

TUGAS AKHIR

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

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

**SRI PITAYANTI
D111 16 001**



**PROGRAM SARJANA DEPARTEMEN TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS HASANUDDIN
2020**

LEMBAR PENGESAHAN (TUGAS AKHIR)**ANALISIS HUBUNGAN KARAKTERISTIK MAKRO LALU LINTAS PADA RUAS
JALAN ARTERI TIPE 4/2UD DI KOTA MAKASSAR**

Disusun dan diajukan oleh:

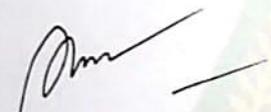
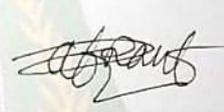
SRI PITAYANTI**D111 16 001**

Telah dipertahankan di hadapan Panitia Ujian yang dibentuk dalam rangka Penyelesaian Studi Program Sarjana Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin pada tanggal 22 Januari 2021 dan dinyatakan telah memenuhi syarat kelulusan

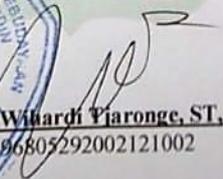
menyetujui,

Pembimbing Utama,

Pembimbing Pendamping,


Dr. Ir. Hj. Sumarni Hamid Alv, MT
NIP. 195812281986012001
Dr. Ir. Syafruddin Rauf, MT
NIP. 195804241987021001

Ketua Program Studi,


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

PERNYATAAN KEASLIAN

Yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Sri Pitayanti
NIM : D111 16 001
Program Studi : Teknik Sipil
Jenjang : SI

Menyatakan dengan ini bahwa karya tulisan saya berjudul :

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

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

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

Makassar, 22 Januari 2021

Yang menyamakan,



(Sri Pitayanti)

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 Makro Lalu Lintas Pada Ruas Jalan Arteri Tipe 4/2 UD 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.

Laporan 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 laporan ini, 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 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 PATRON 2017, telah bersama-sama selama menempuh perkuliahan.
9. Teman-teman pengurus HMS FT-UH Periode 2019, yang telah memberi warna dan drama dalam perjalanan perkuliahan saya.
10. Sahabat-sahabat saya yang telah menjadi penyemangat dan selalu memberi dukungan untuk menyelesaikan Tugas Akhir ini.
11. 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.
12. 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.

Gowa, 24 November 2020

Sri Pitayanti

ABSTRAK

Proses transportasi dapat berjalan dengan aman, nyaman, lancar dan efisien, salah satunya jika didukung oleh 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 Nusantara, Jalan Sam Ratulangi dan Jalan Monginsidi. 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 Nusantara arah Penghibur sebesar 1201,6 smp/jam pukul 17.00-18.00 WITA di hari Selasa. Kecepatan pada jam tersebut sebesar 40,74 km/jam dengan tingkat kepadatan sebesar 34,3 smp/km. Arus puncak pada arah Nusantara Baru sebesar 1488,6 smp/jam pukul 07.00-08.00 WITA. Kecepatan 33,48 km/jam, tingkat kepadatan 42,4 smp/km. Volume puncak Jalan Sam Ratulangi arah Sudirman 1886,8 smp/jam pukul 16.00-17.00 WITA. Kecepatan 35,36 km/jam, tingkat kepadatan 50,8 smp/km. Arus puncak arah Labuang Baji 1765,9 smp/jam pukul 17.00-18.00 WITA. Kecepatan 36,47 km/jam, tingkat kepadatan 47,9 smp/km. Arus puncak Jalan Monginsidi arah Haji Bau sebesar 825,8 smp/jam pukul 17.00-18.00 WITA. Kecepatan 40,92 km/jam tingkat kepadatan 20,3 smp/km. Arus puncak di arah Veteran 998,5 smp/jam pukul 17.00-18.00 WITA. Kecepatan sebesar 40,98 km/jam dengan tingkat kepadatan 22,7 smp/km. Model hubungan antara karakteristik lalu lintas yang sesuai dengan kondisi aktual Jalan Sam Ratulangi arah Sudirman adalah model Underwood koefisien korelasi (r) 0,707 dengan persamaan $V = 26,94 Us \ln(52,9/Us)$ (Hubungan S-V), $V = 52,9 D e^{-D/26,94}$ (Hubungan V-D), $Us = 53 e^{-D/26,940}$ (Hubungan S-D). Sedangkan jalan Urip Sumohardjo Arah Nusantara Baru koefisien korelasi (r) 0,84 yang paling erat adalah model Greenberg dengan persamaan $V = 211.Us.e^{-Us/10,47}$ (Hubungan S-V), $V = 10,47.D.Ln(210,96/D)$ (Hubungan V-D), $Us = 56 - 10,47.Ln(D)$ (Hubungan S-D)

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

ABSTRACT

The transportation process can run safely, comfortably, smoothly and efficiently, one of which if supported by good infrastructure conditions in this case is the condition of the road segment. Road condition is usually expressed in a certain measure of performance parameters, for example: traffic flow (volume), density, and speed. The measurement result of each road segment performance parameter can be used to find the relationship between the parameters expressed in the mathematical equation. Based on this, we try to review the traffic flow model on The Nusantara Road, Sam Ratulangi Street and Monginsidi Street. The purpose of this study was :1) Finding a Mathematical model between Speed-Density, Volume (Current)-Speed and Volume (Flow)-Density 2) Choosing the model that best suits the existing traffic condition. The results showed the peak current that occurred on Jalan Nusantara in the direction of Entertainer at 1201.6 junior /hour at 17.00-18.00 WITA on Tuesday. The speed at that hour was 40.74 km/h with a density of 34.3 smp/km. The peak current in the direction of Nusantara Baru is 1488.6 smp / hour at 07.00-08.00 WITA. Speed 33.48 km/h, density 42.4 smp/km. The peak volume of Jalan Sam Ratulangi in Sudirman direction 1886.8 smp / hour at 16.00-17.00 WITA. Speed 35.36 km/h, density 50.8 smp/km. The peak current of Labuang Baji direction is 1765.9 junior/hour at 17.00-18.00 WITA. Speed 36.47 km/h, density 47.9 smp/km. The peak current of Monginsidi Street in the direction of Haji Bau is 825.8 junior/hour at 17.00-18.00 WITA. Speed 40.92 km / h density level 20.3 smp / km. Peak current in the direction of Veterans 998.5 junior / hour from 17.00 to 18.00 WITA. Speed of 40.98 km/h with a density of 22.7 smp/km. The model of the relationship between traffic characteristics in accordance with the actual condition of Jalan Sam Ratulangi sudirman direction is the Underwood model correlation coefficient (r) 0.707 with equation $V = 26.94 U_s \ln(52.9/U_s)$ (S-V Relationship), $V = 52.9 D e^{-D/26.94}$ (V-D Relationship), $U_s = 53 e^{-D/26,940}$ (S-D Relationship). While the road Urip Sumohardjo New Nusantara Direction correlation coefficient (r) 0.84 the most closely is the Greenberg model with the equation $V = 211.U_s.e^{-U_s/10.47}$ (S-V relationship), $V = 10,47.D.Ln(210,96/D)$ (V-D Relationship), $U_s = 56 - 10,47.Ln(D)$ (S-D Relationship)

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

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN	ii
PERNYATAAN KEASLIAN KARYA ILMIAH	ii
KATA PENGANTAR	iv
ABSTRAK	viii
ABSTRACT	ix
DAFTAR ISI	x
DAFTAR TABEL	xiii
DAFTAR GAMBAR	xv
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 Lalu Lintas	7
A.1. Karakteristik Makro Lalu Lintas.....	8
B. Karakteristik Komponen Lalu Lintas	12
B.1. Karakteristik Sarana.....	12
B.2. Karakteristik Pemakai Jalan.....	15
B.3. Karakteristik Geometrik Jalan.....	15
C. Kapasitas Jalan Kota.....	22
C.1. Penentuan Kapasitas Dasar.....	23
C.2. Penentuan Faktor Penyesuaian Kapasitas Untuk Lebar Jalur Lalu Lintas (FCw).....	23
D. Derajat Kejenuhan.....	27

E. Hambatan Samping.....	27
F. Hubungan Antara Arus (V), Kecepatan (S) Dan Kepadatan (D)....	28
G. Analisa Regresi dan Kolerasi	31
G.1. Analisa Regresi.....	31
G.2. Analisa Korelasi.....	32
H. Model Hubungan Karakteristik Arus Lalu Lintas.....	32
H.1. Model <i>Greenshield</i>	32
H.2. Model Greenberg.....	33
H.3. Model Underwood.....	35
BAB 3. METODOLOGI PENELITIAN.....	38
A. Bagan Alir Metodologi Penelitian.....	38
B. Penjabaran Garis Besar Program Kerja	39
B.1. Studi Pendahuluan.....	39
C. Pengambilan Data	40
C.1. Data Primer.....	40
C.2. Data Sekunder.....	41
D. Peralatan Survei, Lokasi Survei, dan Penempatan Pos Survei.....	41
D.1. Peralatan Survei.....	41
D.2. Lokasi Survei.....	43
D.3. Penempatan Pos Survei.....	44
E. Teknik Pelaksanaan Survei.....	45
F. Metode Analisa Data	47
F.1. Analisa Data.....	47
F.2. Analisa Model Hubungan Karakteristik Lalu Lintas.....	47
F.3. Penentuan Model Hubungan Yang Sesuai.....	48
F.4. Penarikan Kesimpulan dan Saran.....	48
BAB 4. HASIL DAN PEMBAHASAN	49
A. Karakteristik Lalu Lintas	49
A.1. Volume Lalu Lintas.....	49
A.2. Kecepatan Lalu Lintas.....	56

A.3. Kecepatan Arus Bebas Kendaraan.....	61
A.4. Kepadatan Lalu Lintas.....	62
A.5. Kapasitas.....	66
A.6. Derajat Kejenuhan Ruas Jalan.....	67
B. Analisa Regresi Linear	71
C. Model Hubungan Karakteristik Lalulintas	73
C.1. Model Hubungan V-S.....	73
C.2. Model Hubungan V-D.....	78
C.3. Model Hubungan S-D.....	82
C.4. Evaluasi Model Hubungan Karakteristik Lalu lintas.....	87
BAB 5. KESIMPULAN DAN SARAN.....	92
A. KESIMPULAN	92
B. SARAN.....	94
DAFTAR PUSTAKA.....	95
LAMPIRAN.....	96

DAFTAR TABEL

Tabel 1. Emp untuk jalan perkotaan	8
Tabel 2. Daftar Satuan Mobil Penumpang.....	12
Tabel 3. Kapasitas Dasar Jalan Kota	23
Tabel 4. Penyesuaian kapasitas untuk pengaruh lebar jalur lalu-lintas untuk jalan perkotaan FCW	24
Tabel 5. Faktor penyesuaian kapasitas untuk pengaruh Hambtana Samping dan Jarak Kereb Penghalang (FCsf) jalan perkotaan dengan kereb.....	25
Tabel 6. Faktor penyesuaian kapasitas untuk ukuran kota (FCcs) pada jalan perkotaan	26
Tabel 7. Kelas Hambatan Samping Untuk Jalan Perkotaan.....	28
Tabel 8. Alat Survei dan Fungsinya	42
Tabel 9. Jumlah dan Tugas Surveyor Volume Lalu lintas.....	44
Tabel 10. Jumlah dan Tugas Surveyor Kecepatan Lalu lintas.....	44
Tabel 11. Volume Lalu Lintas Rata-rata Jalan Nusantara	49
Tabel 12. Volume Lalu Lintas Rata-rata Jalan Sam Ratulangi	51
Tabel 13. Volume Lalu Lintas Rata-rata Jalan Monginsidi.....	54
Tabel 14. Kecepatan Aktual pada Lokasi Survei Ruas Jalan Nusantara .	56
Tabel 15. Kecepatan Aktual pada Lokasi Survei Ruas Jalan Sam Ratulangi	58
Tabel 16. Kecepatan Aktual pada Lokasi Survei Ruas Jalan Monginsidi	60
Tabel 17. Kecepatan Arus Bebas Kendaraan Jalan Nusantara	61
Tabel 18. Kecepatan Arus Bebas Kendaraan Jalan Sam Ratulangi.....	62
Tabel 19. Kecepatan Arus Bebas Kendaraan Jalan Monginsidi	62
Tabel 20. Kepadatan Lalu Lintas Jalan Nusantara	63
Tabel 21. Kepadatan Lalu Lintas Jalan Sam Ratulangi	64
Tabel 22. Kepadatan Lalu Lintas Jalan Monginsidi	65
Tabel 23. Kapasitas Ruas Jalan Nusantara	66

Tabel 24. Kapasitas Ruas Jalan Sam Ratulangi.....	66
Tabel 25. Kapasitas Ruas Jalan Monginsidi.....	67
Tabel 26. Rekapitulasi Nilai Derajat Kejenuhan	67
Tabel 27. Rekapitulasi Nilai Derajat Kejenuhan	69
Tabel 28. Rekapitulasi Nilai Derajat Kejenuhan	70
Tabel 29. Perhitungan Analisa Regresi	71
Tabel 30. Analisa Data Regresi	72
Tabel 31. Perhitungan Analisa Regresi	72
Tabel 32. Model Hubungan V-S	73
Tabel 33. Model Hubungan V-S	74
Tabel 34. Model Hubungan S-V.....	76
Tabel 35. Model Hubungan V-D	78
Tabel 36. Model Hubungan V-D	79
Tabel 37. Modul Hubungan V--D	81
Tabel 38. Model Hubungan S-D	82
Tabel 39. Model Hubungan S-D	84
Tabel 40. Model Hubungan S-D	85
Tabel 41. Nilai Volume Maksimum	87
Tabel 42. Nilai Volume Maksimum	88
Tabel 43. Nilai Volume Maksimum	89
Tabel 44. Parameter Statistik Model Hubungan S-V-D	90
Tabel 45. Parameter Statistik Model Hubungan S-V-D	90
Tabel 46. Parameter Statistik Model Hubungan S-V-D	91

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. Grafik hubungan antara Arus, Kecepatan, dan Kepadatan.	30
Gambar 2. Diagram Alur Kerja Penelitian	38
Gambar 3. <i>Grafik Nilai Rata-rata Arah Penghibur</i>	50
Gambar 4. Grafik Nilai Rata-rata Arah Nusantara Baru	50
Gambar 5. Grafik Nilai Volume Puncak.....	51
Gambar 6. Grafik Nilai Rata-rata Arah Sudirman	52
Gambar 7. Grafik Nilai Rata-rata Arah Labuang Baji.....	53
Gambar 8. Grafik Nilai Volume Puncak.....	53
Gambar 9. Grafik Nilai Rata-rata Arah Veteran	55
Gambar 10. Grafik Nilai Rata-rata Arah Haji Bau	55
Gambar 11. Grafik Nilai Volume Puncak.....	56
Gambar 12. Grafik Nilai Kecepatan Rata-rata	58
Gambar 13. Grafik Nilai Kecepatan Rata-rata	59
Gambar 14. Grafik Nilai Kecepatan Rata-rata	61
Gambar 16. Grafik Hubungan V-S Arah Penghibur.....	73
Gambar 15. Grafik Hubungan V-S Arah Nusantara Baru	74
Gambar 17. <i>Grafik Hubungan V-S Arah Sudirman</i>	75
Gambar 18. <i>Grafik Hubungan V-S Arah Labuang Baji</i>	75
Gambar 19. Grafik Hubungan S-V Arah Haji Bau	77
Gambar 20. Grafik Hubungan S-V Arah Veteran	77
Gambar 21. Grafik Hubungan D-V Arah Penghibur	78
Gambar 22. Grafik Hubungan D-V Arah Nusantara Baru.....	79
Gambar 23. Grafik Hubungan D-V Arah Sudirman	80
Gambar 24. Grafik Hubungan D-V Arah Labuang Baji.....	80
Gambar 25. Grafik Hubungan V-D Arah Haji Bau	81
Gambar 26. Grafik Hubungan V-D Arah Veteran	82
Gambar 27. Grafik Hubungan D-S Arah Penghibur	83
Gambar 28. Grafik Hubungan D-S Arah Nusantara Baru.....	83

Gambar 29. Grafik Hubungan D-S Arah Sudirman	84
Gambar 30. Grafik Hubungan D-S Arah Labuang Baji.....	85
Gambar 31. Grafik Hubungan D-S Arah Haji Bau	86
Gambar 32. Grafik Hubungan D-S Arah Veteran	86

BAB 1. PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Kota Makassar merupakan kota terbesar keempat di Indonesia dan terbesar di Kawasan Timur Indonesia memiliki luas areal 175,79 km² dengan penduduk 1.112.688 jiwa, sehingga kota ini sudah menjadi kota Metropolitan. Pertumbuhan kendaraan bermotor di Kota Makassar, Sulawesi Selatan, sangat signifikan dalam satu dekade terakhir. Sayangnya, hal tersebut tidak dibarengi pertumbuhan jalan. Imbasnya, kemacetan terjadi di mana-mana mulai dari jalan besar hingga lorong. Samsat Makassar mencatat jumlah kendaraan bermotor terhitung Juni 2017 menembus 1.463.056 unit. Kenaikannya lebih dari 100 persen dibandingkan data pada 2007 yang hanya 613.315 kendaraan bermotor. Merujuk data Samsat, kendaraan bermotor di Kota Makassar didominasi roda dua yang mencapai 1.156.759 unit. Disusul mobil penumpang (213.985 unit), mobil barang (74.603 unit), bus (17.306 unit), dan kendaraan khusus (403 unit). Jumlah tersebut belum termasuk kendaraan baru yang data pajaknya belum terdaftar.

Pada beberapa ruas jalan di kota Makassar, khususnya ruas jalan arteri tipe 4/2UD seperti pada jalan Nusantara, jalan Sam Ratulangi dan jalan Monginsidi masalah lalulintas seperti, kemacetan, antrian dan tundaan merupakan hal yang sudah sering terjadi. Hal tersebut umumnya terjadi pada jam-jam tertentu (jam sibuk/puncak), yaitu pada saat orang ingin bergerak untuk tujuan yang sama dan pada waktu yang bersamaan pula.

Masalah-masalah tersebut diatas salah satunya disebabkan oleh adanya peningkatan volume kendaraan setiap tahunnya yang tidak diikuti dengan penambahan panjang jalan maupun peningkatan kapasitas jalan lama.

Pemecahan masalah lalu lintas yang sudah kompleks di atas memerlukan langkah-langkah yang komperhensif, terencana dan terarah, agar solusi pada satu titik konflik tidak akan menyebabkan konflik pada titik lain. Seperti yang terjadi saat ini di Kota Makassar, solusi terhadap satu kemacetan pada suatu titik kemacetan ternyata juga menimbulkan kemacetan pada bagian lain dari ruas jalan tersebut.

Untuk melakukan manajemen lalu lintas secara komperhensif, terpadu dan terencana tersebut, terlebih dahulu perlu diketahui perilaku karakteristik arus lalu lintas, seperti volume, kecepatan dan kepadatan, serta diperlukan pula pengetahuan tentang bagaimana model hubungan antar karakteristik arus lalulintas tersebut.

Namun untuk memberikan suatu solusi alternatif, maka terlebih dulu perlu dipahami perilaku/karakteristik arus lalu lintas yang ada, khususnya perilaku karakteristik lalu lintas yang bersifat heterogen, dalam hal ini khususnya mengenai model hubungan antara volume, kecepatan dan kerapatan arus lalu lintas pada jalan-jalan yang sering mengalami masalah-masalah lalu lintas. Untuk menganalisis model hubungan karakteristik arus lalu lintas yang ada terdapat paling sedikit tiga jenis model yang biasa dipakai untuk menggambarkan hubungan tiga parameter arus lalu-lintas yaitu, Model Greenshield, Model Greenberg dan Model Underwood.

Berdasarkan uraian diatas, penulis mencoba mengkaji lebih lanjut permasalahan yang ada pada karakteristik lalu lintas ruas jalan Nusantara, jalan Sam Ratulangi dan jalan Monginsidi. Maka penulis mencoba mengangkat sebuah tugas akhir dengan Judul “**ANALISIS HUBUNGAN KAREKTERISTIK MAKRO LALU LINTAS PADA RUAS JALAN ARTERI TIPE 4/2UD DI KOTA MAKASSAR**”

B. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah dikemukakan sebelumnya, dapat dirumuskan permasalahan sebagai berikut:

1. Bagaimana karakteristik volume, kecepatan dan kepadatan lalu lintas pada ruas jalan arteri tipe 4/2UD di jalan Nusantara, jalan Sam Ratulangi dan jalan Monginsidi.
2. Bagaimana memodelkan hubungan antara karakteristik lalulintas pada ruas jalan Nusantara, jalan Sam Ratulangi dan jalan Monginsidi dengan berbagai alternative pendekatan model.
3. Bagaimana model hubungan volume - kecepatan, kepadatan – volume dan kepadatan – kecepatan yang sesuai dengan kondisi aktual arus lalu lintas yang ada pada jalan arteri tipe 4/2UD di jalan Nusantara, jalan Sam Ratulangi dan jalan Monginsidi.

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 4/2UD di jalan Nusantara, jalan Sam Ratulangi dan jalan Monginsidi.
2. Memodelkan hubungan antara karakteristik lalu lintas pada ruas jalan Nusantara, jalan Sam Ratulangi dan jalan Monginsidi dengan berbagai alternative pendekatan model.
3. Memilih/menentukan model yang sesuai dengan kondisi aktual arus lalu lintas yang ada pada jalan arteri tipe 4/2UD di jalan Nusantara, jalan Sam Ratulangi dan jalan Monginsidi.

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 4/2UD di jalan Nusantara, jalan Sam Ratulangi dan jalan Monginsidi.
2. Data yang digunakan berupa data Primer yang diperoleh dari hasil survei lapangan.
3. Pengambilan data Primer dilakukan selama empat hari yaitu dua hari kerja (hari Selasa dan hari Rabu) 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 model 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 model hubungan karakteristik lalu lintas pada ruas jalan arteri tipe 4/2UD 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, 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 cara pengujian 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 Lalu Lintas

Arus lalu lintas terbentuk dari pergerakan individu pengendara yang melakukan interaksi antara yang satu dengan yang lainnya pada suatu ruas jalan dan lingkungannya. Karena persepsi dan kemampuan individu pengemudi mempunyai sifat yang berbeda maka perilaku kendaraan arus lalu lintas tidak dapat diseragamkan lebih lanjut, arus lalu lintas akan mengalami perbedaan karakteristik akibat dari perilaku pengemudi yang berbeda dikarenakan oleh karakteristik local dan kebiasaan pengemudi. Arus lalu lintas pada suatu ruas jalan karakteristiknya local dan kebiasaan pengemudi. Arus lalu lintas pada suatu ruas jalan karakteristiknya akan bervariasi baik berdasarkan waktunya. Oleh karena itu perilaku pengemudi akan berpengaruh terhadap perilaku arus lalu lintas. Dalam menggambarkan arus lalu lintas secara kuantitatif dalam rangka untuk mengerti tentang keragaman karakteristiknya dan rentang kondisi perilakunya, maka perlu suatu parameter. Parameter tersebut harus dapat didefinisikan dan diukur oleh insinyur lalu lintas dalam menganalisis, mengevaluasi, dan melakukan perbaikan fasilitas lalu lintas berdasarkan parameter dan pengetahuan pelakunya.

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 tahun 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 table dibawah ini:

Tabel 1. Emp untuk jalan perkotaan

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

(Sumber: MKJI 1997)

A.1. Karakteristik Makro Lalu Lintas

Lalu lintas secara makro mempelajari operasional dari keseluruhan sistem yang ada pada lalu lintas yang mempengaruhi arus kendaraan, kecepatan, serta kepadatan yang mempengaruhi kapasitas prasarana lalu lintas secara umum. Untuk mendefinisikan makro lalu lintas secara lengkap perlu diketahui beberapa parameter yang terkait secara langsung dengan sistem lalu lintas.

a. Volume lalu lintas

Volume Kendaraan merupakan banyaknya kendaraan yang melintas pada suatu titik tertentu yang dengan kuantitas arus lalu lintas yang selalu berubah – berubah 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.

Pergerakan kendaraan yang terjadi terdiri dari berbagai jenis dan berdasarkan faktor koreksi kendaraan PCU (Passenger Car Unit) atau SMP (satuan mobil penumpang), maka dilakukan pengelompokan jenis kendaraan, meliputi (MKJI, 1997):

- Kendaraan ringan (LV), yaitu kendaraan bermotor ber as dua dengan 4 roda da jarak as 2-3 meter (meliputi :mobil penumpang, oplet, minibus, pick-up dan truk kecil sesuai klasifikasi Bina Marga)
- Kendaraan Berat (HV), yaitu kendaraan bermotor dengan 4 atau lebih roda (meliputi : bis, truk 2 as, truk 3 as,dan truk kombinasi sesuai klasifikasi Bina Marga)
- Sepeda motor (MC), yaitu kendaraan bermotor dengan 2 atau 3 roda (meliputi: sepeda motor dengan kendaraan roda 3 sesuai klasifikasi Bina Marga)
- Kendaraan tak bermotor (UM), yaitu : kendaraan dengan roda yang digerakkan oleh orang atau hewan (meliputi : sepeda, becak, kereta kuda dan kereta sesuai klasifikasi Bina Marga).

Volume (arus) lalu lintas dinyatakan dengan notasi V adalah jumlah kendaraan yang melewati suatu titik tertentu dalam suatu ruas jalan dalam satuan waktu tertentu. Berdasarkan penyusaian kendaraan terhadap

satuan mobil (SMP), volume 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. 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 kendaraan 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).

c. 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)

B. Karakteristik Komponen Lalu Lintas

B.1. Karakteristik Sarana

Dalam beralu 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 kemudia disebut dengan karakteristik kendaraan.

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

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

Tabel 2. Daftar Satuan Mobil Penumpang

No.	Jenis Kendaraan	smp
1.	Kendaraan ringan	1.00
2.	Kendaraan berat	1.20
3.	Sepada 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, mini bus, 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, berat, unjuk kerja 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 tinggi hingga yang besar.

b. Dimensi

Dimensi kendaraan dalam hal ini menyangkut panjang, lebar, 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.

B.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.

B.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 aktifitas 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

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

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

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 arah lalu lintas 50-50.
- Hambatan samping rendah.
- Ukuran kota 1,0-3,0 juta.

- Tipe alinyemen datar.

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

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 ≥ 2 meter.
- Median Pemisahan arah lalu lintas 50-50.
- Hambatan samping rendah.
- Ukuran kota 1,0-3,0 juta.
- Tipe alinyemen datar meter.
- Tidak ada median.

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 dimana kecepatan arus bebas dasar dan kapasitas ditentukan didefinisikan sebagai berikut (MKJI, 1997):

- Lebar jalur lalu lintas tujuh meter.
- Lebar bahu efektif paling sedikit 2 meter pada setiap sisi.
- Tidak ada median.
- Ukuran kota 1,0-3,0 juta.
- Tipe alinyemen datar.

Di Indonesia dalam rangka meningkatkan efisiensi 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. 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 local: 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 m, ukuran panjang tidak melebihi 12 meter dan muatan sumbu terberat adalah 8 ton.
- Jalan kelas 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 propinsi yaitu jalan yang dibina oleh Pemerintah Daerah Tingkat I (satu).
- Jalan Kabupaten/Kotamadya yaitu jalan yang dibina oleh Pemerintah Daerah Tingkat II.

Karakteristik utama jalan yang akan mempengaruhi kapasitas dan kinerja jalan jika dibebani lalu-lintas juga dipengaruhi oleh geometriik jalan yang diperlihatkan di bawah ini (MKJI, 1997):

- Tipe jalan: Berbagai tipe jalan akan menunjukkan kinerja berbeda pada pembebanan lalu-lintas tertentu; misalnya jalan terbagi dan tak-terbagi; jalan satu-arah.
- Lebar jalur lalu-lintas: Kecepatan arus bebas dan kapasitas meningkat dengan penambahan lebar jalur lalu-lintas.
- 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. Selanjutnya kapasitas berkurang jika terdapat penghalang tetap dekat tepi jalur lalu-lintas, tergantung apakah jalan mempunyai kereb atau bahu.
- Bahu: Jalan perkotaan tanpa kereb pada umumnya mempunyai bahu pada kedua sisi jalur lalulintasnya. Lebar dan kondisi permukaannya mempengaruhi penggunaan bahu, berupa penambahan kapasitas, dan kecepatan pada arus tertentu, akibat penambahan lebar bahu, terutama karena pengurangan hambatan samping yang disebabkan kejadian di sisi jalan seperti kendaraan angkutan umum berhenti, pejalan kaki dan sebagainya.
- Median: Median yang direncanakan dengan baik meningkatkan kapasitas.

- Alinyemen jalan: Lengkung horisontal dengan jari jari kecil mengurangi kecepatan arus bebas. Tanjakan yang curam juga mengurangi kecepatan arus bebas. Karena secara umum kecepatan arus bebas di daerah perkotaan adalah rendah maka pengaruh ini diabaikan.

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:

$$C = C_o \times FC_w \times FC_{SP} \times FC_{SF} \times FC_{CS} \quad (4)$$

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

C.1. 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.

C.2. Penentuan Faktor 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 penyenuaian 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 W_k			
		$\leq 0,5$	1,0	1,5	$\geq 2,0$
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 took disisi jalan.
Tinggi	H	500 – 899	Daerah komersial; aktiifitas sisi jalan tinggi.
Sangat tinggi	VH	> 900	Daerah komersial dengan aktifitas pasar samping.

(Sumber: MKJI 1997)

F. Hubungan Antara Arus (V), Kecepatan (S) Dan Kepadatan (D)

Analisa karakteristik arus lalu lintas untuk ruas jalan dapat dilakukan dengan mempelajari hubbungan matematis antara kecepatan, arus, dan kepadatan lalu lintas yang terjadi. Persamaan dasar yang menyatakan hubungan matematis antara kecepatan, arus, dan kepadatan adalah (Tamin, OZ dkk 200),

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

Dimana:

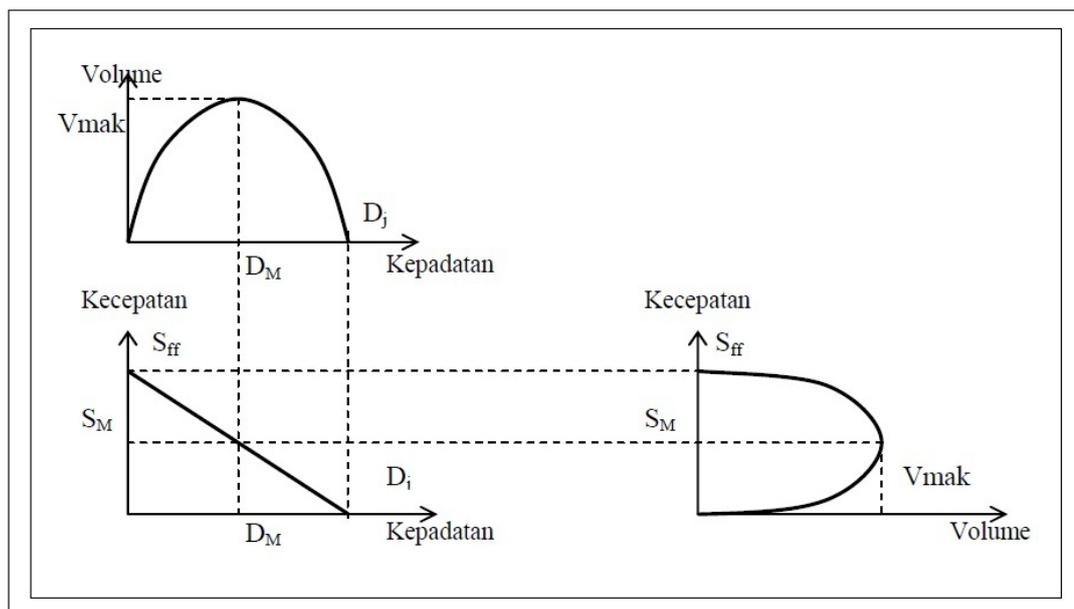
V = arus (Volume) lalu lintas (smp/jam)

D = kepadatan (*Density*) (smp/jam)

S = kecepatan (*Speed*) (km/jam)

Hubungan antar parameter dapat dijelaskan dengan menggunakan gambar dibawah ini, yang memperlihatkan bentuk umum hubungan matematis antar kecepatan-kepadatan (S-D), arus-kepadatan (V-D), dan Arus-Kecepatan (V-S).

Hubungan antara kecepatan-kepadatan adalah monoton ke bawah yang menyatakan bahwa apabila lalu lintas meningkat, maka kecepatan akan menurun. Arus lalu lintas akan menjadi nol apabila kepadatan sangat tinggi sedemikian rupa sehingga tidak memungkinkan kendaraan untuk bergerak lagi, dan dikenal dengan kondisi macet total. Pada kondisi kepadatan nol tidak terdapat kendaraan di ruas jalan, sehingga arus lalu lintas juga nol.



Gambar 1. Grafik hubungan antara Arus, Kecepatan, dan Kepadatan.

Dimana:

V_M = Kapasitas atau arus maksimum (smp/jam)

S_M = Kecepatan pada kondisi arus lalu lintas maksimum (km/jam)

D_M = Kepadatan pada kondisi arus lalu lintas maksimum (smp/km)

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

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

Apabila kepadatan meningkat dari nol, maka kecepatan akan menurun sedangkan arus lalu lintas meningkat. Apabila kepadatan terus meningkat, maka dicapai suatu kondisi dimana peningkatan kepadatan tidak akan meningkatkan arus lalu lintas, malah sebaliknya akan menurunkan arus lalu lintas, titik maksimum arus lalu lintas tersebut dinyatakan sebagai kapasitas arus.

G. Analisa Regresi dan Kolerasi

G.1. Analisa Regresi

Dalam menentukan suatu karakteristik hubungan antara kecepatan dan kepadatan untuk suatu model pendekatan arus lalu lintas menggunakan analisa regresi. Pada analisa tersebut apabila perubah tak bebas (*dependent variable*) linier terhadap perubah bebasnya (*independent variable*), maka terjadilah suatu hubungan linier diantara keduanya. Demikian pula antara kecepatan linier terhadap kepadatannya, maka diantara keduanya terjadi hubungan linier. Hubungan antara perubah bebas dengan perubah tak bebas dalam fungsi regresi ditulis:

$$y = ax + b \quad (35)$$

Dengan:

y = perubah tak bebas

x = perubah bebas

a = konstanta

b = konstanta koefisien arah

Besarnya konstanta a dan b dapat dihitung dengan memakai rumus sebagai berikut (Tamin, OZ dkk 2000) :

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

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

G.2. Analisa Korelasi

Untuk mengetahui hubungan yang terjadi antara suatu peubah 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):

$$r = \frac{\sum x_i^2 \sum y_i - \sum x_i \sum y_i}{\sqrt{(n \sum x_i^2 - (\sum x_i)^2) - (n \sum y_i^2 - (\sum y_i)^2)}} \quad (38)$$

H. 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*.

H.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 $k = q/U_s$ 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.

H.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).

$$k = c.e^{b.U_s} \quad (11)$$

dengan konstanta C dan b merupakan nilai konstan.

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

$$\ln(k) = \ln(c.e^{b.U_s}) \quad (12)$$

$$\ln(k) = \ln(c) + b.U_s \quad (13)$$

$$b.U_s = \ln(k) - \ln(c) \quad (14)$$

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

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

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

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

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

Persamaan selanjutnya adalah hubungan antara q dan k didapat dengan substitusi $U_s = q/k$ 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 saatarus 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.

H.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):

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

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

$$\ln(Us) = \ln(Uf \cdot e^{-k/kc}) \quad (24)$$

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

Persamaan ini analog dengan persamaan linier $y = Ax + B$ dengan $y = \ln(Us)$ dan $x = k$, maka $kc = -\frac{1}{A}$ dan $B = \ln(Uf)$ atau $Uf = e^B$. Hubungan antara q dan k didapat dengan substitusi $Us = q/k$ pada persamaan 23, dan diperoleh.

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

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

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

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

$$q = k \cdot e^{B-Ak} \quad (29)$$

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

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

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

$$\ln(Us) = \ln(Uf \cdot e^{-q/u.kc}) \quad (31)$$

$$\ln(Us) = -\frac{q}{U.kc} + \ln(Uf) \quad (32)$$

atau

$$q = -Us.Kc.\ln(Us) + Us. Kc. \ln(Uf) \quad (33)$$

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

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