

TUGAS AKHIR

ANALISIS HUBUNGAN KARAKTERISTIK LALU LINTAS PADA RUAS JALAN ARTERI TIPE 4/2 D DI KOTA MAKASSAR

ANALYSIS OF THE RELATIONSHIP OF TRAFFIC CHARACTERISTICS ON ARTERIAL ROAD TYPE 4/2 D IN MAKASSAR CITY

**DEVY ARFIANTY
D111 16 523**



**PROGRAM SARJANA DEPARTEMEN TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS HASANUDDIN
2021**

LEMBAR PENGESAHAN (TUGAS AKHIR)

**ANALISIS HUBUNGAN KARAKTERISTIK LALU LINTAS PADA RUAS JALAN
ARTERI TIPE 4/2 D DI KOTA MAKASSAR**

Disusun dan diajukan oleh:

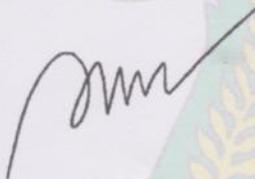
DEVY ARFIANTY

D111 16 523

Telah dipertahankan di hadapan Panitia Ujian yang dibentuk dalam rangka Penyelesaian Studi Program Sarjana Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin pada tanggal 5 Maret 2021 dan dinyatakan telah memenuhi syarat kelulusan

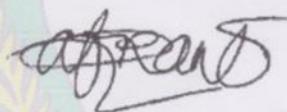
menyetujui,

Pembimbing Utama,



Dr. Ir. Hj. Sumarni Hamid Alv, MT
NIP. 195812281986012001

Pembimbing Pendamping,



Dr. Ir. Syafruddin Rauf, MT
NIP. 195804241987021001

Ketua Program Studi,



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

PERNYATAAN KEASLIAN KARYA ILMIAH

Yang bertanda tangan di bawah ini, nama Devy Arfianty, dengan ini menyatakan bahwa skripsi yang berjudul "**ANALISIS HUBUNGAN KARAKTERISTIK LALU LINTAS PADA RUAS JALAN ARTERI TIPE 4/2 D DI KOTA MAKASSAR**", adalah karya ilmiah penulis sendiri, dan belum pernah digunakan untuk mendapatkan gelar apapun dan dimanapun.

Karya ilmiah ini sepenuhnya milik penulis dan 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.

Gowa, 11 Januari 2021

Yang membuat pernyataan,



Devy Arfianty

NIM: D111 16 523

KATA PENGANTAR

Assalamu'alaikum Warahmatullahi Wabarakatuh

Puji syukur penulis panjatkan kehadirat Allah *Subhanahu Wata'ala* karena atas berkat dan rahmat-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir yang berjudul "Analisi Hubungan Karakteristik Lalu Lintas Pada Ruas Jalan Arteri Tipe 4/2 D di Kota Makassar". Dan tak lupa kami kirimkan shalawat serta salam kepada Nabi Muhammad *Shallallahu Alaihi Wasallam* sebagai idola terbaik sepanjang zaman serta para sahabat dan keluarga beliau dan orang-orang yang senantiasa istiqomah di jalan Islam ini.

Tugas Akhir ini dibuat sebagai salah satu syarat yang harus dipenuhi dalam menyelesaikan studi strata satu pada Departemen Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin. Dalam proses penyusunan Tugas Akhir, tidak dapat dipungkiri banyaknya kesulitan yang dihadapi oleh penulis. Namun dengan berkat dukungan dan bantuan dari berbagai pihak, penulis pun mampu menghadapi kesulitan tersebut.

Selanjutnya dalam penyusunan laporan ini, penulis tak lupa menyampaikan terima kasih yang sebesar-besarnya serta penghargaan yang setinggi-tingginya kepada berbagai pihak yang telah membantu baik secara materil maupun moril, khususnya kepada :

1. Kepada Alm. Ayahanda tercinta dan Ibunda tercinta dan saudara-saudara saya, atas kasih sayang yang diberikan kepada saya dan atas bantuan serta dukungan baik secara moral maupun materi.
2. Bapak **Prof. Dr. Ir. H. Muhammad Arsyad Thaha, M.T.** selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin
3. Bapak **Prof. Dr. H. Muh. Wihardi Tjaronge, S.T., M. Eng.** selaku Ketua Departemen Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin
4. Ibu **Dr. Ir. Sumarni Hamid Aly, MT.** selaku pembimbing I, yang telah meluangkan waktu serta memberikan bimbingan, saran dan nasihat mulai dari awal penelitian hingga penyelesaian tugas akhir ini.
5. Bapak **Dr. Ir. Syafruddin Rauf, MT.** selaku dosen pembimbing II, atas segala kesabaran dan waktu yang diluangkan untuk memberikan bimbingan dan pengarahan hingga terselesainya penulisan ini.
6. Bapak **Dr. Eng. Ir. Muhammad Isran Ramli, S.T., MT.** selaku kepala Labratorium Perkerasan Jalan dan Aspal Universitas Hasanuddin yang telah mengawal dan membimbing selama proses penelitian hingga selesai.
7. Seluruh dosen, staf dan karyawan Fakutlas Teknik Departemen Teknik Sipil Universitas Hasanuddin.

8. Kepada teman-teman di UKMB Unhas yang selalu membantu dan memberi semangat kepada penulis.
9. Kepada teman-teman PATRON 2017, telah bersama selama menempuh perkuliahan.
10. Teman-teman pengurus HMS FT-UH Periode 2019, yang telah memberi warna dan drama dalam perjalanan perkuliahan saya.
11. Kepada saudara Muhammad Hidayat MY yang telah menjadi penyemangat dan selalu memberi dukungan bagi penulis.
12. Sahabat-sahabat saya yang telah menjadi penyemangat dan selalu memberi dukungan untuk menyelesaikan Tugas Akhir ini.
13. Teman-teman, adik-adik, dan kakak-kakak, yang dipersatukan dalam Laboratorium Perkerasan Jalan dan Aspal, yang telah membantu, memberi arahan dan membimbing dalam terselesainya Tugas Akhir ini.
14. Semua pihak yang telah membantu dalam proses penyelesaian tugas akhir ini.

Tiada imbalan yang dapat diberikan penulis selain doa kepada Tuhan Yang Maha Kuasa, yang melimpahkan karunia-Nya kepada kita semua, Aamiin allahumma aamiin. Semoga Tugas Akhir ini dapat bermanfaat bagi dunia Teknik Sipil dan bagi kita semua.

Makassar, 11 Januari 2021

Devy Arfianty

ABSTRAK

Kondisi jalan yang baik dapat memudahkan masyarakat dalam melaksanakan berbagai aktivitas. Salah satu pendukung kondisi prasarana yang cukup baik dalam hal ini adalah kondisi ruas jalannya. Kondisi ruas jalan biasanya dinyatakan dalam ukuran parameter kinerja tertentu, misalnya: arus (volume) lalu lintas, kepadatan, dan kecepatan. Hasil pengukuran masing-masing parameter kinerja ruas jalan dapat digunakan untuk mencari hubungan antara parameter yang dinyatakan dalam persamaan matematik. Berdasarkan hal tersebut, kami mencoba mengkaji model arus lalu lintas pada ruas Jalan Urip Sumohardjo, Jalan Dr. Ratulangi dan Jalan Sultan Alauddin. Tujuan penelitian ini adalah :1) Mencari model Matematis antara Kecepatan-Kepadatan, Volume (Arus)-Kecepatan dan Volume (Arus)-Kepadatan 2) Memilih model yang paling sesuai dengan kondisi lalu lintas yang ada. Hasil penelitian menunjukkan Arus puncak yang terjadi pada Jalan Urip Sumohardjo arah Fly Over sebesar 3268,6 smp/jam pukul 17.00-18.00 WITA di hari Selasa dengan kecepatan sebesar 33,72 km/jam dengan tingkat kepadatan sebesar 75,7 smp/km. Arus puncak pada arah Veteran sebesar 2460,7 smp/jam pukul 17.00-18.00 WITA di hari Selasa dengan Kecepatan 36,12 km/jam dan tingkat kepadatan 48,9 smp/km. Volume puncak Jalan Dr. Ratulangi arah Ratulangi 1304,6 smp/jam pukul 16.00-17.00 WITA di hari Kamis. Kecepatan 32,30 km/jam, tingkat kepadatan 33,5 smp/km. Arus puncak arah Karebosi 1291,2 smp/jam pukul 17.00-18.00 WITA di hari Sabtu. Kecepatan 34,68 km/jam, tingkat kepadatan 46,9 smp/km. Arus puncak Jalan Sultan Alauddin arah Gowa sebesar 1864,9 smp/jam pukul 16.00-17.00 WITA di hari Minggu. Kecepatan 37,82 km/jam tingkat kepadatan 46,9 smp/km. Arus puncak di arah Alauddin 2560,9 smp/jam pukul 13.00-14.00 WITA di hari Selasa. Kecepatan sebesar 43,97 km/jam dengan tingkat kepadatan 73,6 smp/km. Model hubungan antara karakteristik lalu lintas yang sesuai dengan kondisi aktual Jalan Urip Sumohardjo adalah model Greenberg dengan $(r) = 0,803$. Untuk jalan Dr. Ratulangi adalah model Underwood dengan $(r) = 0,687$. Dan untuk jalan Sultan Alauddin adalah model Greenberg dengan $(r) = 0,857$.

Kata Kunci: Model Hubungan, Volume (Arus), Kecepatan, Kepadatan, *Greenshield, Greenberg, dan Underwood.*

ABSTRACT

Good road conditions can make it easier for people to carry out various activities. One of the supporting factors for the good condition of the infrastructure, in this case, is the condition of the roads. Road conditions are usually expressed in terms of certain performance parameters, for example, traffic flow (volume), density, and speed. The measurement results of each road link performance parameter can be used to find the relationship between the parameters stated in the mathematical equation. Based on this, we tried to study the traffic flow model on Urip Sumohardjo street, Dr. Ratulangi street, and Sultan Alauddin street. The objectives of this study are: 1) Finding a mathematical model between Speed-Density, Volume (Flow) -Volume (Flow) -Density 2) Choosing the most suitable model with existing traffic conditions. The results showed that the peak flow that occurred on Urip Sumohardjo street in the direction of Fly Over was 3268.6 smp/hour at 17.00-18.00 WITA on Tuesday at the speed 33.72 km/hour with a density level of 75.7 smp/km. The peak flow in the Veteran direction is 2460.7 smp/hour at 17.00-18.00 WITA on Tuesday with a speed of 36.12 km/hour and a density level of 48.9 smp/km. Peak volume Dr. Ratulangi, with the direction of Ratulangi at 1304.6 smp/hour at 16.00-17.00 WITA on Thursday. Speed 32.30 km/hour, density 33.5 smp /km. The peak flow in the direction of Karebosi 1291.2 smp / hour at 17.00-18.00 WITA on Saturday. Speed 34.68 km/hour, density 46.9 smp/ km. The peak flow of Jalan Sultan Alauddin towards Gowa is 1864.9 smp/ hour at 16.00-17.00 WITA on Sundays. The speed of 37.82 km/hour is the density level of 46.9 smp/km. The peak flow in the direction of Alauddin is 2560.9 smp/hour at 13.00-14.00 WITA on Tuesday. The speed is 43.97 km/hour with a density level of 73.6 smp/km. The model of the relationship between the traffic characteristics in accordance with the actual conditions of Urip Sumohardjo street is the Greenberg model with $(r) = 0.803$. For Dr. Ratulangi is the Underwood model with $(r) = 0.687$. And for the Sultan Alauddin road is Greenberg model with $(r) = 0.857$.

Keywords: Relationship Model, Volume (Flow), Speed, Density, Greenshield, Greenberg, and Underwood.

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN	Error! Bookmark not defined.
PERNYATAAN KEASLIAN KARYA ILMIAH	Error! Bookmark not defined.
KATA PENGANTAR	iii
ABSTRAK	vi
ABSTRACT	vii
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR TABEL	xi
DAFTAR GAMBAR	xiii
BAB 1.PENDAHULUAN.....	1
A.Latar Belakang	1
B.Rumusan Masalah	3
C.Tujuan Penelitian	3
D.Batasan Masalah	4
E.Manfaat Penelitian.....	5
F.Sistematika Penulisan	5
BAB 2.TINJAUAN PUSTAKA.....	7
A.Karakteristik Komponen Lalu Lintas	7
A.1.Karakteristik Sarana.....	7
A.2.Karakteristik Pemakai Jalan.....	10
A.3.Karakteristik Geometrik Jalan	11
B.Karakteristik Arus Lalu Lintas.....	16
B.1.Volume Lalu Lintas.....	17
B.2.Kecepatan Lalu Lintas.....	18
B.3.Kepadatan Lalu Lintas	19
C.Kapasitas Jalan Kota	20
D.Derajat Kejenuhan	25
E.Hambatan Samping.....	26

F. Model Hubungan Volume (Arus), Kecepatan, dan Kepadatan	27
G. Model Hubungan Karakteristik Arus Lalu Lintas	29
G.1. Model Greenshield	29
G.2. Model Greenberg.....	30
G.3. Model Underwood	32
H. Analisa Regresi dan Kolerasi	34
H.1. Analisa Regresi.....	34
H.2. Analisa Korelasi	35
BAB 3. METODOLOGI PENELITIAN.....	36
A. Bagan Alir Metodologi Penelitian	36
B. Penjabaran Garis Besar Tahap Penelitian	37
B.1. Studi Pendahuluan.....	37
C. Pengambilan Data.....	38
C.1. Data Primer.....	38
C.2. Data Sekunder	39
D. Peralatan Survei dan Penempatan Pos Survei	39
D.1. Peralatan Survei	39
D.2. Lokasi Survei	41
D.3. Penempatan Pos Survei	42
E. Teknik Pelaksanaan Survei.....	44
F. Metode Analisa Data	46
F.1. Analisa Data	46
F.2. Analisa Model Hubungan Karakteristik Lalu Lintas	46
F.3. Penentuan Model Hubungan Yang Sesuai	47
F.4. Penarikan Kesimpulan dan Saran.....	47
BAB 4. HASIL DAN PEMBAHASAN	48
A. Karakteristik Lalu Lintas	48
A.1. Volume Lalu Lintas.....	48
A.2. Kecepatan Lalu Lintas.....	55
A.3. Kecepatan Arus Bebas Kendaraan	60
A.4. Kepadatan Lalu Lintas	61

A.5.Kapasitas	64
A.6.Derajat Kejenuhan Ruas Jalan	65
B.Analisa Regresi	69
C.Model Hubungan Karakteristik Lalulintas	71
C.1.Model Hubungan V – S.....	71
C.2.Model Hubungan V – D.....	79
C.3.Model Hubungan S – D.....	82
C.4.Evaluasi Model Hubungan Karakteristik Lalulintas	85
BAB 5.KESIMPULAN DAN SARAN	89
A.KESIMPULAN	89
B.SARAN	91
DAFTAR PUSTAKA	
LAMPIRAN	

DAFTAR TABEL

Tabel 1. Daftar satuan mobil penumpang.....	8
Tabel 2. Emp untuk jalan perkotaan terbagi	17
Tabel 3. Kapasitas Dasar Jalan Kota	21
Tabel 4. Penyesuaian kapasitas untuk pengaruh lebar jalur lalu-lintas untuk jalan perkotaan (FCW)	22
Tabel 5. Faktor penyesuaian kapasitas untuk pengaruh Hambtana Samping dan Jarak Kereb Penghalang (FCsf) jalan perkotaan dengan kereb.....	24
Tabel 6. Faktor penyesuaian kapasitas untuk ukuran kota (FCcs) pada jalan perkotaan	25
Tabel 7. Kelas Hambatan Samping Untuk Jalan Perkotaan.....	26
Tabel 8. Alat Survei dan Fungsinya.....	40
Tabel 9. Jumlah dan Tugas Surveyor Volume Lalu lintas.....	43
Tabel 10. Jumlah dan Tugas Surveyor Kecepatan Lalu lintas.....	43
Tabel 11. Volume Lalu Lintas Rata-rata Jalan Urip Sumohardjo	48
Tabel 12. Volume Lalu Lintas Rata-rata Jalan Dr. Ratulangi.....	50
Tabel 13. Volume Lalu Lintas Rata-rata Jalan Sultan Alauddin.....	53
Tabel 14. Kecepatan Aktual pada Lokasi Survei Ruas Jalan Urip Sumohardjo.....	55
Tabel 15. Kecepatan Aktual pada Lokasi Survei Ruas Jalan Dr. Ratulangi	57
Tabel 16. Kecepatan Aktual pada Lokasi Survei Ruas Jalan Sultan Alauddin.....	58
Tabel 17. Kecepatan Arus Bebas Kendaraan Jalan Urip Sumohardjo	60
Tabel 18. Kecepatan Arus Bebas Kendaraan Jalan Dr. Ratulangi	60
Tabel 19. Kecepatan Arus Bebas Kendaraan Jalan Sultan Alauddin	60
Tabel 20. Kepadatan Lalu Lintas Jalan Urip Sumohardjo.....	61
Tabel 21. Kepadatan Lalu Lintas Jalan Dr. Ratulangi.....	62
Tabel 22. Kepadatan Lalu Lintas Jalan Sultan Alauddin	63
Tabel 23. Kapasitas Ruas Jalan Urip Sumohardjo	64

Tabel 24. Kapasitas Ruas Jalan Dr. Ratulangi	65
Tabel 25. Kapasitas Ruas Jalan Sultan Alauddin	65
Tabel 26. Rekapitulasi Nilai Derajat Kejenuhan	65
Tabel 27. Rekapitulasi Nilai Derajat Kejenuhan	67
Tabel 28. Rekapitulasi Nilai Derajat Kejenuhan	68
Tabel 29. Perhitungan Analisa Regresi	69
Tabel 30. Analisa Data Regresi	70
Tabel 31. Perhitungan Analisa Regresi	71
Tabel 32. Model Hubungan V-S	76
Tabel 33. Model Hubungan V-S	77
Tabel 34. Model Hubungan V-S	78
Tabel 35. Model Hubungan V-D	79
Tabel 36. Model Hubungan V-D	80
Tabel 37. Modul Hubungan V-D	81
Tabel 38. Model Hubungan S-D	82
Tabel 39. Model Hubungan S-D	83
Tabel 40. Model Hubungan S-D	84
Tabel 41. Nilai Volume Maksimum	85
Tabel 42. Nilai Volume Maksimum	86
Tabel 43. Nilai Volume Maksimum	87
Tabel 44. Parameter Statistik Model Hubungan S-V-D	87
Tabel 45. Parameter Statistik Model Hubungan S-V-D	88
Tabel 46. Parameter Statistik Model Hubungan S-V-D	88

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. Hubungan antara volume (arus),kecepatan dan kepadatan..	27
Gambar 2. Diagram Alur Kerja Penelitian	36
Gambar 3. Titik Survei Jalan Urip Sumohardjo	41
Gambar 4. Titik Survei Jalan Dr. Ratulangi	41
Gambar 5. Titik Survei Jalan Sultan Alauddin	42
Gambar 6. Grafik Nilai Rata-rata Arah Fly Over	49
Gambar 7. Grafik Nilai Rata-rata Arah Veteran.....	49
Gambar 8. Grafik Nilai Volume Puncak.....	50
Gambar 9. Grafik Nilai Rata-rata Arah Ratulangi	51
Gambar 10. Grafik Nilai Rata-rata Arah Karebosi	52
Gambar 11. Grafik Nilai Volume Puncak.....	52
Gambar 12. Grafik Nilai Rata-rata Arah Gowa	54
Gambar 13. Grafik Nilai Rata-rata Arah Alauddin.....	54
Gambar 14. Grafik Nilai Volume Puncak.....	55
Gambar 15. Grafik Nilai Kecepatan Rata-rata	56
Gambar 16. Grafik Nilai Kecepatan Rata-rata	58
Gambar 17. Grafik Nilai Kecepatan Rata-rata	59
Gambar 18. Grafik Hubungan V-S Jalan Urip Sumohardjo	76
Gambar 19. Grafik Hubungan V-S Jalan Dr. Ratulangi	77
Gambar 20. Grafik Hubungan V-S Jalan Sultan Alauddin.....	78
Gambar 21. Grafik Hubungan V–D Jalan Urip Sumohardjo	79
Gambar 22. Grafik Hubungan V-D Jalan Dr. Ratulangi	80
Gambar 23. Grafik Hubungan V-D Jalan Sultan Alauddin.....	81
Gambar 24. Grafik Hubungan S-D Jalan Urip Sumohardjo.....	82
Gambar 25. Grafik Hubungan S-D Jalan Dr. Ratulangi	83
Gambar 26. Grafik Hubungan S-D Jalan Sultan Alauddin.....	84

BAB 1. PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Prasarana transportasi jalan memiliki arti sangat penting bagi suatu wilayah, baik bagi masyarakat maupun bagi kepentingan pembangunan wilayah tersebut. Kondisi jalan yang baik dapat memudahkan masyarakat dalam melaksanakan berbagai aktivitas atau kegiatan dan melakukan mobilitas dalam rangka memenuhi kebutuhan hidup dan menjaga kelangsungan hidup mereka. Permasalahan transportasi yang terjadi biasanya timbul karena kebutuhan transportasi lebih besar dari pada prasarana transportasi yang tersedia, atau prasarana tersebut tidak dapat berfungsi sebagaimana mestinya, dengan demikian mengakibatkan tidak optimalnya penggunaan prasarana transportasi tersebut yang pada akhirnya menimbulkan permasalahan transportasi, diantaranya berupa kemacetan lalu lintas.

Pergerakan transportasi di Indonesia kian hari kian bertambah seiring dengan pertumbuhan penduduk dan kebutuhan ekonomi manusia. Dengan meningkatnya aktivitas sehari-hari masyarakat seperti di kota Makassar mengakibatkan meningkatnya penggunaan kendaraan transportasi darat. Pertumbuhan jumlah kendaraan yang begitu cepat tidak sebanding dengan penyediaan sarana penunjang transportasi yang tersedia sehingga kemacetan lalu lintas terjadi di beberapa ruas jalan.

Di kota Makassar terdapat beberapa jalan arteri yang termasuk dalam kategori jalan Nasional diantaranya Jalan Urip Sumohardjo, Jalan Dr. Ratulangi, Jalan Sultan Alauddin. Jalan tersebut merupakan beberapa jalan nasional dengan tipe jalan 4/2D yang dijadikan sebagai penunjang pergerakan lalu lintas di kota Makassar. Pergerakan yang terjadi karena adanya proses pemenuhan kebutuhan dan merupakan aktivitas yang biasanya harus dilakukan setiap hari, yaitu pemenuhan kebutuhan akan pekerjaan, pendidikan, kesehatan, olahraga, belanja, dan rekreasi.

Dari penjelasan tersebut penulis mencoba melakukan penelitian untuk mengetahui karakteristik lalu lintas serta bagaimana model hubungan antar karakteristik lalu lintas tersebut. Pada Jalan Arteri tipe 4/2D yang ada di kota Makassar, dalam hal ini yang terdiri dari volume (Q), kecepatan (V), dan kepadatan (D), bagaimana kapasitas jalan yang terjadi sehingga diharapkan hasilnya bisa dijadikan acuan dalam rangka perbaikan dan peningkatan kualitas jalan tersebut.

Berdasarkan uraian diatas, penulis mencoba mengkaji lebih lanjut permasalahan yang ada pada karakteristik lalu lintas ruas jalan arteri tipe 4/2D di Kota Makassar . Maka penulis bermaksud untuk melakukan penelitian tugas akhir dengan judul **“ANALISIS HUBUNGAN KAREKTERISTIK LALU LINTAS PADA RUAS JALAN ARTERI TIPE 4/2D DI KOTA MAKASSAR”**

B. Rumusan Masalah

Berdasarkan rumusan masalah di atas, tujuan dilakukannya penelitian ini sebagai berikut:

1. Bagaimana karakteristik volume, kecepatan dan kepadatan lalu lintas pada ruas jalan arteri tipe 4/2D di jalan Uri Sumohardjo, jalan Dr. Ratulangi dan jalan Sultan Alauddin.
2. Bagaimana model hubungan volume-kecepatan lalu lintas pada ruas jalan arteri tipe 4/2D di jalan Urip Sumohardjo, jalan Dr. Ratulangi dan jalan Sultan Alauddin.
3. Bagaimana model hubungan volume-kepadatan lalu lintas pada ruas jalan arteri tipe 4/2D di jalan Urip Sumohardjo, jalan Dr. Ratulangi dan jalan Sultan Alauddin.
4. Bagaimana model hubungan kecepatan-kepadatan lalu lintas pada ruas arteri tipe 4/2D di jalan Urip Sumohardjo, jalan Dr. Ratulangi dan jalan Sultan Alauddin.

C. Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah di atas, tujuan dilakukannya penelitian ini sebagai berikut:

1. Menganalisis karakteristik volume, kecepatan dan kepadatan lalu lintas pada ruas jalan arteri tipe 4/2D di jalan Urip Sumohardjo, jalan Dr. Ratulangi dan jalan Sultan Alauddin.

2. Memodelkan hubungan antara karakteristik lalu lintas pada ruas jalan Urip Sumohardjo, jalan Dr. Ratulangi dan jalan Sultan Alauddin dengan berbagai alternative pendekatan model.
3. Memilih/menentukan model yang sesuai dengan kondisi aktual arus lalu lintas yang ada pada jalan arteri tipe 4/2D di jalan Urip Sumohardjo, jalan Dr. Ratulangi dan jalan Sultan Alauddin.

D. Batasan Masalah

Mengingat luasnya permasalahan yang akan timbul pada penulisan ini, maka dalam penulisan tugas akhir ini hanya membahas pada masalah-masalah sebagai berikut:

1. Pembatasan studi ini hanya pada lokasi ruas jalan arteri tipe 4/2D di jalan Urip Sumohardjo , jalan Dr.Ratulangi , dan jalan Sultan Alauddin.
2. Data yang digunakan berupa data Primer yang diperoleh dari hasil survey lapangan.
3. Pengambilan data Primer dilakukan selama empat hari yaitu dua hari kerja (hari Selasa dan hari Kamis) dan dua hari libur kerja (hari Sabtu dan hari Minggu) pada jam puncak yaitu pukul 07.00 – 09.00 WITA, pukul 12.00 – 14.00 WITA, dan pukul 16.00 – 18.00 WITA.
4. Dalam menganalisis hubungan karakteristik lalu lintas digunakan perangkat lunak Microsoft Excell.

5. Pendekatan Model – Model alternatif yang digunakan dalam analisis model hubungan karakteristik arus lalu lintas adalah model Greenshield, model Greenberg, dan model Underwood.

E. Manfaat Penelitian

Berdasarkan penelitian yang dilakukan, diharapkan manfaat yang akan diperoleh sebagai berikut:

1. Memberikan informasi bagi para penelitian dibidang rekayasa transportasi khususnya rekayasa lalu lintas mengenai hubungan karakteristik lalu lintas pada ruas jalan tipe 4/2D di Kota Makassar.
2. Dapat dijadikan data dasar mengenai karakteristik arus lalu lintas dalam melakukan tindakan pengelolaan / penanggulangan permasalahan lalu lintas di Kota Makassar.

F. Sistematika Penulisan

Dalam penulisan tugas akhir ini penulis mencoba mengikuti aturan penulisan karya ilmiah yang benar sesuai dengan EYD, dan mencoba membagi isi dari tugas akhir ini dalam bentuk bab-bab yang merupakan pokok-pokok uraian masalah penelitian yang disusun secara sistematis. Isi per-bab secara garis besar sebagai berikut :

BAB 1 PENDAHULUAN

Bab ini menguraikan latar belakang masalah, rumusan masalah, maksud dan tujuan penulisan, batasan masalah, manfaat penelitian dan sistematika penulisan.

BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA

Bab ini menguraikan teori-teori yang berasal dari buku-buku maupun dari tulisan-tulisan lain yang mendukung pencapaian tujuan penelitian dan teori yang mendukung penemuan jawaban dari rumusan masalah.

BAB 3 METODOLOGI PENELITIAN

Bab ini menguraikan secara rinci tentang metode, bahan penelitian, peralatan penelitian, dan alur penelitian yang dilakukan.

BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN

Bab ini menguraikan hasil penelitian dan pengolahan data serta pembahasannya.

BAB 5 PENUTUP

Bab ini memberikan kesimpulan dari hasil penelitian secara singkat dan jelas sebagai jawaban dari masalah yang diangkat dalam penelitian serta memberikan saran-saran sehubungan dengan analisis yang telah dilakukan.

BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA

A. Karakteristik Komponen Lalu Lintas

A.1. Karakteristik Sarana

Dalam berlalu lintas di jalan raya terdapat berbagai jenis kendaraan yang masing-masing mempunyai ciri tersendiri yang membedakan kendaraan tersebut dengan jenis kendaraan lainnya. Ciri tersendiri dari kendaraan itu kemudian disebut dengan karakteristik kendaraan.

Pada kenyataannya, arus lalu lintas yang ada di lapangan adalah heterogen. Sejumlah Kendaraan berbagai jenis, ukuran, dan sifatnya membentuk sebuah arus lalu lintas. Keragaman ini membentuk karakteristik lalu lintas yang berbeda untuk tiap komposisi dan berpengaruh terhadap arus lalu lintas secara keseluruhan.

Memperhatikan kondisi tersebut, diperlukan suatu besaran untuk menyatakan pengaruh sebuah jenis kendaraan terhadap arus lalu lintas secara keseluruhan. Satuan Mobil Penumpang (smp) merupakan sebuah besaran yang menyatakan ekivalensi pengaruh setiap jenis kendaraan yang dibandingkan terhadap jenis kendaraan penumpang. Dengan besaran ini, setiap kondisi lalu lintas dapat dinilai.

Tabel 1. Daftar satuan mobil penumpang

No.	Jenis Kendaraan	smp
1	Kendaraan ringan	1.00
2	Kendaraan berat	1.20
3	Sepeda motor	0.25
4	Kendaraan tak bermotor	0.80

Sumber : IHCM, 1997

Karakteristik kendaraan akan mempengaruhi kondisi arus lalu lintas pada suatu jalan sehingga karakteristik kendaraan perlu diketahui. Jenis-jenis kendaraan yang biasanya digunakan di Indonesia adalah :

-) Sepeda, becak, kereta dorong, kereta hewan seperti sado, delman, dokar.
-) Sepeda motor, ojek, bajaj.
-) Mobil jeep, taksi, mikrolet, pick up, kendaraan barang ringan (2 as, 4 roda)
-) Bus metro, minibus, bus kota bertingkat.
-) Kendaraan barang sedang (2 as, 6 roda).
-) Kendaraan barang berat (lebih dari 2 as), mobil barang gandengan.

Dari jenis kendaraan di atas maka karakteristik kendaraan dapat dikelompokkan ke dalam fungsi, dimensi , dan keamanan:

a. Fungsi

Fungsi kendaraan pada dasarnya untuk memenuhi kebutuhan akan perpindahan dalam suatu masyarakat, baik manusia maupun barang. Fungsi kendaraan itu sendiri kemudian disesuaikan dengan jenis muatan yang akan diangkutnya. Jadi fungsi kendaraan sebagai alat pengangkut yaitu :

1. Angkutan Pribadi : adalah untuk masing-masing individu dan keluarga yang memiliki kendaraan yang digunakan untuk keperluan pribadi mereka, termasuk di dalam kategori ini adalah kendaraan yang bukan milik pribadi tetapi digunakan secara pribadi, misalnya kendaraan perusahaan, kendaraan dinas, dan kendaraan pegawai.
2. Angkutan Umum : adalah angkutan yang bersedia untuk umum dengan membayar ongkos untuk menggunakan kendaraan tersebut.
3. Angkutan Barang : adalah untuk menurut segala jenis barang dari yang kecil dan bernilai hingga yang besar.

b. Dimensi

Dimensi kendaraan dalam hal ini menyangkut panjang, lebar, dan tinggi. Anjuran depan dan belakang dan panjang alas roda. Di Indonesia telah ditetapkan tinggi maksimum kendaraan adalah 3,5 meter dan lebar maksimum kendaraan 2,25 meter. Dimensi kendaraan mempengaruhi lebar lajur lalu lintas, lebar bahu jalan yang diperkeras, panjang dan lebar

ruang parkir, jarak pandang henti dan menyiap, serta kelengkungan vertikal dan horizontal.

c. Keamanan

Aspek utama lainnya yang berkaitan dengan kendaraan adalah aspek keamanan penumpang maupun barang yang diangkut dengan tujuan untuk menghindari terjadinya kecelakaan dan melindungi kendaraan beserta isinya. Hal ini semata-mata merupakan pertimbangan desain kendaraan.

A.2. Karakteristik Pemakai Jalan

Salah satu dari komponen lalu lintas yang sangat penting adalah pemakai jalan. Pemakai jalan adalah orang yang menggunakan sistem jalan dan dapat mengendalikan pergerakan kendaraan dan dirinya. Adanya dua kelas pemakai jalan yang berbeda, yaitu pengemudi dan pejalan kaki. Jadi penumpang tidak termasuk pemakai jalan. Karakteristik pemakai jalan dapat diringkas sebagai berikut :

-) Karakteristik mental, seperti intelegensia, motivasi, belajar dan emosi.
-) Karakteristik fisik, seperti kekuatan, pendengaran dan perasaan terhadap kestabilan.
-) Waktu reaksi

A.3. Karakteristik Geometrik Jalan

Karakteristik utama jalan yang mempengaruhi kapasitas dan kinerja jalan jika dibebani lalu lintas diperlihatkan dibawah ini. Setiap titik pada jalan tertentu dimana terdapat perubahan penting dalam rencana geometrik, karakteristik lalu lintas atau aktivitas samping jalan menjadi batas segmen jalan.

a. Jalan dua-lajur dua-arah

Tipe jalan ini meliputi semua jalan perkotaan dua-lajur 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 lebih besar 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) :

-) Lebar jalur lalu lintas tujuh meter.
-) Lebar bahu efektif paling sedikit 2 m pada setiap sisi.
-) Tidak ada median.
-) Pemisahan arus lalu lintas 50-50.
-) Hambatan samping rendah.
-) Ukuran kota 1,0-3,0 juta
-) Tipe alinyemen datar.

b. Jalan empat-lajur dua-arah

Tipe jalan ini meliputi semua jalan dua-arah dengan lebar lajur lintas lebih dari 10,5 meter dan kurang dari 16,0 meter.

1. Jalan empat-lajur terbagi (4/2D)

Kondisi dasar tipe jalan ini didefinisikan sebagai berikut (MKJI 1997).

-) Lebar lajur 3,5 meter (lebar lajur lalu lintas total 4,0 meter).
-) Kereb (tanpa bahu).
-) Jarak antara kereb dan penghalang terdekat pada trotoar 2 m.
-) Median
-) Pemisahan arus lalu lintas 50-50.
-) Hambatan samping rendah.
-) Ukuran kota 1,0-3,0 juta.
-) Tipe alinyemen datar.

2. Jalan empat-lajur tak terbagi (4/2UD)

Kondisi dasar tipe jalan ini adalah (MKJI 1997) :

-) Lebar lajur 3,5 meter (lebar jalur lalu lintas 14,0 meter).
-) Kereb (tanpa bahu)
-) Jarak antara kereb penghalang terdekat 2 meter.
-) Tidak ada median.
-) Pemisahan antara lalu lintas 50-50.

-) Hambatan samping rendah.
-) Ukuran kota 1,0-3,0 juta.
-) Tipe alinyemen datar.

c. 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) :

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

d. 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 darimana kecepatan arus bebas dasar dan kapasitas ditentukan didefinisikan sebagai berikut (MKJI 1997) :

-) Lebar jalu lalu lintas tujuh meter.
-) Lebar bahu efektif paling sedikit 2 meter pada setiap sisi.
-) Tidak ada median.
-) Hambatan samping rendah.
-) Ukuran kota 1,0-3,0 juta.
-) Tipe alinyemen dasar.

Di Indonesia dalam rangka meningkatkan efesiensi jaringan jalan dibentuk satu kesatuan jaringan jalan yang hirarkis dengan mengklasifikasikan jalan berdasarkan fungsi yang diatur oleh UU No. 13 tahun 1980, berdasarkan dimensi dan muatan sumbu yang diatur oleh UU No.43 tahun 1993 dan berdasarkan administrasi pembinaannya.

Klasifikasi jalan yang paling sederhana adalah dengan membaginya menjadi jalan utama (kecepatan/volume tinggi) dan jalan minor (akses tinggi). Adapun klasifikasi jalan berdasarkan fungsinya diatur oleh UU No. 13 tahun 1980 tentang jalan, yaitu :

-) Jalan arteri : adalah jalan yang melayani angkutan utama dengan ciri-ciri perjalanan jarak jauh, kecepatan rata-rata tinggi dan jumlah jalan masuk dibatasi secara efisien.
-) Jalan kolektor : adalah jalan yang melayani angkutan pengumpulan/pembagian dengan ciri-ciri perjalanan jarak sedang, kecepatan rata-rata rendah, dan jumlah jalan masuk yang dibatasi.

-) Jalan lokal : adalah jalan yang melayani angkutan setempat dengan ciri-ciri perjalanan jarak dekat, kecepatan rata-rata rendah, dan jumlah jalan masuk yang dibatasi.

Klasifikasi berdasarkan dimensi dan muatan sumbu diatur UU No.43 tahun 1993 tentang prasarana dan lalu lintas jalan membaginya dalam beberapa kelas, yaitu :

-) Jalan kelas I, yaitu jalan arteri yang dapat dilalui kendaraan bermotor termasuk muatan dengan ukuran lebar tidak lebih 2,5 meter, ukuran panjang tidak melebihi 18 meter dan muatan sumbu terberat yang diizinkan adalah 18 ton.
-) Jalan kelas II, yaitu jalan arteri yang dapat dilalui kendaraan bermotor termasuk muatan dengan ukuran lebar tidak lebih 2,5 meter, ukuran panjang tidak melebihi 12 meter dan muatan sumbu terberat yang diizinkan adalah 10 ton.
-) Jalan kelas III A, yaitu jalan arteri atau jalan kolektor yang dapat dilalui kendaraan bermotor termasuk muatan dengan ukuran lebar tidak lebih 2,5 meter dan muatan sumbu terberat yang diizinkan adalah 8 ton.
-) Jalan kelas III B, yaitu jalan kolektor yang dapat dilalui kendaraan bermotor termasuk muatan dengan ukuran lebar tidak lebih dari 2,5 meter, ukuran panjang tidak melebihi 12 meter dan muatan sumbu terberat adalah 8 ton.

-) Jalan III C, yaitu jalan lokal yang dapat dilalui kendaraan bermotor termasuk muatan dengan ukuran lebar tidak melebihi 2,5 meter, ukuran panjang tidak melebihi 9 meter dan muatan sumbu terberat yang diizinkan adalah 8 ton.

Berdasarkan administrasi pembinaan jalan, dimana jalan direncanakan, dibangun, dioperasikan dan dirawat oleh pembina jalan maka dapat diklasifikasikan sebagai berikut :

-) Jalan Negara/Nasional yaitu jalan yang dibina oleh Pemerintah Pusat.
-) Jalan Provinsi yaitu jalan yang dibina oleh Pemerintah Daerah Tingkat I (satu)
-) Jalan Kabupaten/Kotamadya yaitu jalan yang dibina oleh Pemerintah Daerah Tingkat II (dua).

B. Karakteristik Arus Lalu Lintas

Karakteristik arus lalu lintas menjelaskan ciri arus lalu lintas dalam kaitannya dengan volume, kecepatan dan kepadatan lalu lintas, serta hubungannya dengan waktu ruang dan jenis kendaraan yang menggunakan ruang jalan. Karakteristik diperlukan untuk menjadi acuan dalam perencanaan dan manajemen lalu lintas.

Karakteristik arus lalu lintas suatu daerah tergantung dari beberapa faktor yang berhubungan dengan daerah tersebut. Besaran ini bervariasi pada tiap jam dalam sehari, tiap hari dalam sepekan dan tiap bulan dalam

setahun. Dalam penentuan karakteristik arus lalu lintas perkotaan, beberapa jenis kendaraan yang berbeda akan disamakan satuannya dengan melihat faktor ekivalensi mobil penumpang (emp) dari kendaraan tersebut. Ekivalensi mobil penumpang (emp).

Untuk beberapa kondisi ruas jalan perkotaan disajikan secara visual dalam tabel dibawah ini :

Tabel 2. Emp untuk jalan perkotaan terbagi

Tipe Jalan: Jalan Satu Arah dan Jalan Terbagi	Arus Lalu-Lintas per Lajur (Kend/Jam)	Emp	
		HV	MC
Dua-Lajur Satu-Arah (2/1)	0	1,3	0,40
dan Empat-Lajur Terbagi (4/2D)	1050	1,2	0,25
Tiga-Lajur Satu-Arah (3/1)	0	1,3	0,40
dan Enam-Lajur Terbagi (6/2D)	1100	1,2	0,25

Karakteristik utama arus lalu lintas yang digunakan untuk menjelaskan karakteristik lalu lintas adalah sebagai berikut :

1. Volume (q).
2. Kecepatan (v).
3. Kepadatan (k).

B.1. Volume Lalu Lintas

Volume Kendaraan merupakan banyaknya kendaraan yang melintas pada suatu titik tertentu yang dengan kuantitas arus lalu lintas yang selalu berubah - ubah pada tiap - tiap periode tertentu dan

dinyatakan dalam satuan kendaraan/jam atau smp/jam. Arus lalu lintas terbentuk dari pergerakan individu pengendara dan kendaraan yang melakukan interaksi antara yang satu dengan yang lainnya pada ruas jalan dan lingkungannya.

Volume (arus) lalu lintas dinyatakan dengan notasi q adalah jumlah kendaraan yang melewati suatu titik tertentu dalam suatu waktu tertentu. Berdasarkan penyesuaian kendaraan terhadap Satuan Mobil Penumpang (SMP), volume (arus) lalu lintas dapat dihitung dengan rumus (E.K. Marlock, 1991):

$$q = \frac{n}{t} \quad (1)$$

Dimana:

q = Volume lalu lintas (SMP/Jam)

n = Jumlah kendaraan yang melewati titik dalam interval waktu pengamatan

t = Interval waktu pengamatan

B.2. Kecepatan Lalu Lintas

Kecepatan didefinisikan sebagai laju dari suatu pergerakan kendaraan dihitung dalam jarak per satuan waktu. Dalam pergerakan arus lalu lintas, tiap kendaraan berjalan pada jalan yang berbeda. Dengan demikian dalam arus lalu lintas tidak dikenal karakteristik kecepatan kendaraan tunggal. Dari distribusi tersebut, jumlah rata-rata atau nilai tipikal dapat digunakan untuk mengetahui karakteristik dari arus lalu lintas.

MKJI 1997 menggunakan kecepatan tempuh sebagai ukuran utama kinerja segmen jalan, karena mudah dimengerti dan diukur dan merupakan masukan yang penting untuk biaya pemakai jalan dalam analisa ekonomi. Kecepatan tempuh didefinisikan dalam MKJI 1997 sebagai kecepatan rata – rata ruang dari endaraan ringan (LV) sepanjang segmen jalan. Persamaan untuk menentukan kecepatan (MKJI, 1997):

$$V = \frac{L}{TT} \quad (2)$$

Dimana:

V = Kecepatan tempuh yaitu kecepatan rata – rata (km/jam) arus lalu lintas dihitung dari panjang jalan dibagi waktu tempuh rata-rata kendaraan yang melalui segmen jalan.

L = Panjang jalan yang diamati,

TT = Waktu tempuh yaitu waktu rata – rata yang digunakan kendaraan menempuh segmen jalan dengan panjang tertentu (detik).

B.3. Kepadatan Lalu Lintas

Kepadatan lalu lintas adalah jumlah kendaraan yang lewat pada suatu bagian tertentu dari sebuah jalur jalan dalam satu atau dua arah selama jangka waktu tertentu, keadaan jalan serta lalu lintas tertentu pula.

Untuk menghitung kepadatan lalu lintas digunakan persamaan (E.K. Marlock, 1991):

$$k = \frac{q}{u} \quad (3)$$

Dimana:

K = kepadatan lalu lintas (Smp/km)

q = volume lalu lintas (Smp/Jam)

u = kecepatan rata-rata lalu lintas (Km/Jam)

C. Kapasitas Jalan Kota

Kapasitas dapat didefinisikan sebagai tingkat arus maksimum dimana kendaraan dapat diharapkan untuk melalui suatu potongan jalan pada periode waktu tertentu untuk kondisi jalur/jalan, lalulintas, pengendalian lalulintas dan kondisi cuaca yang berlaku. Untuk jalan tak terbagi, analisa dilakukan pada kedua arah lalulintas. Untuk jalan terbagi, analisa dilakukan terpisah pada masing-masing arah lalulintas, seolah-olah masing-masing arah merupakan jalan satu arah yang terpisah. Kapasitas jalan dihitung dengan rumus:

$$C = C_o \times FC_w \times FC_S \times FC_S \times FC_C \quad (4)$$

Dimana:

c = Kapasitas (smp/jam)

C_o = Dasar (smp/jam)

FC_w = Faktor penyesuaian lebar jalur lalulintas

FC_{sp} = Faktor penyesuaian pemisah arah

FC_{sf} = Faktor penyesuaian hambatan samping

FC_{cs} = Faktor Penyesuaian ukuran kota

a. Penentuan Kapasitas Dasar

Dasar Penentuan kapasitas dasar dapat dihitung dapat dihitung dengan menggunakan tabel:

Tabel 3. Kapasitas Dasar Jalan Kota

Tipe Jalan	Kapasitas dasar (smp/jam)	Catatan
Empat-lajur terbagi atau Jalan satu-arah	1650	Per lajur
Empat-lajur tak-terbagi	1500	Per lajur
Dua-lajur tak-terbagi	2900	Total dua arah

(Sumber: MKJI 1997)

Kapasitas jalan lebih dari empat lajur (banyak jalur) dapat ditemukan dengan menggunakan kapasitas per lajur yang diberikan pada table 3, walaupun per lajur tersebut mempunyai lebar yang tidak standar.

b. Penentuan Faktot Penyesuaian Kapasitas Untuk Lebar Jalur Lalu Lintas (FCw)

1. Jalan dengan bahu

Dengan penentuan kapasitas dasar jalan perkotaan, selanjutnya perlu pula ditentukan faktor penyesuaian kapasitas jalan perkotaan untuk pengaruh hambatan samping dan lebar bahu

(FC_{sf}) pada jalan perkotaan dengan bahu. Faktor penyesuaian tersebut dapat dilihat pada table 4 sebagai berikut:

Tabel 4. Penyesuaian kapasitas untuk pengaruh lebar jalur lalu-lintas untuk jalan perkotaan (FC_w)

Tipe Jalan	Lebar jalur lalu-lintas efektif (W_C) (m)	FC_w
Empat-lajur terbagi atau Jalan satu-arah	Per lajur	
	3,00	0,92
	3,25	0,96
	3,50	1,00
	3,75	1,04
	4,00	1,08
Empat-lajur tak-terbagi	Per lajur	
	3,00	0,91
	3,25	0,95
	3,50	1,00
	3,75	1,05
	4,00	1,09
Dua-lajur tak- terbagi	Total dua arah	
	5	0,56
	6	0,87
	7	1,00
	8	1,14
	9	1,25
	10	1,29
11	1,34	

(Sumber: MKJI 1997)

2. Jalan dengan kereb

Kereb sebagai batas antara jalur lalu-lintas dan trotoar berpengaruh terhadap dampak hambatan samping pada kapasitas dan kecepatan. Kapasitas jalan dengan kereb lebih kecil dari jalan dengan bahu (MKJI 1997).

Kereb adalah penonjolan/peninggian tepi perkerasan atau bahu jalan yang dimaksudkan untuk keperluan drainase, mencegah keluarnya kendaraan dari tepi perkerasan dan memberikan ketegasan tepi pekerasan (Sukirman, 1994).

Penentuan faktor penyesuaian kapasitas untuk hambatan samping (FC_{sf}) dapat dilihat pada tabel 5.

3. Faktor penyesuaian kapasitas FC_{sf} untuk jalan enam lajur

Faktor penyusaian kapasitas untuk enam lajur dapat ditentukan dengan menggunakan nilai FC_{sf} untuk jalan enam lajur yang diberikan pada tabel 5 sebagaimana rumus dibawah ini (MKJI, 1997):

$$FC_{6,SF} = 1 - 0,8 (1 - FC_{4,SF}) \quad (5)$$

Dimana:

$FC_{6,SF}$ = Faktor penyesuaian kapasitas untuk enam – lajur

$FC_{4,SF}$) = Faktor penyesuaian kapasitas untuk empat – lajur

Tabel 5. Faktor penyesuaian kapasitas untuk pengaruh Hambtana Samping dan Jarak Kereb Penghalang (FC_{sf}) jalan perkotaan dengan kereb.

Tipe Jalan	Kelas hambatan samping	Faktor penyesuaian untuk hambatan sampan dan jarak kereb penghalang FC_{sf}			
		Jarak kereb penghalang Wk			
		0,5	1,0	1,5	2,0
4/2 D	VL	0,95	0,97	0,99	1,01
	L	0,94	0,96	0,98	1,00
	M	0,91	0,93	0,95	0,98
	H	0,86	0,89	0,92	0,95
	VH	0,81	0,85	0,88	0,92
4/2 UD	VL	0,95	0,97	0,99	1,01
	L	0,93	0,95	0,97	1,00
	M	0,90	0,92	0,95	0,97
	H	0,84	0,87	0,90	0,93
	VH	0,77	0,81	0,85	0,90
2/2 UD	VL	0,93	0,95	0,97	0,99
	L	0,90	0,92	0,95	0,97
	M	0,86	0,88	0,91	0,94
	H	0,78	0,81	0,84	0,88
	VH	0,68	0,72	0,77	0,82

(Sumber: MKJI 1997)

4. Faktor Penyesuaian kapasitas untuk ukuran kota (FC_{cs})

Berdasarkan tabel dibawah ini dapat ini dapat ditentukan faktor penyesuaian untuk ukuran kota sebagai fungsi jumlah penduduk (juta):

Tabel 6. Faktor penyesuaian kapasitas untuk ukuran kota (FC_{CS}) pada jalan perkotaan

Ukuran Kota (juta penduduk)	Faktor Penyesuaian Untuk Ukuran Kota
< 0,1	0,86
0,1 – 0,5	0,90
0,5 – 1,0	0,94
1,0 – 3,0	1,00
> 3,0	1,04

(Sumber: MKJI 1997)

D. Derajat Kejenuhan

Derajat kejenuhan menggunakan kapasitas (C) maka dapat dihitung ratio antara Q dan C, yaitu derajat kejenuhan sebagaimana rumus dibawah ini (MKJI, 1997):

$$D = Q/C \quad (6)$$

Dimana:

DS = Derajat kejenuhan

Q = Arus kendaraan total dalam waktu tertentu (smp/jam)

C = Kapasitas jalan (smp/jam)

Untuk penelian perilaku lalu lintas yang palin cepat untuk menilai hasilnya adalah dengan melihat derajat kejenuhan yang diamati dan membandingkannya dengan pertumbuhan lalu lintas tahunan dan umur

fungsional yang diinginkan dari segmen jalan tersebut. Apabila dari perhitungan dengan menggunakan rumus diatas didapat angka derajat kejenuhan ($DS < 0,75$) maka bisa disimpulkan bahwa jalan masih dapat melayani kendaraan yang melewatinya dengan baik. Sedangkan apabila dari perhitungan dapat nilai $DS \geq 0,75$ maka bisa dipastikan bahwa jalan sudah tidak mampu melayani kendaraan yang melewatinya.

E. Hambatan Samping

Untuk mengetahui hambatan samping suatu jalan dapat dilihat pada table dibawah ini:

Tabel 7. Kelas Hambatan Samping Untuk Jalan Perkotaan

Kelas hambatan samping (SFC)	Kode	Jumlah kejadian berbot per 200 m per jam (dua sisi)	Kondisi
Sangat rendah	VL	< 100	Daerah pemukiman; jalan dengan jalan samping.
Rendah	L	100 – 299	Daerah pemukiman; beberapa kendaraan umum.
Sedang	M	300 – 499	Daerah industri; beberapa toko disisi jalan.
Tinggi	H	500 – 899	Daerah komersial; aktifitas sisi jalan tinggi.
Sangat tinggi	VH	> 900	Daerah komersial dengan aktifitas pasar samping.

(Sumber: MKJI 1997)

F. Model Hubungan Volume (Arus), Kecepatan, dan Kepadatan

Hubungan matematis antara volume (arus), kecepatan dan kepadatan didasarkan pada rumus dasar :

$$V = D \cdot S \quad (7)$$

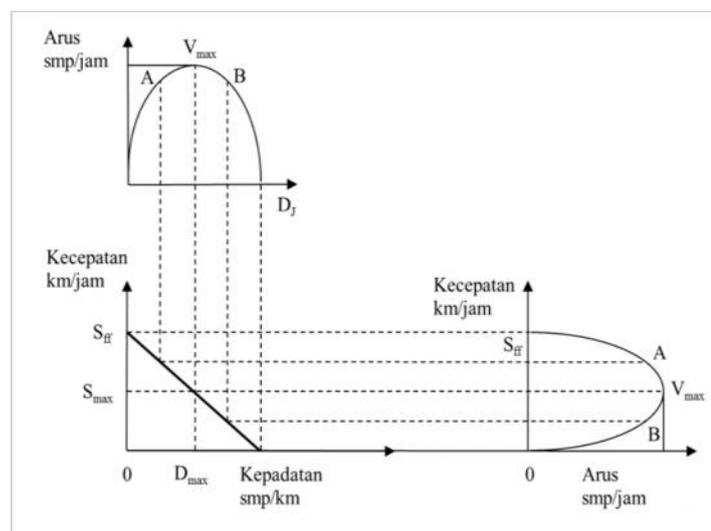
Dimana :

V = Volume (smp/jam)

D = Kepadatan (smp/km)

S = Kecepatan (km/jam)

Gambar 1 memperlihatkan bentuk umum hubungan matematis antara Kecepatan-Kepadatan (S-D), Volume-Kepadatan (V-D), dan Volume-Kecepatan (V-S).



Gambar 1. Hubungan antara volume (arus), kecepatan dan kepadatan.

Dimana :

V_m = Volume maksimum (smp/jam);

S_{ff} = Kecepatan pada kondisi arus bebas atau kecepatan pada kondisi volume lalu lintas sangat rendah (km/jam);

D_j = Kepadatan pada kondisi arus lalu lintas macet total (smp/km);

S_m = Kecepatan maksimum (km/jam).

Model dari hubungan antara volume (arus), kecepatan dan kepadatan seperti terlihat pada gambar 1 dapat dijelaskan sebagai berikut :

1. Pada kondisi kepadatan mendekati angka nol, volume (arus) lalu lintas juga mendekati nol, dengan asumsi seakan- akan tidak terdapat kendaraan bergerak.
2. Apabila kepadatan naik dari angka nol, maka volume (arus) juga naik. Pada suatu kepadatan tertentu akan tercapai suatu titik dimana bertambahnya kepadatan akan membuat arus menjadi turun.
3. Pada kondisi kepadatan mencapai kondisi maksimum (kepadatan kondisi macet) kecepatan perjalanan akan mendekati nilai nol, demikian pula arus lalu lintas akan mendekati nilai nol karena tidak memungkinkan kendaraan untuk dapat bergerak lagi.

Hubungan matematis ketiga parameter arus lalu lintas diatas dapat diukur dan dianalisa hubungannya dengan tiga pendekatan model

matematis yaitu model linear oleh Greenshield, model logaritmik oleh Greenberg, dan model eksponensial oleh Underwood.

G. Model Hubungan Karakteristik Arus Lalu Lintas

Studi hubungan arus lalu lintas telah banyak dilakukan oleh para ahli transportasi. Hasil studi ini dituangkan dalam model matematis. Beberapa model yang dikenal antara lain: model *Greenshield*, model *Greenberg* dan model *Underwood*.

G.1. Model Greenshield

Greenshields menyimpulkan bahwa hubungan antara kecepatan rata-rata ruang (space mean speed) dengan kerapatan kendaraan dalam suatu arus lalu lintas adalah linear. Hubungan ini dapat dilihat pada persamaan berikut (Liputo & Ramli, 2007, Ali & Ramli, 2006).

$$U_s = U_f - \frac{U_f}{K_j} \cdot k \quad (8)$$

Dimana:

U_s = kecepatan rata-rata ruang (km/jam)

U_f = kecepatan pada kondisi arus bebas (km/jam)

k = kepadatan (smp/jam)

K_j = kepadatan macet (smp/jam)

Hubungan antara q dan U_s diperoleh dengan mensubstitusikan nilai $k = q/U$ pada persamaan (8) di atas, maka didapat persamaan.

$$q = U_f \cdot k - \frac{U_f}{K_j} \cdot k \quad (9)$$

Persamaan selanjutnya adalah hubungan antara q dan k yang diperoleh dari substitusi persamaan (9) dengan persamaan (8). Hasil penyelesaian ini diperoleh sebuah persamaan parabola sebagai berikut.

$$q = U_f \cdot k - \frac{U_f}{K_j} \cdot k^2 \quad (10)$$

Pada prinsipnya pemakaian model Greenshields ini memerlukan pengetahuan tentang parameter kecepatan arus bebas (S_f) dan kepadatan (D_j) dalam menyelesaikan secara numerik hubungan kecepatan dengan kepadatan. Kecepatan arus bebas relatif mudah diestimasi dilapangan dan umumnya bernilai antara kecepatan batas dengan kecepatan rencana. Kepadatan macet agak sulit diperoleh dilapangan, tetapi biasanya bernilai 185 s/d 250 kendaraan per mil per lajur dengan anggapan bahwa kendaraan yang berhenti menempati ruang jalan 21 s/d 28 ft.

G.2. Model Greenberg

Greenberg merumuskan bahwa hubungan antara kecepatan rata – rata ruang dan kepadatan kendaraan bukan merupakan hubungan linear melainkan merupakan fungsi logaritmik. Dasar rumusan Greenberg adalah sebagai berikut (Liputo & Ramli, 2007, Ali & Ramli, 2006).

$$k = c \cdot e^{b \cdot U} \quad (11)$$

dengan konstanta C dan b merupakan nilai konstan.

Apabila kedua ruas dinyatakan dalam bentuk logaritma naturalis, maka persamaan (11) menjadi.

$$\ln(k) = c \cdot e^{b \cdot U} \quad (12)$$

$$\ln(k) = \ln(c) + b \cdot Us \quad (13)$$

$$b \cdot Us = \ln(k) - \ln(c) \quad (14)$$

$$Us = \frac{1}{b} \cdot \ln(k) - \frac{1}{b} \cdot \ln(c) \quad (15)$$

Fungsi tersebut diatas analog dengan fungsi linear antara Us dengan $\ln(k)$, sehingga apabila nilai $y = Us$ dan nilai $x = \ln(k)$, maka $y = Ax - B$. Dengan $A = \frac{1}{b}$ dan $B = \frac{1}{b} \ln(c)$, sehingga $c = e^{-b \cdot A}$. Oleh karena itu hubungan antara Us dan k adalah sebagai berikut .

$$Us = \frac{1}{b} \cdot \ln(k) - \frac{1}{b} \cdot \ln(c) \quad (16)$$

Selanjutnya hubungan antara q dan Us didapat dengan mensubstitusikan nilai $k = q/u$ ke persamaan (11), sehingga didapat persamaan:

$$q = Us \cdot e^{(U - B) / A} \quad (17)$$

Persamaan selanjutnya adalah hubungan antara q dan k didapat dengan substitusi $Us = q/k$ pada persamaan 11, maka didapat persamaan.

$$k = c \cdot e^{b \cdot (q/k)} \quad (18)$$

Selanjutnya apabila kedua ruas dinyatakan dalam fungsi logaritma naturalis, maka didapat persamaan.

$$\ln(k) = \ln(c \cdot e^{b \cdot (q/k)}) \quad (19)$$

$$\ln(k) = \frac{b \cdot q}{k} + \ln(c) \quad (20)$$

$$q = \frac{1}{b} \cdot k \cdot \ln(k) - \frac{1}{b} \cdot k \cdot \ln(c) \quad (21)$$

Dengan substitusi $A = 1/b$ dan didapat persamaan.

$$q = A \cdot k \cdot \ln(k) - \frac{B}{A} \cdot k \quad (22)$$

Pada prinsipnya pemakaian model Greenberg memerlukan pengetahuan tentang parameter kecepatan optimum dan kerapatan pada saat macet. Seperti halnya dengan metode Greenshields, kerapatan macet sangat sulit diamati dilapangan dan estimasi terhadap kecepatan optimum lebih sulit diperkirakan pada saat arus bebas. Estimasi kasar untuk menentukan kecepatan optimum adalah kurang lebih setengah dari kecepatan rencana. Selain itu kelemahan lain dari metode ini adalah kecepatan arus bebas tidak terbatas.

G.3. Model Underwood

Model ketiga diusulkan oleh Underwood yang mengembangkan bahwa hubungan antara U_s dan k adalah merupakan fungsi logaritmik. Metode Underwood memerlukan pengetahuan tentang kecepatan arus bebas yang agak mudah diamati dan kepadatan optimum yang sulit diamati serta bervariasi tergantung pada lingkungan jalan. Kelemahan dari metode Underwood adalah kecepatan yang tidak pernah mencapai nol dan kerapatan macet yang tidak terbatas. Persamaan dasar yang digunakan adalah (Liputo & Ramli, 2007, Ali & Ramli, 2006) :

$$Us = Uf. e^{-k/k} \quad (23)$$

dimana kc adalah kerapatan pada saat keadaan q maksimum. Selanjutnya dengan maksud untuk melinierkan maka kedua ruas dinyatakan dalam fungsi logaritma natural, sehingga diperoleh persamaan.

$$\ln(Us) = \ln (uf.^{-k/k}) \quad (24)$$

$$\ln(Us) = -\frac{1}{k}. k + \ln (Uf) \quad (25)$$

Persamaan ini analog dengan persamaan linier $y = A + B$ dengan $y = \ln (U)$ dan $x = k$, maka $k = -\frac{1}{A}$ dan $B = \ln (U)$ atau $U = e^B$. Hubungan antara q dan k didapat dengan substitusi $Us = q/k$

pada persamaan 23, dan diperoleh.

$$\frac{q}{k} = Uf. e^{-k/k} \quad (26)$$

$$q = k.Uf. e^{-k/k} \quad (27)$$

Selanjutnya dengan substitusi $Uf = e^B$ dan $kc = -\frac{1}{A}$ didapatkan

$$q = k. e^B. e^{-k/(-1/A)} \quad (28)$$

$$q = k. e^{B-A} \quad (29)$$

Hubungan antara q dengan Us diperoleh dengan substitusi $k = q/U$ pada persamaan 23, dan diperoleh persamaan.

$$Us = Uf. e^{-q.U/k} \quad (30)$$

Apabila kedua ruas dinyatakan dalam fungsi logaritma naturalis, maka diperoleh persamaan.

$$\ln(U_s) = \ln(U_f \cdot e^{-q/u.k}) \quad (31)$$

$$\ln(U_s) = -\frac{q}{U.k} + \ln(U_f) \quad (32)$$

atau

$$q = -U_s.K.c.\ln(U_s) + U_s. K.c. \ln(U_f) \quad (33)$$

Dengan mensubstitusikan $k = 1/A$ dan $\ln(U) = B$ maka didapat persamaan.

$$q = \frac{U}{A} \cdot \ln(U) - \frac{B}{A} \cdot U \quad (34)$$

H. Analisa Regresi dan Kolerasi

H.1. Analisa Regresi

Pemodelan volume lalu lintas yang umum digunakan untuk menentukan karakteristik kecepatan dan kerapatan adalah regresi linier. Analisa ini dilakukan dengan meminimalkan total nilai perbedaan kuadratis antara observasi dan nilai perkiraan dari variabel yang tidak bebas (dependent) ,linier terhadap perubah bebasnya (independent variable). Bila variabel tidak bebas linier terhadap variabel bebas, maka hubungan dari kedua variabel itu dikenal dengan analisa regresi linier.

Bila variabel tidak bebas y dan variabel bebas x mempunyai hubungan linier, maka fungsi regresinya :

$$Y = AX + B \quad (35)$$

Besarnya konstanta A dan B dapat dicari dengan persamaan-persamaan di bawah ini :

$$A = \frac{\sum X^2 \sum Y - \sum X \sum Y}{n \sum^2 - (\sum X)^2} \quad (36)$$

$$B = \frac{n \sum (X.Y) - \sum X \sum Y}{n \sum^2 - (\sum X)^2} \quad (37)$$

Dimana :

- A = Konstanta regresi
- B = Konstanta regresi
- x = Variabel bebas
- y = Variabel tidak bebas
- n = Jumlah sampel

H.2. Analisa Korelasi

Untuk mengetahui hubungan yang terjadi antara suatu perubah dengan peubah lainnya, maka dipakai analisa korelasi guna mengetahui tingkat hubungan yang terjadi. Pengukuran untuk mengetahui sejauh mana ketepatan fungsi regresi adalah dengan melihat nilai koefisien determinasi (r^2) yang didapat dengan mengkuadratkan nilai koefisien korelasi. Nilai koefisien korelasi dihitung dengan persamaan di bawah ini (Liputo & Ramli, 2007, Ali & Ramli, 2006):

$$r = \frac{\sum X^2 \sum Y_i - \sum X \sum Y}{\sqrt{(n \sum X^2 - (\sum X)^2) - (n \sum Y^2 - (\sum Y)^2)}} \quad (38)$$