30	14	102	1,333333	-0,63	0,76

Setelah didapatkan data yang dibutuhkan maka selanjutnya dilakukan analisis regresi linier berganda dengan bantuan *software* PTV Visum. Maka didapatkan model sebagai berikut :

$$Y = 1{,}219 - 0{,}011X_1 - 0{,}596X_2 - 0{,}831X_3$$

Setelah diperoleh model dari regresi linier berganda maka perlu ditransformasikan kedalam bentuk utilitas. Regresi linier berganda menghasilkan nilai Y berupa nilai kontinu. Sedangkan yang kita butuhkan adalah probabilitas yang memiliki angka 1 sampai 0. Hal inilah yang menyebabkan perlu untuk dilakukan penyesuaian.

$$U_{selisih} = 1{,}219 - 0{,}011(\Delta Waktu\ Tempuh) - 0{,}596(\Delta Lebar\ Jalan) - 0{,}831(\Delta \text{Panjang Jalan})$$

$U_{selisih}$ merupakan hasil selisih antara jalan utama dengan jalan *shortcut* yang dihitung dengan persamaan ini. Selisih waktu tempuh disini berarti waktu tempuh jalan utama dikurangi waktu tempuh jalan *shortcut*, begitupun dengan variabel yang lainnya. Persamaan diatas merupakan model probabilitas pemilihan rute untuk jenis kendaraan sepeda motor.

Dari persamaan tersebut selanjutnya akan menghasilkan $U_{selisih}$ yang biasa dinotasikan ΔU dan selanjutnya dapat dihitung dengan rumus probabilitas logit. Dari rumus tersebut dapat disederhanakan menjadi.

$$P_{Utama} = \frac{1}{1 + e^{-U_{selisih}}}$$

Dimana e berarti bilangan euler = 2,718

Dalam buku Ofyar (2000) diberikan contoh penggunaan model logit biner dalam memodelkan pemilihan moda antara jalan raya (bus) dengan jalan baja (kereta api). Sehingga dalam perhitungan regresi linier secara manual akan mengacu pada buku tersebut. Setelah didapatkan informasi biaya dan persentase orang memilih rute maka selanjutnya diperlukan konversi satuan agar setiap variabel bebas yang ada dapat dijumlahkan menjadi satuan biaya.

Sehingga untuk memecahkan permasalahan tersebut dilakukan analisis *nonlinier least squares*. NLS disini mencari nilai satuan disetiap variabel yang terbaik dalam model ini dengan

E-ISSN : 2962-9713
P-ISSN : 2963-928X

cara meminimalkan jumlah kuadrat error (selisih antara data observasi dan hasil model). Dalam analisis NLS digunakan bantuan *tools solver* di excel yang mana mencari nilai konversi satuan terbaik dari hasil penjumlahan nilai GEH dari perbandingan probabilitas pemilihan rute antara hasil model dengan hasil observasi.

Tabel 7. Nilai Satuan Konversi Sepeda Motor

Variabel Bebas	Nilai Konversi
Waktu Tempuh	0,02
Lebar Jalan	1,21
Panjang Jalan	2,12

Dengan didapatkannya nilai konversi satuan tiap variabel *independent* maka dapat dirubah menjadi satuan biaya dengan cara mengalikan setiap variabel independennya dengan nilai konversinya sehingga menghasilkan satuan biaya. Setelah didapatkan nilai biaya disetiap pilihan rutenya maka selanjutnya dicari selisih biaya antara biaya *shortcut* dikurangi biaya utama. Selisih biaya ini akan dijadikan x_i yang digunakan untuk menghitung analisis selanjutnya. Setelah mendapatkan x_i masih diperlukan y_i untuk mengestimasi nilai α dan juga β untuk mendapatkan model pemilihan rute. Berikut merupakan perhitungan dari nilai α dan juga β.

$$\beta = \frac{(N.\sum x_i\, y_i - (\sum x_i.\sum y_i))}{N.\sum X_i^2 - (\sum x_i)^2}$$

$$\beta = -0{,}4899$$

$$\alpha = (rata - rata\ y) - \beta(rata - rata\ x)$$

$$\alpha = -1{,}4424$$

Setelah diketahui nilai α dan β maka selanjutnya dapat diketahui model probabilitas pemilihan rute dengan metode manual.

$$P_{Utama} = \frac{1}{1 + \exp(\alpha + \beta_t x)}$$

$$P_{Utama} = \frac{1}{1 + \exp(-1{,}4424 - 0{,}4899(C_{St} - CU)}$$

E-ISSN : 2962-9713
P-ISSN : 2963-928X

2. Model Pemilihan Rute Jenis Kendaraan Mobil Penumpang

Tabel 8. Perhitungan Metode Regresi-Linear Untuk Model Logit-Biner-Selisih

Wilayah Kajian	Waktu	Selisih ($C_s - C_u$)			Logit
		X_1	X_3	X_4	
Wilayah Kajian 1	06.30-06.45	-18	-2,4	0,63	-2,32
	06.45-07.00	-8	-2,4	0,63	-2,49
	07.00-07.15	-8	-2,4	0,63	-2,11
	07.15-07.30	-16	-2,4	0,63	-2,04
	07.30-07.45	-19	-2,4	0,63	-1,92
	07.45-08.00	-27	-2,4	0,63	-2,13
	08.00-08.15	-21	-2,4	0,63	-2,40
	08.15-08.30	-24	-2,4	0,63	-2,10

Setelah didapatkan data yang dibutuhkan maka selanjutnya dilakukan analisis regresi linier berganda dengan bantuan *software* PTV Visum. Maka didapatkan model sebagai berikut:

$$Y = -5{,}096 - 0{,}01X_1 - 2{,}921X_2 - 6{,}787X_3$$

Setelah diperoleh model dari regresi linier berganda maka perlu ditransformasikan kedalam bentuk utilitas. Regresi linier berganda menghasilkan nilai Y berupa nilai kontinu. Sedangkan yang kita butuhkan adalah probabilitas yang memiliki angka 1 sampai 0. Hal inilah yang menyebabkan perlu untuk dilakukan penyesuaian

$$U_{selisih} = -99 - 0{,}01(\Delta Waktu\ Tempuh) - 2{,}921(\Delta Lebar\ Jalan) - 6{,}787(\Delta \text{Panjang Jalan}) \quad Jika\ Lebar\ Shortcut < 3{,}5$$

$$U_{selisih} = -5{,}096 - 0{,}01(\Delta Waktu\ Tempuh) - 2{,}921(\Delta Lebar\ Jalan) - 6{,}787(\Delta \text{Panjang Jalan}) \quad Jika\ Lebar\ Shortcut > 3{,}5$$

$U_{selisih}$ merupakan hasil selisih antara jalan *shortcut* dengan jalan utama yang dihitung dengan persamaan ini. Selisih waktu tempuh disini berarti waktu tempuh jalan *shortcut* dikurangi waktu tempuh jalan utama, begitupun dengan variabel yang lainnya. Persamaan diatas merupakan model probabilitas pemilihan rute untuk jenis kendaraan mobil penumpang.

Dari persamaan tersebut selanjutnya akan menghasilkan $U_{selisih}$ yang biasa dinotasikan ΔU akan dimasukkan kedalam rumus probabilitas logit. Dari rumus tersebut dapat disederhanakan menjadi.

$$P_{Shortcut} = \frac{1}{1 + e^{-U_{selisih}}}$$

Sama halnya pada jenis kendaraan sepeda motor yang mana perhitungan dalam mengestimasi nilai α dan β berasal dari buku Ofyar (2000). Hal pertama yang perlu dilakukan yaitu mencari nilai konversi satuan di setiap variabel bebasnya. Dalam hal ini dilakukan analisis NLS yang mana

E-ISSN : 2962-9713
P-ISSN : 2963-928X

digunakan bantuan *tools solver* di excel yang mana mencari nilai konversi satuan. setelah dilakukan analisis NLS dengan bantuan *tools solver* di excel didapatkan nilai satuan konversi di setiap variabel bebasnya sebagai berikut.

Tabel 9. Nilai Satuan Konversi Mobil Penumpang

Variabel Bebas	Nilai Konversi
Waktu Tempuh	0,0035
Lebar Jalan	1,35
Panjang Jalan	5,02

Setelah mendapatkan x_i masih diperlukan y_i untuk mengestimasi nilai α dan juga β untuk mendapatkan model pemilihan rute. Berikut merupakan perhitungan dari nilai α dan juga β.

$$\beta = \frac{(N.\sum x_i\, y_i - (\sum x_i.\sum y_i))}{N.\sum X_i^2 - (\sum x_i)^2}$$

$$\beta = -1{,}6188$$

$$\alpha = (rata - rata\ y) - \beta(rata - rata\ x)$$

$$\alpha = 2{,}3799$$

Setelah diketahui nilai α dan β maka selanjutnya dapat diketahui model probabilitas pemilihan rute dengan metode manual.

$$P_{Shortcut} = \frac{1}{1 + \exp\,(2{,}3799 - 1{,}618(C_U - C_{St}))}$$

Pada penelitian ini diperoleh dua model hasil estimasi parameter, yaitu model yang dihasilkan melalui perhitungan menggunakan *software* SPSS dan model yang diperoleh melalui perhitungan manual. Meskipun kedua model sama–sama menghasilkan parameter regresi berupa konstanta dan koefisien variabel, tidak serta–merta kedua model memiliki kemampuan representasi yang sama terhadap data observasi di lapangan . perbedaan metode perhitungan dapat menyebabkan perbedaan hasil prediksi pada masing–masing model. Oleh sebab itu diperlukan proses validasi untuk menentukan model mana yang memiliki tingkat akurasi dan reliabilitas terbaik.

Tabel 10. Uji Validasi Untuk Setiap Metode

Metode Regresi Linier	Motor		Mobil	
	Utama	*Shortcut*	Utama	*Shortcut*
Dengan SPSS	5,23	3,64	1,78	1,01
Manual	5,17	3,63	5,34	3,67

Sumber : Hasil Analisis

Jika dilihat dari hasil validasi diatas bahwa untuk jenis kendaraan sepeda motor regresi linier dengan metode manual memiliki nilai GEH lebih kecil yang menandakan lebih baik. Sedangkan untuk jenis kendaraan mobil penumpang, metode regresi linier dengan SPSS

E-ISSN : 2962-9713
P-ISSN : 2963-928X

memiliki nilai GEH lebih kecil yang menandakan lebih baik. Oleh karena itu jika melihat pada kedua metode yang ada, metode dengan SPSS memiliki keunggulan dalam segi mengubah variabel yang ada. Sehingga dalam penentuan kondisi keseimbangan digunakan model pemilihan rute dengan metode regresi linier menggunakan SPSS.

Distribusi Kendaraan Untuk Mencapai Kondisi Keseimbangan

Dengan didapatkannya model dari hasil analisis regresi linier berganda dan logit biner selisih maka selanjutnya dapat dihitung kondisi keseimbangan di setiap wilayah kajian. Variabel waktu tempuh merupakan variabel yang digunakan sebagai tolak ukur kondisi keseimbangan. Berdasarkan definisi dari *user equilibrium* yang mana di setiap rute yang ada seseorang tidak akan mampu menemukan rute yang terbaik karena rute yang ada sama – sama memiliki biaya minimal.

Biaya disini dapat diartikan luas karena seseorang memilih rute bukan hanya dari segi uang bisa juga dari segi waktu. Sehingga waktu tempuh diibaratkan memiliki selisih antara jalan utama dan jalan *shortcut* sebesar 0. Yang mana hal ini akan mengatur volume kendaraan dalam setiap pilihan rutenya.

Tabel 11. Perhitungan Kondisi *Equilibrium* Pada Wilayah Kajian (Sepeda Motor)

Selisih Waktu	Selisih Lebar Jalan	Selisih Panjang Jalan	$U_{selisih}$	Probabilitas Jalan Utama	Probabilitas Jalan *Shortcut*	Volume Jalan Utama	Volume Jalan *Shortcut*
0	1,30	-0,63	0,97	0,72	0,28	993	377
0	2,10	-0,31	0,23	0,56	0,44	448	358
0	2,10	0,06	-0,08	0,48	0,52	360	391
0	2,75	0,08	-0,49	0,38	0,62	144	234
0	-0,75	-0,25	1,87	0,87	0,13	1367	210
0	2,92	0,19	-0,67	0,34	0,66	706	1383

Tabel 12. Perhitungan Kondisi *Equilibrium* Pada Wilayah Kajian (Mobil Penumpang)

Selisih Waktu	Selisih Lebar Jalan	Selisih Panjang Jalan	$U_{selisih}$	Probabilitas Jalan Utama	Probabilitas Jalan *Shortcut*	Volume Jalan Utama	Volume Jalan *Shortcut*
0	-2,4	-0,63	-2,36	0,91	0,09	59	6
0	-2	-0,31	-1,36	0,80	0,20	7	60
0	-2,1	0,06	1,45	0,19	0,81	46	196
0	0	0	-99	1,00	0	26	0
0	-1,3	-0,25	-3	0,95	0,05	238	12
0	0	0	-99	1,00	0	51	0

Volume yang ada merupakan skenario yang mungkin terjadi apabila ingin menerapkan kondisi keseimbangan. Dalam kondisi keseimbangan memungkinkan setiap pelaku perjalanan menghasilkan biaya perjalanan yang sama dan seminimal mungkin. Apabila ingin membentuk lingkungan berlalu lintas yang adil untuk setiap lapisan masyarakat maka perlu diterapkan pengaturan volume lalu lintas.

E-ISSN : 2962-9713
P-ISSN : 2963-928X

pada kondisi eksisting, informasi terkait waktu tempuh dan tingkat kemacetan tidak tersedia secara real-time, sehingga pelaku perjalanan cenderung mengambil keputusan berdasarkan pengalaman, kebiasaan, atau persepsi subjektif.

Kondisi tersebut menyebabkan distribusi arus lalu lintas menjadi tidak merata, di mana sebagian besar pengguna cenderung memilih rute tertentu tanpa mempertimbangkan kondisi aktual di lapangan. Oleh karena itu, diperlukan suatu kebijakan yang mampu menyediakan informasi lalu lintas secara aktual dan akurat kepada pengguna jalan. Pendekatan berbasis sistem informasi lalu lintas real-time dipilih karena mampu memengaruhi perilaku pengguna secara tidak langsung tanpa bersifat memaksa, sehingga diharapkan dapat menciptakan distribusi lalu lintas yang lebih seimbang.

Sistem ini memanfaatkan data berbasis GPS yang dikumpulkan secara crowdsourcing dari pengguna aplikasi navigasi seperti *Google Maps*, yang kemudian diolah untuk menghasilkan informasi berupa waktu tempuh, tingkat kemacetan, serta rekomendasi rute. Informasi yang dihasilkan akan disampaikan kepada pengguna jalan melalui media seperti *Variable Message Sign* (VMS) atau monitor informasi yang ditempatkan pada titik-titik strategis.



Gambar 2. Visualisasi *Variable Message Sign*

Pada gambar diatas merupakan contoh penerapan VMS di titik – titik strategis pemilihan rute. Dalam VMS tersebut akan menghasilkan berbagai informasi yang dapat dimanfaatkan pelaku perjalanan dalam memilih rute

KESIMPULAN

Analisis perilaku pelaku perjalanan yang sudah dilakukan menunjukkan bahwa klasifikasi *stochastic assignment* merupakan klasifikasi model pembebanan lalu lintas yang paling representatif untuk menggambarkan perilaku pengendara dalam kondisi eksisting, dengan tingkat validitas GEH mencapai 88%. Dalam model probabilitas pemilihan rute diketahui bahwa dari kedua regresi linier yang sudah dilakukan regresi linier berganda dengan bantuan *software* SPSS menghasilkan model pemilihan rute yang digunakan dalam menciptakan kondisi keseimbangan. Hal ini terjadi karena model yang dihasilkan lebih mudah untuk didapatkan dan diterapkan.

Lebih lanjut studi ini menyimpulkan bahwa kondisi keseimbangan rute dapat dicapai melalui pengaturan distribusi volume kendaraan secara dinamis tanpa harus bergantung pada pembangunan infrastruktur secara masif. Sebagai implikasi kebijakan, penelitian ini merekomendasikan transformasi manajemen lalu lintas melalui penerapan sistem informasi lalu lintas *real-time* berbasis *Variable Message Signs* (VMS). Strategi ini diharapkan dapat mengarahkan perilaku pengguna jalan secara adaptif guna menciptakan distribusi arus yang lebih merata antara jalan utama dan jalan *shortcut*

E-ISSN : 2962-9713
P-ISSN : 2963-928X

DAFTAR PUSTAKA

Chin, W. A., Leong, L. V., Shafie, S., Al-Jameel, H. A., & Goh, W. C. (2025). Assessment of Route Choice Models for Dynamic Traffic Assignment using Microscopic Simulation. *Engineering, Technology & Applied Science Research*, *15*(2), 20990–20997. https://doi.org/10.48084/etasr.9854

Direktorat Jenderal Bina Marga. (1997). *MANUAL KAPASITAS JALAN INDONESIA (MKJI)* (Direktorat Jenderal Bina Marga (ed.); 1st ed.). Direktorat Jenderal Bina Marga.

Feldman, O. (2012). *THE GEH MEASURE AND QUALITY OF THE HIGHWAY ASSIGNMENT MODELS Olga*. 42–50. Group, P. (2026). *PTV Visum 2026 Manual*. PTV Group.

Ningsih, S., & Dukalang, H. (2019). Penerapan Metode Suksesif Interval pada Analsis Regresi. *Jambura Journal of Mathematics*, *1*, 43–53. http://ejurnal.ung.ac.id/index.php/jjom

Ofyar, Z. T. (2000). *Perencanaan & Pemodelan Transportasi* (ITB (Institut Teknologi Bandung) (ed.); EDISI KEDU). ITB (Institut Teknologi Bandung). 979-9299-10-1

Ortuzar, J. de D., & Wilumsen, L. G. (2011). *MODELLING TRANSPORT* (Fourth Edi). A John Wiley and Sons, Ltd. 9781119993315

Ranjan, R., & Sinha, S. (2025). A systematic review of mode choice behavior in urban transportation with emphasis on individual preferences and influencing factor. *Discover Cities*, *2*, 98. https://doi.org/10.1007/s44327-025-00138-3

Sunaryo, F., & Wahyuni, A. A. (2024). Melintasi Budaya : Proses Adaptasi Migran Flores di Bali. *Seminar Nasional Sains Dan Teknologi (SENASTEK)*, 71–77.

Wahyundaria, D. A., & Sunarta, I. N. (2020). Identifikasi Dampak Perkembangan Pariwisata terhadap Lingkungan di Desa Canggu , Kecamatan Kuta Utara, Kabupaten Badung. *Jurnal Destinasi Wisata*, *9*(1), 225–233. p-issn: 2338-8811, e-ISSN: 2548-8937