

TUGAS AKHIR

**ANALISIS ASAL TUJUAN PERJALANAN PADA JALAN
LETJEN HERTASNING – JALAN TUN ABDUL RAZAK
BERBASIS APLIKASI VISUM**

***ANALYSIS OF ORIGIN DESTINATION TRIP ON LETJEN
HERTASNING STREET - TUN ABDUL RAZAK STREET BASED
ON VISUM APLICATION***

**SAINAL BASRI HARLINDONG
D011 19 1081**



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

LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI

ANALISIS ASAL TUJUAN PERJALANAN PADA JALAN LETJEN HERTASNING – JALAN TUN ABDUL RAZAK BERBASIS APLIKASI VISUM

Disusun dan diajukan oleh

SAINAL BASRI HARLINDONG
D011 19 1081

Telah dipertahankan di hadapan Panitia Ujian yang dibentuk dalam rangka Penyelesaian Studi Program Sarjana Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin Pada tanggal 03 April 2024 dan dinyatakan telah memenuhi syarat kelulusan

Menyetujui,

Pembimbing Utama,



Prof. Dr.Eng. Ir. Muhammad Isran Ramli, ST, MT, IPM, AER

NIP 197309262000121002

Pembimbing Pendamping,



Ir. Haryanto Tabilar, ST, M.ENG

NIP 198807152018016001

Ketua Program Studi,



Prof. Dr. H. M. Wihardi Tjaronge, ST, M.ENG

NIP: 196805292002121002

PERNYATAAN KEASLIAN

Yang bertanda tangan dibawah ini ;

Nama : Sainal Basri Harlindong

NIM : D011 19 1081

Program Studi : Teknik Sipil

Jenjang : S1

Menyatakan dengan ini bahwa karya tulisan saya berjudul

{ Analisis Asal Tujuan Perjalanan Pada Jalan Letjen Hertasning –
Jalan Tun Abdul Razak 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, April 2024

Yang Menyatakan



Sainal Basri Harlindong

ABSTRAK

SAINAL BASRI HARLINDONG. *ANALISIS ASAL TUJUAN PERJALANAN PADA JALAN LETJEN HERTASNING – JALAN TUN ABDUL RAZAK BERBASIS APLIKASI VISUM* (dibimbing oleh Prof. Dr.Eng. Ir. Muhammad Isran Ramli, ST, MT, IPM, AER dan Ir. Hajriyanti Yatmar, S.T., M.Eng.)

Kota Makassar saat ini terus mengalami perkembangan. Jalan Letjen Hertasning – jalan Tun Abdul Razak yang merupakan jalan provinsi penghubung kota Makassar dan kabupaten Gowa tentunya tidak lepas dari banyaknya pergerakan kendaraan bermotor, dimana pergerakan ini dapat mengganggu lalu lintas secara terus-menerus, yang kemudian dapat menurunkan tingkat pelayanan jalan. Kebutuhan akan pergerakan selalu menimbulkan permasalahan, khususnya pada saat orang ingin bergerak untuk tujuan yang sama di dalam daerah tertentu dan pada saat yang bersamaan pula.

Matriks Pergerakan atau Matriks Asal-Tujuan sering digunakan oleh perencana transportasi untuk menggambarkan pola pergerakan tersebut. Oleh karena itu, agar adanya pendukung untuk mengeluarkan kebijakan di jalan Letjen Hertasning – jalan Tun Abdul Razak, sangatlah penting untuk memahami pola pergerakan yang terjadi pada saat sekarang dan juga pada masa mendatang pada saat kebijakan tersebut diberlakukan.

Penelitian ini dilakukan dengan mengumpulkan data langsung di lapangan untuk data primer dengan pencacahan lalu lintas di 64 ruas jalan yang dianggap sebagai tempat keluar dan masuknya kendaraan (mecatat plat kendaraan yang lewat di ruas tersebut) pada jam puncak pagi, siang, dan sore. Kemudian dimasukkan ke dalam matriks asal-tujuan yang telah dibuat di excel. Untuk data sekunder menggunakan aplikasi PTV Visum untuk menggambarkan jaringan jalan dan zona yang akan dimodelkan. Setelah itu, memasukkan data matriks asal-tujuan kendaraan ke dalam matriks PTV Visum untuk mendapatkan data trip distribution dan trip assignment kendaraan sepanjang jalan Letjen Hertasning – jalan Tun Abdul Razak.

Dari hasil penelitian setelah melakukan survei di 64 zona didapatkan trip assignment pada periode puncak pagi, siang, dan sore relative mirip, tetapi memiliki volume kendaraan berbeda. Untuk volume kendaraan tertinggi terjadi pada jam puncak pagi yaitu 4884 kendaraan, sedangkan untuk volume kendaraan terendah terjadi pada jam puncak siang yaitu 4023 kendaraan. Hasil penelitian ini diharapkan dapat bermanfaat untuk pemerintah dalam mengambil kebijakan di lokasi jalan tersebut.

Kata Kunci: Jalan, matriks asal tujuan, PTV Visum, *trip assignment*

ABSTRACT

SAINAL BASRI HARLINDONG. *Analysis of Travel Purpose on Letjen Hertasning Road - Tun Abdul Razak Road Based on Visum Application (supervised by Prof. Dr.Eng. Ir. Muhammad Isran Ramli, ST, MT, IPM, AER and Ir. Hajriyanti Yatmar, S.T., M.Eng.)*

The city of Makassar is currently undergoing continuous development. Jalan Letjen Hertasning - Jalan Tun Abdul Razak, a provincial road connecting the city of Makassar and Gowa district, plays a crucial role in accommodating the movement of motorized vehicles. However, this constant vehicular activity has the potential to disrupt traffic flow, subsequently impacting the overall road service quality. The persistent need for movement often gives rise to challenges, particularly when individuals aim to travel for the same purpose within a specific area simultaneously.

Transportation planners frequently utilize the Movement Matrix or Origin-Destination Matrix to delineate these patterns of movement. Consequently, to effectively support a policy concerning the Letjen Hertasning - Tun Abdul Razak road, it becomes imperative to comprehend both current and anticipated movement patterns once the policy is implemented.

This research involved the collection of primary data through direct fieldwork, enumerating traffic on 64 road sections recognized as entry and exit points for vehicles. This involved recording the license plates of vehicles passing through these sections during morning, afternoon, and evening peak hours. Subsequently, this data was inputted into an origin-destination matrix created in Excel. For secondary data, the PTV Visum application was utilized to illustrate the road network and zones intended for modeling. The vehicle origin-destination matrix data was then incorporated into the PTV Visum matrix to derive trip distribution and trip assignment data for vehicles along the Letjen Hertasning - Tun Abdul Razak road.

The research findings, based on surveys conducted in 64 zones, revealed that trip assignments during morning, afternoon, and evening peak periods were relatively similar, albeit with varying vehicle volumes. The highest vehicle volume occurred during the morning peak hour, amounting to 4884 vehicles, whereas the lowest vehicle volume was recorded during the afternoon peak hour, totaling 4023 vehicles. These study outcomes are anticipated to offer valuable insights for the government in formulating policies at the road location.

Keywords: Origin-destination matrix, PTV Visum, road, trip assignment

DAFTAR ISI

SAMPUL JUDUL.....	i
LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI.....	ii
PERNYATAAN KEASLIAN.....	iii
ABSTRAK.....	iv
ABSTRACT.....	v
DAFTAR ISI.....	vi
DAFTAR GAMBAR.....	viii
DAFTAR TABEL.....	x
DAFTAR SINGKATAN DAN ARTI SIMBOL.....	xi
DAFTAR LAMPIRAN.....	xii
KATA PENGANTAR.....	xiii
BAB I.....	1
PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	4
1.3 Tujuan Penelitian/Perancangan.....	4
1.4 Manfaat Penelitian/Perancangan.....	5
1.5 Ruang Lingkup/Asumsi perancangan.....	5
BAB II.....	6
TINJAUAN PUSTAKA.....	6
2.1 Perencanaan dan Pemodelan Transportasi.....	6
2.2 Jalan.....	7
2.2.1 Klasifikasi Jalan.....	7
2.2.2 Penampang Melintang Jalan.....	9
2.2.3 Simpang.....	12
2.3 Model Sebaran Perjalanan.....	13
2.4 Matriks Asal – Tujuan (MAT).....	15
2.4.1 Model Gravity.....	18
2.4.2 Model <i>Doubly Constrained Gravity Model</i> (DCGR).....	20
2.5 Kalibrasi dan Validasi.....	21
2.6 Sekilas Program PTV Visum.....	21
2.6.1 Equilibrium Assignment.....	22
BAB 3.....	24
METODE PENELITIAN/PERANCANGAN.....	24
3.1 Lokasi Penelitian.....	24
3.2 Prosedur Penelitian.....	24
3.3 Alat Survei.....	25
3.4 Metode Pengumpulan Data.....	27
3.5 Metode Estimasi dan Analisis Menggunakan PTV Visum.....	29
3.5.1 Kalibrasi dan Validasi.....	32
BAB 4.....	34
HASIL DAN PEMBAHASAN.....	34
4.1 Sebaran Pergerakan Kendaraan.....	34
4.2 Pergerakan Kendaraan <i>Internal Zone</i>	35
4.3 Analisis Sebaran Pergerakan Kendaraan Bermotor.....	38
4.4 Pemodelan Area Zona dan Jaringan Jalan di PTV VISUM.....	57

4.5 Kalibrasi dan Validasi Model Distribusi	60
4.6 Trip Assigment Menggunakan Aplikasi PTV Visum	63
4.6.1 Trip Assignment Jam Puncak Pagi	64
4.6.2 Trip Assignment Jam Puncak Siang	65
4.6.3 Trip Assignment Jam Puncak Sore.....	67
BAB 5.....	69
KESIMPULAN DAN SARAN.....	69
5.1 Kesimpulan	69
5.2 Saran.....	70
DAFTAR PUSTAKA	71
Lampiran	74

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. Gambar penampang jalan.....	9
Gambar 2. Metode Untuk Mendapatkan Matriks Asal-Tujuan (MAT).....	17
Gambar 3. Lokasi penelitian pada ruas jalan Letjen Hertasning – jalan Tun Abdul Razak.....	24
Gambar 4. Outline Prosedur Penelitian.....	25
Gambar 5. Peta Jaringan Jalan Letjen Hertasning – Jalan Tun Abdul Razak.....	29
Gambar 6. Zona dan Jaringan Jalan	30
Gambar 7. Diagram Alir Analisis Trip Assignment Pada Aplikasi Visum	31
Gambar 8. Diagram Alir Pengoperasioan PTV Visum	32
Gambar 9. Diagram Alir Kalibrasi dan Validasi.....	33
Gambar 10. Site Sebaran Pergerakan Kendaraan Jalan Hertasning – Jalan Tun Abdul Razak	34
Gambar 11. Validasi plat kendaraan yang di tinjau	35
Gambar 12. Grafik Pergerakan Kendaraan <i>Internal Zone</i>	36
Gambar 13. Matriks Asal Tujuan Mobil Pada Periode Puncak Pagi	39
Gambar 14. Grafik Pola Sebaran Pergerakan Asal Terbanyak Untuk Mobil di Pagi Hari	40
Gambar 15. Grafik Pola Sebaran Pergerakan Tujuan Terbanyak Untuk Mobil di Pagi Hari	41
Gambar 16. Matriks Asal Tujuan Motor Pada Periode Puncak Pagi.....	42
Gambar 17. Grafik Pola Sebaran Pergerakan Asal Terbanyak Untuk Motor di Pagi Hari	43
Gambar 18. Grafik Pola Sebaran Pergerakan Tujuan Terbanyak Untuk Motor di Pagi Hari	44
Gambar 19. Matriks Asal Tujuan Mobil Pada Periode Puncak Siang	45
Gambar 20. Grafik Pola Sebaran Pergerakan Asal Terbanyak Untuk Mobil di Siang Hari	46
Gambar 21. Grafik Pola Sebaran Pergerakan Tujuan Terbanyak Untuk Mobil di Siang Hari	47
Gambar 22. Matriks Asal Tujuan Motor Pada Periode Puncak Siang.....	48

Gambar 23. Grafik Pola Sebaran Pergerakan Asal Terbanyak Untuk Motor di Siang Hari	49
Gambar 24. Grafik Pola Sebaran Pergerakan Tujuan Terbanyak Untuk Motor di Siang Hari	50
Gambar 25. Matriks Asal Tujuan Mobil Pada Periode Puncak Sore.....	51
Gambar 26. Grafik Pola Sebaran Pergerakan Asal Terbanyak Untuk Mobil di Sore Hari	52
Gambar 27. Grafik Pola Sebaran Pergerakan Tujuan Terbanyak Untuk Mobil di Sore Hari	53
Gambar 28. Matriks Asal Tujuan Motor Pada Periode Puncak Sore.....	54
Gambar 29. Grafik Pola Sebaran Pergerakan Asal Terbanyak Untuk Motor di Sore Hari	55
Gambar 30. Grafik Pola Sebaran Pergerakan Tujuan Terbanyak Untuk Motor di Sore Hari	56
Gambar 31. Jaringan Jalan Model.....	58
Gambar 32. Zona Wilayah Pemodelan Jl. Hertasning	59
Gambar 33. Zona Wilayah Pemodelan Jl. Aaroepala	59
Gambar 34. Zona Wilayah Pemodelan Jl. Tun Abdul Razak	60
Gambar 35. Hasil <i>Desire Line Trip Assignment</i> VISUM Pagi	64
Gambar 36. Hasil <i>Desire Line Trip Assignment</i> VISUM Siang	65
Gambar 37. Hasil <i>Desire Line Trip Assignment</i> VISUM Sore	67

DAFTAR TABEL

Tabel 1. Lebar lajur ideal	10
Tabel 2. Bentuk Umum Dari Matriks-Asal Tujuan (MAT).....	15
Tabel 3. Kriteria Validitas.....	21
Tabel 4. Alat Survei dan Fungsinya.....	26
Tabel 5. Alat Survei dan Fungsinya.....	37
Tabel 6. Detail Pembagian Zona.....	57
Tabel 7. Tabel Kalibrasi Awal Puncak Pagi	60
Tabel 8. Tabel Kalibrasi Awal Puncak Siang	61
Tabel 9. Tabel Kalibrasi Awal Puncak Sore	61
Tabel 10. Tabel Kalibrasi Akhir Puncak Pagi.....	62
Tabel 11. Tabel Kalibrasi Akhir Puncak Sore	63
Tabel 12. Trip Assignment Terbanyak di Jalan Letjen Hertasning – Aroepala – Tun Abdul Razak Pagi	64
Tabel 13. Trip Assignment Terbanyak di Jalan Letjen Hertasning – Aroepala – Tun Abdul Razak Siang	66
Tabel 14. Trip Assignment Terbanyak di Jalan Letjen Hertasning – Aroepala – Tun Abdul Razak Sore.....	67

DAFTAR SINGKATAN DAN ARTI SIMBOL

Lambang/Singkatan	Arti dan Keterangan
Σ	Jumlah
i	Zona Asal
d	Zona Tujuan
OD	<i>On Demand</i>
LV	<i>Light Vehicle</i>
MC	<i>Motor Cycle</i>
MAT	Matriks Asal Tujuan
PTV	<i>Planung Transport Verkehr</i>
GIS	<i>Geographic Information System</i>
GR	<i>Gravity Model</i>
UCGR	<i>Unconstrained Gravity</i>
SCGR	<i>Singly Constrained Gravity</i>
PCGR	<i>Production Constrained Gravity</i>
ACGR	<i>Attraction Constrained Gravity</i>
DCGR	<i>Doubly Constrained Gravity</i>
OP	<i>Opportunity Model</i>
GO	<i>Gravity Opportunity Model</i>
DD	<i>Direct-Demand Model</i>

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Form Survei Plat Kendaraan.....	74
Lampiran 2 Tutorial Pemodelan Transportasi Secara Makro Dengan Menggunakan Aplikasi PTV Visum	75
Lampiran 3 Pengaturan Awal Aplikasi PTV Visum.....	75
Lampiran 4 Pengoprasian Visum	77
Lampiran 5 Dokumentasi Survei	83
Lampiran 6 Dokumentasi Lokasi Survei.....	84

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur atas kehadiran Tuhan Yang Maha Esa karena atas berkat dan rahmat-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir yang berjudul **“ANALISIS ASAL TUJUAN PERJALANAN PADA JALAN LETJEN HERTASNING – JALAN TUN ABDUL RAZAK BERBASIS APLIKASI VISUM”**, sebagai salah satu syarat untuk menyelesaikan studi dan memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Departemen Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin.

Dalam penyusunan tugas akhir ini penulis banyak mengalami hambatan, namun berkat bantuan, bimbingan, dan kerjasama yang ikhlas dari berbagai pihak, akhirnya tugas akhir ini dapat terselesaikan dengan baik. Untuk itu, dengan segala kerendahan hati penulis mengucapkan banyak terima kasih kepada:

1. **Bapak Prof. Dr. Eng. Ir. Muhammad Isran Ramli, ST., MT., IPM., AER.** selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin.
2. **Bapak Prof. Dr. H. M. Wihardi Tjaronge S.T., M.Eng.,** selaku Ketua Departemen Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin.
3. **Bapak Dr. Eng. Bambang Bakri, ST., MT.** selaku Sekretaris Departemen Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin.
4. **Bapak Prof. Dr. Eng. Ir. Muhammad Isran Ramli, ST., MT., IPM., AER.** selaku dosen pembimbing I dan **Ibu Ir. Hajriyanti Yatmar, S.T., M.Eng** selaku dosen pembimbing II yang telah meluangkan waktunya untuk memberikan bimbingan dan pengarahan serta kesabarannya dalam menghadapi kualitas keilmuan penulis dari awal penelitian hingga selesainya tugas akhir ini. Semoga kebaikan, kesehatan serta kemudahan senantiasa dilimpahkan kepada beliau.
5. Seluruh dosen Departemen Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin.
6. Seluruh staf dan karyawan Departemen Teknik Sipil, staf dan karyawan Fakultas Teknik serta staf Laboratorium dan asisten Departemen Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin.

Yang teristimewa penulis persembahkan kepada:

1. Kedua orang tua yang tercinta, yaitu ayahanda **Umar Harlindong** dan ibunda **Surmiati** atas semua kasih sayang yang begitu tulus dan doa yang tiada henti serta nasehat-nasehat yang selalu melekat pada penulis disetiap waktu.
2. **Saiful Harlindong S.T, Julia Anita Harlindong S.KM, Amelia Harlindong** sebagai saudara(i) dan kerabat tercinta dan teman seumur hidup yang selalu memberikan tunjangan serta dukungannya dalam hidup penulis.
3. **Bila, Nindya, Amirah, Indy, Zatira, Alif, Ucil, Deden, Miftah, Muhe, Ira, Imal, Noval, Ilham, Thata, Daffa, Yaomil, dan Gumaisha** yang senantiasa menjadi teman penulis dari awal hingga akhir perkuliahan, teman

bertukar pikiran untuk segala tugas serta teman curhat untuk segala urusan duniawi.

4. Rekan-rekan di **Laboratorium Transportasi** terutama **Nita, Debby, Nurul, Roy, dan Imam** yang senantiasa membantu selama proses penelitian serta memberikan semangat dan dorongan dalam penyelesaian tugas akhir.
5. Saudara-saudari **PORTLAND 2020**, teman-teman Departemen Teknik Sipil dan Teknik Lingkungan Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin **Angkatan 2019** yang senantiasa memberikan warna serta pengalaman yang sangat berharga selama masa perkuliahan.

Penulis menyadari bahwa setiap karya buatan manusia tidak akan pernah luput dari kekurangan, oleh karena itu kritik dan saran dari pembaca sangat penulis harapkan demi kesempurnaan Tugas Akhir ini.

Akhirnya semoga Allah SWT Tuhan Yang Maha Esa melimpahkan kebaikan dan karunia-Nya kepada kita dan semoga tugas akhir ini dapat memberikan manfaat, khususnya dalam bidang Teknik Sipil.

Gowa, Januari 2024

Penulis

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Transportasi telah menjadi kebutuhan yang sangat penting pada zaman sekarang ini. Ada banyak manfaat dari adanya transportasi, termasuk manfaat ekonomi, manfaat sosial, manfaat fisik, dan manfaat politik. Fungsi transportasi memiliki peran yang penting dalam mencapai perkembangan ekonomi suatu bangsa. Setiap manusia menggunakan transportasi untuk melakukan pergerakan dari satu tempat ketempat yang lain (Syafarina, 2023).

Pergerakan adalah aktivitas yang kita lakukan sehari-hari. Kita bergerak setiap hari untuk berbagai macam alasan dan tujuan seperti belajar, olahraga, belanja, hiburan, dan rekreasi. Jarak perjalanan juga sangat beragam, dari perjalanan yang sangat panjang (misalnya perjalanan antarbenua) sampai ke perjalanan yang sangat pendek (misalnya perjalanan ke toko di seberang jalan). Mudah dipahami bahwa jika terdapat kebutuhan akan pergerakan yang besar, tentu dibutuhkan pula sistem jaringan transportasi yang cukup untuk dapat menampung kebutuhan akan pergerakan tersebut. Dengan kata lain, kapasitas jaringan transportasi harus dapat menampung pergerakan dari transportasi tersebut (Djamil, 2020).

Angkutan umum memegang peranan penting dalam sistem transportasi perkotaan. Ini memiliki potensi untuk mengurangi kemacetan lalu lintas dengan mengurangi pengguna mobil pribadi. Selain itu, perlu untuk mengamankan mobilitas perkotaan bagi warga dalam transportasi, seperti karyawan, pelajar, dan lainnya (Ramli, 2020).

Kota Makassar saat ini terus mengalami perkembangan. Jalan Letjen Hertasning – Jalan Tun Abdul Razak yang merupakan jalan provinsi penghubung kota Makassar dan kabupaten Gowa tentunya tidak lepas dari banyaknya pergerakan kendaraan bermotor, dimana pergerakan ini dapat mengganggu lalu lintas secara terus-menerus, yang kemudian dapat menurunkan tingkat pelayanan jalan. Arus lalu lintas yang tidak stabil dan volume lalu lintas pada jam puncak

seringkali melebihi kapasitas jalan sehingga menimbulkan kemacetan lalu lintas yang berdampak sistemik bagi para pengguna jalan.

Kebutuhan akan pergerakan selalu menimbulkan permasalahan, khususnya pada saat orang ingin bergerak untuk tujuan yang sama di dalam daerah tertentu dan pada saat yang bersamaan pula. Kemacetan, keterlambatan, polusi suara dan udara adalah beberapa permasalahan yang timbul akibat adanya pergerakan. Salah satu usaha untuk dapat mengatasinya adalah dengan memahami pola pergerakan yang akan terjadi, misalnya dari mana dan hendak ke mana, besarnya, dan kapan terjadinya. Oleh karena itu, agar kebijakan investasi transportasi dapat berhasil dengan baik, sangatlah penting dipahami pola pergerakan yang terjadi pada saat sekarang dan juga pada masa mendatang pada saat kebijakan tersebut diberlakukan.

Beberapa contoh perilaku lalu lintas dari kondisi heterogen yang saat ini berlaku pada hampir semua kota-kota besar di Indonesia termasuk di Makassar adalah tidak patuhnya penggunaan lajur jalan sebagai akibat dari kegiatan zig-zag kendaraan khususnya kendaraan sepeda motor untuk melakukan gerakan menyiap/mendahului kendaraan lainnya ataupun dalam rangka mencari ruang jalan yang lebih lancar atau aman bagi pengendara (Hustim,2011).

Pola pergerakan dalam sistem transportasi sering dijelaskan 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 Matriks Asal-Tujuan (MAT) sering digunakan oleh perencana transportasi untuk menggambarkan pola pergerakan tersebut (Astutik, 2020).

Matriks Asal-Tujuan (OD) berkualitas tinggi merupakan prasyarat mendasar untuk setiap analisis sistem transportasi yang serius. Namun, tidak selalu mudah mendapatkannya karena survei OD mahal dan sulit diterapkan. Hal ini sangat relevan di kota-kota besar dengan jaringan padat, di mana zonifikasi terperinci dan pemisahan waktu memerlukan ukuran sampel yang besar dan metode survei yang rumit (Palmab dan A.Munizagaa, 2012).

Lebih lanjut, peneliti menjelaskan bahwa model kebutuhan transportasi telah digunakan selama bertahun-tahun untuk mensintesis matriks OD di wilayah studi. Contoh tipikal adalah model gravitasi yang memiliki bentuk fungsional, ditambah nilai yang sesuai untuk parameter yang terlibat, digunakan untuk menghasilkan

matriks yang dapat diterima yang mewakili perilaku perjalanan untuk banyak tujuan perjalanan dan periode waktu. Dalam penelitian ini, menggunakan model berbasis model gravitasi untuk memperkirakan ODM (Junhui dkk, 2011).

Ortuzuar, J. De. And Willumsen, L.G. (1990) menyatakan bahwa tahapan terakhir dari proses pemodelan transportasi adalah pembebanan perjalanan yang terbagi diantara beberapa zona oleh moda perjalanan dan dengan hasil dari arus jaringan transportasi. Untuk melakukan proses pembebanan diperlukan data seperti matrik asal dan tujuan perjalanan, kapasitas jalan dan karakteristik jaringan.

Pemodelan transportasi merupakan solusi awal yang tepat dalam penanganan permasalahan yang terjadi pada beberapa ruas jalan di Jalan Letjen Hertasning – Jalan Tun Abdul Razak. Pemodelan transportasi sendiri merupakan penyederhanaan dari suatu hal yang besar dan kompleks. Dalam hal ini, Jalan Letjen Hertasning – Jalan Tun Abdul Razak disederhanakan dalam suatu pemodelan transportasi yang lebih mudah untuk diteliti dan dianalisis. Oleh sebab itu, perlu adanya penelitian lebih lanjut mengenai pemodelan transportasi di Jalan Letjen Hertasning – Jalan Tun Abdul Razak.

Pada model sebaran perjalanan juga Sebaran perjalanan atau Trip Distribution ini merupakan tahapan yang menghubungkan interaksi antara tata guna lahan dan sistem jaringan transportasi. Sebaran perjalanan merupakan jumlah (banyaknya) perjalanan dari suatu zona asal yang menyebar ke banyak zona tujuan atau sebaliknya, jumlah perjalanan yang mengumpul ke suatu zona tujuan yang sebelumnya berasal dari sejumlah zona asal (Rokib, 2008).

Pembebanan lalu lintas dilakukan untuk menganalisis kondisi lalu lintas pada kondisi dasar. Analisa pembebanan lalu lintas dilakukan Untuk mengetahui jumlah beban pada ruas jalan dan simpangdilakukan analisis pembebanan lalu lintas. PTV Visum digunakan sebagai software untuk Model pembebanan (Tisnawan dkk, 2021).

Perangkat lunak saat ini banyak digunakan untuk memodelkan sistem transportasi perkotaan, metropolitan dan regional serta mengevaluasi kebijakan transportasi yang mempunyai efek ke semua transportasi yang ada. PTV Visum merupakan perangkat lunak yang dibuat oleh PTV Group yang dibuat oleh Jerman.

PTV Visum merupakan sebuah program pemodelan transportasi untuk menganalisa kondisi lalu lintas eksisting, *forecasting* yang mendukung data GIS. PTV Visum digunakan untuk makro simulasi (secara garis besar). Keunggulan dari perangkat lunak PTV Visum antara lain memiliki *node* dan *link* yang hampir tidak terbatas dan formula dapat dibuat sendiri sesuai keadaan dan kebutuhan. Perangkat lunak PTV Visum ini dapat membantu pemodelan dalam penelitian ini (PTV Group).

Berdasarkan latar belakang yang telah dikemukakan, maka penting untuk dilakukan analisis sebaran pergerakan pada jaringan Jalan Hertasning – Jalan Tun Abdul Razak di Kota Makassar dalam hal distribusi sebaran kendaraan antar periode jam puncak lalu lintas yang penulis tuangkan dalam penelitian yang berjudul **“ANALISIS ASAL TUJUAN PERJALANAN PADA JALAN LETJEN HERTASNING – JALAN TUN ABDUL RAZAK BERBASIS APLIKASI VISUM”**

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan uraian pada latar belakang, maka dapat dirumuskan beberapa masalah yaitu:

1. Bagaimana Matriks asal-tujuan sebaran pergerakan kendaraan di Jl. Letjen Hertasning – Jl. Tun Abdul Razak pada periode puncak pagi, siang dan sore?
2. Bagaimana sebaran pergerakan kendaraan yang terjadi pada jaringan jalan Jl. Letjen Hertasning – Jl. Tun Abdul Razak di Kota Makassar menggunakan PTV VISUM?

1.3 Tujuan Penelitian/Perancangan

Berdasarkan rumusan masalah di atas maka tujuan penelitian ini adalah:

1. Membuat matriks asal-tujuan pada daerah sebaran pergerakan kendaraan di Jl. Hertasning – Jl. Tun Abdul Razak pada periode puncak pagi, siang dan sore.
2. Menganalisis sebaran pergerakan kendaraan yang terjadi di Jl. Hertasning – Jl. Tun Abdul Razak menggunakan aplikasi PTV VISUM.

1.4 Manfaat Penelitian/Perancangan

Melalui penelitian ini diharapkan memberi manfaat yang akan diperoleh sebagai berikut:

1. Mengetahui sebaran pergerakan kendaraan Jl. Letjen Hertasning – Jl. Tun Abdul Razak.
2. Dapat mengetahui pembebanan kendaraan pada jaringan jalan sepanjang Jl. Letjen Hertasning – Jl. Tun Abdul Razak dengan menggunakan model distribusi asal-tujuan perjalanan.
3. Menjadi bahan pertimbangan untuk mengeluarkan kebijakan yang terkait dengan hasil penelitian ini, guna menghasilkan manajemen lalu lintas yang lebih baik pada jaringan Jl. Letjen Hertasning – Jl. Tun Abdul Razak.

1.5 Ruang Lingkup/Asumsi perancangan

Agar penelitian dapat mencapai maksud dan tujuan dari penulisan ini, serta menguraikan pokok bahasan diatas ditetapkan Batasan-batasan dalam penelitian ini adalah:

1. Wilayah kajian adalah Jl. Letjen Hertasning – Jl. Tun Abdul Razak.
2. Pembagian zona berdasarkan akses menuju jalan Jl. Letjen Hertasning – Jl. Tun Abdul Razak yang dibagi dalam beberapa zona yang mempengaruhi tingkat pelayanan jalan.
3. Ruas jalan yang dianalisis adalah ruas jalan arteri yang telah tertuang dalam UU No. 38 Tahun 2004. Yang ciri utamanya adalah jarak perjalanan jauh, kecepatan kendaraan tergolong tinggi.
4. Pemodelan transportasi dianalisis pada aplikasi perangkat lunak PTV Visum.
5. Dampak perubahan tata guna lahan terhadap jumlah pergerakan diabaikan.
6. Penelitian ini hanya mendistribusi asal tujuan kendaraan yang berada di Jl. Letjen Hertasning – Jl. Tun Abdul Razak.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Perencanaan dan Pemodelan Transportasi

Sistem transportasi terdiri dari dua komponen pokok yaitu objek transportasi (manusia dan barang) dan fasilitas transportasi (sarana dan prasarana). Sistem transportasi adalah upaya manusia dalam memenuhi kebutuhan hidupnya untuk memindahkan barang dan atau orang dari satu tempat ke tempat lain secara cepat dan tepat, lancar, aman, nyaman, ekonomis, dan ramah lingkungan. Sedangkan menurut Miro (2005), Transportasi merupakan usaha memindahkan, mengerakkan, mengangkut, atau mengalihkan suatu objek dari suatu tempat ke tempat lain, di mana di tempat lain ini objek tersebut lebih bermanfaat atau dapat berguna untuk tujuan-tujuan tertentu.

Untuk memperoleh lingkup program Pengelolaan Sistem Transportasi Terintegrasi dan Berkelanjutan, digunakan literatur antara lain:

- 1) Sistem Transportasi Terintegrasi. *Department of Planning, Western Australia.*, (2012), menyusun Rencana Transportasi Terintegrasi untuk menganalisis kebutuhan sistem transportasi saat ini dan yang akan datang pada suatu wilayah administrasi yang memiliki permasalahan transportasi. Disebutkan bahwa sistem transportasi terintegrasi harus memiliki prinsip: (i). Keselamatan; (ii). Efisien; (iii). Efektif; (iv). Tangung Jawab Lingkungan; (v). Tanggung Jawab Sosial; serta (vi). Menjawab tantangan.
- 2) Sistem Transportasi Perkotaan Berkelanjutan. *GIZ.*, (2004), menjelaskan transportasi perkotaan berkelanjutan sebagai transportasi yang memberikan mobilitas dan aksesibilitas yang baik untuk memenuhi kebutuhan pembangunan tanpa mengorbankan kualitas hidup generasi mendatang.
- 3) Transportasi Publik Berkelanjutan. Salah satu parameter dalam penerapan kebijakan sistem transportasi berkelanjutan adalah adanya efektivitas dan efisiensi transportasi umum (Munawar, Ahmad., dkk, 2013). Tiga kelompok kebijakan yang dapat digunakan untuk mengatasi dampak lingkungan dari transportasi publik adalah : (i). Penerapan teknologi transportasi; (ii).

Pemenuhan kebutuhan perjalanan secara proporsional; (iii). Pengurangan kebutuhan perjalanan.

2.2 Jalan

Jalan merupakan prasarana transportasi darat yang memegang peranan penting dalam konektivitas suatu daerah, sehingga kegiatan distribusi barang dan jasa dapat dilakukan secara baik. Berdasarkan Undang – Undang Nomor 22 Tahun 2009 tentang Lalu Lintas Dan Angkutan Jalan (Definisi jalan adalah seluruh bagian jalan, termasuk bangunan pelengkap dan pelengkapannya yang diperuntukkan bagi Lalu Lintas umum, yang berada pada permukaan tanah, di atas permukaan tanah, di bawah permukaan tanah dan/atau air, serta di atas permukaan air, kecuali rel dan jalan kabel).

2.2.1 Klasifikasi Jalan

Jalan umum dapat dikelompokkan dalam klasifikasi menurut sistem, fungsi, status, dan kelas (UU No.22 Tahun 2009):

1. Berdasarkan Sistem

Sistem jaringan jalan primer merupakan sistem jaringan jalan dengan peranan pelayanan distribusi barang dan jasa untuk pengembangan semua wilayah di tingkat nasional, dengan menghubungkan semua simpul jasa distribusi yang berwujud pusat-pusat kegiatan.

Sistem jaringan jalan sekunder merupakan sistem jaringan jalan dengan peranan pelayanan distribusi barang dan jasa untuk masyarakat di dalam kawasan perkotaan.

2. Berdasarkan Fungsi

a. Jalan arteri merupakan jalan umum yang berfungsi melayani angkutan utama dengan ciri perjalanan jarak jauh, kecepatan rata-rata tinggi, dan jumlah masuk dibatasi secara berdaya guna.

b. Jalan kolektor merupakan jalan umum yang berfungsi melayani angkutan pengumpul atau pembagi dengan ciri perjalanan jarak sedang, kecepatan rata-rata sedang, dan jumlah jalan masuk dibatasi.

c. Jalan lokal merupakan jalan umum yang berfungsi melayani angkutan setempat dengan ciri perjalanan jarak dekat, kecepatan rata-rata rendah, dan jalan masuk tidak dibatasi.

d. Jalan lingkungan merupakan jalan umum yang berfungsi melayani angkutan lingkungan dengan ciri melayani angkutan jarak dekat, dan kecepatan rata-rata rendah.

3. Berdasarkan Status

a. Jalan provinsi merupakan jalan kolektor dalam sistem jaringan jalan primer yang menghubungkan ibukota provinsi dengan ibukota kabupaten/kota, atau antar ibukota kabupaten/kota, dan jalan strategis provinsi.

b. Jalan kabupaten merupakan jalan lokal dalam sistem jaringan jalan primer yang menghubungkan ibukota kabupaten dengan ibukota kecamatan, antar ibukota kecamatan, ibukota kabupaten dengan pusat kegiatan lokal, antarpusat kegiatan lokal, serta jalan umum dalam sistem jaringan jalan sekunder dalam wilayah kabupaten, dan jalan strategis kabupaten.

c. Jalan Kota adalah jalan umum dalam sistem jaringan jalan sekunder yang menghubungkan antar pusat pelayanan dalam kota, menghubungkan pusat pelayanan dengan persil, menghubungkan antar persil, serta menghubungkan antar pusat pemukiman yang berada di dalam kota.

d. Jalan desa merupakan jalan umum yang menghubungkan kawasan dan/atau antar permukiman di dalam desa, seuta jalan lingkungan.

Segmen jalan perkotaan/semi perkotaan mempunyai perkembangan secara permanen dan menerus di sepanjang, atau hampir seluruh jalan, dan minimum pada satu sisi jalan. Jalan di dekat pusat perkotaan dengan penduduk lebih dari 100.000 digolongkan pula dalam jalan perkotaan, selain itu jalan di daerah perkotaan dengan penduduk kurang dari 100.000 tetapi mempunyai perkembangan samping jalan yang permanen dan menerus dapat digolongkan ke dalam jalan perkotaan juga. (MKJI, 1997).

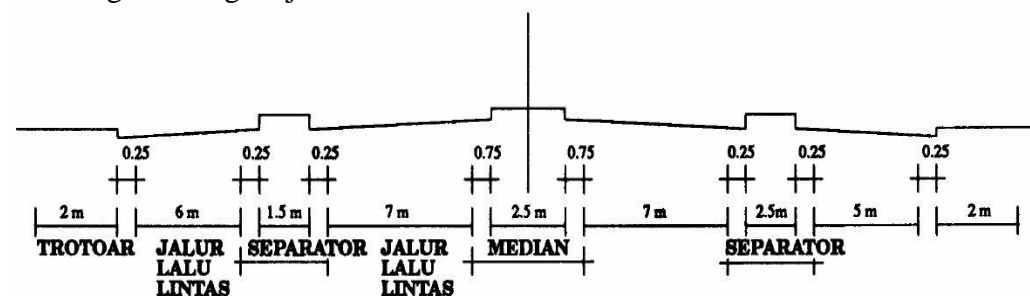
4. Berdasarkan Kelas

Dalam Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 22 tahun 2009 untuk keperluan pengaturan penggunaan dan pemenuhan kebutuhan angkutan, jalan di bagi dalam beberapa kelas yaitu:

- a. Jalan kelas I, yaitu jalan arteri dan kolektor yang dapat dilalui kendaraan bermotor termasuk muatan dengan ukuran lebar tidak melebihi 2.500 (dua ribu lima ratus) milimeter, ukuran panjang tidak melebihi 18.000 (delapan belas ribu) milimeter, dan muatan sumbu terberat 10 (sepuluh) ton.
- b. Jalan kelas II, yaitu jalan arteri, kolektor, lokal dan lingkungan yang dapat dilalui kendaraan bermotor termasuk muatan dengan ukuran lebar tidak melebihi 2.500 (dua ribu lima ratus) milimeter, ukuran panjang tidak melebihi 12.000 (dua belas ribu) milimeter, ukuran paling tinggi 4.200 (empat ribu dua ratus) milimeter, dan muatan sumbu terberat yang diijinkan 8 (delapan) ton.
- c. Jalan kelas III, yaitu jalan arteri, kolektor, lokal dan lingkungan yang dapat dilalui kendaraan bermotor dengan ukuran lebar tidak melebihi 2.100 (dua ribu seratus) milimeter, ukuran panjang tidak melebihi 9.000 (sembilan ribu) milimeter, ukuran paling tinggi 3.500 (tiga ribu lima ratus) milimeter, dan muatan sumbu terberat 8 (delapan) ton, dan
- d. Jalan kelas khusus, yaitu jalan arteri yang dapat dilalui kendaraan bermotor dengan ukuran lebar tidak melebihi 2.500 (dua ribu lima ratus) milimeter, ukuran panjang tidak melebihi 18.000 (delapan belas ribu) milimeter, ukuran paling tinggi 4.200 (empat ribu dua ratus) milimeter dan muatan sumbu terberat 10 (sepuluh) ton.

2.2.2 Penampang Melintang Jalan

A. Bagian – bagian jalan



Gambar 1. Gambar penampang jalan

Bagian-bagian jalan dapat berupa:

- a. Jalur lalu lintas adalah bagian jalan yang dipergunakan untuk lalu lintas kendaraan yang secara fisik berupa perkerasan jalan.

- b. Median adalah daerah yang memisahkan arah lalu-lintas pada suatu segmen jalan.
- c. Bahu adalah bagian tepi jalan yang dipergunakan sebagai tempat untuk kendaraan yang mengalami kerusakan berhenti atau digunakan oleh kendaraan darurat seperti ambulans, pemadam kebakaran, polisi yang sedang menuju tempat yang memerlukan bantuan kedaruratan dikala jalan sedang mengalami tingkat macet yang tinggi.
- d. Trotoar adalah bagian dari jalan raya yang khusus disediakan untuk pejalan kaki yang terletak didaerah manfaat jalan, yang diberi lapisan permukaan dengan elevasi yang lebih tinggi dari permukaan perkerasan jalan, dan pada umumnya sejajar dengan jalur lalu lintas kendaraan
- e. Pulau jalan adalah bagian jalan yang tidak dapat dilalui oleh kendaraan, dapat berupa marka jalan atau bagian jalan yang ditinggikan.
- f. Separator / Pemisah Jalur adalah bagian dari jalan yang tidak dapat dilalui oleh kendaraan, dengan bentuk memanjang sejajar jalan, dimaksudkan untuk memisahkan antara jalur yang berbeda fungsi, misalnya pemisah antara jalur cepat dan jalur lambat.

B. Lajur

Lajur adalah bagian jalur lalu lintas yang memanjang, dibatasi oleh marka lajur jalan, memiliki lebar yang cukup untuk dilewati suatu kendaraan bermotor sesuai kendaraan rencana.

Tabel 1. Lebar lajur ideal

Fungsi	Kelas	Lebar Lajur Ideal (m)
Arteri	I, II,III A	3,75
		3,50
Kolektor	III A, III B	3,00
Lokal	III C	3,00

Sumber: Kapasitas Jalan Indonesia, 1997

1) Jalan dua-lajur dua-arah

Tipe jalan ini meliputi semua jalur perkotaan dua-jalur dua-arah tak terbagi (2/2 UD). Dengan lebar jalur lalu lintas lebih kecil dari dan sama dengan 10,5 meter.

Untuk jalur dua arah yang lebar dari 11 meter, jalan sesungguhnya selama beroperasi pada kondisi arus tinggi sebaiknya diamati sebagai dasar pemilihan prosedur perhitungan jalan perkotaan dua-lajur atau empat-lajur tak terbagi. Kondisi dasar tipe jalan ini didefinisikan sebagai berikut (MKJI 1997):

- a. Lebar jalur lalu lintas tujuh meter
 - b. Lebar bahu efektif paling sedikit 2 meter pada setiap sisi
 - c. Tidak ada median
 - d. Pemisahan arus lalulintas 50-50
 - e. Hambatan samping rendah
 - f. Ukuran kota 1,0-3,0 juta jiwa.
 - g. Tipe alinyemen datar
- 2) Jalan empat-lajur dua-arah

Tipe jalan ini meliputi semua jalan dua arah lebar jalur lalulintas dari 10,5 meter dan kurang dari 16,0 meter,

A. Jalan empat lajur terbagi (4/2 D), Kondisi dasar tipe jalan ini didefinisikan sebagai berikut (MKJI 1997):

- a. Lebar lajur 3,5 meter (lebar lajur lalu lintas total 14,0 meter)
- b. Kereb (tanpa bahu)
- c. Jarak antara kereb dan penghalang terdekat pada trotoar $\geq 2m$
- d. Median
- e. Pemisah arus lalu lintas 50-50
- f. Hambatan samping rendah
- g. Ukuran kota 1,0-3,0 juta
- h. Tipe alinyemen datar

B. Jalan empat-lajur tak terbagi (4/2UD) Kondisi dasar tipe jalan ini adalah (MKJI 1997):

- a. Lebar lajur 3,5 meter (lebar jalur lalulintas 14,0 meter)
- b. Kereb (tanpa bahu)
- c. Jarak antara kereb penghalang terdekat pada ≥ 2 meter
- d. Tidak ada median
- e. Pemisahan antara lalu lintas 50-50
- f. Hambatan sangat rendah

- g. Ukuran kota 1,0 - 3,0 juta jiwa
- h. Tipe alinyemen datar.

3) Jalan enam-lajur dua-arah terbagi

Tipe jalan ini meliputi semua jalan dua arah dengan jalur lalu lintas lebih dari 18 meter dan kurang dari 24 meter. Kondisi dasar tipe jalan ini didefinisikan sebagai berikut (MKJI 1997):

- a. Lebar jalur 3,5 meter (lebar jalur lalu lintas total 21,0 meter)
- b. Kereb (tanpa bahu)
- c. Jarak antara kereb dan penghalang terdekat pada trotoar ≥ 2 meter
- d. Median
- e. Pemisahan arah lalu lintas 50-50
- f. Hambatan samping rendah
- g. Ukuran kota 1,0-3,0 juta jiwa
- h. Tipe alinyemen datar

4) Jalan Satu Arah

Tipe jalan ini meliputi semua jalan satu arah dengan lebar jalur lalu lintas dari 5,0 meter sampai dengan 10,5 meter. Kondisi dasar tipe jalan ini dimana kecepatan arus bebas dasar dan kapasitas ditentukan didefinisikan sebagai berikut (MKJI 1997):

- a. Lebar jalur lalu lintas tujuh meter
- b. Lebar bahu efektif paling sedikit 2 meter pada setiap sisi
- c. Tidak ada median
- d. Hambatan samping rendah
- e. Ukuran kota 1,0-3,0 juta
- f. Tipe alinyemen datar

2.2.3 Simpang

Menurut Oglesby dan Hick (1993), definisi simpang adalah suatu daerah umum dimana dua ruas jalan atau lebih bergabung atau berpotongan, termasuk fasilitas yang ada di sekitar jalan untuk pergerakan lalu lintas dalam daerah tersebut. Simpang merupakan yang terpenting dari jalan perkotaan sebab sebagian besar

efisiensi keamanan, kecepatan, biaya operasional dan kapasitas lalu lintas tergantung pada perencanaan simpang.

2.3 Model Sebaran Perjalanan

Sebaran pergerakan adalah bagian dari proses perencanaan transportasi yang berhubungan dengan pergerakan antar zona, sehingga hasil dari tahap ini adalah matriks asal-tujuan (MAT). Tujuan dari pemodelan ini adalah mengkalibrasi persamaan-persamaan yang akan menghasilkan hasil observasi lapangan pola pergerakan asal tujuan.

Distribusi lalu lintas juga merupakan fungsi daripada tata guna lahan dan transportasi. Pola distribusi lalu lintas antara zona asal dan zona tujuan adalah hasil dari dua hal yang terjadi bersamaan, yaitu :

- Lokasi dan intensitas tata guna lahan yang akan menghasilkan lalu lintas.
- Spatial separation, interaksi antara dua buah tata guna lahan akan menghasilkan pergerakan manusia dan/atau barang.

Tata guna lahan akan cenderung menarik lalu lintas dari tempat yang lebih dekat dibandingkan dengan tempat yang jauh. Transportasi memecahkan permasalahan jarak sehingga perjalanan akan terjadi dengan mengesampingkan jarak antara kedua tata guna lahan.

Tamin (2000) mengatakan ada beberapa prosedur matematis telah dikembangkan sampai saat ini yang secara umum dapat dikelompokkan menjadi dua metode.

a. Metode Analogi

Pada metode analogi suatu nilai tingkat pertumbuhan digunakan pada pergerakan pada saat sekarang untuk mendapatkan pergerakan pada masa yang akan datang.

Metode ini mengasumsikan bahwa pola pergerakan saat ini dapat diproyeksikan untuk masa yang akan datang, dengan menggunakan besarnya pertumbuhan zona. Kelompok metode ini dapat digambarkan secara umum dengan persamaan 2.1 sebagai berikut :

$$T_{id} = tid \times E \dots\dots\dots(2.1)$$

dimana :

$T_{id} = \Sigma$ pergerakan dari zona i ke zona d pada masa yang akan datang
 $T_{id} = \Sigma$ pergerakan dari zona i ke zona d pada saat sekarang

E= faktor pertumbuhan

Metode ini bergantung terhadap penggunaan faktor pertumbuhan (E) yang dapat berupa faktor tunggal ataupun faktor kombinasi dari beberapa faktor, dan diturunkan dari tata guna lahan dan proyeksi bangkitan pergerakan. Ini dapat dihitung dari seluruh daerah kajian ataupun dari beberapa zona yang terdapat di dalam daerah kajian. Hasil perhitungan ini kemudian diterapkan ke matriks asal-tujuan untuk daerah kajian.

Secara kronologis terdapat 5 model dalam metode ini (Tamin, 2000), yaitu :

- Metode Seragam (Uniform Method)
- Metode Rata-rata (Average Method)
- Metode Fratar
- Metode Detroit
- Metode Furness
- Metode Analogi Fluida

b. Metode Sintesis

Beberapa kelemahan metode analogi telah mendorong orang untuk mengembangkan metode alternatif lain, yang sering dikenal dengan metode sintesis. Metode ini didasarkan pada asumsi :

- Sebelum pergerakan pada masa mendatang diramalkan, terlebih dahulu harus dipahami alasan terjadinya pergerakan pada masa sekarang.
- Alasan tersebut kemudian dimodelkan dengan menggunakan analogi hukum alam yang sering terjadi.

Prinsip yang menggaris bawahi metode sintesis adalah pergerakan dari zona asal ke zona tujuan berbanding lurus dengan besarnya bangkitan pergerakan di zona asal dan juga tarikan pergerakan di zona tujuan serta berbanding terbalik dengan jarak (kemudahan) antara kedua zona tersebut.

Pada metode sintesis harus dilakukan usaha untuk memodelkan hubungan atau kaitan yang terjadi antar pola pergerakan. Setelah pemodelan hubungan atau kaitan

tersebut didapat, kemudian diproyeksikan untuk mendapatkan pola pergerakan pada masa yang akan datang. Metode ini merupakan fungsi dari satu atau lebih parameter.

Metode ini sedikitnya ada 4 model, yaitu:

1. *Gravity Model (GR)*
 - *Unconstrained Gravity (UCGR)*
 - *Singly Constrained Gravity (SCGR)*
 - *Production Constrained Gravity (PCGR)*
 - *Attraction Constrained Gravity (ACGR)*
 - *Doubly Constrained Gravity (DCGR)*
2. *Opportunity Model (OP)*
3. *Gravity Opportunity Model (GO)*
4. *Direct-Demand Model (DD)*

2.4 Matriks Asal – Tujuan (MAT)

Matriks asal-tujuan (MAT) adalah matriks berdimensi dua yang berisi informasi mengenai besarnya pergerakan antar lokasi (zona) di dalam daerah tertentu. Baris menyatakan zona asal dan kolom menyatakan 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, barang) yang bergerak dari zona asal i ke zona tujuan d selama periode tertentu.

Tabel 2. Bentuk Umum Dari Matriks-Asal Tujuan (MAT)

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

Pada sebuah matriks asal-tujuan (MAT) yang dibuat, terdapat beberapa syarat yang harus dipenuhi seperti total sel matriks untuk setiap kolom (d) harus sama dengan jumlah pergerakan yang berasal dari zona d tersebut (D_d), sebaliknya total sel matriks untuk setiap baris (i) harus sama dengan jumlah pergerakan yang berasal dari zona i tersebut (O_i). hal ini sesuai dengan hukum konservasi yang harus

dipenuhi oleh setiap model sebaran pergerakan atau *trip distribution* model sebagai berikut:

1. Jumlah dari seluruh trip antara zona i dan zona d untuk seluruh zona asal adalah sama dengan jumlah total atraksi ke zona d .

$$Dd = \sum_i T_{id} \dots\dots\dots(2.2)$$

Keterangan :

- Dd = Total pergerakan ke zona tujuan d
- T_{id} = Jumlah pergerakan dari zona asal ke tujuan d
- i = Zona asal

2. Jumlah dari seluruh trip antara zona i dan d untuk seluruh zona tujuan d adalah sama dengan jumlah total produksi dari zona i .

$$O_i = \sum_d T_{id} \dots\dots\dots(2.3)$$

Keterangan :

- O_i = Total pergerakan dari zona ke i
- T_{id} = Jumlah pergerakan dari zona asal ke tujuan d
- d = Zona Tujuan

3. Jumlah dari seluruh trip zona i dan zona d untuk semua i dan zona d adalah sama dengan jumlah total trip diseluruh daerah studi, yang mana sama dengan jumlah total atraksi diseluruh zona tujuan dan sama dengan jumlah total produksi diseluruh zona asal.

$$T = \sum_i O_i = \sum_d Dd = \sum_i \sum_d T_{id} \dots\dots\dots(2.4)$$

Keterangan :

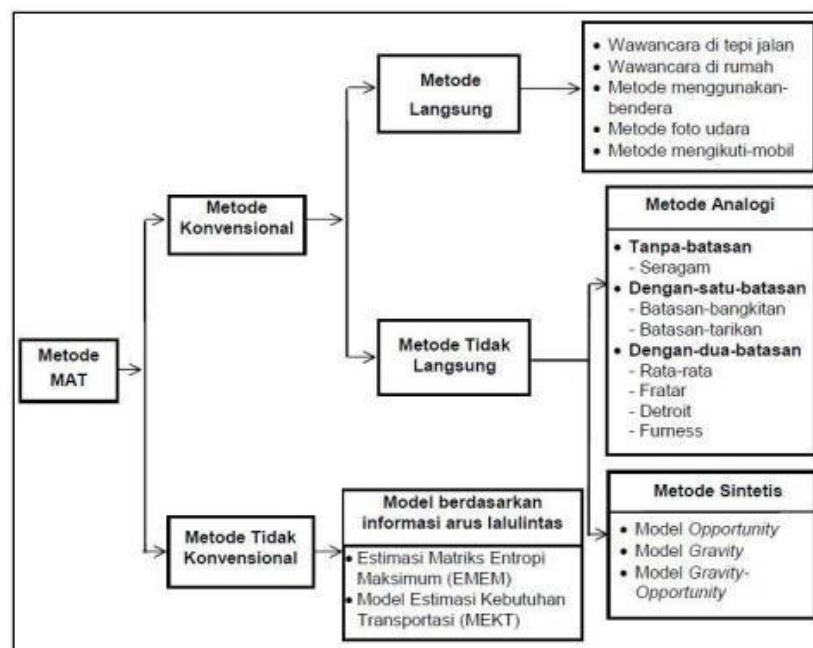
- Dd = Total pergerakan ke zona tujuan d
- T_{id} = Jumlah pergerakan dari zona asal ke tujuan d
- i = Zona asal
- O_i = Total pergerakan dari zona ke i
- T_{id} = Jumlah pergerakan dari zona asal ke tujuan d
- d = Zona Tujuan

Pola pergerakan dapat dihasilkan jika suatu MAT dibebankan ke suatu sistem jaringan transportasi. Dengan mempelajari pola pergerakan yang terjadi, seseorang dapat mengidentifikasi permasalahan yang timbul sehingga beberapa solusi segera dapat dihasilkan. MAT dapat memberikan indikasi rinci mengenai kebutuhan akan pergerakan, sehingga MAT memegang peran yang sangat penting dalam berbagai kajian perencanaan dan manajemen transportasi.

Jumlah zona dan nilai setiap sel matriks adalah dua unsur penting dalam MAT karena jumlah zona menunjukkan banyaknya sel MAT yang harus didapatkan dan berisi informasi yang sangat dibutuhkan untuk perencanaan transportasi. Setiap sel membutuhkan informasi, jarak, waktu, biaya, atau kombinasi ketiga informasi tersebut yang digunakan sebagai ukuran aksesibilitas (kemudahan).

Ada beberapa metode yang digunakan untuk mendapatkan MAT dan metode-metode tersebut dapat dikelompokkan menjadi dua bagian utama yaitu metode konvensional dan metode non konvensional (Tamin, 2000).

Penjelasan dari kedua metode tersebut dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Metode Untuk Mendapatkan Matriks Asal-Tujuan (MAT)

Sumber : Tamin (1985, 1986, 1988abc) dalam Tamin (2000)

2.4.1 Model Gravity

Salah satu model sintesis yang paling sering digunakan dalam estimasi sebaran pergerakan adalah model gravity. Model gravity mempunyai beberapa keuntungan secara teori, praktis, sangat sederhana sehingga mudah dimengerti dan digunakan. Model ini menggunakan konsep gravity yang diperkenalkan oleh Newton pada tahun 1686 yang dikembangkan dari analogi hukum gravitasi.

Metode ini berasumsi bahwa ciri bangkitan dan tarikan pergerakan berkaitan dengan beberapa parameter zona asal, misalnya populasi dan nilai sel MAT yang berkaitan juga dengan aksesibilitas (kemudahan) sebagai fungsi jarak waktu maupun biaya. Newton menyatakan bahwa (Fid) gaya tarik atau tolak antara dua kutub massa berbanding lurus dengan massanya midan md, dan berbanding terbalik dengan kuadratis jarak (did) antara kedua massa tersebut yang dapat dinyatakan dengan rumus :

$$Fid = G \frac{mi \times md}{(did)^2} \text{ dengan } G \text{ adalah konstanta gravitasi(2.5)}$$

Dalam ilmu geografi, gaya dapat dianggap sebagai pergerakan antara dua daerah, sedangkan massa dapat digantikan dengan peubah seperti populasi atau bangkitan dan tarikan pergerakan; sedangkan jarak, waktu, dan biaya sebagai ukuran aksesibilitas (kemudahan). Jadi, untuk keperluan transportasi, model gravity dinyatakan sebagai berikut :

1. *Pallin (1973) dalam Stopher (1975)*, menerapkan analogi hukum gravitasi ini, dimana massa diganti dengan peubah populasi sehingga

Persamaan 2.5 dapat ditulis sebagai berikut :

$$Tij = K \frac{Pi \times Pj}{(dij)^n} \text{(2.6)}$$

Dimana :

- Tij = Pergerakan satu arah dari i ke j
- Pi , Pj = Populasi dari zona i dan j
- dij = Jarak antara zona I dan zona j
- K , n = Konstanta

2. *Taaffe (1996)*, memperkenalkan perumusan untuk gravity model sebagai berikut:

$$a. Tij = AO \frac{(Pi \times Pj)^{A1}}{(dij)^{A2}} \dots\dots\dots(2.7)$$

$$b. Tij = AO \frac{Pi^{A1} \times Pj^{A2}}{(dij)^{A3}} \dots\dots\dots(2.8)$$

Dimana :

Tij = Pergerakan satu arah dari i ke j Pi , Pj = Populasi dari zona i dan j dij = Jarak antara zona I dan zona j

A0,1,2,3 = Konstanta

3. **Tamin (2000)**, menerapkan analogi hukum gravitasi dimana, massa digantikan dengan peubah bangkitan dan tarikan pergerakan, sehingga

Persamaan 2.5 dapat ditulis sebagai berikut :

$$Tid = K \frac{Oi \times Od}{(did)^n} \dots\dots\dots(2.9)$$

- Dimana : Tid = Pergerakan dari zona asal i ke zona tujuan d
- Oi = Jumlah pergerakan yang berasal dari zona i
- Od = Jumlah pergerakan yang menuju ke zona d
- did = Ukuran aksesibilitas antara zona i dan zona d
- K = Konstanta

Dalam bentuk matematis, persamaan 2.9 dapat dinyatakan sebagai :

$$Tid \approx Oi .Dd . f(Cid).. \dots\dots\dots(2.10)$$

Dengan batasan :

$$Oi = i Tid \text{ dan } Dd = i Tid \dots\dots\dots(2.11)$$

Oi dan Dd menyatakan jumlah pergerakan yang berasal dari zona i dan berakhir di zona d. Oleh karena itu, penjumlahan sel MAT menurut “baris” menghasilkan total pergerakan yang berasal dari tiap zona, sedangkan penjumlahan menurut “kolom” menghasilkan total pergerakan yang menuju setiap zona.

Pengembangan Persamaan 2.10 dengan batasan Persamaan 2.11 menghasilkan Persamaan 2.12 sebagai berikut :

$$Tid = Oi . Dd . Ai . Bd . f(Cid) \dots\dots\dots(2.12)$$

Persamaan 2.11 dan persamaan 2.12 dapat dipenuhi jika digunakan konstanta A_i dan B_d yang terkait dengan setiap zona bangkitan dan tarikan. Konstanta ini disebut faktor penyeimbang :

$$A_i = \frac{1}{\sum d.B_d.D_d.f_{id}} \text{ dan } B_d = \frac{1}{\sum i.A_i.O_i.f_{id}} \dots\dots\dots(2.13)$$

Sedangkan $f(C_{id})$ merupakan fungsi hambatan atau hambatan transportasi yang dianggap sebagai ukuran aksesibilitas (kemudahan) antara zona i dengan zona d .

Persamaan A_i dan B_d didapatkan secara berulang-ulang dan dapat dengan mudah dicek bahwa T_{id} pada Persamaan 2.10 sudah memenuhi batasan Persamaan 2.11. Nilai B_d dapat dihitung untuk setiap d dengan menggunakan Persamaan 2.11, yang nilainya kemudian digunakan lagi untuk menghitung kembali nilai A_i . Proses ini diulangi sampai nilai A_i dan B_d menghasilkan nilai tertentu (konvergen).

2.4.2 Model Doubly Constrained Gravity Model (DCGR)

Model DCGR, dalam hal ini bangkitan dan tarikan pergerakan harus selalu sama dengan yang dihasilkan oleh tahap bangkitan pergerakan. Model yang digunakan persis sama dengan persamaan (2.11), tetapi dengan syarat batas :

$$B_d = \frac{1}{\sum i(A_i O_i f_{id})} \text{ untuk semua } d \dots\dots\dots(2.14)$$

dan

$$A_i = \frac{1}{\sum d(B_d D_d f_{id})} \text{ untuk semua } i \dots\dots\dots(2.15)$$

Dimana :

- Fid = Gaya tarik atau tolak antara dua kutub massa
bebanding lurus dengan massanya.

Fungsi Hambatan sangat penting untuk diketahui adalah f_{id} harus dianggap sebagai ukuran aksesibilitas (kemudahan) antar zona i dengan zona d ,

$$f(d,d) = C_{id}^{-\beta} C_{id} \text{ (Fungsi eksponensial-negatif)} \dots\dots\dots(2.16)$$

Dimana :

- $f(c_{id})$ = Fungsi eksponensial-negatif
- C_{id} = Jarak perjalanan dari zona asal i ke zona tujuan d
- $-\beta$ = Fungsi eksponensial-negatif

2.5 Kalibrasi dan Validasi

Validasi model adalah suatu proses untuk memverifikasi apakah model tersebut valid atau tidak valid. Model dikatakan valid jika presentase kesalahannya masih dalam presentase validasi. Setelah diketahui validasi dari model tersebut, kalibrasi dapat dilakukan untuk model tersebut. Kalibrasi model adalah suatu proses menaksir nilai parameter-parameter suatu model dengan menggunakan berbagai teknik atau metode seperti analisa numerik, aljabar linear, optimasi dan lain-lain. Proses kalibrasi model dilakukan dengan menggunakan bantuan algoritma computer dan beberapa kinerja statistic untuk menentukan tingkat ketepatan model. Setelah dikalibrasi, model dapat digunakan untuk kepentingan peramalan pada masa mendatang. Dengan demikian, salah satu metode validasi dan kalibrasi yang paling sederhana adalah dengan mendefinisikan ambang kesalahan yang dapat diterima (Suprayitno, 2016). Kriteria persentase kevalidan data berdasarkan Akbar (2013:157) dapat dilihat pada tabel 3.

Tabel 3. Kriteria Validitas

No	Kriteria Validitas	Tingkat Validitas
1	85,01% - 100,00%	Sangat Valid
2	70,01% - 85,00%	Cukup Valid
3	50,01% - 70,00%	Kurang Valid
4	01,01% - 50,00%	Tidak Valid

2.6 Sekilas Program PTV Visum

PTV Visum merupakan salah satu perangkat lunak dalam dunia keteknik sipil terutama bagian transportasi yang dikembangkan oleh PTV Group di Jerman. PTV Group tidak hanya meluncurkan perangkat lunak PTV Visum, tetapi banyak perangkat lunak yang dihasilkan untuk masyarakat umum. Seperti : PTV Visum (pemodelan secara makro untuk perkembangan jaringan transportasi dan model kebutuhan), PTV Vissim (detail model mikroskopis untuk semua jenis moda transportasi), PTV Viswalk (simulasi pedestrian dalam maupun luar bangunan), PTV Vistro (solusi untuk semua analisis lalu lintas), PTV Balance (*control online signal* jaringan lalu lintas), PTV Safety (pengelolaan alat untuk analisis perlindungan terhadap kecelakaan), PTV Optima (simulasi model lalu lintas,

berdasarkan dari model PTV Visum). Kelebihan utama dari program ini adalah pada kemampuannya untuk memodelkan persoalan transportasi secara multi modal. PTV Visum adalah sistem perencanaan transportasi urban multi modal baik angkutan pribadi maupun angkutan umum serta output grafik yang interaktif. Program tersebut menawarkan bagi para perencana suatu metode pemodelan dan analisa jaringan dengan multi moda, pemodelan *demand transport*, dan implementasi dari prosedur evaluasi *network*. PTV Visum menawarkan bagi perencana suatu variasi untuk perbandingan secara langsung dari kondisi *eksisting* dan kondisi masa datang yang tercermin dalam perubahan lalu lintas pada jaringan jalan maupun perubahan transit *network* dalam hal karakteristik sosial ekonomi pada area studi. Dalam penelitian ini menggunakan PTV Visum versi 22 untuk pelajar sehingga lisensi yang digunakan dalam penggunaan aplikasi ini merupakan lisensi untuk kepentingan pengembangan ilmu pengetahuan.

2.6.1 Equilibrium Assignment

Model ini merupakan model pemilihan rute yang paling sering digunakan oleh pengendara yang mengasumsikan bahwa semua pengendara berusaha meminimumkan jarak perjalanan yang lebih pendek. Dengan mengasumsikan pengendara mengambil keputusan untuk jarak perjalanan yang lebih pendek, maka akan mengurangi jumlah penggunaan bahan bakar walaupun terdapat titik-titik kemacetan di ruas-ruas jalan tersebut.

Metode ini menganggap bahwa semua perjalanan dari zona asal i ke zona tujuan d akan mengikuti rute terpendek. Dalam kasus tertentu, asumsi ini bisa dianggap cukup realistis pula, misalnya untuk perjalanan yang berasal dari pinggiran kota menuju ke pusat kota. Hal ini akan dapat mengurangi waktu dan biaya perjalanan.

Dalam konteks dengan pemilihan rute, pernyataan yang sama dengan asumsi dasar diatas secara singkat telah dibahas oleh Wardrop (1952). Pada tulisan tersebut diuraikan bahwa terdapat dua perilaku intuitif yang menjelaskan bagaimana lalu-lintas dapat didistribusikan kedalam rute yang dikenal dengan Prinsip Wardrop Equilibrium. Dua prinsip tersebut dinyatakan sebagai berikut:

(1) *“Under equilibrium condition traffic arranges itself in congested networks in such a way that no individual trip maker can reduce his path cost by switching routes.”*

(2) *“Under social equilibrium condition traffic should be arranged in congested networks in such a way that average (or total) travel is minimised.”*

Dari prinsip Wardrop pertama dapat disimpulkan bahwa dalam kondisi equilibrium tidak ada pengguna jalan yang dapat mengubah rute untuk mendapatkan biaya perjalanan lebih murah, karena semua rute yang tidak digunakan mempunyai biaya perjalanan yang sama atau lebih besar dari pada rute yang dilaluinya sekarang. Sehingga dapat dikatakan sistem tersebut mencapai kondisi seimbang menurut pandangan pengguna. Oleh karena itu prinsip ini disebut user's equilibrium. Secara matematis prinsip tersebut dapat dinyatakan sebagai berikut :

$$C_{pij} \begin{cases} = c_{ij}^* & \text{untuk seluruh } T_{pij}^* > 0 \\ \geq c_{ij}^* & \text{untuk seluruh } T_{pij}^* = 0 \end{cases} \quad (1)$$

Dimana :

C_{ij} = Biaya Minimum dari i ke j.

T_{pij} = Arus pada Lintasan yang Memenuhi Prinsip Wardrop pertama dan semua biaya dihitung setelah

T_{pij} = Dibebani

Dalam hal ini arus pada lintasan a dihasilkan dari rumusan berikut :

$$V_a = \sum_{pij} \delta_{pij}^a T_{pij} \quad (2)$$

Dimana :

$$\delta_{pij}^a = \begin{cases} 1, & \text{jika ruas a berada pada lintasan p dari i ke j} \\ 0, & \text{lainnya} \end{cases}$$