

**DISERTASI**

**MODEL PEMILIHAN RUTE TRANSPORTASI BARANG  
ANTAR-PULAU: STUDI KASUS PADA WILAYAH  
KEPULAUAN MALUKU**

Disusun dan diajukan oleh

**HANOK MANDAKU**

**D013171020**



**PROGRAM STUDI DOKTOR ILMU TEKNIK SIPIL  
DEPARTEMEN TEKNIK SIPIL  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS HASANUDDIN  
MAKASSAR  
2021**

## LEMBAR PENGESAHAN DISERTASI

**MODEL PEMILIHAN RUTE TRANSPORTASI BARANG ANTAR-PULAU:  
STUDI KASUS PADA WILAYAH KEPULAUAN MALUKU**

**THE ROUTE CHOICE MODEL FOR INTER-ISLAND FREIGHT  
TRANSPORTATION: CASE STUDY IN MALUKU ARCHIPELAGO**

disusun dan diajukan oleh :

**HANOK MANDAKU**

**D013171020**

Telah dipertahankan di hadapan Panitia Ujian yang dibentuk dalam rangka penyelesaian studi Program Doktor Program Studi Doktor Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin  
Pada Tanggal 28 Desember 2021  
dan dinyatakan telah memenuhi syarat kelulusan

Menyetujui

Promotor,

Dr. Eng. Ir. Muralia Huslim, ST., MT  
NIP. 197204242000122001

Co Promotor,

Co Promotor,

Prof. Dr. Eng. Ir. Muhammad Isran Ramli, ST., MT  
NIP. 197309262000121002

Dr. Ir. H. Mubassirang Pasra, MT  
NIP. 195311271992031001

Ketua Program Studi,

Dean Fakultas Teknik,

Prof. Ir. Saefi Adji Adhasesmita, M.Si., M.Eng.Sc., Ph.D  
NIP. 196404221983031001

Prof. Dr. Ir. H. Muh. Arsyad Thaha, MT  
NIP. 196012311986091001

**PERNYATAAN KEASLIAN DISERTASI**

Yang bertanda tangan dibawah ini

Nama : Hanok Mandaku  
Nomor Mahasiswa : D013171020  
Program Studi : Teknik Sipil  
Jenjang : S3

Menyatakan dengan ini bahwa karya tulis berjudul

**MODEL PEMILIHAN RUTE TRANSPORTASI BARANG ANTAR-PULAU:  
STUDI KASUS PADA WILAYAH KEPULAUAN MALUKU**

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

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

Makassar, 28 Desember 2021

Yang menyatakan



HANOK MANDAKU

## KATA PENGANTAR

Puji, hormat dan syukur penulis persembahkan kepada Tuhan Yang Maha Kuasa, atas kasih dan penyertaan-Nya yang memungkinkan penulis dapat menyelesaikan karya disertasi yang berjudul: **“Model Pemilihan Rute Transportasi Barang Antar-Pulau: Studi Kasus Pada Wilayah Kepulauan Maluku”**.

Adapun penulisan disertasi ini berangkat dari pengamatan penulis terhadap sistem transportasi dan proses distribusi barang antar-pulau di wilayah kepulauan Maluku yang belum terkelola secara efektif dan efisien sehingga berdampak pada tingginya biaya transportasi dan mengganggu kelancaran proses distribusi barang. Penulis bermaksud untuk menyumbangkan gagasan dan konsep untuk membantu memodelkan pemilihan rute transportasi barang antar-pulau agar hasilnya nanti dapat dimanfaatkan dalam perumusan kebijakan pengembangan infrastruktur dan pola operasional sistem transportasi barang antar-pulau guna mendukung kelancaran proses distribusi.

Dalam penelitian dan penulisan disertasi ini, penulis mendapat bantuan dan dukungan dari berbagai pihak. Untuk itu, pada kesempatan ini penulis menyampaikan terima kasih dan penghargaan kepada:

1. Jajaran Pimpinan: Ibu **Prof. Dr. Dwia Arie Tina Pulubuhu, MA.** selaku Rektor; Bapak **Prof. Dr. Ir. H. Muh. Arsyad Thaha, MT.** selaku Dekan Fakultas Teknik; Bapak **Prof. Dr. Ir. Wihardi Tjaronge, Ph.D.** selaku Ketua Departemen Teknik Sipil; dan Bapak

**Prof. Ir. Sakti Adji Adisasmitha, M.Si., M.Eng.Sc., PhD.** selaku KPS S-3 Ilmu Teknik Sipil;

2. Komisi Pembimbing: Ibu **Dr. Eng. Ir. Muralia Hustim, ST., MT.**, selaku Promotor, beserta Bapak **Dr. Ir. Mubassirang Pasra, MT.**, dan Bapak **Prof. Dr. Eng. Ir. Muh. Isran Ramli, ST., MT.**, masing-masing selaku Ko-Promotor, yang telah membimbing bahkan mengajarkan penulis tentang “Pemodelan Transportasi” selama proses penelitian dan penyusunan disertasi ini.
3. Komisi Penguji: Bapak **Prof. Ir. Sakti Adji Adisasmitha, M.Si., M.Eng.Sc., Ph.D.**, Bapak **Prof. Dr. Ir. H. M. Wihardi Tjaronge, ST., M.Eng.**, Ibu **Prof. Dr. Ir. Hj. Sumarni Hamid Aly, MT.**, dan Bapak **Dr. Ir. Syafruddin Rauf, MT.**, yang telah meluangkan waktunya untuk memberikan koreksi dan masukan yang sangat berharga demi penyempurnaan disertasi ini. Demikian pula Penguji Eksternal: Bapak **Prof. Ir. Ludfi Djakfar, MSCE., Ph.D** yang telah memberikan banyak masukan guna memperdalam kajian ini.
4. Para Staf Pengajar pada Prodi S-3 Ilmu Teknik Sipil dan Penjaminan Mutu DTS-FTUH (Bapak **Prof. Dr. Ir. Muh. Saleh Pallu, M.Eng.** dan Bapak **Dr.Eng. Arwin Amiruddin, ST., MT.**), yang telah “membagi ilmu pengetahuan dan teknologi” kepada penulis selama menempuh pendidikan.
5. Para staf bagian akademik, khususnya **Ibu Diana**, yang telah membantu penulis dalam pengurusan administrasi akademik.

6. Pimpinan Fakultas Teknik UNPATTI: Bapak **Ir. D. Ilela, BSE., MT.** (Dekan 2013-2017), Bapak **Dr. Ir. W. R. Hetharie, M.Sc. App.** (Dekan 2017-2021), dan Bapak **Dr. Pieter Th. Berhittu, ST., MT.** (Dekan 2021-2025) selaku Pimpinan Fakultas Teknik Universitas Pattimura serta Ibu **A. L. Kakerissa, ST., MT., IPM.**, selaku Ketua Jurusan Teknik Industri yang telah memberi izin dan dukungan kepada penulis untuk melanjutkan studi pada jenjang S-3.
7. Rekan-rekan se-Angkatan S-3 TS-FT-UH '17+: **Pa'ldhil, Bu'Mardiana, Pa'Hamzah, Pa'Enos, Pa'Jasman, Bu'Inna, Pa'Hendra, Pa'Gemmy, Pa' Dr. Jems, Bu'Ode-Zulia, Bu'Rona, Pa'Ferry, Bu'Reni** dan **Bu'Ermitha**, atas kebersamaan yang memungkinkan kita untuk merangkai cerita persahabatan.
8. Pimpinan dan staf PT. ASDP Cabang Ambon: Bapak **Soegihartono** (Kepala Cabang), Bapak **Abdillah** (Manager Usaha), Bapak **Nazar** dan Ibu **Shelly Everdina Tatipikalawan** (Staf), Bapak **Jems R. Gaspersz** (Supervisor Pelabuhan Hunimua) dan Bapak **Imran Marasabessy** (Supervisor Pelabuhan Waipirit) bersama seluruh staf yang telah menerima dan memfasilitasi penulis selama proses pengambilan data di lapangan.
9. Bapak **Edwin Adrian Huwae, SH.** (Ketua DPRD Provinsi Maluku 2014-2019), Bapak **Alex R. Tutuhatonewa, SH., M.Si.** (Dosen UKIM Ambon) dan Bapak **Jaflaun Batlajery, SH.** (Ketua DPRD KKT 2019-2024), yang telah memberi dukungan dan doa kepada penulis selama menempuh studi.

10. **Keluarga besar Persatuan Alumni GMNI Provinsi Maluku** atas motivasi dan dukungan kerjasama selama menyelesaikan pendidikan khususnya di akhir-akhir studi.
11. Adik-adikku yang hebat: **Frans Waas, Vivi Sopacua, Reinaldy Makatita, Rizaldy Layn, Nova Kuntum Umasugi, Dewi Apriliah M. Djamal, Sardin Kalidupa, June T. Muskitta dan Mardy Kastanya** (mahasiswa Prodi PWK '17 Fatek UNPATTI), serta **Abi dan rekan-rekan** (Lab. REKTRANS DTS) atas bantuan dan kebersamaan selama proses pengambilan dan pengolahan data penelitian.

Mengakhiri prakata ini, dengan penuh rasa syukur dan hormat, penulis persembahkan disertasi ini kepada orang tua tercinta: “**(Alm.) Weinand Mandaku – (Alm.) Hong Ing Mandaku/Tjoa**”, dan “**Johannis Pattiasina – Martha Pattiasina/Akerina**”, istri & anak-anakku tersayang: “**Greyce Margaretha Pattiasina, SP, Noreytha Gabrielle Mandaku dan Geoffrey Weiness Mandaku**”, serta saudara-saudariku: “**Bu' Nyong & Kel., Usi Ince & Kel., Bu' Fentje & Kel., Usi Wisye & Kel., Usi Nelly & Kel., adik Allen & Kel., serta adik Egen**”. Terima kasih untuk doa dan dukungannya yang tidak pernah berhenti...

Makassar, Desember 2021

**Penulis,**

**Hanok Mandaku**

## ABSTRAK

**HANOK MANDAKU.** Model Pemilihan Rute Transportasi Barang Antar-Pulau Pada Wilayah Kepulauan Maluku (dibimbing oleh Muralia Hustim, Mubassirang Pasra dan M. Isran Ramli).

Pemilihan rute transportasi yang terbatas dan tidak berimbang merupakan salah satu masalah krusial dalam sistem transportasi barang antar-pulau. Itu sebabnya perlu dilakukan suatu kajian guna membangun model pemilihan rute transportasi barang antar-pulau tersebut. Penelitian ini merupakan studi kasus yang dilaksanakan pada koridor transportasi barang dari Pulau Ambon ke Pulau Seram di wilayah kepulauan Maluku, dimana terdapat 2 rute yang bisa dilalui, yaitu melalui lintasan penyeberangan Hunimua-Waipirit (Rute I) dan lintasan penyeberangan Hunimua-Amahai (Rute II). Pengumpulan data dilakukan dengan metode wawancara berbasis *revealed preference* terhadap 120 sampel di Pelabuhan Hunimua. Proses analisis dan pemodelan, yakni: (1) metode Statistik Deskriptif untuk mendeskripsikan profil karakteristik sistem transportasi; (2) metode Detroit dan model Gravitasi untuk memprediksi pertumbuhan muatan dan beban jaringan; (3) metode Regresi Linear untuk memodelkan hubungan waktu dan biaya dengan jarak perjalanan; dan (4) Metode Regresi Logistik Binomial untuk memodelkan pilihan rute. Penelitian ini merekam preferensi pelaku distribusi melalui pendekatan *Conditional Logit Model (CLM)*. Atribut yang dianalisis yaitu usia ( $X_1$ ), Pendapatan ( $X_2$ ), Usia Kendaraan ( $X_3$ ), Waktu Perjalanan ( $X_4$ ), Biaya Perjalanan ( $X_5$ ), Nilai Barang ( $X_6$ ), Berat Barang ( $X_7$ ), Waktu Tunggu ( $X_8$ ) dan Frekuensi Perjalanan ( $X_9$ ). Hasil penelitian menunjukkan hasil, sebagai berikut: (1) Karakteristik sistem transportasi barang antar-pulau meliputi aspek sosio-ekonomi pelaku distribusi, jenis moda transportasi, jenis dan nilai barang serta atribut perjalanan; (2) Pertumbuhan muatan diperkirakan 2,97%/tahun dan beban jaringan maksimum terdapat di ruas jalan dari Gudang Passo ke Pelabuhan Hunimua, lintasan penyeberangan Hunimua-Waipirit, ruas jalan Waipirit-Waipia, dan ruas jalan Pelabuhan Amahai-Kota Masohi; (3) Model hubungan waktu dan biaya dengan jarak perjalanan cenderung linear dan memiliki signifikansi yang tinggi; dan (4) Model pilihan rute yang dihasilkan adalah  $Y = -9,3456 + 0,0332(X_1) + 0,3668(X_2) + 0,636(X_3) - 3,3531(X_4) - 2,1394(X_5) - 0,0040(X_6) - 0,1658(X_7) + 2,8236(X_8) + 1,7472(X_9)$ . Model tersebut menunjukkan Waktu Perjalanan ( $X_4$ ), Biaya Perjalanan ( $X_5$ ), Waktu Tunggu ( $X_8$ ) dan Frekwensi Perjalanan ( $X_9$ ) secara statistik signifikan mempengaruhi pilihan rute. Sensitivitas antar-variabel menunjukkan rekayasa pola operasional, yakni meningkatkan *trip* pelayaran pada Rute II merupakan solusi jangka pendek yang bisa dilakukan guna menjamin kelancaran distribusi barang antar-pulau, khususnya pada koridor Pulau Ambon-Pulau Seram.

**Kata Kunci:** Pemilihan Rute, Transportasi Barang, Antar-Pulau.

## ABSTRACT

**HANOK MANDAKU.** The Route Choice Model for Inter-Island Freight Transportation: Case Study in Maluku Archipelago. (supervised by Muralia Hustim, Mubassirang Pasra dan M. Isran Ramli).

The choice of limited and unbalanced transportation routes is one of the crucial problems in the inter-island goods transportation system. That is why it is necessary to conduct a study in order to build a route choice model for inter-island freight transportation. The case study was carried out in the Ambon Island-Seram Island corridor in the Maluku archipelago. In this corridor there are 2 routes that can be passed, namely through the Hunimua-Waipirit crossing (Route I) and the Hunimua-Amahai crossing (Route II). Data was collected by using revealed preference interview method of 120 sample in Hunimua Port. Analysis and modelling process by: (1) Descriptive Statistics method, to analyze the characteristics of the goods transportation system; (2) Detroid model and Gravity method to predict growth and network load; (3) Linear Regression method to model the relationship between travel time and travel costs with travel distance; and (4) Binomial Logistic Regression method to model route choice. This study records the preferences of distribution actors through the Conditional Logit Model (CLM) approach. The attributes analyzed are age ( $X_1$ ), income ( $X_2$ ), vehicle age ( $X_3$ ), travel time ( $X_4$ ), travel costs ( $X_5$ ), value of goods ( $X_6$ ), weight of goods ( $X_7$ ), waiting time ( $X_8$ ) and trip frequency ( $X_9$ ). The results showed: (1) The characteristics of the inter-island goods transportation system include the socio-economic aspects of distribution actors, types of transportation modes, types and values of goods and network attributes; (2) Payload growth is estimated at 2,97%/year and the largest network load occurs on the road from Passo Warehouse to Hunimua Harbor, the Hunimua-Waipirit crossing, Waipirit-Waipia road, and the Amahai Port-Masohi City road section; (3) The relationship model of travel time and travel costs with travel distance tends to be linear and has a high significance; and (4) the resulting route choice model is  $Y = -9.3456 + 0.0332(X_1) + 0.3668(X_2) + 0.636(X_3) - 3.3531(X_4) - 2.1394(X_5) - 0.0040(X_6) - 0.1658(X_7) + 2.8236(X_8) + 1.7472(X_9)$ , where the attributes of travel time ( $X_4$ ), travel costs ( $X_5$ ), waiting time ( $X_8$ ) and travel frequency ( $X_9$ ) statistically significant influence route choice. The inter-variable sensitivity shows that the engineering of operational patterns, namely increasing shipping trips on Route II is short-term solution that can be done to ensure the smooth distribution of goods between islands, especially in the Ambon Island-Seram Island corridor.

**Keyword:** Rute Choice, Freight Transportation, Inter-Island.

## DAFTAR ISI

	halaman
KATA PENGANTAR	iv
ABSTRAK	viii
<i>ABSTRACT</i>	ix
DAFTAR ISI	x
DAFTAR TABEL	xiv
DAFTAR GAMBAR	xviii
DAFTAR LAMPIRAN	xxiii
I. PENDAHULUAN	
A. Latar Belakang	1
B. Rumusan Masalah	6
C. Tujuan Penelitian	7
D. Manfaat Penelitian	7
E. Ruang Lingkup Penelitian	8
F. Sistematika Penulisan	9
II. KAJIAN PUSTAKA	
A. Peran Transportasi Dalam Pembangunan Ekonomi	11
B. Permintaan dan Penawaran Transportasi	13
C. Sistem Transportasi dan Distribusi	13
D. Konsep Barang ( <i>Cargo</i> )	15
E. Konsep Transportasi Barang Antarmoda	17
F. Perilaku Perjalanan	17
G. <i>Random Utility Theory</i>	20
H. Pemilihan Moda dan Rute Transportasi	
1. Pemilihan Moda Transportasi	20

2. Pemilihan Rute Transportasi	23
I. Metode Gravitasi	25
J. Metode Detroit	25
K. Metode Regresi Linear	26
L. Model Regresi Logistik Binomial	27
M. Transportasi di Wilayah Kepulauan	30
N. Penelitian Terdahulu	32
O. Kerangka Konseptual Penelitian	40
P. Wilayah Kepulauan Maluku	42
III METODOLOGI PENELITIAN	
A. Rancangan Penelitian	46
B. Waktu dan Tempat Penelitian	
1. Waktu Penelitian	47
2. Tempat Penelitian	47
C. Bahan dan Alat Penelitian	48
D. Populasi dan Sampel	
1. Populasi	51
2. Sampel	51
E. Teknik <i>Sampling</i>	53
F. Sumber dan Teknik Pengumpulan Data	
1. Sumber Data	54
2. Teknik Pengumpulan Data	54
G. Variabel Penelitian	55
H. Metode Analisis Data dan Pemodelan	56
I. Teknik Penyajian Data	57
J. Defenisi Operasional Variabel	58

IV	HASIL DAN PEMBAHASAN	
A.	Karakteristik Sistem Transportasi Barang Antar-Pulau di Maluku	
1.	Rantai & Jaringan Transportasi	62
2.	Proses Bongkar-Muat (B/M) dan Penyimpanan	64
3.	Sistem Pengangkutan Barang	66
4.	Profil Karakteristik Distribusi Barang	69
B.	Analisis Pembebanan Jaringan Transportasi Barang Eksisting	
1.	Karakteristik Jaringan Jalan	118
2.	Matriks Asal-Tujuan (MAT)	122
3.	Analisis Beban Jaringan	124
C.	Model Hubungan Waktu, Biaya dan Jarak Perjalanan	
1.	Model Hubungan Waktu dan Jarak Perjalanan	129
2.	Model Hubungan Biaya dan Jarak Perjalanan	137
D.	Model Pilihan Rute Transportasi Barang	
1.	Estimasi Parameter Model	146
2.	Uji Signifikansi Model Secara Parsial	148
3.	Uji Signifikansi Model Secara Serempak	149
4.	Persamaan Model Pilihan Rute	150
5.	Analisis Sensitivitas	151
E.	Pembahasan	161
F.	Temuan Empirik Penelitian	165
G.	Implikasi Hasil Penelitian	166
V	PENUTUP	
A.	Kesimpulan	168
B.	Saran	169

DAFTAR PUSTAKA

171

LAMPIRAN – LAMPIRAN

**DAFTAR TABEL**

<b>Nomor</b>		<b>halaman</b>
1.	Jumlah penduduk Provinsi Maluku	44
2.	Waktu dan agenda penelitian	47
3.	Distribusi ukuran sampel	53
4.	Variabel penelitian	55
5.	Jenis dan besaran tarif pada lintasan Hunimua-Waipirit dan Hunimua-Amahai	68
6.	Karakteristik dan komposisi pelaku perjalanan menurut jenis kelamin	69
7.	Karakteristik dan komposisi pelaku perjalanan menurut usia	70
8.	Karakteristik dan komposisi pelaku perjalanan menurut status perkawinan	71
9.	Karakteristik dan komposisi pelaku perjalanan menurut tingkat pendidikan	72
10.	Karakteristik dan komposisi pelaku perjalanan menurut tingkat pendapatan	73
11.	Karakteristik dan komposisi pelaku perjalanan menurut sistem pengupahan	74
12.	Karakteristik dan komposisi pelaku perjalanan menurut kepemilikan kendaraan	75
13.	Karakteristik dan komposisi pelaku perjalanan menurut kepemilikan SIM	76
14.	Karakteristik dan komposisi pelaku perjalanan menurut merek kendaraan	77

15.	Karakteristik dan komposisi pelaku perjalanan menurut jenis ruang muat/bahan	78
16.	Karakteristik dan komposisi pelaku perjalanan menurut usia kendaraan	79
17.	Karakteristik dan komposisi pelaku perjalanan menurut kondisi kendaraan	80
18.	Karakteristik dan komposisi pelaku perjalanan berdasarkan titik asal perjalanan	82
19.	Karakteristik dan komposisi pelaku perjalanan berdasarkan titik tujuan perjalanan	85
20.	Karakteristik dan komposisi barang menurut bentuk pada saat pemuatan	87
21.	Karakteristik dan komposisi barang menurut kondisi fisik	88
22.	Karakteristik dan komposisi barang menurut bentuk kemasan	89
23.	Karakteristik dan komposisi barang menurut jenis	90
24.	Karakteristik dan komposisi barang menurut nilai	92
25.	Karakteristik dan komposisi barang menurut berat	93
26.	Karakteristik dan komposisi jarak perjalanan dari Titik Asal ke Pelabuhan Hunimua	94
27.	Karakteristik dan komposisi jarak Perjalanan Waipirit ke Titik Tujuan	96
28.	Karakteristik dan komposisi jarak perjalanan Amahai ke Titik Tujuan	97
29.	Karakteristik dan komposisi pemilihan waktu muat	99
30.	Karakteristik dan komposisi berdasarkan lamanya waktu pemuatan	100
31.	Karakteristik dan komposisi berdasarkan waktu perjalanan dari Titik Asal ke Pelabuhan Hunimua	101

32.	Karakteristik dan komposisi berdasarkan waktu menunggu kapal (Rute I: Hunimua-Waipirit)	102
33.	Karakteristik dan komposisi berdasarkan waktu perjalanan dari Pelabuhan Waipirit ke Titik Tujuan	103
34.	Karakteristik dan komposisi berdasarkan waktu menunggu kapal (Rute II: Hunimua – Amahai)	105
35.	Karakteristik dan komposisi berdasarkan waktu perjalanan dari Pelabuhan Amahai ke Titik Tujuan	106
36.	Karakteristik dan komposisi berdasarkan banyaknya persinggahan	108
37.	Karakteristik dan komposisi berdasarkan waktu singgah	109
38.	Karakteristik dan komposisi berdasarkan biaya perjalanan dari Titik Asal ke Pelabuhan Hunimua	110
39.	Karakteristik dan komposisi berdasarkan biaya perjalanan dari Pelabuhan Waipirit ke Titik Tujuan	111
40.	Karakteristik dan komposisi berdasarkan biaya perjalanan dari Pelabuhan Amahai ke Titik Tujuan	113
41.	Karakteristik dan komposisi berdasarkan intensitas perjalanan	114
42.	Rantai perjalanan dan beban jaringan	117
43.	Panjang ruas jalan menurut statusnya di Maluku	119
44.	Matriks Asal-Tujuan (MAT) angkutan barang dari Pulau Ambon ke Pulau Seram	123
45.	Prediksi beban jaringan dari titik asal Pelabuhan Waipirit	128
46.	Prediksi beban jaringan dari titik asal Pelabuhan Amahai	128
47.	Nilai parameter model waktu perjalanan dari Titik Asal ke Pelabuhan Hunimua	130
48.	Nilai parameter model waktu perjalanan dari pelabuhan Waipirit ke Titik Tujuan	131

49.	Nilai parameter model waktu perjalanan dari Pelabuhan Amahai ke Titik Tujuan	133
50.	Nilai parameter model waktu perjalanan Rute I	134
51.	Nilai parameter model waktu perjalanan Rute II	136
52.	Spesifikasi kendaraan truk Hino Dutro 130 HD STD 6.4 PS 2017	138
53.	Nilai parameter model biaya perjalanan dari Titik Asal ke Pelabuhan Hunimua	139
54.	Nilai parameter model biaya perjalanan dari Pelabuhan Waipirit ke Titik Tujuan	141
55.	Nilai parameter model biaya perjalanan dari Pelabuhan Amahai ke Titik Tujuan	142
56.	Nilai parameter model biaya perjalanan dari Rute I	143
57.	Nilai parameter model biaya perjalanan dari Rute II	145
58.	Parameter model	147

**DAFTAR GAMBAR**

<b>nomor</b>		<b>Halaman</b>
1.	Klasifikasi muatan	15
2.	Perilaku perjalanan individu	19
3.	Posisi Penelitian	40
4.	Kerangka konseptual penelitian	41
5.	Peta Kepulauan Maluku	42
6.	Peta Provinsi Maluku	43
7.	Alur pikir penyelesaian penelitian	46
8.	Peta lokasi penelitian dan rantai distribusi barang	48
9.	Skema rantai dan jaringan distribusi barang dari Pulau Ambon ke Pulau Seram	63
10.	Peta lokasi Pelabuhan Yos Sudarso di Kota Ambon	64
11.	Kegiatan bongkar/muat barang di Pelabuhan Yos Sudarso	65
12.	Gudang penyimpanan barang di Kota Ambon	65
13.	Model kendaraan angkutan barang antar Gugus Pulau	66
14.	Model kapal penyeberangan (ferry) pada gugus Kepulauan Maluku	67
15.	Komposisi pelaku perjalanan menurut jenis kelamin	69
16.	Komposisi pelaku perjalanan menurut usia	70

17.	Komposisi pelaku perjalanan menurut status perkawinan	71
18.	Komposisi pelaku perjalanan menurut tingkat pendidikan	72
19.	Komposisi pelaku perjalanan menurut tingkat pendapatan	73
20.	Komposisi pelaku perjalanan menurut sistem pengupahan	74
21.	Komposisi pelaku perjalanan menurut sistem pengupahan	75
22.	Komposisi pelaku perjalanan menurut sistem pengupahan	76
23.	Komposisi pelaku perjalanan menurut merek kendaraan	77
24.	Komposisi pelaku perjalanan menurut ruang muat / bahan	78
25.	Komposisi pelaku perjalanan menurut usia kendaraan	79
26.	Komposisi pelaku perjalanan menurut kondisi kendaraan	80
27.	Komposisi pelaku perjalanan menurut Titik Asal perjalanan	82
28.	Peta sebaran Titik Asal perjalanan	84
29.	Komposisi pelaku perjalanan menurut titik tujuan perjalanan	85
30.	Peta sebaran titik tujuan perjalanan	86
31.	Komposisi barang menurut bentuk pada saat pemuatan	87
32.	Komposisi barang menurut kondisi fisik	88
33.	Komposisi barang menurut bentuk kemasan	89
34.	Komposisi barang menurut jenis	91

35.	Komposisi barang menurut nilai	92
36.	Komposisi barang menurut berat	93
37.	Komposisi berdasarkan jarak perjalanan dari Titik Asal ke Pelabuhan Hunimua	95
38.	Komposisi jarak perjalanan Waipirit ke Titik Tujuan	96
39.	Komposisi jarak perjalanan Amahai ke Titik Tujuan	98
40.	Komposisi berdasarkan pemilihan waktu muat	99
41.	Komposisi berdasarkan lamanya waktu pemuatan	100
42.	Komposisi berdasarkan waktu perjalanan (Titik Asal – Hunimua)	101
43.	Komposisi berdasarkan waktu menunggu kapal pada Rute I	103
44.	Komposisi berdasarkan waktu perjalanan (Waipirit – Titik Tujuan)	104
45.	Komposisi berdasarkan waktu menunggu kapal Rute II	105
46.	Komposisi berdasarkan waktu perjalanan (Amahai – Titik Tujuan)	107
47.	Komposisi berdasarkan banyaknya persinggahan	108
48.	Komposisi berdasarkan waktu singgah	109
49.	Komposisi berdasarkan biaya perjalanan dari Titik Asal ke Hunimua	110
50.	Komposisi berdasarkan biaya perjalanan dari Waipirit ke Titik Tujuan	112
51.	Komposisi berdasarkan biaya perjalanan dari Amahai ke Titik Tujuan	113
52.	Komposisi berdasarkan intensitas perjalanan	114

53.	Rantai perjalanan dan komposisi beban jaringan	117
54.	Komposisi panjang jalan menurut statusnya	119
55.	Peta jaringan jalan di wilayah Kepulauan Maluku	120
56.	Peta kondisi jalan Nasional di wilayah Pulau Ambon dan Pulau Seram	122
57.	Peta beban jaringan transportasi barang	126
58.	Model garis regresi waktu perjalanan dari Titik Asal ke Pelabuhan Hunimua	130
59.	Model garis regresi waktu perjalanan dari Pelabuhan Waipirit ke Titik Tujuan	132
60.	Model garis regresi waktu perjalanan dari Pelabuhan Amahai ke Titik Tujuan	133
61.	Model garis regresi waktu perjalanan Rute I	135
62.	Model garis regresi waktu perjalanan Rute II	136
63.	Model garis regresi biaya perjalanan dari Titik Asal ke Pelabuhan Hunimua	140
64.	Model garis regresi biaya perjalanan dari Pelabuhan Waipirit ke Titik Tujuan	141
65.	Model garis regresi biaya perjalanan dari Pelabuhan Amahai ke Titik Tujuan	142
66.	Model garis regresi biaya perjalanan dari Rute I	144
67.	Model garis regresi biaya perjalanan dari Rute II	145
68.	Grafik sensitivitas waktu perjalanan	152
69.	Grafik sensitivitas biaya perjalanan	153
70.	Grafik sensitivitas waktu tunggu	154

71.	Grafik sensitivitas frekwensi perjalanan	156
72.	Grafik sensitivitas waktu perjalanan (simultan)	157
73.	Grafik sensitivitas biaya perjalanan (simultan)	158

**DAFTAR LAMPIRAN****nomor**

1. Kuesioner Penelitian
2. Perhitungan BOK
3. *Output STATA*
4. *Curriculum Vitae*

# BAB I

## PENDAHULUAN

### A. Latar Belakang

Transportasi dewasa ini memegang peranan penting dalam kehidupan masyarakat. Hal itu karena fungsi transportasi sebagai urat nadi kehidupan dan perkembangan ekonomi, sosial, politik dan mobilitas penduduk yang tumbuh bersamaan dan mengikuti perkembangan yang terjadi dalam berbagai bidang dan sektor (Kamaluddin, 2003). Perkembangan teknologi transportasi telah meningkatkan derajat aksesibilitas (*degree of accessibility*) dan konektivitas antar wilayah. Pada sisi lain, transportasi selain berperan sebagai penunjang dan perangsang pembangunan (*the promoting sector*), juga berperan sebagai pemberi jasa (*the servicing sector*) bagi perkembangan ekonomi suatu wilayah (Nasution, 2003). Fungsi dan peran transportasi tersebut diwujudkan antara lain dalam kegiatan distribusi barang atau logistik. Lancarnya transportasi, tepat waktu, adanya jaminan keselamatan barang dengan biaya relatif murah, akan mempengaruhi harga atau mutu barang yang didistribusikan ke konsumen (Salim, 2006).

Transportasi barang khususnya pada wilayah kepulauan berperan penting karena berhubungan dengan aspek perekonomian. Meski demikian, kondisi transportasi barang di wilayah kepulauan masih diperhadapkan dengan sejumlah masalah, utamanya berkaitan dengan dukungan infrastruktur dan manajemen transportasi antar-pulau. Hal ini

menyebabkan transportasi barang antar-pulau belum terkelola secara efektif dan efisien sehingga berdampak pada tingginya biaya transportasi (Sjafruddin, dkk., 2010). Masalah transportasi barang baik antar-pulau maupun inter-pulau ini terjadi pada banyak wilayah/kawasan di berbagai negara, baik negara berkembang maupun di negara maju. Di negara-negara berkembang, masalah transportasi barang antar-pulau antara lain berkaitan dengan ketersediaan moda angkutan seperti di Trinidad dan Tobago (Hope, 2017), konektivitas jaringan intermodal (Sjafruddin, 2010) dan konektivitas jaringan peti kemas (Mapangara, dkk., 2012 dan Siahaan, dkk., 2013) seperti di Indonesia, serta masalah ketersediaan infrastruktur jalan seperti di Mongolia dan Bangladesh (Hosain dan Ahsan, 2020). Kondisi tersebut berbeda dengan kondisi di negara maju, misalnya di Russia (Poltavskaya dan Lebedeva, 2020) dan Korea (Ganbat dan Ki, 2017) yang memiliki infrastruktur transportasi lebih memadai sehingga berperan penting menunjang aktivitas ekonomi (produksi dan distribusi).

Salah satu aspek krusial didalam masalah transportasi barang antar-pulau yaitu pemilihan rute yang terbatas dan tidak berimbang. Beberapa penelitian terdahulu yang membahas pemilihan rute transportasi lebih banyak berfokus pada transportasi *intra-island*, antara lain pilihan rute pada kawasan pemukiman di Amerika (Vidana-Bencomo, dkk., 2018), perjalanan wisata di Norwegia (Diez-Guti'erez dan Babri, 2020), Indonesia (Hermawati, dkk., 2019), dan Denmark (Anderson, dkk., 2017), perjalanan komuter di Malaysia (Rusdiansyah, 2018), serta perjalanan antar-kota di Jepang (Tsukai dan Okumura, 2003) dan

Indonesia (Ramli, dkk., 2020). Penelitian di Amerika mengungkapkan pengaruh demografi pengemudi dan karakteristik perjalanan berpengaruh dalam pilihan moda di kawasan perumahan. Untuk perjalanan wisata, pilihan rute di Norwegia dipengaruhi oleh karakteristik lanskap dan atraksi wisata di sepanjang rute; di Indonesia dipengaruhi oleh atribut rantai moda yang efisien dengan biaya rendah. Pada perjalanan komuter, pilihan rute di Malaysia dipengaruhi oleh atribut waktu perjalanan dan biaya perjalanan. Pada perjalanan antar-kota, pilihan rute di Jepang dipengaruhi oleh atribut tujuan, biaya dan batasan waktu. Sedangkan di Indonesia, dipengaruhi oleh atribut waktu perjalanan, biaya perjalanan dan frekwensi moda.

Adapun penelitian-penelitian tersebut masih sedikit yang membahas tentang masalah pemilihan rute khususnya untuk transportasi barang antar-pulau guna mengungkapkan atribut yang mempengaruhi pilihan rute antar-pulau. Mengingat pentingnya hal tersebut, maka penelitian lebih lanjut guna mengungkapkan hal tersebut perlu dilakukan pada konteks wilayah kepulauan seperti Indonesia.

Provinsi Maluku merupakan salah satu wilayah di Indonesia yang memiliki struktur geografis kepulauan. Keseluruhan wilayah Provinsi Maluku memiliki luas 712.479,69 km<sup>2</sup>, terdiri atas wilayah daratan 54.185 km<sup>2</sup> (7,6%) dan wilayah lautan 658.331,52 km<sup>2</sup> (92,4%), serta terdapat 1.340 buah pulau dan memiliki garis pantai sepanjang 11.000 km<sup>2</sup> (BPS Provinsi Maluku, 2018). Karakteristik wilayah demikian menyebabkan

kombinasi moda transportasi darat dan laut/penyeberangan sangat diandalkan dalam aktivitas distribusi barang antar-pulau.

Pulau Seram merupakan salah satu daerah tujuan distribusi barang yang sangat dominan di Provinsi Maluku, berkenaan dengan aspek demografis, geografis, dan administrasi pemerintahan. Pada aspek demografis, Pulau Seram memiliki jumlah penduduk terbesar ( $\pm 30\%$ ) di Provinsi Maluku. Pada aspek geografis, Pulau Seram relatif dekat dengan Pulau Ambon yang merupakan lokasi Ibukota Provinsi ( $\pm 13$  mil). Sedangkan, pada aspek administrasi pemerintahan, di Pulau Seram terdapat 3 kabupaten, yaitu Maluku Tengah, Seram Bagian Barat dan Seram Bagian Timur. Selain itu, Pulau Seram memiliki beragam potensi hasil perkebunan, pertanian dan kehutanan yang dapat di-*supply* ke daerah lain. Pesatnya perkembangan wilayah dan pembangunan di Pulau Seram menyebabkan arus distribusi barang dari Pulau Ambon terus meningkat dari waktu ke waktu. Salah satu indikatornya adalah dibukanya lintasan penyeberangan baru dari Pelabuhan Hunimua (Pulau Ambon) ke Pelabuhan Amahai di Kota Masohi (Pulau Seram) pada tahun 2018. Sehingga, kini tersedia 2 (dua) alternatif rute transportasi penyeberangan menuju ke Pulau Seram, yakni melalui lintasan Hunimua-Waipirit dan lintasan Hunimua-Amahai. Namun demikian, kedua rute tersebut memiliki karakteristik layanan dan sistem transportasi yang berbeda satu dengan yang lain.

Berdasarkan data PT. ASDP Cabang Ambon, diketahui lintasan penyeberangan Hunimua-Waipirit terdapat moda transportasi kapal *ferry*

yang beroperasi selama 16,5 jam/hari (pukul 04.30 – 21.00 WIT), jarak tempuh sepanjang 13 mil laut yang ditempuh selama 1,5 jam (90 menit), dengan frekwensi pelayaran sebanyak 10 *roundtrip*/hari. Sedangkan, pada lintasan Hunimua-Amahai terdapat moda transportasi kapal *ferry* yang beroperasi 1 *roundtrip*/hari, dimulai dari Pelabuhan Hunimua pada pukul 08.00 WIT dan dari Pelabuhan Ina Marina pada pukul 14.00 WIT, jarak tempuh sepanjang 47 mil laut, yang ditempuh selama  $\pm$  5,5 jam (330 menit).

Aktivitas distribusi barang antar-pulau di Provinsi Maluku sejauh ini masih menemui masalah berkenaan dengan ketersediaan sarana dan prasarana transportasi. Pada transportasi laut yang merupakan tulang punggung perhubungan wilayah kepulauan, terdapat 31 pelabuhan penyeberangan (4 lintas komersil, 62 lintas perintis) yang dilayani oleh 25 unit kapal (8 unit komersil, 17 unit perintis) serta terdapat 3 trayek Tol Laut dengan 9 pelabuhan singgah ([dephub.go.id](http://dephub.go.id)). Padahal, jumlah pulau yang sudah berpenghuni mencapai 89 buah pulau (BPS Provinsi Maluku, 2018). Artinya, masih terdapat sebagian besar pulau yang minim infrastruktur transportasi. Dampaknya, konektivitas antar-pulau menjadi rendah dan terjadi disparitas yang tinggi pada harga-harga barang. Nilai konektivitas pada 11 kabupaten/kota di Provinsi Maluku sebesar 846 dari nilai maksimum 1.331 (63,56%) (Anggrahini, 2018). Sedangkan rata-rata disparitas harga komoditas barang pokok antara Indonesia Bagian Barat dengan Indonesia Bagian Timur mencapai 28,94% (Zaroni, 2017). Permasalahan tersebut dapat diatasi salah satunya dengan

mengoptimalkan pemanfaatan sarana dan prasarana serta manajemen distribusi dan transportasi melalui kajian terhadap preferensi pengguna transportasi penyeberangan sehingga dapat diestimasi tingkat proporsi/probabilitas muatan yang memilih suatu rute untuk kebutuhan distribusi barang.

Pilihan rute merupakan keputusan penting dalam sistem transportasi barang dan memiliki pengaruh langsung terhadap arus barang, kemacetan dan biaya (Guilbault, 2008). Berdasarkan observasi awal, ternyata sistem distribusi barang antar-pulau di wilayah Maluku memiliki karakteristik yang kompleks dan berpengaruh terhadap pilihan moda/rute transportasi. Adapun karakteristik tersebut berhubungan dengan aspek sosio-ekonomi pengemudi, kendaraan, barang, sistem transportasi dan zona. Pada sisi lain, pilihan terhadap salah satu rute transportasi penyeberangan dipengaruhi oleh persepsi pelaku perjalanan (pengemudi) terhadap karakteristik sistem distribusi tersebut, seperti biaya, waktu dan frekwensi pelayaran.

Berdasarkan uraian tersebut diatas, maka dalam rangka mengoptimalkan pemanfaatan sarana dan prasarana serta manajemen distribusi/transportasi barang antar-pulau, perlu dilakukan penelitian lebih lanjut guna membangun model pemilihan rute transportasi barang antar-pulau, sehingga dapat digunakan sebagai dasar mengestimasi tingkat kebutuhan terhadap sarana dan prasarana transportasi untuk kebutuhan distribusi barang antar-pulau di wilayah kepulauan Maluku.

## **B. Rumusan Masalah**

Berdasarkan latar belakang diatas, maka rumusan permasalahan yang diangkat pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

- 1) Bagaimana karakteristik deskriptif sistem transportasi barang antar-pulau pada wilayah kepulauan Maluku?
- 2) Bagaimana tingkat pertumbuhan muatan dan beban jaringan transportasi barang antar-pulau pada wilayah kepulauan Maluku?
- 3) Bagaimana model hubungan waktu, biaya dan jarak perjalanan transportasi barang antar-pulau pada wilayah kepulauan Maluku?
- 4) Bagaimana model pemilihan rute transportasi barang antar-pulau pada wilayah kepulauan Maluku?

## **C. Tujuan Penelitian**

Tujuan yang hendak dicapai pada penelitian ini, yaitu:

- 1) Menganalisis karakteristik deskriptif sistem transportasi barang antar-pulau pada wilayah kepulauan Maluku.
- 2) Menganalisis tingkat pertumbuhan muatan dan beban jaringan transportasi barang antar-pulau pada wilayah kepulauan Maluku.
- 3) Membangun model hubungan waktu, biaya dan jarak perjalanan transportasi barang antar-pulau pada wilayah kepulauan Maluku.
- 4) Membangun model pemilihan rute transportasi barang antar-pulau pada wilayah kepulauan Maluku.

#### **D. Manfaat Penelitian**

Manfaat yang diperoleh dari penelitian ini, adalah:

- 1) Manfaat teoritis, yakni:
  - a) Memperkaya referensi tentang konsep pilihan rute penyeberangan pada wilayah berciri kepulauan.
  - b) Memperluas teori tentang sistem pembebanan jaringan distribusi barang pada wilayah berciri kepulauan.
  - c) Menambah pemahaman tentang konstruksi pembuatan model pemilihan rute transportasi barang pada wilayah berciri kepulauan.
- 2) Manfaat praktis, yakni:
  - a) Sebagai referensi bagi Pemerintah Daerah untuk mengevaluasi jaringan distribusi barang antar-pulau di Maluku.
  - b) Sebagai alternatif kebijakan bagi pihak operator angkutan penyeberangan dalam menentukan pola operasional.
  - c) Sebagai model solutif bagi pihak distributor untuk menentukan pilihan rute transportasi barang antar-pulau di Maluku.
- 3) Manfaat pengembangan riset, yakni dapat menambah khasanah riset dan konsep di bidang transportasi dan sistem logistik, guna perencanaan dan pengembangan sistem transportasi.

#### **E. Ruang Lingkup Penelitian**

Proses distribusi barang antar-pulau di wilayah kepulauan Maluku sangat luas dan kompleks, baik dari cakupan wilayah, karakteristik jenis

moda yang digunakan maupun rute/rantai perjalanan serta melalui beberapa pelabuhan. Untuk itu, penelitian ini akan dibatasi pada:

- 1) Daerah kajian dibatasi pada proses transportasi dan distribusi barang dari wilayah Pulau Ambon sebagai Wilayah Asal Perjalanan dan wilayah Pulau Seram (Kabupaten Maluku Tengah dan Kabupaten Seram Bagian Timur) sebagai wilayah Tujuan Perjalanan.
- 2) Objek penelitian, yaitu pengemudi kendaraan angkutan barang (truk) roda 6 (golongan V) yang melalui 2 (dua) rute penyeberangan, yakni:
  - a) Rute I, yakni Titik Asal (Pulau Ambon) – Pelabuhan Penyeberangan Hunimua – Pelabuhan Penyeberangan Waipirit – Titik Tujuan (Pulau Seram).
  - b) Rute II, yakni Titik Asal (Pulau Ambon) – Pelabuhan Penyeberangan Hunimua – Pelabuhan Penyeberangan Amahai – Titik Tujuan Tujuan (Pulau Seram).

## **F. Sistematika Penulisan**

Penelitian ini disusun dan ditulis dalam 5 (lima) bab, yaitu:

- 1) Bab I PENDAHULUAN, menguraikan tentang latar belakang dan perumusan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian, ruang lingkup penelitian dan sistematika penulisan.
- 2) Bab II TINJAUAN PUSTAKA, menguraikan tentang teori – teori yang berhubungan dan mendukung penelitian ini.

- 3) Bab III METODOLOGI PENELITIAN, menguraikan tentang langkah – langkah atau urutan penelitian, waktu penelitian, dan metode penelitian.
- 4) Bab IV HASIL DAN PEMBAHASAN, menyajikan data hasil penelitian, pengolahan dan analisis data, pemetaan dan analisis beban jaringan, pemodelan waktu dan biaya, pemodelan pemilihan rute penyeberangan transportasi barang, pembahasan, dan temuan empiriknya.
- 5) Bab V PENUTUP, merangkum hasil penelitian yang dideskripsikan dalam kesimpulan dan saran berdasarkan tujuan dan manfaat penelitian.

## **BAB II**

### **KAJIAN PUSTAKA**

#### **A. Peran Transportasi Dalam Pembangunan Ekonomi**

Transportasi merupakan prasyarat pembangunan ekonomi, karena pertumbuhan ekonomi memerlukan transportasi dan pembangunan infrastruktur (Kreutzberger, dkk., 2006). Hubungan antara transportasi dan pembangunan ekonomi regional dapat dilihat dari tiga implikasi penting dari transportasi barang dan perdagangan, yaitu: (1) Hubungan antara infrastruktur transportasi dan produktivitas daerah, dimana perbaikan infrastruktur transportasi merupakan aspek yang sangat penting bagi strategi pembangunan ekonomi regional untuk meningkatkan produktivitas daerah; (2) Infrastruktur transportasi yang memadai akan memfasilitasi pergerakan barang industri di wilayah tersebut secara efisien sehingga dapat mengurangi biaya produksi; *dan* (3) Infrastruktur transportasi akan memengaruhi lokasi industri (Lem, 2002).

Tujuan pembangunan ekonomi, adalah untuk: (1) meningkatkan pendapatan nasional, disertai distribusi yang merata, bidang-bidang usaha dan daerah-daerah; (2) meningkatkan jumlah dan jenis barang jadi dan jasa yang dapat dihasilkan para konsumen, industri dan pemerintah; (3) mengembangkan industri nasional yang dapat menghasilkan devisa serta *men-supply* pasaran dalam negeri; *dan* (4) menciptakan dan memelihara tingkatan kesempatan kerja bagi masyarakat (Salim, 2006). Sejalan dengan tujuan-tujuan ekonomi, transportasi juga diharapkan dapat

memenuhi tujuan-tujuan yang bersifat non-ekonomis, yaitu mempertinggi integritas bangsa dan mempertinggi ketahanan dan pertahanan nasional.

Untuk mencapai tujuan pembangunan ekonomi tersebut, maka dibutuhkan jasa transportasi yang baik, dalam arti waktu perjalanan relatif cepat, frekuensi pelayanan cukup, serta aman (bebas dari kemungkinan kecelakaan) dan kondisi pelayanan yang nyaman (Morlok, 1998). Transportasi bukanlah tujuan akhir, tapi merupakan suatu alat untuk mencapai maksud lain dan sebagai akibat adanya pemenuhan kebutuhan (*derived demand*) karena keberadaan kegiatan manusia dan timbul dari permintaan atas komoditas jalan.

Tujuan penyelenggaraan transportasi, yaitu: (1) Mewujudkan lalu lintas dan angkutan jalan yang selamat, aman, cepat, lancar, tertib dan teratur; (2) Memadukan transportasi lainnya dalam suatu kesatuan sistem transportasi nasional; dan (3) Menjangkau seluruh pelosok wilayah daratan untuk menunjang pemerataan pertumbuhan dan stabilitas serta sebagai pendorong, penggerak dan penunjang pembangunan nasional. Dikemukakan selanjutnya bahwa kondisi ideal untuk penyelenggaraan sistem transportasi sangat ditentukan oleh beberapa faktor yang menjadi komponen transportasi, yaitu kondisi prasarana (*ways*) serta sistem jaringan (*network*) dan kondisi sarana (*moda*), serta sikap mental pemakai fasilitas transportasi tersebut (Tamin dan Frazila, 1997).

## **B. Permintaan dan Penawaran Transportasi**

Permintaan jasa transportasi diturunkan dari: (1) kebutuhan seseorang untuk berjalan dari suatu lokasi ke lokasi lainnya untuk melakukan suatu kegiatan; dan (2) permintaan akan angkutan barang tertentu agar tersedia tempat yang diinginkan (Setijowarno dan Frazila, 2001). Permintaan masyarakat akan pemenuhan kebutuhan transportasi dipengaruhi oleh: (1) pendapatan masing-masing orang; (2) kesehatan; (3) tujuan perjalanan; (4) usia; (5) jenis perjalanan yang ditawarkan; (6) banyaknya penumpang (grup/individual); dan (7) perjalanan yang mendesak (White, 1976).

Sedangkan faktor-faktor yang mempengaruhi penawaran transportasi, adalah: (1) kecepatan; (2) kelengkapan; (3) keselamatan; (4) harga yang terjangkau; (5) frekuensi; (6) pertanggungjawaban; (7) keteraturan; (8) kenyamanan; dan (9) kapasitas (Marvin, 1979).

## **C. Distribusi dan Sistem Transportasi**

Distribusi adalah suatu kegiatan memindahkan produk dari pihak supplier ke konsumen dalam suatu *supply chain*. Distribusi secara langsung mempengaruhi biaya *supply chain*. Sedangkan Transportasi sendiri merupakan suatu presentasi awal dari suatu rangkaian *supply chain* sampai ke konsumen dengan Bergeraknya suatu pruduk dari satu tempat menuju ke tempat lainya (Kodrat, 2009).

Sistem transportasi dan distribusi memiliki 5 tujuan dan fungsi, yaitu: (1) Melakukan segmentasi dan menentukan target *service level*; (2) Menentukan metoda transportasi yang akan di gunakan; (3) Melakukan konsolidasi informasi dan pengiriman; (4) Melakukan penjadwalan dan penentuan rute pengiriman; dan (5) Menyimpan persediaan (Yuniarti dan Astuti, 2013).

Transportasi dan distribusi merupakan dua komponen yang saling berhubungan dan saling mempengaruhi. Efisiensi biaya transportasi dapat dilakukan dengan mengefisienkan sistem distribusi dan penggunaan moda transportasi yang ada. Efisiensi sistem distribusi juga dapat dilakukan dengan menentukan rute pendistribusian untuk meminimalkan total jarak tempuh dan lama perjalanan sehingga dapat mengoptimalkan penggunaan kapasitas serta jumlah kendaraan (Yuniarti dan Astuti, 2013).

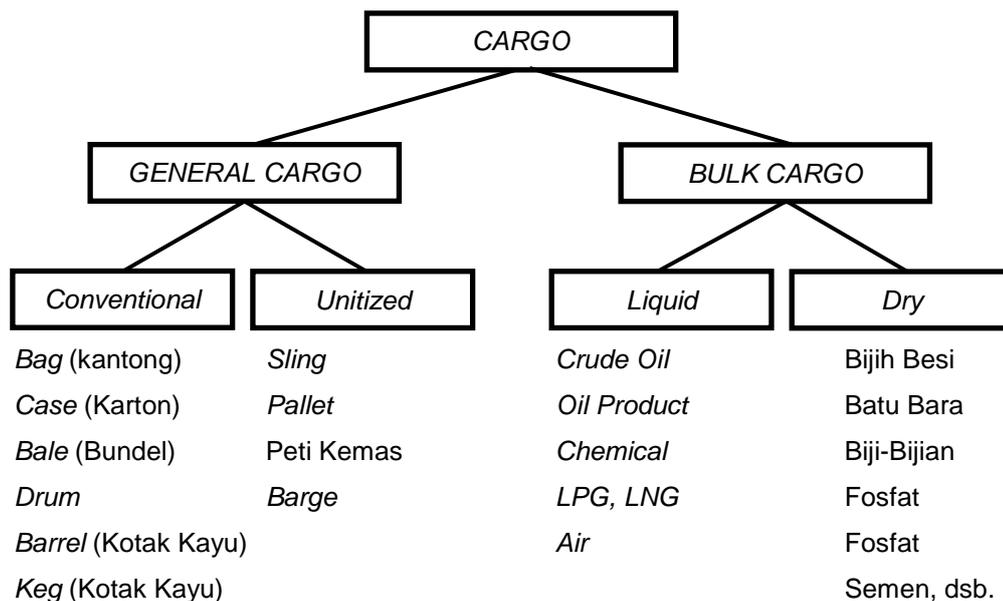
Sistem Transportasi dan distribusi merupakan suatu manajemen pengelolaan terhadap proses suatu kegiatan untuk mengetahui perpindahan suatu produk dari satu lokasi ke lokasi berikutnya yang mana pergerakan seperti ini biasanya membentuk dan menghasilkan adanya suatu jaringan atau sistem. Sistem transportasi dan distribusi sangat menentukan kemampuan mengirimkan produk ke tempat konsumen dengan jumlah yang sesuai dan waktu yang tepat.

Perkembangan teknologi informasi telah membawa perubahan besar dalam transportasi dan distribusi, sehingga transportasi dan distribusi terus melakukan berbagai perbaikan. Jaringan distribusi tidak lagi hanya sebagai serangkaian fasilitas yang mengerjakan fungsi-fungsi

fisik seperti pengangkutan dan penyimpanan, tetapi merupakan bagian integral dari rantai pasok secara holistik dan memiliki peran strategis sebagai penyalur produk maupun informasi dan juga sebagai wahana untuk menciptakan nilai tambah.

#### D. Konsep Barang (*Cargo*)

Perdagangan yang memanfaatkan jasa transportasi laut (*world seaborne trade*) pada umumnya meliputi dua jenis muatan yaitu muatan cair dan kering (*liquid and dry cargo*). Secara spesifik, muatan dapat dibedakan menurut 2 (dua) sudut pandang, berikut ini:



Gambar 1. Klasifikasi muatan/barang

Klasifikasi muatan sebagaimana tampak pada Gambar 1 diatas, dapat dijelaskan sebagai berikut:

1) Menurut kondisi fisiknya (*physical state*), dapat dibedakan menjadi:

- a) Muatan kering (*dry cargo*), yaitu muatan yang bersifat bahan mentah seperti bijih besi, batu bara, biji-bijian, fosfat, bauksit, alumuniun, belerang, dan semen. Meskipun demikian, banyak juga barang-barang setengah jadi maupun jadi yang masuk kategori ini, seperti kayu lapis, barang kelontong dan barang-barang manufaktur.
  - b) Muatan cair (*liquid cargo*), yaitu muatan yang berbentuk cairan sehingga memerlukan tempat khusus pada saat dikapalkan/dipindahkan dari suatu tempat ke tempat lain, seperti minyak mentah, bahan-bahan kimia, LPG atau LNG.
- 2) Menurut bentuk pada saat dikapalkan, dapat dibedakan menjadi:
- a) *Bulk cargo*, yaitu muatan yang secara alamiah tidak dapat dipisahkan/dibagi-bagi pada saat dibongkar/muat dari/ke atas kapal serta tidak memerlukan kemasan atau pembungkus khusus. Selain itu, muatan jenis ini tidak perlu dihitung ke dalam unit-unit kecil karena dalam sekali pengapalan ia dapat memenuhi ruang palkah.
  - b) *General cargo*, yaitu muatan yang bervolume relatif kecil, dapat dihitung ke dalam unit-unit kecil, serta berukuran bervariasi satu dengan yang lain. Muatan jenis ini pada saat dikapalkan ada yang memerlukan kemasan khusus maupun kemasan konvensional yang tidak standar. Muatan yang tidak memerlukan kemasan khusus biasanya dimasukkan ke dalam karung, kantong, kotak karton, bundel, drum, serta kotak kayu.

- 3) Klasifikasi lain, antara lain berdasarkan nilai dari muatan (rendah, sedang, tinggi, jarak pengapalan (domestik dan *ocean going*), dan jenis pengapalan (ekspor-impor, transit).

### **E. Konsep Transportasi Antarmoda**

Transportasi antarmoda adalah transportasi penumpang dan atau barang yang menggunakan lebih dari satu jenis moda transportasi dalam satu perjalanan. Angkutan antarmoda merupakan komponen penting dari sistem logistik, karena angkutan barang dalam aktivitas logistik pada umumnya menggunakan lebih dari satu moda transportasi.

Pengembangan transportasi antarmoda umumnya didasarkan pada sejumlah konsep berikut: (1). Sifat alamiah dan kuantitas komoditi/ penumpang yang dipindahkan; (2). Moda transportasi yang digunakan; (3). Asal tujuan perjalanan; (4). Waktu dan biaya perjalanan; (5). Nilai komoditas/penumpang; dan (6). Frekuensi perjalanan (Wicaksono dan Siswanto, 2014)

### **F. Perilaku Perjalanan**

Perilaku adalah refleksi berbagai macam gejala kejiwaan seperti pengetahuan, sikap, keinginan, kehendak, kepentingan, emosi, motivasi, reaksi, dan persepsi (Notoadmojo dalam Ulfa dkk., 2013).

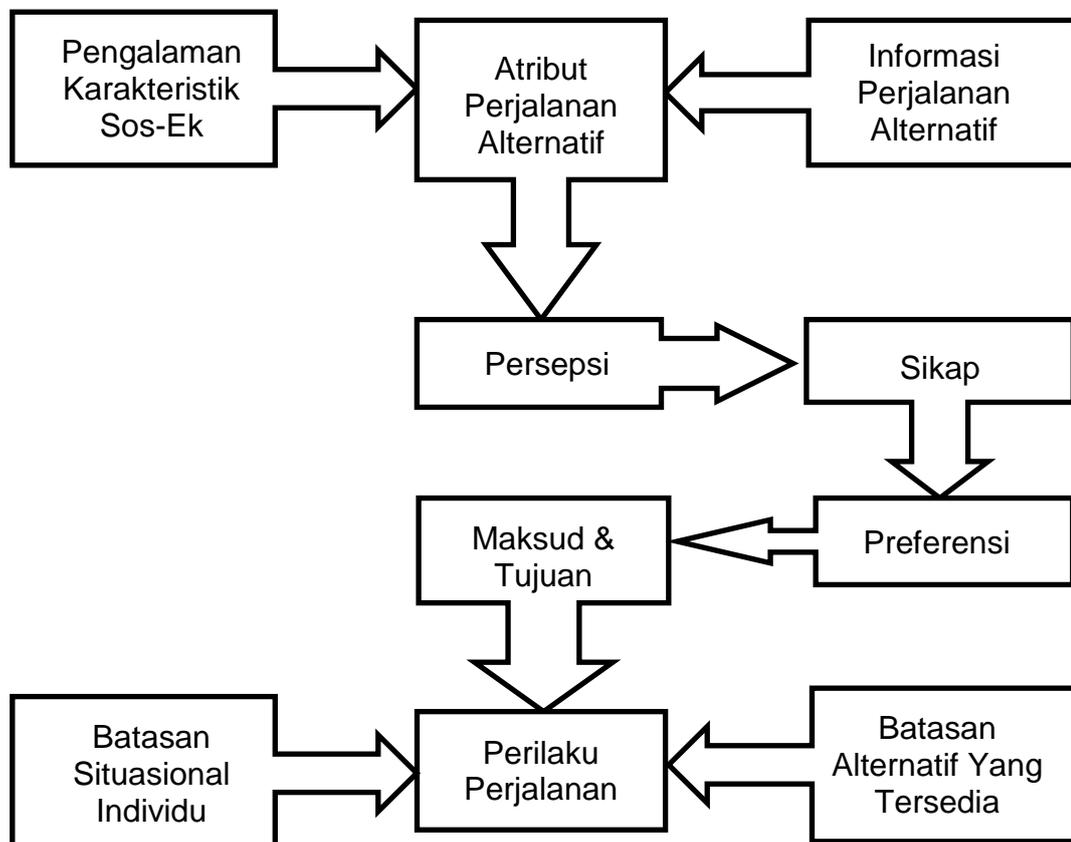
Faktor-faktor yang mempengaruhi perilaku perjalanan terdiri dari beberapa aspek, seperti (1) Aspek Spasial: aksesibilitas, jarak dengan

pusat kota, dan ketersediaan fasilitas lokal; (2) Aspek Demografi Sosial Individu dan Rumah Tangga: jenis kelamin, pendidikan, usia, komposisi rumah tangga, tahapan hidup rumah tangga, kepemilikan SIM, dan kepemilikan kendaraan; (3) Aspek Ekonomi Individu dan Rumah Tangga: status pekerjaan, jenis pekerjaan, pendapatan dan pengeluaran rumah tangga; (4) Alokasi Waktu Aktivitas: bekerja, keperluan pribadi di luar rumah, aktivitas rumah tangga di dalam rumah, aktivitas rumah tangga di luar rumah, dan rekreasi di luar rumah. Hal tersebut dapat teridentifikasi dalam pola perjalanan harian rumah tangga yang meliputi maksud perjalanan, tujuan perjalanan, jarak tempuh, waktu tempuh, frekwensi perjalanan, dan biaya perjalanan. Dari pola perjalanan tersebut akan merepresentasikan perilaku perjalanan yang terjadi.

Perilaku perjalanan berkaitan dengan perilaku manusia dalam menentukan pola perjalanan yang akan dilakukan, dengan terlebih dahulu memutuskan pola aktivitas sehari-hari (Srinivasan, 2004 dalam Manullang dkk., 2014). Aspek perilaku perjalanan terukur yang dipengaruhi oleh lokasi tempat tinggal pada suatu susunan struktur perkotaan, adalah: (1) jarak perjalanan; (2) waktu tempuh perjalanan; (3) biaya perjalanan; (4) frekwensi perjalanan; (5) pemilihan moda (Kitamura dalam Ulfa dkk., 2013).

Atribut dalam permodelan transportasi yang menggunakan pendekatan perilaku (*behavioral*), meliputi 2 sistem utama, yaitu sistem atribut aktivitas pelaku perjalanan dan atribut sistem pelayanannya (Manheim, 1979 dalam Wicaksono dan Siswanto, 2014).

Perilaku perjalanan biasanya dihadapkan pada beberapa alternatif yang paling menonjol, yaitu produk jasa atau moda angkutan apa yang akan digunakan dalam melakukan perjalanan. Dalam menelaah perilaku perjalanan, dibedakan elemen-elemen yang bersifat eksternal (seperti persepsi, sikap, preferensi) (Gleave, 1991 dalam Wicaksono dan Siswanto, 2014). Proses yang mendasari perilaku perjalanan ini ditunjukkan pada gambar 2.



Gambar 2. Perilaku perjalanan individu (sumber: Meinheim, 1979 dalam Wicaksono dan Siswanto, 2014)

## **G. *Random Utility Theory***

*Random Utility Theory* merupakan teori pemodelan pilihan yang pada mulanya dikembangkan oleh para ekonom dan psikolog matematika. Dibidang ekonomi, teori ini dikembangkan oleh Daniel McFadden dan dalam psikologi matematika terutama oleh Duncan Luce dan Anthony Marley. Model ini bertujuan untuk memodelkan pilihan individu diantara diskrit set alternatif (Horowitz, dkk.,1994).

Teori ini mengasumsikan bahwa nilai utilitas yang diperoleh individu dari item A atas item B adalah fungsi dari frekuensi bahwa ia memilih item A daripada item B dalam pilihan berulang. Individu memilih alternatif dengan utilitas tertinggi. Kegunaan dari sebuah alternatif tergantung pada atribut alternatif dan individu yang mengamati dan atribut yang tidak diamati oleh analis. Atribut yang diamati direpresentasikan dalam fungsi utilitas oleh variabel penjelas. Yang tidak teramati direpresentasikan sebagai variabel acak, sehingga disebut “model utilitas acak” atau “*random utility models*” (Horowitz, dkk.,1994).

## **H. Pemilihan Moda dan Rute Transportasi**

### **1. Pemilihan Moda Transportasi**

Pemilihan moda dihipotesiskan akan bergantung pada karakteristik moda yang mencerminkan biaya yang disamakan dengan biaya perjalanan. Faktor penting lainnya yang dapat mempengaruhi pemilihan moda yang dipengaruhi oleh karakteristik moda adalah (1) biaya total dari

tempat asal ke tempat tujuan; (2) waktu perjalanan yang terdiri dari waktu yang dibutuhkan untuk berjalan dari dan ke terminal; (3) tingkat kenyamanan yang berhubungan dengan pilihan alternatif; dan (4) tingkat keselamatan penumpang (Morlok, 1998),

Memilih moda angkutan di daerah bukanlah merupakan proses acak, melainkan dipengaruhi oleh faktor kecepatan, jarak perjalanan, kenyamanan, kesenangan, keandalan, ketersediaan moda, ukuran kota, serta usia, komposisi, dan sosial-ekonomi pelaku perjalanan (Khisty, 2002). Analisis penggunaan moda lazim dilakukan dalam analisis pembangkitan-perjalanan.

Terdapat 3 (tiga) faktor yang mempengaruhi perilaku pelaku perjalanan atau calon pengguna (*trip maker behavior*), yaitu: (1) Faktor Ciri Perjalanan, terdiri dari: ketersediaan/kepemilikan kendaraan pribadi, pemilikan SIM, struktur rumah tangga, tingkat pendapatan dan faktor pribadi lainnya; (2) Faktor Ciri Pergerakan, terdiri dari: tujuan pergerakan, waktu pergerakan dan jarak perjalanan; dan (3) Faktor Ciri Fasilitas Moda Transportasi, terdiri dari: waktu perjalanan, biaya perjalanan yang tersedia dan ketersediaan ruang parkir dan tarif parkir (Tamin, 2000),

Untuk mendapatkan nilai proporsi pada hasil pemodelan pemilihan moda, ditempuh tahapan-tahapan, sebagai berikut (Miro, 2004):

- 1) Tahap I, yakni pengidentifikasian faktor-faktor yang diasumsi berpengaruh secara berarti terhadap perilaku pelaku perjalanan (*trip maker behavior*) dalam menjatuhkan pilihan alternatif alat angkutan yang dipakai. Faktor-faktor tersebut, misalnya:

- a) Faktor Karakteristik Perjalanan, yaitu tujuan perjalanan, waktu perjalanan, dan panjang perjalanan.
  - b) Faktor Karakteristik Pelaku Perjalanan, yaitu pendapatan, kepemilikan kendaraan, kehandalan kendaraan pribadi, kepadatan pemukiman, dan variabel sosio-ekonomi lainnya.
  - c) Karakteristik Sistem Transportasi, yaitu waktu relatif perjalanan, biaya relatif perjalanan. Tingkat pelayanan relatif, tingkat akses dan kehandalan angkutan umum.
  - d) Karakteristik Kota dan Zona, yaitu jarak kediaman dengan tempat kegiatan dan kepadatan penduduk.
- 2) Tahap II, yakni memodelkan nilai kepuasan (*utility*) pelaku perjalanan untuk beberapa pilihan alternatif alat angkutan yang dipakai melalui model analisis regresi linear untuk mendapatkan angka kepuasan menggunakan masing-masing moda. Nilai kepuasan pelaku perjalanan dalam menggunakan moda transportasi dinyatakan dalam persamaan:

$$U = f (V_1, V_2, V_3, \dots, V_n) \dots\dots\dots (1)$$

dimana:

$U$  = nilai kepuasan pelaku perjalanan menggunakan moda transportasi.

$V_1$  s.d  $V_n$  = variabel yang dianggap berpengaruh terhadap nilai kepuasan menggunakan moda transportasi tertentu.

$f$  = hubungan fungsional

- 3) Tahap III, yakni memodelkan peluang (*probability/opportunity*) masing-masing alternatif pilihan moda angkutan yang akan dipakai melalui beberapa model pilihan moda angkutan. Dalam proses perkiraan jumlah perjalanan dengan menggunakan moda transportasi tertentu, beberapa model berikut sering dipakai, yaitu Model Ujung Perjalanan, Model Sintetis, Model Pilihan Multimoda, dan Model Pemilihan Diskrit.
- 4) Tahap IV, yakni mendapati angka proporsi (dalam %) peluang atau pangsa pasar masing-masing moda angkutan untuk dipilih dari sejumlah calon pengguna (*user*) tertentu sebagai perkiraan serta angka mutlaknya. Model fungsi kepuasan dinyatakan dalam persamaan:

$$V_{in}/U = a + \beta_1 x_{in\ 1} + \dots + \beta_k x_{in\ k} + e_{in} \dots\dots\dots (2)$$

dimana:

$V_{in}/U$  = nilai kepuasan pelaku perjalanan menggunakan moda transportasi i (maksimum kepuasan).

$x_{in\ 1}$  s.d  $x_{in\ k}$  = variabel bebas yang mempengaruhi kepuasan maksimum.

$\beta_1$  s.d  $\beta_k$  = koefisien regresi/parameter variabel bebas.

$e_{in}$  = variabel random yang bersifat stokastik dan mengikuti distribusi tertentu.

## 2. Pemilihan Rute Transportasi

Tujuan dari pemilihan rute adalah memodelkan perilaku pelaku perjalanan dalam memilih rute yang menurutnya merupakan rute terbaik

(*the best route*) (Tamin dan Frazila, 1997). Luaran dari pemilihan rute yaitu informasi data arus lalu lintas (*traffic flow information*) pada setiap rute dalam jaringan transportasi (Miro, 2005).

Pemodelan pemilihan rute membutuhkan input data, yaitu (Miro, 2005):

- a. Jarak, biaya dan waktu tiap-tiap ruas dalam jaringan jalan yang menghubungkan zona asal  $i$  dengan zona tujuan  $j$ .
- b. Sebaran perjalanan antar zona berdasarkan Matriks Asal-Tujuan (MAT).
- c. Data kapasitas ruas-ruas jalan dalam jaringan jalan tersebut.
- d. Data jaringan yang menghubungkan pusat-pusat zona dengan rincian tentang waktu perjalanan dan kecepatan rencana.

Model yang dipakai untuk menganalisis pilihan rute dikelompokkan menjadi model *All-or-Nothing*, model Stokastik Murni, model Keseimbangan Wardrop dan model Pengguna Stokastik (Ben-Akiva dan Lerman, 1985).

Seperti pemilihan moda, pemilihan rute tergantung pada alternatif terpendek, tercepat, dan termurah, dan juga diasumsikan bahwa pemakai jalan mempunyai informasi yang cukup (misalnya tentang kemacetan jalan) sehingga mereka dapat menentukan rute yang terbaik (Tamin, 2000).

## I. Metode Gravitasi

Metode gravitasi merupakan bagian dari metode interaksi spasial yang digunakan untuk memperkirakan arus perjalanan antar zona pada masa yang akan datang. Model ini sangat sederhana, diadopsi dari konsep hukum gravitasi Newton, yaitu “gaya tarik-menarik antara 2 benda berbanding lurus dengan massa kedua benda dan berbanding terbalik dengan kuadrat jarak kedua benda tersebut” (Miro, 2006).

Dalam perencanaan transportasi, model gravitasi sering digunakan untuk melihat apakah lokasi berbagai fasilitas transportasi telah berada pada tempat yang benar ataukah tidak.

Bentuk umum model gravitasi, adalah:

$$T_{i-j} = k \cdot \frac{O_i \cdot D_j}{d_{i-j}^2} \dots\dots\dots (3)$$

dimana:

$T_{i-j}$  = jumlah perjalanan dari zona asal  $i$  ke zona tujuan  $j$ .

$O_i$  dan  $D_j$  = banyaknya perjalanan yang dihasilkan dari zona asal  $i$  dan menuju ke zona tujuan  $j$ .

$d_{i-j}^2$  = kuadrat jarak antara  $i$  dan  $j$ .

## J. Metode Detroit

Metode Detroit merupakan salah satu metode untuk memperkirakan Matriks Asal-Tujuan pada masa berdasarkan faktor pertumbuhan. Disebut metode Detroit karena model ini dikembangkan bersamaan dengan pelaksanaan proyek “*Detroit Metropolitan Area Traffic*

Study”.

Metode Detroit secara matematis diformulasikan, sebagai berikut:

$$T_{i-j} = t_{i-j} \frac{E_i \cdot E_j}{E} \dots\dots\dots 23$$

dimana:

$T_{i-j}$  = perkiraan perjalanan pada masa mendatang dari zona  $i$   
ke zona  $j$ .

$t_{i-j}$  = jumlah perjalanan eksisting dari zona  $i$  ke zona  $j$ .

$E_i, E_j$  = faktor-faktor pertumbuhan di zona  $i$  dan zona  $j$ .

$E_i$  = faktor pertumbuhan global.

## K. Metode Regresi Linear

Regresi Linear terdiri dari tunggal dan berganda. Regresi Linear Tunggal digunakan untuk menganalisis persoalan regresi dengan jumlah variabel bebas hanya satu, sedangkan Regresi Linear Berganda bila variabel bebas lebih dari satu (Walpol, 1995). Persamaan umum model ini, adalah:

Regresi Linear Tunggal:

$$Y_i = \alpha + \beta_1 x_1 + E_i \dots\dots\dots (4)$$

Regresi Linear Berganda:

$$Y_i = \alpha + \beta_1 x_1 + \beta_2 x_2 + \dots + \beta_n x_n + E_i \dots\dots\dots (5)$$

dimana:

$Y_i$  = peubah/variabel terikat ke- $i$ .

$\alpha$  = konstanta regresi.

$\beta_1, \beta_2, \beta_n$  = koefisien peubah/variabel.

$x_1, x_2, x_n$  = peubah/variabel bebas ke- $i$

$E_i$  = galat acak.

#### L. Model Regresi Logistik Binomial

Model Regresi Logistik Binomial merupakan salah satu dari model yang dapat digunakan dalam pemilihan diskrit. Pemilihan diskrit dinyatakan sebagai *“the probability of individuals choosing a given option is a function of their socioeconomic characteristics and the relative attractiveness of the option”* (peluang setiap individu memilih suatu pilihan merupakan fungsi ciri sosio-ekonomi dan daya tarik pilihan tersebut) (Tamin, 2008)

Model pemilihan diskrit digunakan untuk menganalisis pilihan pelaku perjalanan dari sekumpulan alternatif pilihan moda yang saling bersaing dan tidak bisa dipilih secara bersama-sama lebih dari satu moda. Model diskrit digunakan untuk menganalisis pilihan pengguna perjalanan untuk memaksimalkan kepuasannya dalam memanfaatkan pelayanan yang diberikan oleh suatu moda transportasi pilihan (Akiva dan Lerman, 1985).

Prosedur model ini diawali dengan menentukan nilai-nilai parameter (koefisien regresi) dari sebuah fungsi kepuasan yang dipengaruhi oleh beberapa variabel bebas. Dalam konsep transportasi, model ini disebut

dengan model pilihan biner (*binary choice model*), yang dinyatakan dengan persamaan:

$$V_{in} = f(x_{in}) \dots\dots\dots (6)$$

atau

$$V_{jn} = f(x_{jn}) \dots\dots\dots (7)$$

dimana:

$V_{in}$  dan  $V_{jn}$  = nilai kepuasan pelaku perjalanan yang mencerminkan perilaku konsumen (*consumer behavior*).

$x_{in}, x_{jn}$  = variabel yang berpengaruh terhadap perilaku untuk memaksimalkan kepuasannya.

$f$  = fungsi matematis.

Sehingga persamaan regresi fungsi kepuasan dimaksud dapat kita bentuk menjadi:

$$V_{in}/U = a + \beta_1 x_{in\ 1} + \dots + \beta_k x_{in\ k} + e_{in} \dots\dots\dots (8)$$

dimana:

$V_{in}/U$  = nilai kepuasan pelaku perjalanan menggunakan moda transportasi i (maksimum kepuasan).

$x_{in\ 1}$  s. d.  $x_{in\ k}$  = variabel bebas yang mempengaruhi kepuasan maksimum.

$\beta_1$  s. d.  $\beta_k$  = koefisien regresi/parameter variabel bebas.

$e_{in}$  = variabel random yang bersifat stokastik dan mengikuti distribusi tertentu.

Setelah nilai  $V_{in}/U$  dan  $V_{jn}/U$  didapat, maka nilai-nilai tersebut dapat dimasukkan ke dalam model pilihan diskrit (biner) diantaranya Model Regresi Logistik Binomial. Model Regresi Logistik Binomial dapat digunakan apabila hanya tersedia 2 (dua) alternatif moda untuk dipilih (moda i dan moda j). Model ini terdiri dari:

a) Model Regresi Logistik Binomial Selisih

Bentuk umum model ini, adalah:

$$P_{(i)} = \frac{e^{\beta x_{in}}}{e^{\beta x_{in}} + e^{\beta x_{jn}}} = \frac{1}{1 + e^{-\beta(x_{in} - x_{jn})}} \dots\dots\dots (9)$$

Sehingga,

$$P_{(j)} = 1 - P_{(i)} \dots\dots\dots (10)$$

Berdasarkan kedua persamaan tersebut, maka persamaan utilitasnya dapat dihasilkan melalui ubahan berikut:

$$\frac{P_i}{1 - P_i} = e^{U_j - U_i} \dots\dots\dots (11)$$

$$\ln \left( \frac{P_i}{1 - P_i} \right) = U_j - U_i \dots\dots\dots (12)$$

dimana:

$$\ln \left( \frac{P_i}{1 - P_i} \right) = Y \dots\dots\dots (13)$$

$$\ln \left( \frac{P_i}{1 - P_i} \right) = \alpha + \beta_1 X_1 + \beta_2 X_2 + \dots + \beta_n X_n \dots\dots\dots (14)$$

$$X_n = (X_{n_j} - X_{n_i}) \dots\dots\dots (15)$$

b) Model Regresi Logistik Binomial Nisbah

Bentuk umum model ini adalah:

$$P_{(i)} = \frac{1}{1 + \alpha \left(\frac{U_i}{U_j}\right)^\beta} \dots\dots\dots (16)$$

Persamaan (13) diatas dapat disederhanakan, menjadi:

$$P_{(i)} \left[ 1 + \alpha \left(\frac{U_i}{U_j}\right)^\beta \right] = 1 \dots\dots\dots (17)$$

$$P_{(i)} + P_i \alpha \left(\frac{U_i}{U_j}\right)^\beta = 1 \dots\dots\dots (18)$$

$$P_i \alpha \left(\frac{U_i}{U_j}\right)^\beta = 1 + P_{(i)} \dots\dots\dots (19)$$

$$\frac{1-P_i}{P_i} = \alpha \left(\frac{U_i}{U_j}\right)^\beta \dots\dots\dots (20)$$

atau dalam bentuk logaritma, yaitu:

$$\text{Log} \left[ \frac{1-P_i}{P_i} \right] = \text{Log} \alpha + \beta \text{Log} \frac{U_i}{U_j} \dots\dots\dots (21)$$

dimana:

$$U_i = X_{b1}, X_{b2} \dots X_{bn}$$

$$U_j = X_{a1}, X_{a2} \dots X_{an}$$

Dimana nilai  $X$  diperoleh berdasarkan atribut-atribut yang menjadi penilaian dalam model pemilihan moda.  $X_b$  untuk moda  $i$ , dan  $X_a$  untuk moda  $j$ . Begitu pula berlaku untuk persamaan:

$$\text{Log} \left[ \frac{1-P_j}{P_j} \right] = \text{Log} \alpha + \beta \text{Log} \frac{U_j}{U_i} \dots\dots\dots (22)$$

### M. Transportasi di Wilayah Kepulauan

Problem pembangunan wilayah kepulauan antara lain dipengaruhi oleh kondisi fasilitas pelayanan di sektor angkutan air (laut dan penyeberangan). Padahal, sektor angkutan air merupakan salah satu

sektor yang sangat berpengaruh untuk pengembangan ekonomi wilayah kepulauan (Lukman, 2004). Untuk itu, diperlukan upaya pengembangan dengan maksud meningkatkan aksesibilitas dan konektivitas antar pulau.

Berdasarkan kondisi geografis kepulauan, maka fokus pengembangan konektivitas mesti diarahkan pada 3 hal, yaitu: (1) konektivitas intra-pulau; (2) konektivitas antar-pulau; dan (3) konektivitas internasional. Konsep ini diyakini akan mampu meningkatkan kelancaran sistem transportasi di wilayah kepulauan yang umumnya berperan ganda, yaitu sebagai angkutan orang sekaligus angkutan barang. (Mappangara, dkk., 2012).

Berkenaan dengan sistem transportasi barang di wilayah kepulauan Indonesia, pada umumnya merupakan jenis barang komoditi bahan pangan, sandang, bangunan, serta bahan baku dan hasil industri lainnya yang diantar-pulaukan dari wilayah Indonesia Bagian Barat (IBB) ke wilayah Indonesia Bagian Timur (IBT). Barang komoditi ini dikirim ke wilayah IBT melalui pelabuhan-pelabuhan utama di pulau Sulawesi, Nusa Tenggara, Maluku, dan Papua seperti Makassar, Ambon, Sorong, dan Jayapura, yang umumnya berasal dari Pelabuhan Tanjung Perak Surabaya dan Pelabuhan Tanjung Priok Jakarta (Siahaan, 2013).

Kondisi infrastruktur pelabuhan khususnya dermaga dan fasilitas bongkar muat (B/M) untuk menunjang proses transportasi dan distribusi barang/komoditi di wilayah IBT sejauh ini belum bisa melayani barang kontener, kecuali pelabuhan khusus kontainer Makassar dan Bitung. Oleh sebab itu, mayoritas pelabuhan-pelabuhan pengumpul dan pengumpan

memerlukan revitalisasi penyesuaian terhadap permintaan muatan kontener.

Proses transportasi barang di wilayah IBT masih dihadapkan dengan keterbatasan luas lahan untuk pengembangan fasilitas sisi darat, kondisi geometrik jalan penghubung ke *hinterland* yang belum diperkuat, komoditi yang belum terkonsentrasi pada suatu wilayah dan pelabuhan, ketidak-seimbangan muatan antara pelabuhan asal dan tujuan sehingga berdampak pada tingginya biaya transportasi logistik (Siahaan, 2013)

Maluku sebagai salah satu wilayah kepulauan di wilayah IBT, juga memiliki problem transportasi yang serius, sehingga berimbas pada kondisi perekonomian daerah. Guna mendorong peningkatan ekonomi, maka telah digagas konsep Trans-Maluku, yaitu suatu konsep tentang arah kebijakan dan pengembangan sistem transportasi wilayah Maluku yang komprehensif, baik darat, laut maupun udara. Hal ini dimaksudkan untuk mengurangi tingginya biaya transportasi dan logistik antar-pulau.

## **N. Penelitian Terdahulu**

Jose Osiris Vidana-Bencomo, Esmail Balal, Jason C. Anderson dan Salvador Hernandez (2018) dalam "*Modeling Route Choice Criteria From Home to Major Streets: A Discrete Choice Approach*", mengembangkan sebuah model pilihan diskrit yang terdiri dari tiga sub-model (NM, MXL dan NLM) untuk menyelidiki kriteria pilihan rute pengemudi yang melakukan perjalanan dari rumahnya di pagi hari menuju titik akses di sepanjang jalan utama yang membatasi Traffic Analysis

Zones (TAZs). Model yang dihasilkan menjadi input bagi perencana transportasi untuk mendistribusikan jumlah total perjalanan berbasis rumah yang dihasilkan di sepanjang jalan utama yang membatasi TAZ.

María Díez-Gutiérrez dan Sahar Babri (2020) dalam *“Explanatory Variables Underlying the Route Choice Decisions of Tourists: The Case of Geiranger Fjord in Norway”*, meneliti tentang pilihan rute untuk perjalanan wisata di Norwegia. Hasil penelitian menunjukkan bahwa wisatawan memilih rute berdasarkan pertimbangan waktu perjalanan, pemandangan di sepanjang jalan, tempat-tempat wisata yang pertama kali dikunjungi, dan aktivitas luar ruangan.

Makoto Tsukai dan Makoto Okumura (2003) dalam *“Analysis of Inter-City Passenger's Route Choice Behavior on Non-Shortest-Time Routes”*, memperkirakan model pilihan rute perjalanan antar-kota dan mengklarifikasi pengaruh LOS pada alternatif rute yang berbeda. Hasil menunjukkan bahwa rute multimoda dengan akses yang panjang harus diperhitungkan dalam perencanaan jaringan.

Marie Karen Anderson, Otto Anker Nielsen dan Carlo Giacomo Prato (2017) dalam *“Multimodal Route Choice Models of Public Transport Passengers in The Greater Copenhagen Area”*, mengungkapkan tentang pilihan rute untuk perjalanan wisata di Denmark, mendapatkan bahwa faktor waktu substitusi antar moda, waktu akses, waktu berjalan kaki, waktu menunggu dan waktu transfer berpengaruh terhadap pilihan rute perjalanan.

Henrik Becker, Francesco Ciari, dan Kay W. Axhausen (2017) dalam *“Modeling Free-Floating Car-Sharing Use in Switzerland A Spatial Regression And Conditional Logit Approach”*, menunjukkan bahwa moda *Free-Floating Car-Sharing* terutama digunakan untuk perjalanan bebas, yang hanya digunakan bila moda transportasi umum terbatas ketersediaannya, sehingga berfungsi untuk menjembatani keterbatasan jaringan transportasi umum yang ada.

M. I. Ramli, Y. Oeda dan T. Sumi (2010) dalam *“Study on Mode Choice Model of Trip for Daily Household Logistic based on Binomial Logit Model”*, mengungkapkan frekuensi perjalanan dalam seminggu dan waktu tempuh menjadi variabel yang signifikan mempengaruhi pilihan moda.

J. O. Poltavskaya dan O. A. Lebedeva (2020) dalam *“Model for Selecting Transportation Option Based on an Analysis Characteristics of The Freight System”*, mengungkapkan pengaruh karakteristik sistem pengangkutan pada pilihan transportasi dengan melibatkan variabel waktu, biaya transportasi dan tingkat pelayanan. Hasil evaluasi menunjukkan bahwa karakteristik utama dari sistem angkutan tersebut secara statistik signifikansi berpengaruh dan memungkinkan untuk menentukan parameter utama yang diperlukan untuk proses pengambilan keputusan di tingkat mikro.

Enkhtsetseg Ganbat dan Hwan-Seong Ki (2015) dalam *“Empirical Study of Multimodal Transport Route Choice Model in Freight Transport between Mongolia and Korea”*, meneliti tentang faktor kunci dari model pemilihan rute dalam sistem transportasi multimoda untuk pengirim

barang antara Mongolia dan Korea. Terdapat 4 faktor utama yang dianalisis, yaitu biaya, waktu pengiriman, layanan barang dan logistik dengan 13 sub faktor. Hasilnya, waktu adalah faktor yang dominan dipertimbangkan oleh forwarder untuk memilih rute transportasi.

Stefan Huber (2017) dalam "*Chain Choice Modelling in Freight Transport Demand Models*", mengungkapkan bahwa terdapat beberapa kesenjangan dalam mengintegrasikan rantai transportasi dalam pemodelan pilihan rantai transportasi barang. Pendekatan pemodelan saat ini belum mengintegrasikan semua aspek yang relevan dengan pilihan rantai transportasi. Oleh sebab itu, penelitian dan pengembangan model ke depan masa depan harus fokus untuk mengatasi kesenjangan tersebut.

Imam Sonny, Sigit P. Hadiwardoyo, Bambang Susantono, Abdellatif Benabdelhafid (2015) dalam "*The Development of A Freight Distribution Model for Connecting Inter-Island Freight Transport*", menggunakan model Furness dan Entropi Maksimum dalam pemodelan arus angkutan antar-pulau di wilayah kepulauan Maluku Utara, menemukan bahwa semakin tinggi biaya perjalanan, semakin rendah jumlah arus transportasi barang antar zona.

Ade Sjafruddin, Harun Al-Rasyid, S. Lubis, Russ Bona Frazila, Dimas B. Dharmowijoyo (2010) dalam "*Policy Evaluation of Multimodal Transportation Network: The Case of Inter-Island Freight Transportation in Indonesia*", membangun model untuk mengevaluasi strategi perencanaan angkutan barang antar-pulau. Model yang dihasilkan telah menunjukkan

validitasnya dalam memperkirakan biaya jaringan transportasi, sehingga dapat dimanfaatkan untuk menilai implikasi dari setiap kebijakan.

Ander Pijon, Oihane Kamara-Esteban, Ainhoa Alonso-Vicario and Cruz E. Borges (2018) dalam *“Transport Choice Modeling for the Evaluation of New Transport Policies”*, menemukan bahwa model dapat memperkirakan dengan benar lebih dari 51% dari perjalanan. Hasil ini telah divalidasi pada data di Provinsi Silesia – Polandia, dan menunjukkan bahwa semua model dapat mempertahankan kemampuan peramalan.

Gökçe Tuğdemir Kök dan Durmuş Ali Deveci (2019) dalam *“Freight Transport Mode Choice with Stated Preference Method: A Systematic Literature Review”*, mengungkapkan bahwa variabel yang paling efektif mempengaruhi pemilihan moda angkutan barang adalah biaya angkutan, waktu angkutan dan kehandalan. Selain itu, telah ditemukan bahwa atribut yang terlibat sebagai variabel efektif dalam memprediksi pilihan moda.

Kevin Hope (2017) dalam *“The Inter-Island Transport System”*, mengkaji *trend* dalam sistem transportasi antar-pulau dan membahas dampaknya pada perekonomian Tobago. Makalah ini menyimpulkan bahwa peningkatan layanan transportasi ke pulau dapat berdampak positif pada peningkatan kegiatan ekonomi.

Adenantha L. Dewa, Nugroho S B Maria, Mudjahirin Thohir dan Indah Susilowati (2018) dalam *“Analysis of Seaports Efficiency in Supporting Inter-Island Transportation”*, menemukan bahwa 4 dari 15 pelabuhan sampel yang dianalisis belum mencapai efisiensi. Penggunaan kapal sebagai moda transportasi karena memiliki fasilitas yang lengkap

sehingga lebih nyaman, mampu memuat barang dalam jumlah besar dengan harga tiket yang terjangkau, dan pengguna biasanya bepergian dalam kelompok.

M. I. Ramli, H. Yatmar, D. B. E. Dharmowijoyo, S. A. Adisasmita, M. Pasra, A. Arif, H. Dwiatmoko dan M. Z. Irawan (2020) dalam "*Passenger's Choice in Responding to Inter-City Railway Operation for Makassar – Parepare Line: A Conditional Logit Model Based on Stated Preference Method*", mengungkapkan Hasil studi menunjukkan bahwa penumpang lebih suka memilih salah satu dari kedua mode perjalanan ketika mode tersebut memiliki waktu tempuh lebih cepat dan biaya perjalanan yang lebih rendah.

Raudah Hakim (2017), dalam "Studi Perjalanan Komuter Pada Wilayah Gugus Pulau di Provinsi Maluku Utara – Studi Kasus Perjalanan Komuter Ternate – Sofifi", menemukan model rantai perjalanan komuter, dimana faktor yang mempengaruhi pilihan moda adalah biaya perjalanan dan waktu perjalanan.

Lu Y., Sun G., Sarkar C., Gou Z., and Xiao Y. (2018) dalam "*Commuting Mode Choice in a High-Density City: Do Land-Use Density and Diversity Matter in Hong Kong?*", menemukan faktor tujuan perjalanan berpengaruh pada pilihan untuk berjalan dan menggunakan transportasi umum daripada pada menggunakan mobil pribadi.

Jessy Tidar Haryamurti, Amirotul dan Dewi Handayani (2017) dalam "Kajian Variabel Pemilihan Rute Berdasarkan Pengguna Jalan Dengan Teknik *Stated Preference* (Studi Kasus Ruas Jalan Ring Road

Utara Kota Surakarta), menemukan faktor yang mempengaruhi pilihan rute adalah keramaian jalan, kenyamanan jalan, persepsi tepi jalan, keberadaan informasi waktu perjalanan, dan waktu perjalanan.

Gimenez-Nadal J. I., Molina J. A., Velilla J. (2012), dalam *“The Commuting Behavior of Workers in The United States: Differences Between The Employed And The Selfemployed”*, menemukan perilaku komuter dalam memilih moda dipengaruhi oleh bentuk tata ruang kota.

Ana Isabel Arencibia, Maria Feo-Valero, Leandro Garcia Menendez, dan Concepcion Roman (2015) dalam *“Modelling Mode Choice For Freight Transport Using Advanced Choice Experiments”*, menemukan faktor utama yang mempengaruhi pilihan moda untuk angkutan barang adalah kemampuan membayar.

Andrew Owen dan David M Levinson (2015) dalam *“Modeling The Commute Mode Share of Transit Using Continuous Accessibility to Jobs”*, menemukan model yang menunjukkan bahwa kontinuitas aksesibilitas komuter sistem transit dapat menjadi alat untuk pemodelan dan peramalan sistem transportasi.

Putu Hermawati, Sakti Adji Adisasmita, Muhammad Isran Ramli dan Sumarni Hamid (2019), dalam *“Choice Models of Trip Chain and Transportation Mode For International Tourist in Tourism Destination Island”*, menemukan untuk perjalanan wisata, para wisatawan akan mempertimbangkan faktor panjangnya rantai perjalanan. Semakin panjang rantai perjalanan, maka akan dipilih moda yang menawarkan biaya yang lebih rendah.

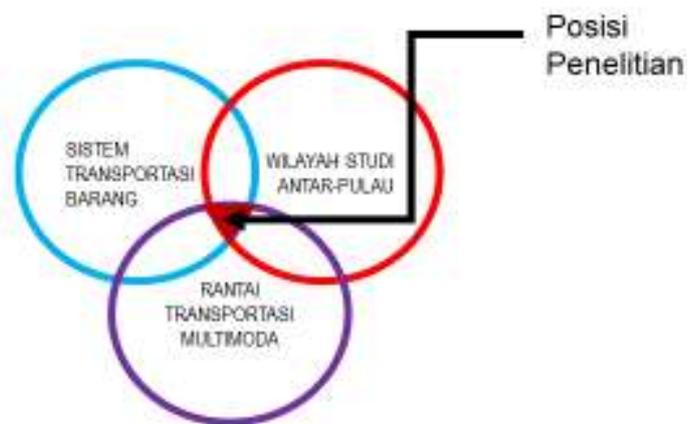
Rusdiansyah (2018), dalam *“Travel Mode Choice Preferences of Urban Commuters in Kuching, Malaysia Based on Stated Preferences Data”*, menemukan bahwa untuk perjalanan komuter, faktor yang berpengaruh dalam pemilihan moda adalah tarif dan kenyamanan didalam moda tersebut.

Crispin Emmanuel D. Diaz (2011), dalam *“Mode Choice of Inter-Island Travellers: Analyzing The Willingness of Ferry Passenger to Shift to Air Transportation”*, menemukan bahwa untuk perjalanan antar pulau, maka pelaku perjalanan cenderung mempertimbangkan faktor tarif, tingkat pendapatan dan tujuan perjalanan.

Perbedaan antara penelitian ini dengan penelitian-penelitian sebelumnya terletak pada aspek:

- 1) Sistem transportasi yang ditinjau adalah transportasi barang;
- 2) Rantai moda terdiri dari moda darat dan penyeberangan (multimoda);  
dan
- 3) Wilayah studi adalah antar-pulau.

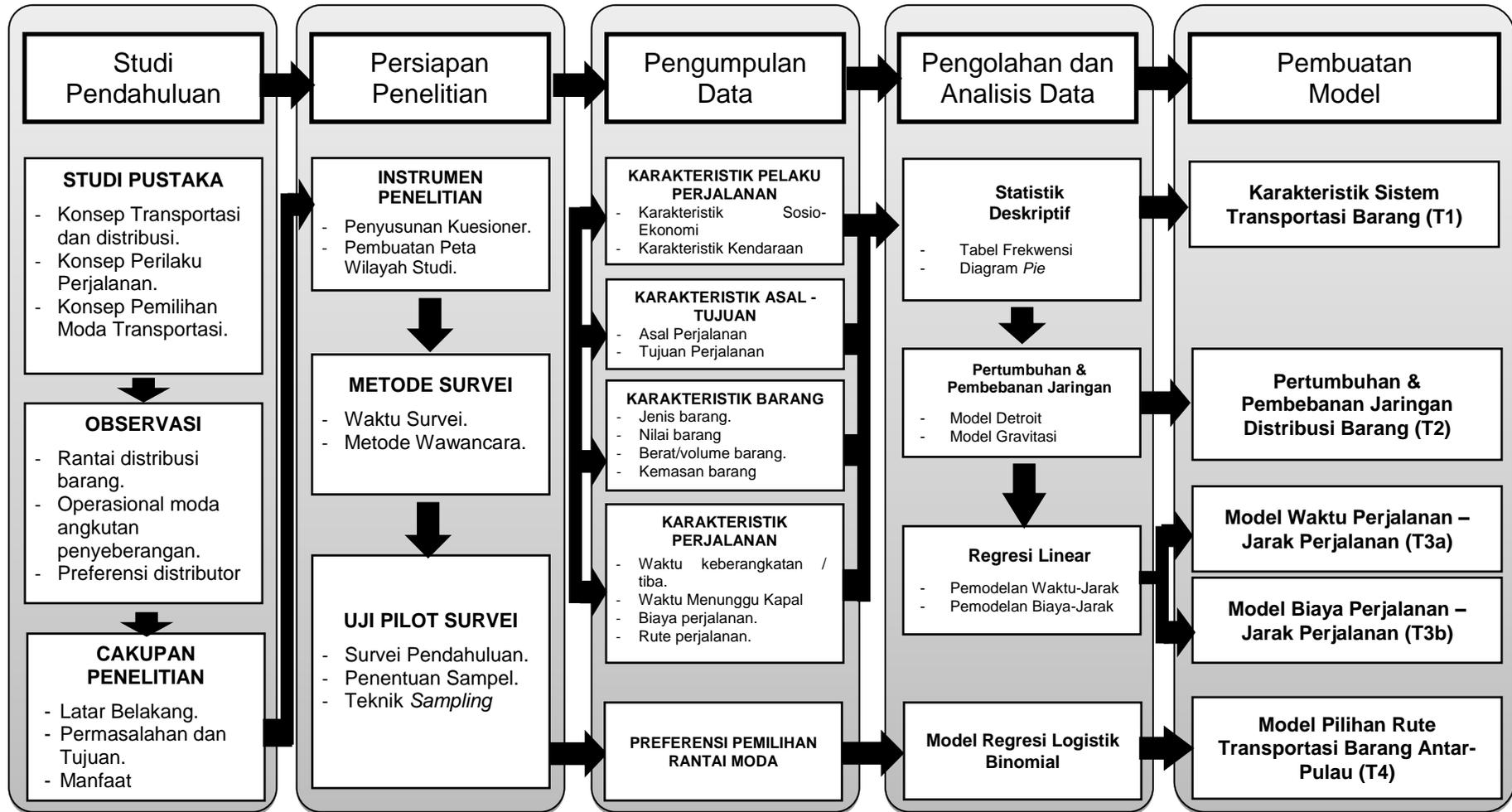
Berdasarkan aspek-aspek tersebut, maka posisi penelitian ini merupakan irisan dari ketiga aspek diatas yang dapat divisualisasikan sebagaimana gambar berikut ini:



Gambar 3. Posisi penelitian

### O. Kerangka Konsep Penelitian

Kerangka konsep penelitian dimaksudkan untuk merumuskan langkah-langkah penelitian mulai dari studi pendahuluan sampai dengan menemukan model yang dapat mengekspresikan pola pemilihan transportasi penyeberangan pada wilayah gugus pulau di Maluku. Kerangka konsep penelitian selengkapnya terdapat pada gambar dibawah ini.



Gambar 4. Kerangka Konseptual Penelitian



Wilayah kepulauan Maluku pada awalnya hanya terdiri dari 1 (satu) wilayah administrasi Provinsi, yaitu Provinsi Maluku. Namun, pada tahun 1999 terjadi pemekaran daerah yang membagi wilayah kepulauan Maluku menjadi 2 (dua) wilayah administrasi Provinsi, yaitu Provinsi Maluku dan Provinsi Maluku Utara.

Wilayah Provinsi Maluku terletak diantara  $2^{\circ}30'$  –  $9^{\circ}$  Lintang Selatan dan  $124^{\circ}$  –  $136^{\circ}$  Bujur Timur, serta berbatasan dengan Laut Seram di sebelah utara, Lautan Indonesia dan Laut Arafura di sebelah selatan, Pulau Guinea di sebelah Timur, dan Pulau Sulawesi di sebelah barat (Utrecht, 1998). Luasnya  $581.376 \text{ km}^2$  (daratan 9,3% dan lautan 90,7%, terdapat 1.340 pulau dan garis pantai  $10.630 \text{ km}^2$ . Pulau-pulau umumnya membentuk gugusan pulau dengan karakteristik struktur wilayah (geografis, fisik dan iklim), sosial kemasyarakatan (sosial, budaya dan etnis) dan tahapan perkembangan ekonomi wilayah beragam (Sitaniapessy, 2002). Peta Provinsi Maluku terdapat pada Gambar 5.



Gambar 6. Peta Provinsi Maluku (sumber: diolah dari [dharapos.com](http://dharapos.com))

Penduduk di Provinsi Maluku pada tahun 2017 diproyeksikan berjumlah 1.744.654 jiwa (BPS Provinsi Maluku, 2018). Tabel 2.1 menunjukkan data jumlah penduduk di Provinsi Maluku menurut Kabupaten/Kota.

Tabel 1. Jumlah penduduk Provinsi Maluku

No.	Kabupaten/Kota	Jumlah penduduk (jiwa)	%
1	Ambon	444.797	25,49
2	Maluku Tengah	371.479	21,29
3	Seram Bagian Timur	111.573	6,40
4	Seram Bagian Barat	170.494	9,77
5	Buru	135.687	7,78
6	Buru Selatan	61.330	3,52
7	Maluku Tenggara	99.284	5,69
8	Maluku Tenggara Barat	111.825	6,41
9	Tual	71.732	4,11
10	Kepulauan Aru	93.780	5,38
11	Maluku Barat Daya	72.673	4,17
	<b>MALUKU</b>	<b>1.744.654</b>	<b>100,00</b>

Data pada tabel tersebut diatas menunjukkan bahwa penduduk Maluku dominan (>50%) bermukim di Kota Ambon (Pulau Ambon), Kabupaten Maluku Tengah, Kabupaten Seram Bagian Barat dan Kabupaten Seram Bagian Timur (Pulau Seram).

Gambaran geografis dan demografis diatas memberi isyarat bahwa transportasi merupakan salah satu bidang yang berperan penting dalam menunjang aktivitas sosial-ekonomi masyarakat dan pembangunan daerah. Data kondisi infrastruktur transportasi di Provinsi Maluku antara lain Jalan Nasional 1.771,67 km, Jalan Provinsi 1.080,30 km, 15 unit kapal

lokal/rakyat, 7 unit kapal penumpang cepat, 18 unit kapal perintis dan 7 unit kapal penumpang Pelni (2017), 23 unit kapal *ro-ro* yang melayani 21 lintasan pelayaran, 13 bandara dan 4 maskapai yang melayani penerbangan di Provinsi Maluku, yaitu Garuda, Lion Air, Wings Air dan Trigana Air.