

**SKRIPSI**

**ANALISIS SEBARAN PERGERAKAN KAMPUS FAKULTAS  
TEKNIK UNHAS GOWA BERBASIS APLIKASI VISUM**

**Disusun dan diajukan oleh:**

**MUHAMMAD FARID WILDAN**

**D011 20 1003**



**PROGRAM STUDI SARJANA TEKNIK SIPIL  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS HASANUDDIN  
GOWA  
2024**



## LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI

### ANALISIS SEBARAN PERGERAKAN KAMPUS FAKULTAS TEKNIK UNHAS GOWA BERBASIS APLIKASI VISUM

Disusun dan diajukan oleh

**MUHAMMAD FARID WILDAN**  
**D011 20 1003**

Telah dipertahankan di hadapan Panitia Ujian yang dibentuk dalam rangka Penyelesaian Studi Program Sarjana Program Studi Teknik Sipil  
Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin  
Pada tanggal 16 Agustus 2024  
dan dinyatakan telah memenuhi syarat kelulusan

Menyetujui,  
Pembimbing Utama



**Prof. Dr.Eng. Ir. Muhammad Isran Ramli, ST, MT., IPM., AER**  
NIP: 197309262000121002

Ketua Program Studi,



**Prof. Dr. H. M. Wihardi Tjaronge, ST, M.Eng**  
NIP: 196805292002121002



## PERNYATAAN KEASLIAN

Yang bertanda tangan dibawah ini ;

Nama : Muhammad Farid Wildan

NIM : D011 20 1003

Program Studi : Teknik Sipil

Jenjang : S1

Menyatakan dengan ini bahwa karya tulisan saya berjudul

{Analisis Sebaran Pergerakan Kampus Fakultas Teknik Unhas Gowa Berbasis Aplikasi Visum}

Adalah karya tulisan saya sendiri dan bukan merupakan pengambilan alihan tulisan orang lain dan bahwa skripsi yang saya tulis ini benar-benar merupakan hasil karya saya sendiri.

Semua informasi yang ditulis dalam skripsi yang berasal dari penulis lain telah diberi penghargaan, yakni dengan mengutip sumber dan tahun penerbitannya. Oleh karena itu semua tulisan dalam skripsi ini sepenuhnya menjadi tanggung jawab penulis. Apabila ada pihak manapun yang merasa ada kesamaan judul dan atau hasil temuan dalam skripsi ini, maka penulis siap untuk diklarifikasi dan mempertanggungjawabkan segala resiko.

Segala data dan informasi yang diperoleh selama proses pembuatan skripsi, yang akan dipublikasi oleh Penulis di masa depan harus mendapat persetujuan dari Dosen Pembimbing.

Apabila dikemudian hari terbukti atau dapat dibuktikan bahwa sebagian atau keseluruhan isi skripsi ini hasil karya orang lain, maka saya bersedia menerima sanksi atas perbuatan tersebut.

Gowa, 16 Agustus 2024

Yang Menyatakan



Muhammad Farid Wildan



## ABSTRAK

**MUHAMMAD FARID WILDAN.** *ANALISIS SEBARAN PERGERAKAN KAMPUS FAKULTAS TEKNIK UNHAS GOWA BERBASIS APLIKASI VISUM* (dibimbing oleh Muhammad Isran Ramli)

Peningkatan populasi kampus Fakultas Teknik Unhas Gowa menyebabkan naiknya jumlah pergerakan harian yang terjadi di kampus tersebut. Peningkatan jumlah pergerakan harian ini tentunya menyebabkan dampak terhadap kondisi lalu lintas jaringan jalan yang ada di sekitar kampus. Oleh karena itu, diperlukan kajian terhadap lalu lintas yang terjadi di kampus Fakultas Teknik Unhas Gowa. Di samping itu, kampus Fakultas Teknik Unhas Gowa sedang dalam masa pengembangan sehingga diperlukan suatu perencanaan transportasi yang matang. Berdasarkan latar belakang tersebut maka penelitian ini bertujuan untuk menganalisis sebaran pergerakan yang terjadi di Fakultas Teknik Unhas Gowa berbasis aplikasi Visum. Pengumpulan data dilakukan dengan metode kuesioner dan survei volume lalu lintas di jaringan jalan Fakultas Teknik Unhas Gowa. Data ini akan menghasilkan matriks asal tujuan yang terjadi di dalam kampus tiap jamnya dari pukul 07.00 hingga 18.00. Setelah itu, dilakukan pemodelan menggunakan aplikasi Visum untuk menghasilkan matriks asal tujuan model lalu memvalidasi matriks tersebut menggunakan *coincidence ratio*. Model sebaran pergerakan yang digunakan merupakan model *gravity*. Volume lalu lintas hasil survei digunakan untuk mengkalibrasi matriks asal tujuan model sehingga menghasilkan sebaran pergerakan yang mirip dengan kondisi nyata di lapangan. Berdasarkan hasil permodelan di Visum, sebaran pergerakan yang telah dikalibrasi pada puncak pagi menghasilkan 98 kendaraan/jam untuk moda mobil, 842 kendaraan/jam untuk moda sepeda motor, dan 59 orang/jam untuk moda jalan kaki. Pada puncak siang menghasilkan 108 kendaraan/jam untuk moda mobil, 866 kendaraan/jam untuk moda sepeda motor, dan 69 orang/jam untuk moda jalan kaki. Pada puncak sore menghasilkan 104 kendaraan/jam untuk moda mobil, 823 kendaraan/jam untuk moda sepeda motor, dan 31 orang/jam untuk moda jalan kaki. Zona “Gerbang” menjadi zona asal dan tujuan terbanyak selama periode 07.00 hingga 18.00.

Kata Kunci: Sebaran Pergerakan, Visum, Fakultas Teknik Unhas



## ABSTRACT

**MUHAMMAD FARID WILDAN.** *ANALYSIS OF TRIP DISTRIBUTION ON THE FACULTY OF ENGINEERING UNHAS GOWA BASED ON THE VISUM APPLICATION* (supervised by Muhammad Isran Ramli)

The increase in population at the Faculty of Engineering Unhas Gowa campus has caused an increase in the number of daily trips that occur on the campus. This increase in the number of daily trips certainly has an impact on the traffic conditions of the road network around the campus. Therefore, it is necessary to study the traffic that occurs on the Faculty of Engineering Unhas Gowa campus. In addition, the Faculty of Engineering Unhas Gowa campus is currently under development so careful transportation planning is needed. Based on this background, this research aims to analyze the distribution of trips that occur at the Gowa Unhas Engineering Faculty based on the Visum application. Data collection was carried out using questionnaire methods and traffic volume surveys on the road network of the Faculty of Engineering, Hasanuddin University, Gowa. This data will produce a matrix of origins and destinations that occur on campus every hour from 07.00 to 18.00. After that, modeling was carried out using the Visum application to produce a model origin-destination matrix and then validate the matrix using the coincidence ratio. The trip distribution model used is a gravity model. The traffic volume from the survey is used to calibrate the model's origin-destination matrix so as to produce a trip distribution that is similar to real conditions in the field. Based on the modeling results in Visum, the calibrated distribution of trips in the morning peak produces 98 vehicles/hour for car mode, 842 vehicles/hour for motorbike mode, and 59 people/hour for walking mode. The afternoon peak produces 108 vehicles/hour for car mode, 866 vehicles/hour for motorbike mode, and 69 people/hour for walking mode. The evening peak produces 104 vehicles/hour for car mode, 823 vehicles/hour for motorbike mode, and 31 people/hour for walking mode. The "Gate" zone is the most origin and destination zone during the period 07.00 to 18.00.

Keywords: Trip Distribution, Visum, Faculty of Engineering Unhas



## DAFTAR ISI

HALAMAN SAMPUL	
LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI.....	i
PERNYATAAN KEASLIAN.....	ii
ABSTRAK.....	iii
ABSTRACT.....	iv
DAFTAR ISI.....	v
DAFTAR GAMBAR.....	vii
DAFTAR TABEL.....	x
DAFTAR SINGKATAN DAN SIMBOL.....	xiii
DAFTAR LAMPIRAN.....	xiv
KATA PENGANTAR.....	xv
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	4
1.3 Tujuan Penelitian.....	4
1.4 Manfaat Penelitian.....	4
1.5 Ruang Lingkup.....	5
BAB II TINJUAN PUSTAKA.....	6
2.1 Pemodelan Transportasi.....	6
2.2 Sebaran Pergerakan ( <i>Trip Distribution</i> ).....	11
2.3 Analisis Sebaran Pergerakan Model <i>Gravity</i> .....	16
2.4 Kalibrasi Parameter Model <i>Gravity</i> .....	18
2.5 Aplikasi PTV Visum.....	20
2.6 Penelitian Terdahulu.....	21
BAB III METODE PENELITIAN.....	29
3.1 Lokasi Penelitian.....	29
3.2 Kerangka Kerja Penelitian.....	30
3.3 Metode Pengambilan Data.....	32
3.4 Metode Pemodelan.....	34
Metode Kalibrasi dan Validasi.....	37
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....	39
Analisis Sistem Zona dan Sistem Jaringan Transportasi.....	39



4.1.1 Analisis Sistem Zona .....	39
4.1.2 Analisis Sistem Jaringan .....	41
4.2 Sebaran Pergerakan Hasil Pengamatan .....	44
4.2.1 Sebaran Pergerakan Sepeda Motor Hasil Pengamatan .....	44
4.2.2 Sebaran Pergerakan Mobil Hasil Pengamatan.....	61
4.2.3 Sebaran Pergerakan Pejalan Kaki Hasil Pengamatan .....	78
4.3 Sebaran Pergerakan Hasil Pemodelan .....	95
4.3.1 Sebaran Pergerakan Sepeda Motor Hasil Pemodelan.....	95
4.3.2 Sebaran Pergerakan Mobil Hasil Pemodelan.....	113
4.3.3 Sebaran Pergerakan Pejalan Kaki Hasil Pemodelan.....	131
4.4 Trip Assignment.....	149
4.4.1 <i>Trip Assignment</i> Mobil dan Sepeda Motor .....	149
4.4.2 <i>Trip Assignment</i> Pejalan Kaki.....	166
4.5 Kalibrasi MAT Mobil dan Sepeda Motor .....	170
4.6 <i>Assignment</i> dan <i>Desire Line</i> MAT Mobil dan Sepeda Motor Terkalibrasi	208
4.6.1 Gambar Pembebanan MAT Terkalibrasi.....	208
4.6.2 <i>Desire Line</i> MAT Terkalibrasi .....	210
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....	214
5.1 Kesimpulan.....	214
5.2 Saran.....	216
DAFTAR PUSTAKA .....	217
LAMPIRAN .....	220
Lampiran 1. Kuesioner Penelitian Sebaran Pergerakan .....	220
Lampiran 2. Kuesioner <i>Online</i> Sebaran Pergerakan .....	223
Lampiran 3. Dokumentasi Survei Sebaran Pergerakan .....	224
Lampiran 4. Dokumentasi Survei Volume Lalu Lintas .....	225
Lampiran 5. Tutorial Pemodelan di Visum.....	226



## DAFTAR GAMBAR

Gambar 1 Sistem Transportasi Makro.....	7
Gambar 2 Bangkitan dan Tarikan Pergerakan.....	8
Gambar 3 Sebaran Pergerakan .....	8
Gambar 4 Pemilihan Moda .....	9
Gambar 5 Variasi Urutan Pemodelan Transportasi Empat Tahap .....	9
Gambar 6 Matriks Asal Tujuan (MAT) Persimpangan .....	11
Gambar 7 Bentuk Umum Matriks Asal Tujuan (MAT) .....	12
Gambar 8 Garis Keinginan (Desire Line) .....	13
Gambar 9 Metode untuk Mendapatkan Matriks Asal Tujuan (MAT).....	14
Gambar 10 Bentuk Umum Fungsi Hambatan.....	17
Gambar 11 Kampus Fakultas Teknik Univeristas Hasanuddin Gowa .....	29
Gambar 12 Kerangka Kerja Penelitian .....	31
Gambar 13 Alur Pemodelan Sebaran Pergerakan Menggunakan Visum.....	35
Gambar 14 Alur Pemodelan <i>Assignment</i> Menggunakan Visum .....	36
Gambar 15 Pembagian Zona Fakultas Teknik Unhas Gowa.....	39
Gambar 16 Distribusi Jumlah Perjalanan Sepeda Motor Pukul 07.00-08.00 WITA .....	56
Gambar 17 Distribusi Jumlah Perjalanan Sepeda Motor Pukul 08.00-09.00 WITA .....	56
Gambar 18 Distribusi Jumlah Perjalanan Sepeda Motor Pukul 09.00-10.00 WITA .....	57
Gambar 19 Distribusi Jumlah Perjalanan Sepeda Motor Pukul 10.00-11.00 WITA .....	57
Gambar 20 Distribusi Jumlah Perjalanan Sepeda Motor Pukul 11.00-12.00 WITA .....	58
Gambar 21 Distribusi Jumlah Perjalanan Sepeda Motor Pukul 12.00-13.00 WITA .....	58
Gambar 22 Distribusi Jumlah Perjalanan Sepeda Motor Pukul 13.00-14.00 WITA .....	59
Gambar 23 Distribusi Jumlah Perjalanan Sepeda Motor Pukul 14.00-15.00 WITA .....	59
Gambar 24 Distribusi Jumlah Perjalanan Sepeda Motor Pukul 15.00-16.00 WITA .....	60
Gambar 25 Distribusi Jumlah Perjalanan Sepeda Motor Pukul 16.00-17.00 WITA .....	60
Gambar 26 Distribusi Jumlah Perjalanan Sepeda Motor Pukul 17.00-18.00 WITA .....	61
Gambar 27 Distribusi Jumlah Perjalanan Mobil Pukul 07.00-08.00 WITA .....	73
Gambar 28 Distribusi Jumlah Perjalanan Mobil Pukul 08.00-09.00 WITA .....	73
Gambar 29 Distribusi Jumlah Perjalanan Mobil Pukul 09.00-10.00 WITA .....	74
Gambar 30 Distribusi Jumlah Perjalanan Mobil Pukul 10.00-11.00 WITA .....	74
Gambar 31 Distribusi Jumlah Perjalanan Mobil Pukul 11.00-12.00 WITA .....	75
Gambar 32 Distribusi Jumlah Perjalanan Mobil Pukul 12.00-13.00 WITA .....	75



Gambar 33	Distribusi Jumlah Perjalanan Mobil Pukul 13.00-14.00 WITA .....	76
Gambar 34	Distribusi Jumlah Perjalanan Mobil Pukul 14.00-15.00 WITA .....	76
Gambar 35	Distribusi Jumlah Perjalanan Mobil Pukul 15.00-16.00 WITA .....	77
Gambar 36	Distribusi Jumlah Perjalanan Mobil Pukul 16.00-17.00 WITA .....	77
Gambar 37	Distribusi Jumlah Perjalanan Mobil Pukul 17.00-18.00 WITA .....	78
Gambar 38	Distribusi Jumlah Perjalanan Jalan Kaki Pukul 07.00-08.00 WITA..	90
Gambar 39	Distribusi Jumlah Perjalanan Jalan Kaki Pukul 08.00-09.00 WITA..	90
Gambar 40	Distribusi Jumlah Perjalanan Jalan Kaki Pukul 09.00-10.00 WITA..	91
Gambar 41	Distribusi Jumlah Perjalanan Jalan Kaki Pukul 10.00-11.00 WITA..	91
Gambar 42	Distribusi Jumlah Perjalanan Jalan Kaki Pukul 11.00-12.00 WITA..	92
Gambar 43	Distribusi Jumlah Perjalanan Jalan Kaki Pukul 12.00-13.00 WITA..	92
Gambar 44	Distribusi Jumlah Perjalanan Jalan Kaki Pukul 13.00-14.00 WITA..	93
Gambar 45	Distribusi Jumlah Perjalanan Jalan Kaki Pukul 14.00-15.00 WITA..	93
Gambar 46	Distribusi Jumlah Perjalanan Jalan Kaki Pukul 15.00-16.00 WITA..	94
Gambar 47	Distribusi Jumlah Perjalanan Jalan Kaki Pukul 16.00-17.00 WITA..	94
Gambar 48	Distribusi Jumlah Perjalanan Jalan Kaki Pukul 17.00-18.00 WITA..	95
Gambar 49	<i>Coincidence Ratio</i> MAT Sepeda Motor Pukul 07.00-08.00 WITA..	108
Gambar 50	<i>Coincidence Ratio</i> MAT Sepeda Motor Pukul 08.00-09.00 WITA..	108
Gambar 51	<i>Coincidence Ratio</i> MAT Sepeda Motor Pukul 09.00-10.00 WITA..	109
Gambar 52	<i>Coincidence Ratio</i> MAT Sepeda Motor Pukul 10.00-11.00 WITA..	109
Gambar 53	<i>Coincidence Ratio</i> MAT Sepeda Motor Pukul 10.00-11.00 WITA...	110
Gambar 54	<i>Coincidence Ratio</i> MAT Sepeda Motor Pukul 12.00-13.00 WITA...	110
Gambar 55	<i>Coincidence Ratio</i> MAT Sepeda Motor Pukul 13.00-14.00 WITA...	111
Gambar 56	<i>Coincidence Ratio</i> MAT Sepeda Motor Pukul 14.00-15.00 WITA...	111
Gambar 57	<i>Coincidence Ratio</i> MAT Sepeda Motor Pukul 15.00-16.00 WITA...	112
Gambar 58	<i>Coincidence Ratio</i> MAT Sepeda Motor Pukul 16.00-17.00 WITA...	112
Gambar 59	<i>Coincidence Ratio</i> MAT Sepeda Motor Pukul 17.00-18.00 WITA...	113
Gambar 60	<i>Coincidence Ratio</i> MAT Mobil Pukul 07.00-08.00 WITA .....	126
Gambar 61	<i>Coincidence Ratio</i> MAT Mobil Pukul 08.00-09.00 WITA .....	126
Gambar 62	<i>Coincidence Ratio</i> MAT Mobil Pukul 09.00-10.00 WITA .....	127
Gambar 63	<i>Coincidence Ratio</i> MAT Mobil Pukul 10.00-11.00 WITA .....	127
Gambar 64	<i>Coincidence Ratio</i> MAT Mobil Pukul 11.00-12.00 WITA .....	128
Gambar 65	<i>Coincidence Ratio</i> MAT Mobil Pukul 12.00-13.00 WITA .....	128
Gambar 66	<i>Coincidence Ratio</i> MAT Mobil Pukul 13.00-14.00 WITA .....	129
Gambar 67	<i>Coincidence Ratio</i> MAT Mobil Pukul 14.00-15.00 WITA .....	129
Gambar 68	<i>Coincidence Ratio</i> MAT Mobil Pukul 15.00-16.00 WITA .....	130
Gambar 69	<i>Coincidence Ratio</i> MAT Mobil Pukul 16.00-17.00 WITA .....	130
Gambar 70	<i>Coincidence Ratio</i> MAT Mobil Pukul 17.00-18.00 WITA .....	131
Gambar 71	<i>Coincidence Ratio</i> MAT Pejalan Kaki Pukul 07.00-08.00 WITA....	144
Gambar 72	<i>Coincidence Ratio</i> MAT Pejalan Kaki Pukul 08.00-09.00 WITA....	144
	<i>Coincidence Ratio</i> MAT Pejalan Kaki Pukul 09.00-10.00 WITA....	145
	<i>Coincidence Ratio</i> MAT Pejalan Kaki Pukul 10.00-11.00 WITA....	145
	<i>Coincidence Ratio</i> MAT Pejalan Kaki Pukul 11.00-12.00 WITA....	146
	<i>Coincidence Ratio</i> MAT Pejalan Kaki Pukul 12.00-13.00 WITA....	146
	<i>Coincidence Ratio</i> MAT Pejalan Kaki Pukul 13.00-14.00 WITA....	147



Gambar 78	<i>Coincidence Ratio</i> MAT Pejalan Kaki Pukul 14.00-15.00 WITA....	147
Gambar 79	<i>Coincidence Ratio</i> MAT Pejalan Kaki Pukul 15.00-16.00 WITA....	148
Gambar 80	<i>Coincidence Ratio</i> MAT Pejalan Kaki Pukul 16.00-17.00 WITA....	148
Gambar 81	<i>Coincidence Ratio</i> MAT Pejalan Kaki Pukul 17.00-18.00 WITA....	149
Gambar 82	Volume Lalu Lintas Puncak Pagi MAT Model Sebelum Kalibrasi..	150
Gambar 83	Volume Lalu Lintas Puncak Siang MAT Model Sebelum Kalibrasi	150
Gambar 84	Volume Lalu Lintas Puncak Sore MAT Model Sebelum Kalibrasi..	151
Gambar 85	Analisis Hasil <i>Assignment</i> Sebelum Kalibrasi Pukul 07.00-08.00...	152
Gambar 86	Analisis Hasil <i>Assignment</i> Sebelum Kalibrasi Pukul 08.00-09.00...	154
Gambar 87	Analisis Hasil <i>Assignment</i> Sebelum Kalibrasi Pukul 09.00-10.00...	155
Gambar 88	Analisis Hasil <i>Assignment</i> Sebelum Kalibrasi Pukul 10.00-11.00...	156
Gambar 89	Analisis Hasil <i>Assignment</i> Sebelum Kalibrasi Pukul 11.00-12.00...	158
Gambar 90	Analisis Hasil <i>Assignment</i> Sebelum Kalibrasi Pukul 12.00-13.00...	159
Gambar 91	Analisis Hasil <i>Assignment</i> Sebelum Kalibrasi Pukul 13.00-14.00...	160
Gambar 92	Analisis Hasil <i>Assignment</i> Sebelum Kalibrasi Pukul 14.00-15.00...	162
Gambar 93	Analisis Hasil <i>Assignment</i> Sebelum Kalibrasi Pukul 15.00-16.00...	163
Gambar 94	Analisis Hasil <i>Assignment</i> Sebelum Kalibrasi Pukul 16.00-17.00...	164
Gambar 95	Analisis Hasil <i>Assignment</i> Sebelum Kalibrasi Pukul 17.00-18.00...	166
Gambar 96	Volume Pedestrian Puncak Pagi MAT Pejalan Kaki .....	166
Gambar 97	Volume Pedestrian Puncak Siang MAT Pejalan Kaki .....	167
Gambar 98	Volume Pedestrian Puncak Sore MAT Pejalan Kaki .....	167
Gambar 99	<i>Desire Line</i> Puncak Pagi Pejalan Kaki .....	169
Gambar 100	<i>Desire Line</i> Puncak Siang Pejalan Kaki .....	169
Gambar 101	<i>Desire Line</i> Puncak Sore Pejalan Kaki .....	170
Gambar 102	Analisis Hasil <i>Assignment</i> Setelah Kalibrasi Pukul 07.00-08.00...	172
Gambar 103	Analisis Hasil <i>Assignment</i> Setelah Kalibrasi Pukul 08.00-09.00...	173
Gambar 104	Analisis Hasil <i>Assignment</i> Setelah Kalibrasi Pukul 09.00-10.00...	174
Gambar 105	Analisis Hasil <i>Assignment</i> Setelah Kalibrasi Pukul 10.00-11.00...	176
Gambar 106	Analisis Hasil <i>Assignment</i> Setelah Kalibrasi Pukul 11.00-12.00...	177
Gambar 107	Analisis Hasil <i>Assignment</i> Setelah Kalibrasi Pukul 12.00-13.00...	178
Gambar 108	Analisis Hasil <i>Assignment</i> Setelah Kalibrasi Pukul 13.00-14.00...	180
Gambar 109	Analisis Hasil <i>Assignment</i> Setelah Kalibrasi Pukul 14.00-15.00...	181
Gambar 110	Analisis Hasil <i>Assignment</i> Setelah Kalibrasi Pukul 15.00-16.00...	182
Gambar 111	Analisis Hasil <i>Assignment</i> Setelah Kalibrasi Pukul 16.00-17.00...	184
Gambar 112	Analisis Hasil <i>Assignment</i> Setelah Kalibrasi Pukul 17.00-18.00...	185
Gambar 113	Volume Lalu Lintas Puncak Pagi MAT Model Setelah Kalibrasi ..	208
Gambar 114	Volume Lalu Lintas Puncak Siang MAT Model Setelah Kalibrasi	209
Gambar 115	Volume Lalu Lintas Puncak Sore MAT Model Setelah Kalibrasi..	209
Gambar 116	<i>Desire Line</i> Puncak Pagi Sepeda Motor .....	210
Gambar 117	<i>Desire Line</i> Puncak Siang Sepeda Motor .....	211
Gambar 118	<i>Desire Line</i> Puncak Sore Sepeda Motor .....	211
Gambar 119	<i>Desire Line</i> Puncak Pagi Mobil .....	212
Gambar 120	<i>Desire Line</i> Puncak Sore Mobil .....	212
Gambar 121	<i>Desire Line</i> Puncak Sore Mobil .....	213



## DAFTAR TABEL

Tabel 1 Penelitian Terdahulu Terkait Analisis Sebaran Pergerakan .....	22
Tabel 2 Distribusi Sampel (Minimum) .....	33
Tabel 3 Nama dan Kode Zona.....	39
Tabel 4 Matriks Aksesibilitas ( $C_{id}$ ) Sepeda Motor dan Mobil (Menit) .....	42
Tabel 5 Matriks Aksesibilitas ( $C_{id}$ ) Pejalan Kaki (Menit).....	43
Tabel 6 MAT Sepeda Motor Hasil Survei 07.00-08.00 WITA.....	45
Tabel 7 MAT Sepeda Motor Hasil Survei 08.00-09.00 WITA.....	46
Tabel 8 MAT Sepeda Motor Hasil Survei 09.00-10.00 WITA.....	47
Tabel 9 MAT Sepeda Motor Hasil Survei 10.00-11.00 WITA.....	48
Tabel 10 MAT Sepeda Motor Hasil Survei 11.00-12.00 WITA.....	49
Tabel 11 MAT Sepeda Motor Hasil Survei 12.00-13.00 WITA.....	50
Tabel 12 MAT Sepeda Motor Hasil Survei 13.00-14.00 WITA.....	51
Tabel 13 MAT Sepeda Motor Hasil Survei 14.00-15.00 WITA.....	52
Tabel 14 MAT Sepeda Motor Hasil Survei 15.00-16.00 WITA.....	53
Tabel 15 MAT Sepeda Motor Hasil Survei 16.00-17.00 WITA.....	54
Tabel 16 MAT Sepeda Motor Hasil Survei 17.00-18.00 WITA.....	55
Tabel 17 MAT Mobil Hasil Survei 07.00-08.00 WITA .....	62
Tabel 18 MAT Mobil Hasil Survei 08.00-09.00 WITA .....	63
Tabel 19 MAT Mobil Hasil Survei 09.00-10.00 WITA .....	64
Tabel 20 MAT Mobil Hasil Survei 10.00-11.00 WITA.....	65
Tabel 21 MAT Mobil Hasil Survei 11.00-12.00 WITA.....	66
Tabel 22 MAT Mobil Hasil Survei 12.00-13.00 WITA .....	67
Tabel 23 MAT Mobil Hasil Survei 13.00-14.00 WITA .....	68
Tabel 24 MAT Mobil Hasil Survei 14.00-15.00 WITA .....	69
Tabel 25 MAT Mobil Hasil Survei 15.00-16.00 WITA .....	70
Tabel 26 MAT Mobil Hasil Survei 16.00-17.00 WITA .....	71
Tabel 27 MAT Mobil Hasil Survei 17.00-18.00 WITA .....	72
Tabel 28 MAT Pejalan Kaki Hasil Survei 07.00-08.00 WITA.....	79
Tabel 29 MAT Pejalan Kaki Hasil Survei 08.00-09.00 WITA.....	80
Tabel 30 MAT Pejalan Kaki Hasil Survei 09.00-10.00 WITA.....	81
Tabel 31 MAT Pejalan Kaki Hasil Survei 10.00-11.00 WITA.....	82
Tabel 32 MAT Pejalan Kaki Hasil Survei 11.00-12.00 WITA.....	83
Tabel 33 MAT Pejalan Kaki Hasil Survei 12.00-13.00 WITA.....	84
Tabel 34 MAT Pejalan Kaki Hasil Survei 13.00-14.00 WITA.....	85
Tabel 35 MAT Pejalan Kaki Hasil Survei 14.00-15.00 WITA.....	86
Tabel 36 MAT Pejalan Kaki Hasil Survei 15.00-16.00 WITA.....	87
Tabel 37 MAT Pejalan Kaki Hasil Survei 16.00-17.00 WITA.....	88
Tabel 38 MAT Pejalan Kaki Hasil Survei 17.00-18.00 WITA.....	89
Tabel 39 Parameter Model <i>Gravity</i> Sepeda Motor Pukul 07.00-18.00 WITA.....	95
Tabel 40 MAT Sepeda Motor Hasil Pemodelan 07.00-08.00 WITA .....	97
Tabel 41 MAT Sepeda Motor Hasil Pemodelan 08.00-09.00 WITA .....	98
Tabel 42 MAT Sepeda Motor Hasil Pemodelan 09.00-10.00 WITA .....	99
Tabel 43 MAT Sepeda Motor Hasil Pemodelan 10.00-11.00 WITA.....	100



Tabel 44	MAT Sepeda Motor Hasil Pemodelan 11.00-12.00 WITA.....	101
Tabel 45	MAT Sepeda Motor Hasil Pemodelan 12.00-13.00 WITA .....	102
Tabel 46	MAT Sepeda Motor Hasil Pemodelan 13.00-14.00 WITA .....	103
Tabel 47	MAT Sepeda Motor Hasil Pemodelan 14.00-15.00 WITA .....	104
Tabel 48	MAT Sepeda Motor Hasil Pemodelan 15.00-16.00 WITA .....	105
Tabel 49	MAT Sepeda Motor Hasil Pemodelan 16.00-17.00 WITA .....	106
Tabel 50	MAT Sepeda Motor Hasil Pemodelan 17.00-18.00 WITA .....	107
Tabel 51	Parameter Model <i>Gravity</i> Mobil Pukul 07.00-18.00 WITA.....	113
Tabel 52	MAT Mobil Hasil Pemodelan 07.00-08.00 WITA .....	115
Tabel 53	MAT Mobil Hasil Pemodelan 08.00-09.00 WITA .....	116
Tabel 54	MAT Mobil Hasil Pemodelan 09.00-10.00 WITA .....	117
Tabel 55	MAT Mobil Hasil Pemodelan 10.00-11.00 WITA .....	118
Tabel 56	MAT Mobil Hasil Pemodelan 11.00-12.00 WITA .....	119
Tabel 57	MAT Mobil Hasil Pemodelan 12.00-13.00 WITA .....	120
Tabel 58	MAT Mobil Hasil Pemodelan 13.00-14.00 WITA .....	121
Tabel 59	MAT Mobil Hasil Pemodelan 14.00-15.00 WITA .....	122
Tabel 60	MAT Mobil Hasil Pemodelan 15.00-16.00 WITA .....	123
Tabel 61	MAT Mobil Hasil Pemodelan 16.00-17.00 WITA .....	124
Tabel 62	MAT Mobil Hasil Pemodelan 17.00-18.00 WITA .....	125
Tabel 63	Parameter Model <i>Gravity</i> Pejalan Kaki Pukul 07.00-18.00 WITA.....	131
Tabel 64	MAT Pejalan Kaki Hasil Pemodelan 07.00-08.00 WITA .....	133
Tabel 65	MAT Pejalan Kaki Hasil Pemodelan 08.00-09.00 WITA .....	134
Tabel 66	MAT Pejalan Kaki Hasil Pemodelan 09.00-10.00 WITA .....	135
Tabel 67	MAT Pejalan Kaki Hasil Pemodelan 10.00-11.00 WITA.....	136
Tabel 68	MAT Pejalan Kaki Hasil Pemodelan 11.00-12.00 WITA.....	137
Tabel 69	MAT Pejalan Kaki Hasil Pemodelan 12.00-13.00 WITA .....	138
Tabel 70	MAT Pejalan Kaki Hasil Pemodelan 13.00-14.00 WITA .....	139
Tabel 71	MAT Pejalan Kaki Hasil Pemodelan 14.00-15.00 WITA .....	140
Tabel 72	MAT Pejalan Kaki Hasil Pemodelan 15.00-16.00 WITA .....	141
Tabel 73	MAT Pejalan Kaki Hasil Pemodelan 16.00-17.00 WITA .....	142
Tabel 74	MAT Pejalan Kaki Hasil Pemodelan 17.00-18.00 WITA .....	143
Tabel 75	<i>Assginment</i> MAT Model Sebelum Kalibrasi 07.00-08.00 WITA.....	151
Tabel 76	<i>Assginment</i> MAT Model Sebelum Kalibrasi 08.00-09.00 WITA.....	153
Tabel 77	<i>Assginment</i> MAT Model Sebelum Kalibrasi 09.00-10.00 WITA.....	154
Tabel 78	<i>Assginment</i> MAT Model Sebelum Kalibrasi 10.00-11.00 WITA.....	155
Tabel 79	<i>Assginment</i> MAT Model Sebelum Kalibrasi 11.00-12.00 WITA.....	157
Tabel 80	<i>Assginment</i> MAT Model Sebelum Kalibrasi 12.00-13.00 WITA.....	158
Tabel 81	<i>Assginment</i> MAT Model Sebelum Kalibrasi 13.00-14.00 WITA.....	159
Tabel 82	<i>Assginment</i> MAT Model Sebelum Kalibrasi 14.00-15.00 WITA.....	161
Tabel 83	<i>Assginment</i> MAT Model Sebelum Kalibrasi 15.00-16.00 WITA.....	162
	<i>Assginment</i> MAT Model Sebelum Kalibrasi 16.00-17.00 WITA.....	163
	<i>Assginment</i> MAT Model Sebelum Kalibrasi 17.00-18.00 WITA.....	165
	<i>Assginment</i> MAT Pejalan Kaki 07.00-18.00 WITA .....	168
	<i>Assginment</i> MAT Model Setelah Kalibrasi 07.00-08.00 WITA.....	171
	<i>Assginment</i> MAT Model Setelah Kalibrasi 08.00-09.00 WITA.....	172



Tabel 89 <i>Assignment</i> MAT Model Setelah Kalibrasi 09.00-10.00 WITA.....	173
Tabel 90 <i>Assignment</i> MAT Model Setelah Kalibrasi 10.00-11.00 WITA .....	175
Tabel 91 <i>Assignment</i> MAT Model Setelah Kalibrasi 11.00-12.00 WITA .....	176
Tabel 92 <i>Assignment</i> MAT Model Setelah Kalibrasi 12.00-13.00 WITA.....	177
Tabel 93 <i>Assignment</i> MAT Model Setelah Kalibrasi 13.00-14.00 WITA.....	179
Tabel 94 <i>Assignment</i> MAT Model Setelah Kalibrasi 14.00-15.00 WITA.....	180
Tabel 95 <i>Assignment</i> MAT Model Setelah Kalibrasi 15.00-16.00 WITA.....	181
Tabel 96 <i>Assignment</i> MAT Model Setelah Kalibrasi 16.00-17.00 WITA.....	183
Tabel 97 <i>Assignment</i> MAT Model Setelah Kalibrasi 17.00-18.00 WITA.....	184
Tabel 98 MAT Sepeda Motor Terkalibrasi 07.00-08.00 WITA.....	186
Tabel 99 MAT Sepeda Motor Terkalibrasi 08.00-09.00 WITA.....	187
Tabel 100 MAT Sepeda Motor Terkalibrasi 09.00-10.00 WITA.....	188
Tabel 101 MAT Sepeda Motor Terkalibrasi 10.00-11.00 WITA.....	189
Tabel 102 MAT Sepeda Motor Terkalibrasi 11.00-12.00 WITA.....	190
Tabel 103 MAT Sepeda Motor Terkalibrasi 12.00-13.00 WITA.....	191
Tabel 104 MAT Sepeda Motor Terkalibrasi 13.00-14.00 WITA.....	192
Tabel 105 MAT Sepeda Motor Terkalibrasi 14.00-15.00 WITA.....	193
Tabel 106 MAT Sepeda Motor Terkalibrasi 15.00-16.00 WITA.....	194
Tabel 107 MAT Sepeda Motor Terkalibrasi 16.00-17.00 WITA.....	195
Tabel 108 MAT Sepeda Motor Terkalibrasi 17.00-18.00 WITA.....	196
Tabel 109 MAT Mobil Terkalibrasi 07.00-08.00 WITA .....	197
Tabel 110 MAT Mobil Terkalibrasi 08.00-09.00 WITA.....	198
Tabel 111 MAT Mobil Terkalibrasi 09.00-10.00 WITA.....	199
Tabel 112 MAT Mobil Terkalibrasi 10.00-11.00 WITA.....	200
Tabel 113 MAT Mobil Terkalibrasi 11.00-12.00 WITA.....	201
Tabel 114 MAT Mobil Terkalibrasi 12.00-13.00 WITA.....	202
Tabel 115 MAT Mobil Terkalibrasi 13.00-14.00 WITA.....	203
Tabel 116 MAT Mobil Terkalibrasi 14.00-15.00 WITA.....	204
Tabel 117 MAT Mobil Terkalibrasi 15.00-16.00 WITA.....	205
Tabel 118 MAT Mobil Terkalibrasi 16.00-17.00 WITA.....	206
Tabel 119 MAT Mobil Terkalibrasi 17.00-18.00 WITA.....	207



**DAFTAR SINGKATAN DAN SIMBOL**

<b>Lambang/Singkatan</b>	<b>Arti dan Keterangan</b>
COT	<i>Center of Technology</i>
CR	<i>Coincidence Ratio</i>
Gedung CR	<i>Gedung Classroom</i>
Gedung CSA	<i>Gedung Center of Scientific Activity</i>
Gedung SC	<i>Gedung Student Center</i>
GEH	Geoffrey E. Havers (Penemu Formula GEH)
GIS	<i>Geographic Information System</i>
MAT	Matriks Asal Tujuan
OD Matrix	<i>Origin-Destination Matrix</i>
PrT	<i>Private Transportation</i>
PTV	<i>Plannug Transport Verkehr</i>
PuT	<i>Public Transportation</i>
SMP	Satuan Mobil Penumpang



## DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Kuesioner Penelitian Sebaran Pergerakan.....	220
Lampiran 2. Kuesioner <i>Online</i> Sebaran Pergerakan .....	223
Lampiran 3. Dokumentasi Survei Sebaran Pergerakan.....	224
Lampiran 4. Dokumentasi Survei Volume Lalu Lintas.....	225
Lampiran 5. Tutorial Pemodelan di Visum .....	226



## KATA PENGANTAR

Puji syukur kita panjatkan atas khadirat Allah SWT atas limpahan rahmat dan karunia-Nya lah sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir ini dengan baik. Tugas akhir ini merupakan salah satu syarat untuk menyelesaikan studi pada Program Studi Sarjana Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Hasanuddin. Proses pengambilan data hingga penyusunan tugas akhir ini dilakukan di lingkungan Fakultas Teknik, Universitas Hasanuddin.

Tugas akhir yang berjudul “Analisis Sebaran Pergerakan Kampus Fakultas Teknik Unhas Berbasis Aplikasi Visum” ini diharapkan dapat memberikan pengetahuan dan kontribusi kebutuhan penelitian pada masa yang akan datang. Di samping itu, tugas akhir ini diharapkan menjadi sumber ilmu baru terhadap pembaca-pembacanya terutama bagi mahasiswa Program Studi Sarjana Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Hasanuddin.

Dalam penyusunan tugas akhir ini ternyata masih banyak kekurangan dan kesalahan sehingga saran dan kritik yang bersifat konstruktif sangat diperlukan penulis. Tugas akhir ini tidak dapat terselesaikan dengan baik jika tidak adanya bantuan dari pihak lain. Oleh karena itu, penulis mengucapkan banyak terima kasih kepada seluruh pihak yang terlibat dalam penyusunan tugas akhir ini. Dengan segala kerendahan hati, penulis ingin menyampaikan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Bapak Prof. Dr. Ir. Muhammad Isran Ramli, S.T., M.T., IPM., AER. Selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin sekaligus pembimbing penulis yang telah banyak meluangkan waktunya untuk memberikan bimbingan, motivasi, dan pengarahan mulai dari awal penelitian hingga selesainya penulisan tugas akhir ini.
2. Bapak Prof. Dr. H. M. Wihardi Tjaronge, S.T., M.Eng. selaku Ketua Departemen Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin.
3. Kak Muhammad Ikhsan Sabil, S.T. yang telah meluangkan waktunya untuk memberi arahan serta masukan mulai dari awal penelitian hingga selesainya penulisan tugas akhir ini.



4. Seluruh dosen yang telah membagikan ilmunya ke penulis selama menjalani perkuliahan di Departemen Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin.
5. Seluruh tenaga kependidikan di Departemen Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin.
6. Kedua orang tua dan keluarga tercinta atas doa, kasih sayang, motivasi, dan segala dukungannya selama ini baik secara moral dan materil.
7. Seluruh Asisten Laboratorium Rekayasa Sistem Transportasi angkatan 2019, 2020, dan 2021 yang telah bersama-sama dan berkolaborasi menyelesaikan segala masalah dan tantangan selama di Laboratorium.
8. Teman-teman Teknik Sipil angkatan 2020 yang telah menemani penulis selama menjalani perkuliahan di Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin.

Sebagai penutup, semoga Allah SWT melimpahkan rahmat-Nya kepada para pihak yang telah disebutkan di atas dan tugas akhir ini dapat memberikan manfaat bagi pihak-pihak yang berkepentingan.

Gowa, Mei 2024

Penulis



# BAB I PENDAHULUAN

## 1.1 Latar Belakang

Transportasi merupakan salah satu bidang isu yang sering menjadi permasalahan yang dihadapi oleh negara-negara berkembang. Di Indonesia sendiri, permasalahan transportasi yang kerap terjadi adalah kemacetan, polusi, infrastruktur yang buruk, dan biaya transportasi yang cukup besar. Permasalahan tersebut tentunya terjadi bukan tanpa sebab. Salah satu penyebab utama permasalahan tersebut adalah makin besarnya jumlah pergerakan yang terjadi yang tidak diiringi dengan penambahan kapasitas pergerakan tersebut. Tentunya penambahan kapasitas pergerakan tersebut tidak bisa terus dilakukan karena membutuhkan biaya yang sangat besar dan lahan yang terbatas (Tamin, 1993).

Permasalahan transportasi tersebut sebenarnya dapat kita atasi dengan melakukan perencanaan yang matang. Salah satu bentuk perencanaan yang dapat dilakukan adalah dengan membuat pemodelan transportasi baik secara makro maupun secara mikro. Pemodelan merupakan suatu bentuk penyederhanaan suatu realita sehingga kita dapat lebih mudah melihat dan mengambil kesimpulan dari pemodelan tersebut. Konsep perencanaan transportasi dengan pemodelan ini telah banyak digunakan. Salah satu model perencanaan transportasi yang telah berkembang hingga saat ini adalah “Model Perencanaan Transportasi Empat Tahap”. Model ini merupakan gabungan dari beberapa seri submodel, yaitu bangkitan tarikan pergerakan, sebaran pergerakan, pemilihan moda, dan pemilihan rute atau arus lalu lintas dinamis yang di mana masing-masing submodel tersebut harus dilakukan secara terpisah dan berurutan (Tamin, 2008).

Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin yang berada di Kabupaten Gowa merupakan kompleks gedung perkuliahan yang saat ini menyediakan lima belas program studi antara lain, yaitu teknik sipil, teknik arsitektur, teknik mesin, teknik lingkungan, teknik perencanaan wilayah dan kota, teknik industri, teknik elektro, teknik informatika, teknik geologi, teknik pertambangan, teknik perkapalan, teknik teknik sistem perkapalan, teknik metalurgi, dan teknik geodesi. Pada 23 lalu, Fakultas Teknik Unhas menerima mahasiswa baru S1 sebanyak



1391 orang yang di mana meningkat dari tahun-tahun sebelumnya (Ahmad, 2023). Peningkatan ini tentunya akan memberikan dampak pada sektor transportasi Fakultas Teknik. Peningkatan populasi Fakultas Teknik pastinya akan berbanding lurus dengan jumlah pergerakan yang akan terjadi. Peningkatan jumlah pergerakan akan memiliki dampak yang besar di masa yang akan datang.

Peningkatan jumlah pergerakan yang terjadi di Fakultas Teknik tidak hanya akan berdampak pada lingkungan internal dari Fakultas Teknik saja, tetapi tentunya akan berdampak terhadap lingkungan eksternal juga. Kebutuhan mahasiswa untuk melakukan pencetakan tugas-tugas, penjilidan tugas besar, makan siang, dan lain sebagainya masih banyak dilakukan di luar area kampus. Hal ini akan berdampak pada sirkulasi lalu lintas yang terjadi di luar area Fakultas Teknik. Bukti nyata dari pernyataan ini dapat kita lihat pada suatu penelitian yang dilakukan oleh Fernanda et al. (2021) di mana dilakukan pengamatan terhadap kinerja lalu lintas akibat aktivitas Kampus Universitas Madiun. Hasil penelitian menunjukkan bahwa derajat kejenuhan ruas di sekitar kampus selalu lebih tinggi di hari kerja daripada hari libur, yaitu sebesar 0,786 di hari kerja dan 0,492 di hari libur. Data ini memberikan bukti bahwa kegiatan yang terjadi di kampus akan memberikan efek terhadap jaringan jalan di sekitar lingkungan kampus.

Berdasarkan uraian permasalahan di atas maka perlu dilakukan tindakan agar tidak terjadi ketimpangan sistem transportasi Fakultas Teknik di masa yang akan datang. Oleh karena itu, perencanaan dan pemodelan transportasi yang komprehensif sangat dibutuhkan untuk mencegah permasalahan tersebut terjadi. Berdampingan dengan pengembangan Fakultas Teknik Unhas juga yang sedang berjalan yang dimana pembangunan prasarana terus dilakukan secara bertahap. Hal tersebut dapat menjadi dasar untuk melakukan perencanaan dan pemodelan transportasi yang matang. Oleh karena itu, perencanaan dan pemodelan transportasi yang dapat dilakukan adalah pemodelan transportasi empat tahap. Pemodelan transportasi empat tahap merupakan model yang paling efektif dan efisien karena rentetan prosedur yang mudah untuk dilakukan. Di samping itu, pemodelan ini juga

nyak dikembangkan oleh peneliti-peneliti sehingga rujukan untuk unnya sudah sangat banyak.



Pemodelan transportasi empat tahap terdiri atas empat, yaitu bangkitan tarikan pergerakan, sebaran pergerakan, pemilihan moda, dan pemilihan rute. Bangkitan tarikan pergerakan dan sebaran pergerakan merupakan dua tahapan yang sangat penting di pemodelan ini. Tahapan bangkitan dan tarikan pergerakan akan menghasilkan jumlah total pergerakan yang masuk dan keluar dari suatu zona atau tata guna lahan. Sementara itu, tahapan sebaran pergerakan akan menghasilkan jumlah pergerakan yang bergerak dari suatu zona ke zona lainnya (Tamin, 2008). Oleh karena itu, dengan memiliki kedua data ini maka perencanaan prasarana transportasi dapat dilakukan sesuai dengan *demand* yang terjadi baik pada masa sekarang ataupun masa yang akan datang.

Oleh sebab itu, data bangkitan dan sebaran pergerakan ini menjadi sangat penting untuk kita modelkan. Pemodelan transportasi terutama pada sebaran pergerakan merupakan hal yang wajib dilakukan bagi wilayah atau suatu tata ruang (zona) yang akan atau sedang dikembangkan. Pemodelan sebaran pergerakan akan menjadi patokan kita dalam merencanakan prioritas jaringan transportasi yang akan dibangun. Selain itu, sebaran pergerakan yang *output* utamanya adalah matriks asal tujuan merupakan *input* utama dari aplikasi-aplikasi pemodelan transportasi.

Dari paparan latar belakang yang telah disebutkan di atas maka sangat penting melakukan penelitian terhadap sebaran pergerakan yang terjadi di Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin. Oleh karena itu, penulis akan melakukan penelitian tersebut yang dituangkan dalam tugas akhir yang berjudul “Analisis Sebaran Pergerakan Kampus Fakultas Teknik Unhas Gowa Berbasis Aplikasi Visum”. Penelitian ini akan membahas mengenai sebaran pergerakan yang terjadi di dalam kampus Fakultas Teknik Unhas Gowa yang kemudian dilakukan pemodelan dengan menggunakan aplikasi PTV Visum. *Output* utama dari penelitian ini adalah matriks asal tujuan (MAT) pergerakan yang terjadi di Fakultas Teknik. Dengan adanya penelitian ini diharapkan menjadi bahan rujukan perencanaan dan pemodelan transportasi kampus Fakultas Teknik Unhas. Dengan begitu, perencanaan dan pembangunan prasarana transportasi Fakultas Teknik bisa terarah sesuai dengan

yang dibutuhkan baik di masa sekarang maupun di masa yang akan datang. Matriks asal tujuan yang dihasilkan juga akan menjadi kesimpulan moda yang lebih banyak digunakan oleh *civitas academica* Fakultas Teknik.



## 1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan uraian yang telah disebutkan di latar belakang maka dapat dirumuskan beberapa masalah, yaitu sebagai berikut.

1. Bagaimana sebaran pergerakan yang terjadi di Fakultas Teknik Unhas Gowa?
2. Bagaimana hasil pemodelan sebaran pergerakan yang terjadi di Fakultas Teknik Unhas Gowa menggunakan PTV Visum?
3. Bagaimana pembebanan jaringan jalan dan pedestrian Fakultas Teknik Unhas Gowa?

## 1.3 Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah yang dipaparkan di atas maka tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut.

1. Menganalisis sebaran pergerakan yang terjadi di Fakultas Teknik Unhas Gowa dengan menghasilkan matriks asal tujuan (MAT) hasil pengamatan.
2. Melakukan pemodelan sebaran pergerakan yang terjadi di Fakultas Teknik Unhas Gowa dengan menghasilkan matriks asal tujuan (MAT) hasil pemodelan di PTV Visum.
3. Menganalisis pembebanan jaringan jalan dan pedestrian Fakultas Teknik Unhas Gowa melalui pemodelan di PTV Visum.

## 1.4 Manfaat Penelitian

Melalui penelitian ini diharapkan memberi manfaat, yaitu sebagai berikut.

1. Mengetahui data matriks asal tujuan (MAT) tahun dasar sebaran pergerakan yang terjadi di Fakultas Teknik Unhas Gowa.
2. Mengetahui matriks asal tujuan (MAT) sebaran pergerakan Fakultas Teknik Unhas Gowa yang terkalibrasi melalui pemodelan di Aplikasi PTV Visum.
3. Menjadi bahan acuan perencanaan transportasi di Kampus Fakultas Teknik Unhas Gowa sehingga menghasilkan pembangunan yang terencana.
4. Mengetahui volume jaringan jalan dan pedestrian yang berada di lingkungan  
pus Fakultas Teknik Unhas Gowa.



## 1.5 Ruang Lingkup

Agar penelitian ini dapat dicapai sesuai dengan rumusan masalah dan tujuannya maka ditetapkan batasan ruang lingkup penelitian ini, yaitu sebagai berikut.

1. Wilayah penelitian adalah Kampus Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin, Kabupaten Gowa.
2. Pembagian zona didasarkan atas fungsi tata guna lahan, seperti gedung-gedung perkuliahan, area parkir, tempat jual beli, dan tempat beribadah.
3. Luaran (*output*) utama dari penelitian hanya berfokus pada matriks asal tujuan (MAT) hasil pemodelan di aplikasi PTV Visum yang telah terkalibrasi dan tervalidasi.
4. Pergerakan yang dihasilkan dari model menghasilkan pergerakan per jam yang terjadi di Fakultas Teknik Unhas.
5. Sebaran pergerakan dan pembebanan moda jalan kaki hanya didasarkan pada hasil survei kuesioner dan tidak dilakukan survei *pedestrian count* pada jalur-jalur pedestrian.
6. Periode sebaran pergerakan yang diambil mulai dari pukul 07.00 hingga 18.00.



## BAB II TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1 Pemodelan Transportasi

Model merupakan bentuk penyederhanaan suatu realita atau dunia yang sebenarnya dan memiliki tujuan tertentu seperti memberikan penjelasan, pengertian, serta peramalan. Bentuk-bentuk dari model dapat dilihat sebagai berikut (Tamin, 2008).

1. Model fisik (model arsitek, model teknik sipil, wayang golek, dan lain-lain).
2. Peta dan diagram (grafis).
3. Model statistika dan matematika (persamaan) yang menerangkan beberapa aspek fisik, sosial-ekonomi, dan model transportasi.

Sementara itu, menurut Hadihardaja et al. (1997) transportasi merupakan kegiatan pemindahan penumpang dan barang dari satu tempat ke tempat lain. Transportasi juga merupakan bagian yang tidak dapat dipisahkan dari masyarakat karena sangat erat dengan gaya hidup dan lokasi kegiatan serta barang dan jasa yang akan dimanfaatkan (Mathew, 2006). Dari pengertian tersebut maka dapat disimpulkan bahwa pemodelan transportasi merupakan bentuk penyederhanaan dari kegiatan pemindahan suatu objek dari satu tempat ke tempat lain sehingga bisa menjadi alat bantu bagi para pengambil keputusan dalam menentukan kebijakan yang akan diambil, tetapi bukan sebagai penentu kebijakan.

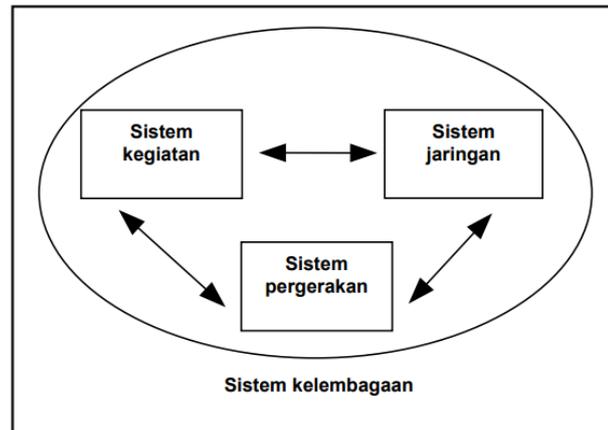
Dalam melakukan pemodelan transportasi agar dapat memecahkan masalah yang tebaik maka dilakukan pendekatan secara sistem-sistem. Sistem transportasi sendiri secara garis besar terdiri atas dua, yaitu sistem transportasi makro dan sistem transportasi mikro. Sistem transportasi makro merupakan sistem yang terdiri atas beberapa sistem transportasi mikro yang semuanya saling berkaitan. Sistem mikro tersebut antara lain adalah sistem kegiatan, sistem jaringan, dan sistem pergerakan.

Secara umum, orang-orang akan bergerak karena adanya proses pemenuhan kebutuhan yang tidak dapat dilakukan di tempatnya berada sehingga kebutuhan tersebut perlu mereka lakukan di tempat lain sehingga kebutuhannya dapat

. Hal inilah yang disebut dengan sistem kegiatan, yaitu tata guna lahan di  
 ang tersebut berada. Kemudian, orang yang tadinya sedang menjalani  
 emenuhan kebutuhannya (bergerak) harus menggunakan prasarana dan



sarana transportasi seperti jalan dan kendaraan sehingga bisa sampai ke tujuannya. Hal inilah yang disebut dengan sistem jaringan. Interaksi antara sistem kegiatan dan sistem jaringan tersebut akan menghasilkan suatu sistem baru, yaitu sistem pergerakan. Oleh karena itu, ketiga sistem ini tidak dapat terpisahkan dan akan selalu terikat karena jika ada salah satu sistem yang berubah maka akan berefek pada semua sistem yang ada.



Gambar 1 Sistem Transportasi Makro

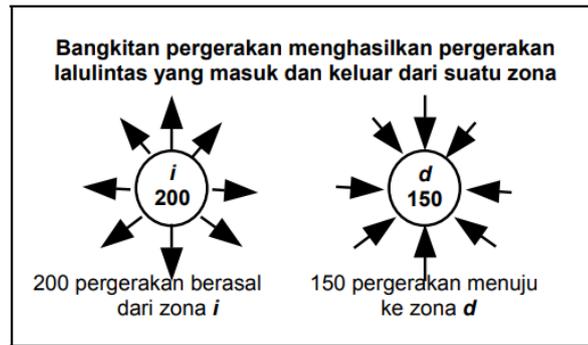
Sumber: Tamin (2000)

Model perencanaan transportasi saat ini terus berkembang seiring perkembangan teknologi dan informasi. Model perencanaan transportasi yang paling populer dari dulu hingga sekarang adalah “Model Perencanaan Transportasi Empat Tahap”. Seperti yang telah disebutkan di latar belakang, model ini terdiri atas empat seri, yaitu bangkitan tarikan pergerakan, sebaran pergerakan, pemilihan moda, dan pemilihan rute. Untuk mendapatkan model secara menyeluruh maka keempat seri tersebut harus dikerjakan secara terpisah dan berurutan.

Bangkitan dan tarikan pergerakan adalah tahapan pemodelan yang akan memperlihatkan jumlah pergerakan yang berasal dari suatu zona atau tata guna lahan dan jumlah pergerakan yang tertarik ke suatu zona atau tata guna lahan. Luaran yang dihasilkan pada tahapan ini adalah berupa jumlah kendaraan, orang, atau angkutan barang per satuan waktu, seperti kendaraan/jam, kendaraan/hari,

ri, pergerakan/jam, pergerakan/hari, dan sebagainya. Bangkitan dan pergerakan ini dipengaruhi oleh dua aspek tata guna lahan, yaitu jenis tata dan jumlah aktivitas (dan intensitas) pada tata guna lahan tersebut.

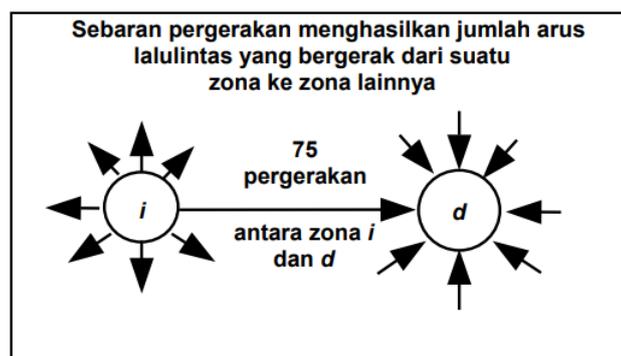




Gambar 2 Bangkitan dan Tarikan Pergerakan

Sumber: Tamin (2000)

Sebaran pergerakan merupakan tahap kedua dari empat tahap pemodelan transportasi yang menghubungkan interaksi antara tata guna lahan (sistem kegiatan), jaringan transportasi (sistem jaringan), dan arus lalu lintas (sistem pergerakan). Sebaran pergerakan akan menghasilkan jumlah pergerakan seperti arus lalu lintas yang bergerak dari suatu zona ke zona lainnya. Pola sebaran yang dihasilkan merupakan hasil dari dua hal yang terjadi secara bersamaan, yaitu sistem lokasi tata guna lahan dan pemisahan ruang sehingga akan menghasilkan pergerakan.



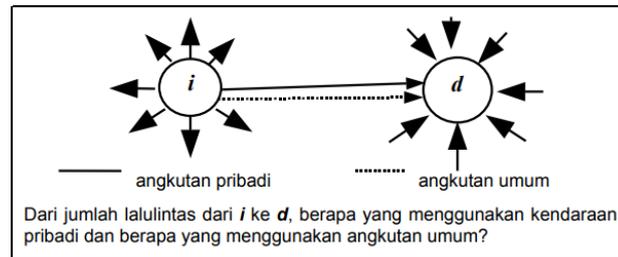
Gambar 3 Sebaran Pergerakan

Sumber: Tamin (2000)

Pemilihan moda dan pemilihan rute merupakan dua langkah terakhir dari pemodelan transportasi empat tahap. Jika sebelumnya telah dijelaskan bahwa tarikan, dan sebaran pergerakan terjadi akibat dari interaksi antar tata guna lahan maka pada tahapan ini merupakan tahapan untuk menentukan sarana transportasi mana yang akan digunakan dan jaringan jalan mana yang akan dilewati. Pada pemilihan moda dan rute didasarkan atas aksesibilitas, yaitu jarak, waktu,



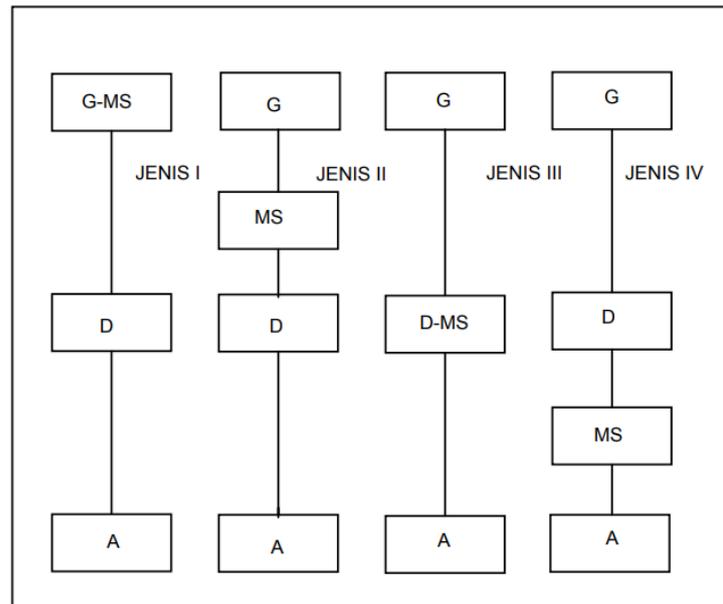
dan biaya. Jarak, waktu, dan biaya memberikan arti bahwa moda dan rute apa yang akan digunakan agar menghasilkan pergerakan yang terpendek, tercepat, dan tentunya termurah sehingga bisa sampai pada tujuan.



Gambar 4 Pemilihan Moda

Sumber: Tamin (2000)

Dalam pemodelan transportasi empat tahap, terdapat beberapa alternatif urutan yang bisa dilakukan, yaitu sebagai berikut (Black, 1981). Kode G merupakan bangkitan pergerakan (*generation*), kode MS merupakan pemilihan moda (*modal split*), kode D merupakan sebaran pergerakan (*distribution*), dan A merupakan pemilihan rute (*assignment*).



Gambar 5 Variasi Urutan Pemodelan Transportasi Empat Tahap

Sumber: Black (1981)



pemodelan transportasi yang pada dasarnya akan menyederhanakan suatu antara sistem tata guna lahan dan sistem jaringan maka menentukan daerah

kajian sangat perlu dilakukan. Daerah kajian sendiri akan terbentuk atas beberapa zona sesuai dengan tata guna lahan yang dimilikinya. Hal ini sangat perlu diperhatikan karena semua zona tersebut akan diperhitungkan dalam model kebutuhan transportasi. Menurut IHT dan DOT (1987), hal yang perlu diperhatikan dalam menentukan zona adalah sebagai berikut.

1. Ukuran zona sebaiknya dirancang sedemikian rupa sehingga galat pengelompokan yang timbul akibat pemusatan seluruh aktivitas pada suatu pusat zona menjadi tidak terlalu besar.
2. Batas zona sebaiknya harus sesuai dengan batas sensus, batas administrasi daerah, batas alami, atau batas zona yang digunakan oleh kajian terdahulu yang sudah dipandang sebagai kriteria utama.
3. Ukuran zona harus disesuaikan dengan kepadatan jaringan yang akan dimodel, biasanya ukuran zona semakin membesar jika semakin jauh dari pusat kota.
4. Ukuran zona harus lebih besar dari yang seharusnya untuk memungkinkan arus lalu lintas dibebankan ke atas jaringan jalan dengan ketepatan seperti yang disyaratkan.
5. Batas zona harus dibuat sedemikian rupa sehingga sesuai dengan jenis pola pengembangan untuk setiap zona, misalnya permukiman, industri, dan perkantoran. Tipe tata guna lahan setiap zona sebaiknya homogen untuk menghindari tingginya jumlah pergerakan intrazona dan untuk mengurangi tingkat kerumitan model.
6. Batas zona harus sesuai dengan batas daerah yang digunakan dalam pengumpulan data.
7. Ukuran zona ditentukan pula oleh tingkat kemacetan, ukuran zona pada daerah macet sebaiknya lebih kecil dibandingkan dengan daerah tidak macet.

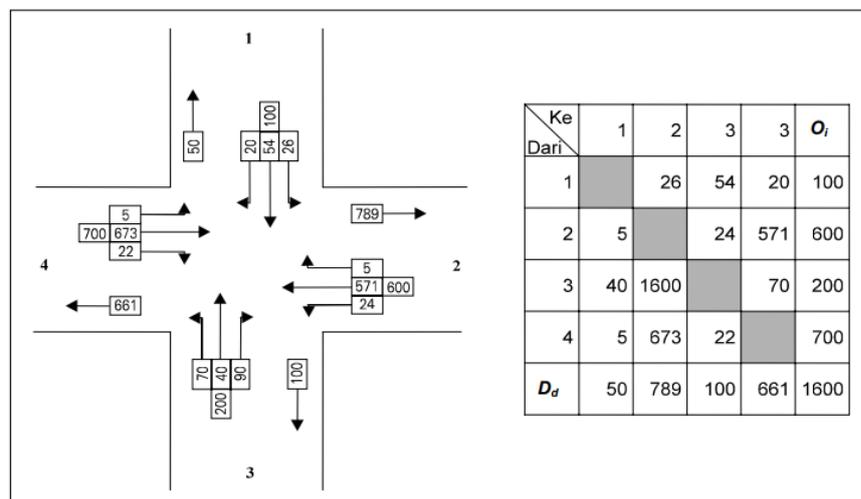
Pergerakan yang melintasi batas daerah kajian harus mempunyai pusat zona eksternal (atau tujuan) yang mewakili daerah lain di luar daerah kajian atau ke zona yang mencerminkan pintu inlet atau outlet (*gateways*).



## 2.2 Sebaran Pergerakan (*Trip Distribution*)

Sebaran pergerakan dalam sistem transportasi sering dimodelkan dalam bentuk arus pergerakan (kendaraan, penumpang, dan barang) yang bergerak dari zona asal ke zona tujuan di dalam daerah tertentu dan selama periode waktu tertentu. Matriks pergerakan atau matrik asal tujuan (MAT) sering digunakan untuk menggambarkan pergerakan tersebut.

MAT merupakan matriks berdimensi dua yang isinya berupa informasi besarnya pergerakan antar zona di dalam daerah tertentu. Baris menginterpretasikan zona asal dan kolom menginterpretasikan zona tujuan, sehingga sel matriksnya menyatakan besarnya arus dari zona asal ke zona tujuan. Dalam hal ini, notasi  $T_{id}$  menyatakan besarnya arus pergerakan (kendaraan, penumpang, atau barang) yang bergerak dari zona asal  $i$  ke zona tujuan  $d$  selama selang waktu tertentu.



Gambar 6 Matriks Asal Tujuan (MAT) Persimpangan

Sumber: Tamin (2008)

Sebaran pergerakan dapat dihasilkan jika suatu MAT dibebankan ke suatu sistem jaringan transportasi. Dengan mempelajari pola pergerakan yang terjadi, dapat mengidentifikasi permasalahan yang timbul sehingga beberapa pergerakan dapat dihasilkan. MAT dapat memberikan indikasi rinci mengenai pola pergerakan sehingga MAT ini sangatlah penting.



Seperti yang telah dijelaskan di atas, MAT berisi informasi pergerakan antarzona. Sel dari setiap baris  $i$  berisi informasi mengenai pergerakan yang berasal dari zona  $i$  ke setiap zona tujuan  $d$ . Sel pada diagonal berisi informasi mengenai pergerakan intrazona ( $i = d$ ). Oleh karena itu, berikut bentuk umum dari matriks asal tujuan.

- $T_{id}$  = pergerakan dari zona asal  $i$  ke zona tujuan  $d$   
 $O_i$  = jumlah pergerakan yang berasal dari zona asal  $i$   
 $D_d$  = jumlah pergerakan yang menuju ke zona tujuan  $d$   
 $T$  = total matriks

Zona	1	2	3	...	N	$O_i$
1	$T_{11}$	$T_{12}$	$T_{13}$	...	$T_{1N}$	$O_1$
2	$T_{21}$	$T_{22}$	$T_{23}$	...	$T_{2N}$	$O_2$
3	$T_{31}$	$T_{32}$	$T_{33}$	...	$T_{3N}$	$O_3$
.	.	.	.	...	.	.
.	.	.	.	...	.	.
.	.	.	.	...	.	.
N	$T_{N1}$	$T_{N2}$	$T_{N3}$	...	$T_{NN}$	$O_N$
$D_d$	$D_1$	$D_2$	$D_3$	...	$D_N$	T

Gambar 7 Bentuk Umum Matriks Asal Tujuan (MAT)

Sumber: Tamin (2008)

Dimana,

$$O_i = \sum_d T_{id} \quad (1)$$

$$D_d = \sum_i T_{id} \quad (2)$$

$$T = \sum_i O_i = \sum_d O_d = \sum_i \sum_d T_{id} \quad (3)$$

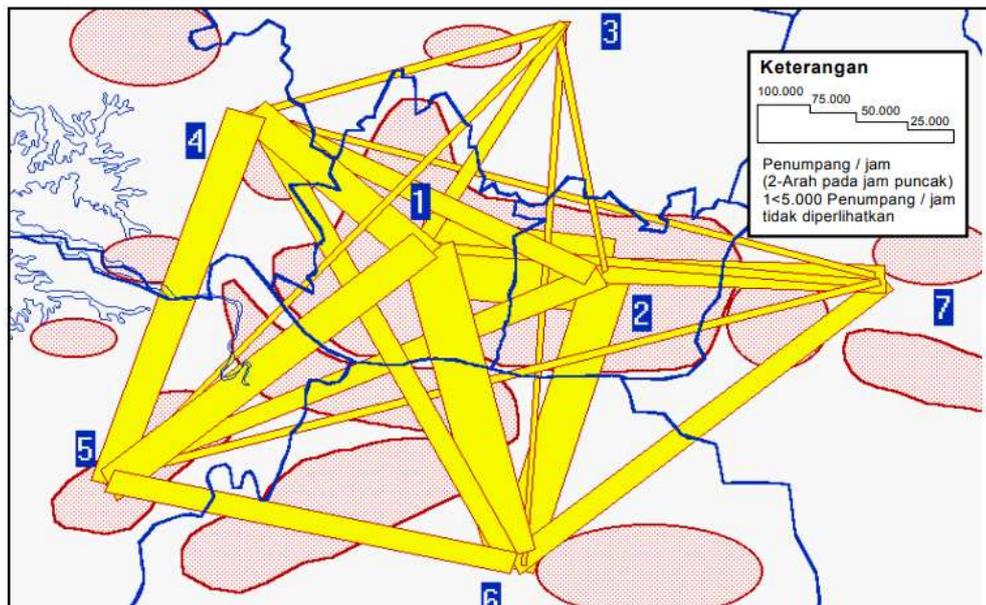
Beberapa kondisi harus dipenuhi, seperti total sel matriks untuk setiap baris

(i) harus sama dengan jumlah pergerakan yang berasal dari zona asal  $i$  tersebut ( $O_i$ ).

ya, total sel matriks untuk setiap kolom ( $d$ ) harus sama dengan jumlah an yang menuju ke zona tujuan  $d$  ( $D_d$ ). Batasan tersebut dapat dilihat dalam persamaan matematis pada Persamaan 1 dan Persamaan 2.



Selain menggunakan bentuk matriks, sebaran pergerakan dapat juga diinterpretasikan dalam bentuk grafis. Hal ini dapat dilihat pada Gambar 8 di bawah ini dimana gambar sebaran pergerakan tersebut dikenal dengan istilah “Garis Keinginan” atau *desire line*. Kelebihan dari sebaran pergerakan dengan model garis keinginan ini adalah kita dapat lebih mudah melihat zona atau tata ruang yang dimodelkan. Namun, kekurangan garis keinginan ini adalah jumlah pergerakan yang terjadi tidak dapat dengan cepat diketahui karena jumlah pergerakan didasarkan atas tebalnya garis yang digambarkan.



Gambar 8 Garis Keinginan (*Desire Line*)

Sumber: Tamin (2008)

Selanjutnya, notasi  $t_{id}$ ,  $o_i$ , dan  $d_d$  biasanya digunakan untuk menunjukkan hasil pengamatan kajian terdahulu atau masa sekarang (tahun dasar), sedangkan huruf besar untuk hasil pemodelan atau masa sekarang. Matriks dapat juga dinyatakan dalam berbagai macam kategori, seperti MAT bagi pergerakan dengan moda transportasi ( $k$ ) dan/atau pergerakan orang jenis ( $n$ ).

$T_{id}^{kn}$  = jumlah pergerakan dari zona asal  $i$  ke zona tujuan  $d$  dengan moda transportasi  $k$  dan penumpang jenis  $n$

$t_i^{kn}$  = jumlah pergerakan yang berasal zona asal  $i$  dengan moda transportasi  $k$  dan penumpang jenis  $n$

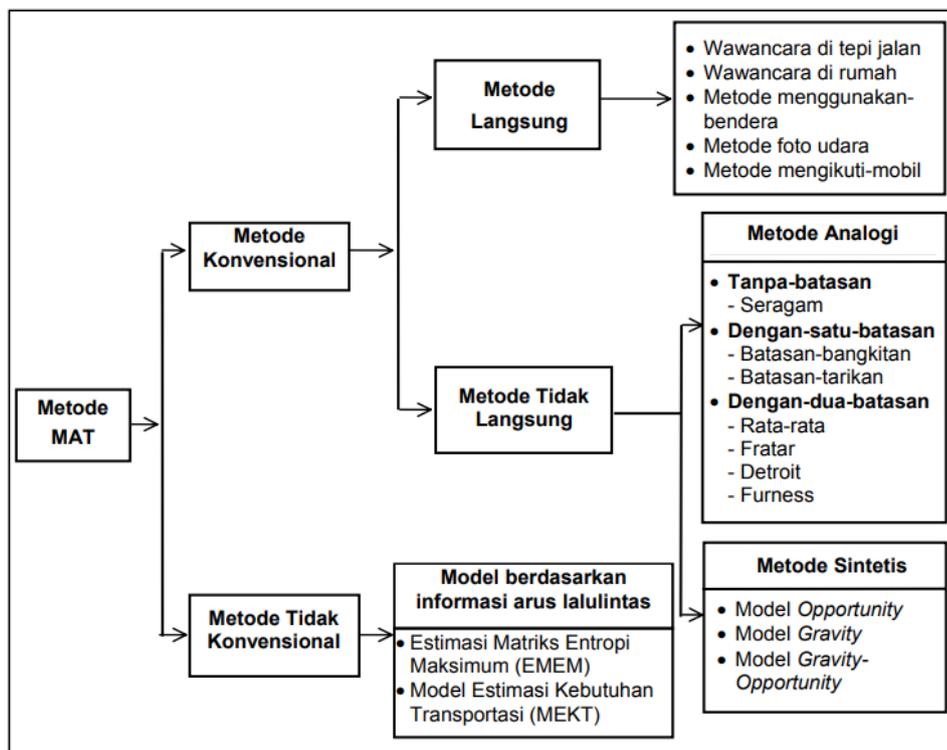


$D_d^{kn}$  = jumlah pergerakan yang menuju ke zona tujuan d dengan moda transportasi k dan penumpang jenis n

$p_{id}^k$  = proporsi pergerakan dari zona asal i ke zona tujuan d yang menggunakan moda transportasi k

$c_{id}^k$  = biaya pergerakan dari zona asal i ke zona tujuan d dengan menggunakan moda transportasi k

Metode untuk mendapatkan matriks asal tujuan pergerakan (MAT) dapat dikelompokkan menjadi dua bagian utama, yaitu metode konvensional dan metode tidak konvensional. Pengelompokan tersebut dapat dilihat pada gambar berikut ini.



Gambar 9 Metode untuk Mendapatkan Matriks Asal Tujuan (MAT)

Sumber: Tamin (2008)

Metode konvensional memiliki arti bahwa metode tersebut yang paling sering digunakan untuk mendapatkan matriks asal tujuan. Metode konvensional terbagi atas dua metode, yaitu metode langsung dan metode tidak langsung. Metode

langsung merupakan metode untuk mendapatkan matriks asal tujuan hasil wawancara yang hasilnya akan menjadi acuan validasi matriks asal tujuan hasil pengamatan. Metode langsung dapat dilakukan dengan cara sebagai berikut.



1. Wawancara di tepi jalan, yaitu dengan melakukan wawancara terhadap kendaraan yang melewati ruas jalan. Metode ini sangat cocok untuk mendapatkan sebaran pergerakan kendaraan logistik. Namun, metode ini memiliki kekurangan, yaitu dapat mengganggu lalu lintas.
2. Wawancara di rumah merupakan metode yang sangat sering digunakan untuk mendapatkan matriks asal tujuan daerah perkotaan. Metode ini tidak hanya mendapatkan sebaran pergerakan saja, tetapi juga karakteristik responden yang bisa digunakan sebagai pemodelan bangkitan dan tarikan.
3. Metode menggunakan bendera, yaitu menempelkan penanda pada kendaraan sehingga pengamat yang sudah bersiap di tempat lain dapat mencatat kendaraan tersebut melalui penandanya.
4. Metode foto udara, yaitu dengan menggunakan beberapa foto udara yang diambil dari helikopter sehingga bisa menghasilkan foto yang berentetan.
5. Metode mengikuti mobil, yaitu dengan mengikuti pergerakan setiap kendaraan yang lewat. Alternatif lain metode ini adalah dengan mencatat plat kendaraan yang lewat sehingga didapatkan asal dan tujuan setiap kendaraan.

Sementara itu, metode tidak langsung terbagi atas dua, yaitu metode analogi dan metode sintetis. Kedua metode ini yang sering menjadi metode pemodelan sebaran pergerakan terutama metode sintetis. Berikut merupakan metode tidak langsung (Tamin, 2008).

1. Metode analogi, yaitu suatu nilai tingkat pertumbuhan digunakan pada pergerakan saat ini untuk menciptakan pergerakan pada masa mendatang. Metode ini bisa dilakukan dengan metode tanpa batasan (seragam), metode satu batasan (batasan bangkitan dan batasan tarikan), serta metode dua batasan (rata-rata, Fratar, Detroit, dan Furness).
2. Metode sintetis, yaitu metode ini menghubungkan keterkaitan yang terjadi antar pola pergerakan. Setelah kaitan tersebut didapat, kemudian diproyeksikan untuk mendapatkan pola pergerakan pada masa mendatang. Metode ini dapat dilakukan dengan tiga cara, yaitu model *gravity*, model *opportunity*, dan model *gravity-opportunity*. Model *gravity* sangat sering digunakan untuk metode sintetis ini.



### 2.3 Analisis Sebaran Pergerakan Model *Gravity*

Metode sintetis sebaran pergerakan model *gravity* merupakan hasil analogi hukum gravitasi yang diperkenalkan oleh Newton pada tahun 1686. Newton menyatakan bahwa gaya tarik atau gaya tolak menolak ( $F_{id}$ ) antara dua kutub massa berbanding lurus dengan massanya,  $m_i$  dan  $m_d$ , dan berbanding terbalik kuadratis dengan jarak antara kedua massa tersebut,  $d_{id}^2$ .

$$F_{id} = G \frac{m_i m_d}{d_{id}^2} \text{ dengan } G \text{ adalah konstanta gravitasi} \quad (4)$$

Dengan menganalogikan gaya sebagai pergerakan antara dua daerah, massa digantikan dengan peubah populasi atau bangkitan tarikan pergerakan, serta jarak, waktu, atau biaya sebagai ukuran aksesibilitas (kemudahan). Jadi, untuk keperluan transportasi, model *gravity* dinyatakan sebagai berikut.

$$T_{id} = k \frac{O_i O_d}{d_{id}^2} \text{ dengan } k \text{ adalah konstanta} \quad (5)$$

atau

$$T_{id} \approx O_i \cdot D_d \cdot f(C_{id}) \quad (6)$$

Jika diperhatikan lebih seksama maka Persamaan 6 masih memiliki kesalahan untuk digunakan ke dalam aspek transportasi. Saat salah satu nilai  $O_i$  dan salah satu nilai  $D_d$  menjadi dua kali, pergerakan antara kedua zona meningkat menjadi empat kali, padahal seharusnya pergerakan hanya meningkat dua kali sesuai dengan batasan Persamaan 1 dan Persamaan 2. Oleh karena itu, diperlukan peubah tambahan agar hal tersebut teratasi. Dengan menambahkan faktor penyeimbang maka Persamaan 6 menjadi sebagai berikut.

$$T_{id} = O_i \cdot D_d \cdot A_i \cdot B_d \cdot f(C_{id}) \quad (7)$$

Dengan,

$$A_i = \frac{1}{\sum_d (B_d D_d f_{id})} \text{ dan } B_d = \frac{1}{\sum_i (A_i O_i f_{id})} \quad (8)$$

Persamaan 7 merupakan bentuk umum dari model *gravity* dimana  $A_i$  dan  $B_d$

adalah faktor penyeimbang dan  $f(C_{id})$  merupakan fungsi hambatan transportasi yang dapat berupa jarak, waktu, maupun biaya. Oleh karena itu, peubah  $d_{id}^2$  yang ada pada persamaan 5 tidak dapat selalu diartikan sebagai jarak.

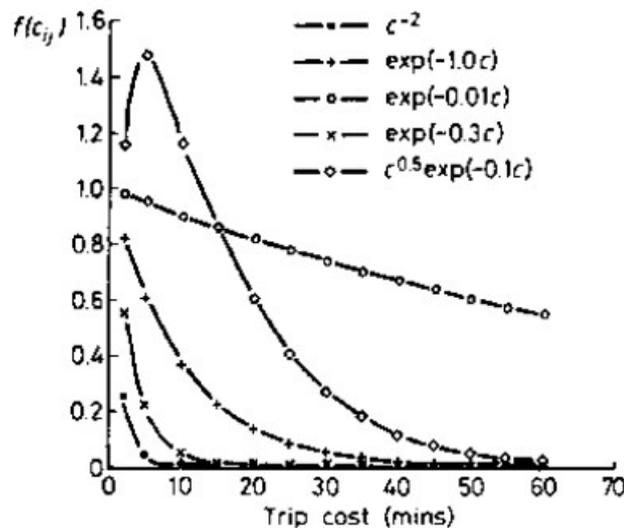


Fungsi hambatan transportasi yang disebutkan di atas tadi (jarak, waktu, dan biaya) juga dianggap sebagai ukuran aksesibilitas (kemudahan) antara zona  $i$  dengan zona  $d$ . Fungsi hambatan yang populer digunakan adalah sebagai berikut (Ortuzar & Willumsen, 2011).

$$1. f(C_{id}) = C_{id}^{-\alpha} \text{ (fungsi pangkat)} \quad (9)$$

$$2. f(C_{id}) = e^{-\beta C_{id}} \text{ (fungsi eksponensial)} \quad (10)$$

$$3. f(C_{id}) = C_{id}^{-\alpha} \cdot e^{-\beta C_{id}} \text{ (fungsi combined)} \quad (11)$$



Gambar 10 Bentuk Umum Fungsi Hambatan

Sumber: Ortuzar & Willumsen (2011)

Nilai hambatan transportasi biasanya diasumsikan sebagai rute terpendek, tercepat, atau termurah dari zona asal ke zona tujuan. Dari zona asal ke zona tujuan dalam suatu sistem terdapat beberapa kemungkinan rute. Rute yang kemungkinan dari zona  $i$  disebut pohon. Biasanya hal inilah yang bisa kita dapatkan dari bantuan aplikasi komputer sehingga bisa lebih mudah mendapatkan matriks hambatan masing-masing pola pergerakan.

Model *gravity* terbagi atas empat jenis model, yaitu model tanpa batasan atau *unconstrained gravity* (UCGR), model satu batasan (*singly constrained gravity* / SCGR) yang bisa terhadap bangkitan (*production constrained gravity* / PCGR) terhadap tarikan (*attraction constrained gravity* / ACGR), serta model dua batasan (*doubly constrained gravity* / DCGR), yaitu batasan bangkitan dan tarikan (*on attraction constrained gravity*).



1. Model UCGR, yaitu model tidak memiliki batasan dimana batasan yang dimaksud adalah hasil bangkitan dan tarikan yang dihasilkan tidak harus sama dengan bangkitan tarikan setiap zona yang telah diperkirakan. Oleh karena itu, nilai  $A_i$  dan  $B_d$  pada Persamaan 7 adalah sama dengan 1.
2. Model PCGR, yaitu model hanya memiliki batasan terhadap bangkitan dan hasil tarikan setiap zona model nanti tidak perlu sama dengan nilai yang telah diperkirakan. Oleh karena itu, syarat batas model ini adalah sebagai berikut.

$$B_d = 1 \text{ dan } A_i = \frac{1}{\sum_d(B_d D_{dfid})}$$

3. Model ACGR, yaitu model hanya memiliki batasan terhadap tarikan dan hasil bangkitan setiap zona model nanti tidak perlu sama dengan nilai yang telah diperkirakan. Oleh karena itu, syarat batas model ini adalah sebagai berikut.

$$A_i = 1 \text{ dan } B_d = \frac{1}{\sum_i(A_i O_{ifid})}$$

4. Model DCGR, yaitu model memiliki batasan bangkitan dan batasan tarikan sehingga bangkitan dan tarikan pergerakan harus selalu sama dengan yang dihasilkan oleh nilai yang telah diperkirakan. Oleh karena itu, syarat batas model ini adalah sebagai berikut.

$$A_i = \frac{1}{\sum_d(B_d D_{dfid})} \text{ dan } B_d = \frac{1}{\sum_i(A_i O_{ifid})}$$

## 2.4 Kalibrasi Parameter Model *Gravity*

Telah dijelaskan sebelumnya bahwa model *gravity* memiliki variabel fungsi hambatan,  $f(C_{id})$ , yang dimana bentuknya dapat dipilih dari tiga jenis yang populer digunakan, yaitu fungsi pangkat, fungsi eksponensial, dan fungsi *combined*. Oleh karena itu, jika kita melihat Persamaan 7 hingga Persamaan 11 maka parameter yang tidak diketahui hanyalah parameter  $\beta$ . Jika parameter  $\beta$  telah diketahui maka nilai  $A_i$  dan  $B_d$  dapat diketahui. Proses penaksiran parameter  $\beta$  atau parameter fungsi hambatan biasa dikenal sebagai proses kalibrasi model *gravity*. Beberapa metode yang dapat digunakan untuk mengkalibrasi parameter model *gravity*, yaitu sebagai berikut (Tamin, 2008).

ode sederhana, yaitu metode dengan mencoba-coba menggunakan nilai barang  $\beta$  lalu memasukkannya ke perhitungan hingga matrik asal tujuan el terbentuk. Setelah itu hasilnya dibandingkan dengan matriks asal tujuan



hasil pengamatan, apabila hasilnya mendekati atau sama maka itulah nilai  $\beta$  yang cocok. Jika terdapat perbedaan yang besar maka dicoba nilai  $\beta$  lain.

- Metode Hyman, yaitu metode yang didasarkan atas pendekatan Bayes dalam penurunan kriteria pengkalibrasian. Nilai faktor penyeimbang harus dipilih sehingga total baris dan kolom dari sel MAT sama dengan proporsi hasil pengamatan pada setiap baris dan kolom.

$$c(\beta) = \frac{\sum_{i=1}^N \sum_{d=1}^N [T_{id} \cdot (\beta) \cdot C_{id}]}{T(\beta)} = c^* = \frac{\sum_{i=1}^N \sum_{d=1}^N (\hat{T}_{id} \cdot C_{id})}{\sum_{i=1}^N \sum_{d=1}^N (\hat{T}_{id})} \quad (12)$$

Nilai parameter  $\beta$  juga bisa didapatkan dengan pendekatan empirik, yaitu sebagai berikut.

$$\beta = \frac{k}{\bar{C}_{id}} \quad (13)$$

Dengan  $k = 2-3$  dan  $\bar{C}_{id}$  = rata-rata nilai  $C_{id}$ .

- Metode Analisis Regresi Linear, yaitu dengan mentransformasikan persamaan menjadi fungsi yang linear. Metode ini akan menghasilkan nilai  $B = -\beta$  dan  $A = \log_e (A_i \cdot B_d \cdot O_i \cdot D_d)$  dimana bisa didapatkan dari persamaan berikut.

$$B = \frac{N \sum_{i=1}^N (X_i Y_i) - \sum_{i=1}^N (X_i) \cdot \sum_{i=1}^N (Y_i)}{N \sum_{i=1}^N (X_i^2) - (\sum_{i=1}^N (X_i))^2} \quad (14)$$

$$A = \bar{Y} - B\bar{X} \quad (15)$$

- Metode Kuadrat Terkecil, yaitu metode yang didasarkan atas pemikiran menggunakan pendekatan kuadrat terkecil sehingga simpangan atau selisih antara sebaran pergerakan yang dihitung dari pemodelan ( $T_{id}$ ) dengan yang didapat dari hasil pengamatan ( $\hat{T}_{id}$ ). Pengembangan dari metode ini adalah metode Newton-Raphson yang didasarkan atas pendekatan nilai  $f(\beta)$  dengan menggunakan deret Taylor.
- Metode Kemiripan Maksimum, Inferensi Bayes, dan Entropi Maksimum merupakan pengembangan yang dilakukan oleh Tamin et al. (2008) untuk melakukan kalibrasi parameter model *gravity*. Dasar metode ini sama dengan metode sebelumnya yaitu memperkecil selisih dari nilai yang didapatkan dari model dan pengamatan.



## 2.5 Aplikasi PTV Visum

PTV Visum merupakan salah satu program perangkat lunak yang sangat populer digunakan saat ini. Aplikasi ini merupakan perangkat lunak yang berfungsi untuk menganalisis dan melakukan prakiraan lalu lintas di suatu area yang besar dan memungkinkan pengelolaan data yang berbasis GIS (*Geographic Information System*) (PTV, 2024). Visum berguna untuk merencanakan suatu sistem transportasi yang mencakup transportasi pribadi (*private transportation / PrT*) dan transportasi umum (*public transportation / PuT*).

Secara garis besar Visum adalah sebuah perangkat lunak yang digunakan untuk melakukan simulasi lalu lintas secara makro yang dikembangkan oleh PTV (*Plannug Transport Verkehr*) di Karlsruhe, Jerman. Aplikasi ini dapat menganalisis model lalu lintas makro dengan berbagai metode analisis (Arliansyah et al., 2017). Berikut merupakan hal yang dapat kita lakukan pada program PTV Visum.

- Kegunaan untuk perencanaan transportasi publik (PuT)
  1. Merencanakan dan menganalisis jaringan rute;
  2. Mendesain dan menganalisis jadwal;
  3. Memperkirakan kebutuhan pengemudi dan kendaraan;
  4. Analisis *Cost-Benefit*;
  5. Menampilkan indikator spesifik dari transportasi publik;
  6. Mengevaluasi dan menampilkan jumlah penumpang;
  7. Menghitung dan memperkirakan indikator untuk perhitungan biaya jaringan
- Kegunaan untuk perencanaan transportasi pribadi (PrT)
  1. Simulasi dari ukuran perencanaan transportasi atau perhitungan konstruktif untuk memperkirakan volume lalu lintas dan akibatnya;
  2. Prognosis dampak dari jalan tol;
  3. Analisis kapasitas persimpangan;
  4. Analisis terpisah terhadap sistem transportasi pribadi yang berbeda;
    - Perbandingan matriks *demand* hasil pemodelan dengan data hasil pengamatan;
    - Penentuan emisi kebisingan dan/atau polusi.



- Kegunaan untuk perencanaan mobilitas baru atau kombinasi
  1. Menilai keberlanjutan dan efisiensi layanan mobilitas;
  2. Penentuan ukuran armada;
  3. Analisis *Cost-Benefit*;
  4. Kajian tentang perluasan aksesibilitas angkutan umum;
  5. Perkiraan pergeseran modal akibat diperkenalkannya moda baru.

Dari kegunaan yang dipaparkan di atas maka dapat disimpulkan bahwa visum adalah program untuk perencanaan transportasi yang dibantu oleh komputer yang berfungsi menganalisis dan merencanakan sistem transportasi, termasuk kebutuhan fasilitas untuk kendaraan pribadi dan transportasi publik, kebutuhan (*demand*) dan ketersediaan infrastrukturnya (Suthanaya & Maulidawati, 2019). Hingga saat ini aplikasi PTV Visum masih menjadi aplikasi paling sering digunakan untuk pemodelan transportasi makro. Aplikasi yang dibuat oleh PTV sebenarnya cukup banyak dan bisa saling terintegrasi satu sama lain. Salah satu aplikasi buatan PTV yang cukup terkenal juga adalah Vissim. Aplikasi ini merupakan program untuk melakukan pemodelan transportasi secara mikroskopis. Pemodelan seperti persimpangan, suatu kawasan kompleks, dan pergerakan berbasis waktu yang dapat dilihat secara tiga dimensi merupakan fungsi dari aplikasi ini. Selain itu, terdapat juga aplikasi lain, yaitu, PTV Vistro, PTV Lines, PTV Viswalk, PTV Flow, dan masih banyak lagi.

## 2.6 Penelitian Terdahulu

Sebagai bahan rujukan landasan teori dan metode penelitian yang akan dipilih maka dilakukan kajian terhadap penelitian-penelitian terdahulu. Penelitian-penelitian terdahulu yang mendukung dan berhubungan dengan penelitian tugas akhir ini dapat dilihat pada Tabel 1.



Tabel 1 Penelitian Terdahulu Terkait Analisis Sebaran Pergerakan

No	Penulis	Judul	Rumusan Masalah	Metode Penelitian	Hasil Penelitian
1	Herawati dan R. Suliyanti (2012)	Sebaran Pergerakan Pengguna Kendaraan Pribadi Bekasi Barat – DKI Jakarta	Bagaimana model bangkitan dan sebaran pergerakan pengguna kendaraan pribadi Bekasi Barat – DKI Jakarta	MAT didapatkan dari hasil interview kuesioner sehingga bisa didapatkan karakteristik responden dan asal tujuan responden. Model bangkitan dibuat dengan metode analisis regresi.	Model bangkitan perjalan $Y = -1.44$ angkutan umum + 2,14 kendaraan pribadi. Sebaran pergerakan penduduk terbanyak yaitu 261 perjalanan/hari yaitu dari Bekasi Barat menuju Jakarta Pusat.
2	A. Skarphedinsson (2013)	Evaluating a Simplified Process for Developing a Four-Step Transport Planning Model in Visum	Bagaimana pemodelan transportasi area Reykjavik menggunakan Visum	Data MAT didapatkan dari penelitian terdahulu kemudian dimasukkan ke Visum. Validasi dilakukan dengan metode membandingkan lalu lintas model dengan lalu lintas survei.	Model yang didapatkan memiliki deviasi sebesar 17% dan R2 sebesar 0,973 dari hasil survei. Hasil ini lebih baik dari model sebelumnya yang memiliki deviasi sebesar 32% dan R2 sebesar 0,960.
3	J. Arliansyah, M.P. Prasetyo, W. Kurnia	Planning of City Transportation Infrastructure Based on Macro	Bagaimana pengaruh pembangunan jembatan baru terhadap kondisi	MAT tahun dasar didapatkan dari penelitian terdahulu yang kemudian dianalisis menggunakan Visum melalui Trip Assignment. Validasi menggunakan reliability test dengan mengkorelasikan lalu	Didapatkan bahwa beban lalu lintas yang diterima oleh Jembatan Ampera berkurang menjadi 4201 smp/jam setelah rencana jembatan dibangun dan analisis korelasi yang dihasilkan model sebesar $R2 = 0,836$ .



No	Penulis	Judul	Rumusan Masalah	Metode Penelitian	Hasil Penelitian
		Simulation Model	lalu lintas di Kota Palembang	lintas hasil model dengan pengamatan.	
4	N.D.A. Pradita (2017)	Pemodelan Transportasi Moda Sepeda Motor Kota Samarinda untuk Tahun 2016	Bagaimana hasil pemodelan bangkitan pergerakan, sebaran pergerakan, dan arus lalu lintas yang terjadi di Kota Samarinda	Data MAT diperoleh dari household interview lalu dimasukkan ke dalam aplikasi Visum untuk mendapatkan pembebanan lalu lintas. Kalibrasi dilakukan dengan mengubah sel MAT berdasarkan selisih antara volume yang dihasilkan model dan hasil survey. Validasi dilakukan dengan melihat selisih volume model dan survey apakah di bawah 10% atau tidak.	Bangkitan yang terjadi berada di rentang 4.720 – 89.492 motor/jam. Tarikan yang terjadi berada di rentang 5.396 – 122.760 motor/jam. Sebaran pergerakan yang terjadi berada di antara rentang 32 – 19.619 motor/jam. Jumlah arus lalu lintas yang terjadi berada di rentang 1.463 – 6.875 motor/jam.
5	A.S. Chairunnisa, S. Asri., L. Bochary., M.R. Firmansyah, dan Zulkifli (2018)	Model Sebaran Pergerakan di Kawasan Gugus Pulau Kecamatan Liukang Tupabbiring Kabupaten Pangkep	Bagaimana MAT pergerakan penumpang dan barang antar wilayah kepulauan dan menentukan besarnya pergerakan antar pulau di gugus	MAT diperoleh dari hasil survey pengamatan langsung di lapangan yang kemudian dimodelkan dengan menggunakan PCGR sehingga menghasilkan MAT yang terklibrasi.	Sebaran pergerakan di wilayah gugus kepulauan Kecamatan Liukang Tupabbiring Pangkep didominasi oleh pergerakan dari wilayah gugus kepulauan menuju Kota Pangkajene dengan jumlah pergerakan 67% untuk penumpang dan 77% untuk pergerakan barang.



No	Penulis	Judul	Rumusan Masalah	Metode Penelitian	Hasil Penelitian
			kepulauan Kecamatan Liukang Tupabbiring serta besarnya pergerakan ke wilayah ibukota kabupaten.		
6	J. Amijaya (2018)	Pemodelan Transportasi Moda Sepeda Motor Wilayah Perkotaan Gresik untuk Tahun 2018	Bagaimana hasil pemodelan bangkitan pergerakan, sebaran pergerakan, dan arus lalu lintas yang terjadi di Kota Gresik.	Data MAT diperoleh dari household interview lalu dimasukkan ke dalam aplikasi Visum untuk mendapatkan pembebanan lalu lintas. Kalibrasi dilakukan dengan mengubah sel MAT berdasarkan selisih antara volume yang dihasilkan model dan hasil survey. Validasi dilakukan dengan melihat selisih volume model dan survey apakah di bawah 10% atau tidak.	Bangkitan yang terjadi berada di rentang 67 – 15.906 motor/jam. Tarikan yang terjadi berada di rentang 70 – 22.095 motor/jam. Sebaran pergerakan yang terjadi berada di antara rentang 1 - 2932 motor/jam. Jumlah arus lalu lintas yang terjadi berada di rentang 535 – 15.251 motor/jam.
7	G.A.U. Yunus, , dan A. a (2018)	Pemodelan Transportasi pada Jalan Trans Bangka Menggunakan	Bagaimana pemodelan transportasi empat tahap Jalan Trans Bangka	MAT tahun dasar diperoleh dari penelitian terdahulu kemudian dimasukkan ke dalam program Visum. Validasi pemodelan dilakukan dengan menggunakan koefisien determinasi (R <sup>2</sup> ).	Volume lalu lintas yang terjadi setelah dibangunnya Jalan Trans Bangka adalah sebesar 170 smp/jam untuk kendaraan penumpang dan 165 smp/jam untuk kendaraan barang.



No	Penulis	Judul	Rumusan Masalah	Metode Penelitian	Hasil Penelitian
		Aplikasi PTV Visum	menggunakan PTV Visum		
8	P.A. Suthanaya dan C. Maulidawati (2019)	Analisis Pola Pergerakan di Kota Denpasar	Bagaimana distribusi perjalanan di Kota Denpasar pada tahun 2033	MAT tahun dasar didapatkan dari penelitian terdahulu yang kemudian dianalisis menggunakan Visum dengan model DCGR untuk mendapatkan MAT 2033. Kalibrasi MAT menggunakan fungsi hambatan eksponensial dan validasi menggunakan uji T dengan membandingkan volume ruas pengamatan dan model.	Didapatkan distribusi perjalanan di Kota Denpasar pada tahun 2033 sebesar 28.873.490 orang/hari dan volume lalu lintas terbesar terjadi pada ruas jalan Bypass Ngurah Rai dengan total volume sebesar 518.020 kendaraan/hari.
9	M.A. Kurniawan (2021)	Pembebanan Lalu Lintas dalam Perencanaan Jaringan Jalan di Kabupaten Gowa Menggunakan Aplikasi Visum	Bagaimana kinerja lalu lintas pada jaringan jalan di Kabupaten Gowa menggunakan Visum pada tahun dasar dan tahun ke-5	MAT tahun dasar didapatkan dari survey plat kendaraan yang kemudian dianalisis menggunakan Visum melalui Trip Assignment. Kalibrasi dilakukan dengan mengubah sel MAT berdasarkan selisih antara volume yang dihasilkan model dan hasil survey. Validasi dilakukan dengan melihat selisih volume model dan survey apakah di bawah 10% atau tidak.	Ruas Jl. Poros Malino memiliki volume terbesar yaitu sebesar 2758 kendaraan/jam dan tingkat pelayanan C. LOS terendah pada tahun ke-5 terjadi pada ruas Jl. Mangga Rupi, Jl. Yusuf Bauty, dan Jl. Mangka Dg Bombong.
	i dan A. i (2021)	Forecasting Delivery Pattern thorough	Bagaimana kalibrasi model untuk	Data perjalanan didapatkan dari data alat FCD yang dimiliki oleh angkutan barang. Data diambil	Model yang dikalibrasi merupakan model logaritma dan fungsi hambatannya berupa kombinasi linear



No	Penulis	Judul	Rumusan Masalah	Metode Penelitian	Hasil Penelitian
		Floating Car Data: Empirical Evidence	memperkirakan pemberhentian atau pengiriman setiap perjalanan dengan menggunakan Floating Car Data yang bisa dijadikan dalam merencanakan kebutuhan parkir	selama 60 hari di Provinsi Padua kemudian dimodelkan, dikalibrasi, dan divalidasi dengan menggunakan coincidence ratio.	antara jumlah populasi dan jarak antar zona.
11	T.B. Amnesi, E.T. Mukti, dan Said (2022)	Analisis Kinerja Jaringan Jalan Imam Bonjol – Adisucipto dan Jalan Tanjung Raya II terhadap Rencana Beroperasinya Jembatan Paralel Kapuas 1 di Kota Pontianak	Bagaimana kinerja jalan Imam Bonjol – Adisucipto dan Jalan Tanjung Raya II kondisi eksisting dan saat Jembatan Paralel Kapuas 1 beroperasi menggunakan Visum	Data diperoleh dari survey lalu lintas yang kemudian dianalisis menggunakan metode MKJI 1997 lalu kemudian dimodelkan dengan menggunakan Visum. Kalibrasi model dilakukan di Visum dengan metode Kuadrat Terkecil lalu divalidasi dengan uji statistic chi-square.	Hasil menunjukkan tingkat kinerja ruas jalan hasil perhitungan MKJI 1997 memiliki nilai yang sangat mendekati hasil model di Visum.





No	Penulis	Judul	Rumusan Masalah	Metode Penelitian	Hasil Penelitian
		Jaringan Jalan di Kota Lubuklinggau		pembebanan lalu lintas. Tidak disebutkan metode kalibrasi dan validasi dari pemodelan.	
15	S.B. Harlindong (2024)	Analisis Asal Tujuan Perjalanan pada Jalan Letjen Hertasning – Jalan Tun Abdul Razak Berbasis Aplikasi Visum	Bagaimana MAT sebaran pergerakan yang terjadi di Jl. Letjen Hertasning – Jl. Tun Abdul Razak hasil pengamatan dan model di Visum	MAT dasar diperoleh dari survey plat kendaraan yang kemudian dimasukkan ke dalam Visum sehingga bisa menghasilkan volume lalu lintas ruas hasil model. Kalibrasi dilakukan dengan mengubah sel MAT berdasarkan selisih antara volume yang dihasilkan model dan hasil survey. Validasi dilakukan dengan melihat selisih volume model dan survey apakah di bawah 10% atau tidak.	Simpang Jl. Pettarani dan Simpang Jl. Tun Abdul Razak menjadi zona yang memiliki jumlah bangkita dan tarikan terbanyak. Ruas jalan yang memiliki volume kendaraan tertinggi yaitu Jl. Letjen Hertasning dengan besar volume, yaitu 4884 kendaraan/jam.

