

TUGAS AKHIR

**TINJAUAN POLA ARUS LALULINTAS BERDASAR
VOLUME, KECEPATAN, DAN KEPADATAN PADA RUAS
JALAN LUAR KOTA**

(Studi Kasus di Ruas Jalan Solo Km 11 Yogyakarta)



Disusun Oleh :

NOOR FUAD FITRIANTO

No.Mhs 95310171

NIRM. 950051013114120169

EKA JUWANDA STEVANING NUGROHO

No.Mhs 95310293

NIRM. 950051013114120290

**JURUSAN TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
YOGYAKARTA
2000**

TUGAS AKHIR

TINJAUAN POLA ARUS LALULINTAS BERDASAR
VOLUME KECEPATAN DAN KEPADATAN PADA RUAS
JALAN LUAR KOTA

Studi Kasus ruas Jalan Solo km 11 Yogyakarta

Disusun Oleh :

Nama : Noor Fuad Fitrianto
No. Mhs : 95 310 171
NIRM : 950051013114120169

Nama : Eka Juwanda Stevaning Nugroho
No. Mhs : 95 310 293
NIRM : 950051013114120290

Telah diperiksa dan disetujui oleh :

Ir. H. Balya Umar, M.Sc.
Dosen Pembimbing I

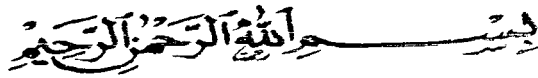
r. Sukarno, SU.
Dosen Pembimbing II



Tanggal : 09-12-2022

Tanggal : 3-12-2022

PRAKATA



Assalaamu'alaikum Wr.Wb.

Puji syukur penulis panjatkan kehadiran Allah SWT yang telah melimpahkan berkah dan inayah-Nya sehingga pada saat ini penulis dapat menyelesaikan tugas akhir dengan baik. Adapaun Tugas Akhir ini dilaksanakan sebagai prasyarat untuk memperoleh derajat kesarjanaan Strata Satu (S1) Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta.

Judul dari Tugas Akhir ini : **Tinjauan Pola Arus Lalulintas Berdasar Volume, Kecepatan, Kepadatan pada Ruas Jalan Luar Kota (studi kasus ruas Jalan Solo km 11 Yogyakarta).**

Selama melaksanakan penelitian dan menyelesaikan Tugas Akhir ini, penulis tentunya tidak lepas dari segala hambatan dan rintangan. Namun berkat dorongan dari berbagai pihak akhirnya penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini dengan baik.

Untuk itu tidak berlebihan kiranya jika pada kesempatan ini penulis menyampaikan terima kasih kepada :

1. Bapak Ir. H. Widodo, MSCE, Ph.D, selaku Dekan Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Universitas Islam Indonesia.
2. Bapak Ir. H. Tadjuddin BMA, MS, selaku Ketua Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Universitas Islam Indonesia.

3. Bapak Ir. H. Balya Umar, MSc., selaku Dosen Pembimbing I dan Penguji Tugas Akhir.
4. Ir. Sukarno, SU, selaku Dosen Pembimbing II dan Penguji Tugas Akhir.
5. Ir. M. Sigit DS, MS., selaku Dosen Penguji Tugas Akhir.
6. Bapak, Ibu, dan kakak yang tiada henti memberikan dorongan dan doa restu dengan penuh kesabaran bagi keberhasilan penulis.
7. Teman-teman “*Do Si Gong Hak 95*” terima kasih atas bantuan dan perhatiannya selama ini.
8. Teman-teman “*team surveyor 2000*” yang membantu dalam penelitian kami, semoga Allah menerima amal baik kalian semua.
9. Teman-teman seperjuangan Jurusan Teknik Sipil 1995 FTSP UII yang tak dapat kami sebutkan satu persatu.

Akhirnya besar harapan penulis semoga Tugas Akhir ini bermanfaat bagi penulis secara pribadi dan siapa saja yang membacanya.

Wassalaamu’alaikum Wr.Wb.

Yogyakarta, September 2000

Penyusun

Fuad dan Eka

Skripsi ini tidak akan pernah terwujud tanpa dorongan orang-orang terdekat penulis yang selalu mendo'akan, menyayangi, dan mencintai penulis dengan sepenuh hati. Untuk itu AKU PERSEMBAHKAN SKRIPSI INI KEPADA :

First :

Kedua orang tuaku <Bapak **MUNIF** dan Ibu **KAPUT**> yang selalu memacu ananda agar cepat selesai, serta mendoakan untuk kemudahan, kesabaran, dan kelancarannya. Ananda mohon maaf kalau selama ini pernah mengecewakan Bapak - Ibu, nanda benar-benar tidak sengaja. Semoga Allah selalu memberikan kesehatan dan kebahagiaan selalu buat Bapak - Ibu tercinta.

Second :

Keempat kakakku <Mas **DJENI** & Mbak **NUNUNG**, Mas **DEDI**, n Mas **BONI**> yang selalu ada didekatku, terima kasih atas kasih sayang n support-nya, I love U. Aku nggak tahu, harus dengan apa aku bisa membalas budi atas kebaikanmu semua selama ini. Nggak ketinggalan juga buat keponakanku yang baru aja lahir tanggal 19 Sep 2000 kemarin, "Jeng **ULIN**", ini hadiah Om buat kamu sayang!! Kedua calon kakakku mbak **IPUK** ... tolong jagain Bapak-ibuku, baik kesehatan maupun perasaannya !! Anggap mereka seperti orangtuamu sendiri. Juga mbak **MAYA** di Purwokerto, sukses juga buat mbak baik karier n married-nya ... tidak lupa aku do'ain buat mbak biar tambah sabar "ngemong" ibu. Oh iya makasih atas kaos **JOGGER**-nya ya. **YU MIE** "my second Ma" makasih spirit n sindirannya <ha..ha..ha>, ternyata manjur juga ya Ye'eM ... buktinya sekarang putra njenengan pun rampung !!! ... dik **HARMAN** "Mr. niceguy", punya cewek satu aja ... jangan banyak-banyak, Tolong jagain Bapak ibuku ya dik, karena Bapak ibuku ya Bapak ibumu juga.

Ingkang kula suwun pangestunipun :

Eyang **MUCHTAROM**, eyang **SAMSO** di Solo, eyang **KARANGKAJEN** sedaya, eyang **PRIYADI**, eyang **ZAM'AH** di Purworejo, eyang **HANNA** di Bali, eyang **JIRON** di Tasikmalaya, bu **SARDJONO**, PakDe **NARKO** & BuDe **AS**, om **KARMAN** & mbak **MIMI**, om **DJUM** & mbak **TUTIK**, pakDe **CHARIRI**, pakDe **NURCHOLIS**, lek **RAGIL** & lek **YANAH**, om **RAMLI** & tante **SAM**, Bapak & Ibuku di **KUDUS** <Bpk/Ibu **DJUWARNO**>, **PARAKAN**, **DONGKELAN**, **BANGUNTAPAN**, **BAUSASRAN**, **PATHOK**, **PELEMAN**, **MADUKISMO**, **SEMARANG**, n **JAKARTA**. Wayah/putra tasih nyuwun donga ugi pangestunipun mugu-mugu kula enggal pikantuk padamelan ingkang halal, dados wayah/putra ingkang sholeh, ngebekti kalih tiyang sepuh kula, sukses wonten ndonya lan akhirat ... Amien. Matur nuwun ... nyuwun pangapunten sedaya kalepatan kulo.

Temen n saudara-saudaraku (alphabetically) :

A - ARIEF "Cokro" <gek nikah ya ... aja sue-sue. Kamu tuh udah tak anggap seperti kakakku. Sayang ya Rief, padahal aku pingin nyelesain TA join-part with U. Doa'in aja agar adikmu ini lebih BERUNTUNG dari hari kemarin>... **ANTON** "Wule" makasih atas bantuannya baik ide n tenagamu ... **ANGGA** "Peleman's Prem" <trims atas PELLE-nya also waktu n saranmu for all this time. Kowe ki omahie paling cedak tor kok tak rasakke paling adohi dewe, mbok ya dolan po telpon. Bola-bali bocah>... **ANDI** "Tong Bajil" sorry nDie aku n Eka selalu ngrepotin kamu terus, thanks for everything, salam buat "adikmu" ... **ADIT** "Master of Pe-Pe" cepet selesain kerjaanmu ya Dii, makasih llio U selalu jagain partner-ku ... **ANGGIE** "<Miss. Bulee> Pusiiiiing" jangan lupa ama temen ... **ARIE** udah kebelet ya, barenga sama Nuri aja ... **B - BAGUS** "Sianturi" <thanks SUSEG-nya, nextime coba lagi, Ok! Gek rampungke TA-ne aja lali mengko sisan jalukke ACC tesis S2-ne. Donn't worry Gus !! my be U were unlucky in this one, but I'll hope not for the other one>... **BOWOX** "Bakpia Pathok" <wah, kamu udah terlalu baik buat aku, ijinkan aku membalasnya suatu saat nanti. Salam buat Bapak ibu>... **D - DESY** "Dongkelan" <My sister, tolong jagain kakakku yang satu itu, jangan kecewain aku, I care about U and we love so much>... **DENY** "Manusia Ikan" udah ada pengalaman kayak gitu kok ya diulangi lagi, terserah pokoknya jangan

sampai ganggu TA-mu... **DAVID** makasih ya kamu udah baik banget sama aku ini, sorry kalau aku udah pernah ngecewain kamu. Gimana aku harus mbalesnya... sukses selalu buat kamu. Tak do'ain moga-moga suatu saat nanti kamu lebih beruntung dari aku... **E - EKA** "Wanda Gendut" <terima kasih atas kerja kerasmu. U r my hero, aku salut ama kamu. Kowe memang Te-O-Pe, sampai kapanpun aku nggak akan lupa kebaikanmu>... **EKA** "Kaji" SI-KURUS trims atas sepatu, tas, game komputer PM2000 penghilang stress, makanan khas ala KUNCEAN, perhatian n your kindness to me n also to my family, gosip-gosip Bernas yang HOOOT n dijamin gress dll. Do U know? U r my real brotlier. Sekali lagi sorry atas REMOTE-nya aku bener-bener KHLAF, sorry ya Ka! ... **EVA**, serius ya tgl 14 Des udah siap belon? belajar, ajak tuh Desy. Aku yakin kamu bisa lebih baik dari aku... **F - FERI** "mBantul" <cin-Lok ni yee!!!... mbok nek arep nikah kj ya sedulure diundangi. Meneng-meneng kowe kj ya nggleggem. Tak piker kowe sok nomer pira ngono, eeh malah ndisik dewe>... **FANNI** "Schummi-The rain master" Gimana Pak Dekan, sebentar lagi udah Ok klian. Dah, belajar dulu, begadang main gamenya dikurangi. Jangan lupa prihatin, do'a n tenaganya di charge dulu tapi mintanya sama Yang di Atas, bukan yang di atas itu lho maksudku <he..he..he>... **FITRI L.S** thanks for your gived, patient, n attention. I'm sorry for everything. Good luck and I hope U will be happy, say hello for your brotlier FERRY. I'll be your big brotlier till the end of my live... **H - HENI** salam buat Bapak Ibu di sana, sukses buat kamu selalu, ... **HERI** stress boleh tapi jangan mabuk stress. Selesaikan dulu TA-mu yang lain masukkan dompet dulu... **HINO** sorry aku agak molor dari target, after this bareng-bareng nyari kerjaan sampe nangis darah Ok!. Sephia tuh satu aja, yang lain tuh mbok ya dikenalké koncone... **L - LUIS** makasih kamu udah bantuin aku, sukses buat kamu... **N - NURI** jadi nggak Januari, kok belum ada undangannya... **NINUK** tolong jagain saudaraku, Makasih banget atas diskusinya sebelum sidang kemarin, sorry kalo aku pernah salah ngomong sama kamu... **R - RATNA, RIKA** thanks for the good time to be with U at past. I'll keeeped in my sweet memory... **RIYANI** "mbakyuku" makasih atas sotonya, moga-moga laris terus. Mbok gek!!!... **S - SAHALA** makasih atas saran-saranmu ya Lak, kamu sering bikin aku jadi fresh saat aku stress berat. Oh iya, selamat ya Lak, aku udah dengar semuanya. Good luck for the new job, God bless U... **SISWOYO** makasih atas saran, nasihat, support n also ikan panggangnya (jujur aja, masakannya enak buanget lho Yok)... ternyata sek gari sak plinthengan kj ya ora gampang ya Yok... **SENO** kok ngilang, nggak pernah telpon. Dah kurang apalagi, masih nggak berani apa belum yakin. Masak kalah sama saudaraku sek wong mBantul... **SINTA, TAMMY, VERA**, "artist of Che-class" makasih bantuin aku survey nyari data ya, sorry servisnya kurang memuaskan... **SANDRA** kasih semangat tuh partnermu, jagain jangan sampai loyo... **SANTI** thank U for everything. For Your kindness, your patients, adviced and all the good thing also a good time being together... **T - TUBEL** maafin aku ya, aku memang orangnya sok obral janji, sorry!! Gimana lagi, kelemahan saudaramu ini memang kayak gini, mohon dimaklumi!! ... **TAUFIK** thanks, jangan lupa selesain dulu kerjaanmu dulu. Aja kokehan mBojo.

Nggak lupa juga :

ARI "jijai" & **YUNUS** cs, **BABADAN'S** Member (**MEMED** makasih canda n guyon penghilang stress, **UDIN** atas informazione-nya, dll). **BERI** n **YUNI** makasih ramahi tamahnya (walau kadang kocak), Pak **EFI** cs, Temen-temen **KKN** <**WITA** happy always, **ROHANA** don't be sad, **RANI** aduuuuuh, **ANIEK** selamat, **MULYADI, ARIEF, ERWIN, & EDDY** belajar dab> makasih semuanya.

N for the others :

Mohon maaf jatah hal-per terbatas. In essence, aku ngucapin banyak terima kasih buat kalian semua. Tanpa kamu sadari, kalian telah membentukkan menjadi sosok pribadi yang lain dari yang dulu (banyak + nya kok don't worry, walau - nya tambah sedikit). Insya Allah semua bisa diambil hikmahnya. Aku nggak bisa balas semua kebaikanmu, semoga Allah memberikan balasan yang lebih dari apa yang telah kamu semua berikan buat aku. SUKSES selalu for all of U. I love U, I care about U more than U now. I'm not gonna forget U. Bye. Wassalam.

HALAMAN PERSEMBAHAN

TUGAS AKHIR INI KUPERSEMBAHKAN KEPADA :

Kedua Orang Tuaku :

Ayah DJUWARNO dan Mama SITI SUMARMININGSIH

Kedua Adikku :

DWI JANUARITA ARDIANING KUSUMA dan TRI JUHENDI FITRIDA CAHYANING
WICAKSONO

KELUARGA KRAMAT BESAR, KUDUS :

Mbah Kung (H. PARMISURODIKROMO) dan Bu'e (MARKINAH) ,
Mbah Me (alm) dan Mbah PARNO , Om SON (alm) , Lik
MIMARHAYATUN (alm) , Lik GENDUT , Mbak NANA , Om HIRTO
, Lik TINAH , Om DARMAN , Lik NINIK , Om NARSO , Lik TATIK ,
Om NASIKIN , Lik NDADIK , dan juga Lik KUNING.
HANA , ILA , NIKA , TIARA , GAGA , HARIS , DEDE , HERTIN , INGGA ,
NORA , ALFA , UMAR SAIT , JAMAL.

KELUARGA BESAR NOYOTRUNAN, CAWAS :

**MTAH WARSO TINOYO (SIMBAH KAKUNG SOHO SIMBAH
PUTRI) , PAKDHE HADI (ALM) , BUDHE HADI , BI SRI , OM
BUDI , BI SUMI , OM SARJITO , MAS TOTOK , MAS JOKO,
EKO , DEVI , WAHYU , ENDANG , LAN ARI.**

KELUARGA BESAR PRAWIROTAMAN, YOGYAKARTA :

Bapak DRS. H . ABDUL MUNIF dan Ibu KAPUT (Matur nuwun
sampun dikeparengaken bobo lan maen ing ndalemipun bapak soho ibu)
, Mbak NUNUNG (Mbak makasih yach atas segalanya) , Mas JENY ,
YUMI (masakan'ne uenak tenan!!!) , Mas Boni (thank's atas
nasehatnya !) lan HARMAN serta Dik ULIN yang imut-imut .

Buat Bapak dan Ibu Purwanto serta Guruh dan Laras.

BUAT ALL MY FRIENDS :

Eka Deny..... (ojo dadi provokator lho mengko mundak diantili !!)
Angga (kowe kuwi ning ndi wae tho digolek'i ra' tau ono duwe goebretan anyar yo !!!) ,
Bagus (TA-ne dank dirampungke ...ojo mbojo terus selak kepingin lho...) ,

Seno dan Ferri (kapan nikahnya, undang kita-kita yach !) ,
Tubel(gimana kabar mbak-nya , yang orang jogja itu ?) ,
Hino (Mr. Keep smile , biar susah pokoknya tetep senyum)
Heri G .H , Farhan , Arief Nur Rahman
Arief Rahman (Rif ayo dank cepet nikah'e ...!) ,
juga selebritis klas C : Vera , Tammy dan Shinta (makacih atas attentionnya) ,
David (makasih atas ngobrol-nya ...)
Anton , Bowo, Alim (kuliah lim.....ojo turu terus !!!) ,
Pak Evi (Ayo pak dank cepet lulus'e trus nikah...kan uuuenak tenan !!!) ,
Andi lan Siswoyo (maju terus pantang mundur ..mas !!!) ,
Deny (kalo bukan jodoh buat apa diingat !) , Jimmy , Umar
Buat Adid thank's for your hand counter-nya (ojo ngebet cewek terus did..... mengko ono
sing keblablasan lho !) .

Sahalamatur nuwun kanggo prinsipnya.

Om Cecep.....kalo datang ke seminar jangan mikir jajanan thok!!!

Antieq ama Fanni.....selamat bekerja jadi dosen ya...!!

Luis.....optimis itu emang perlu non !

Ratih , Maryanto (96) , Ratna ...thank's atas supportnya.

Ayu.....kamu kok cemberut aza sich !!!!

Nehla.....hoy tukeran oleh-oleh yach !!

dan lainnya yang ngga bisa kusebut satu per satu (teman-teman sipil seperjuangan) bukan
karena aku males nulis tapi karena kalian udah tersimpan dalam HARDISK-ku)

TERUNTUK JUGA PARA ANGGOTA GENK - MASTER OF PUPPET .

Berry , Widyo dan Yuni.....vokoknya ketawa sampe pingsan

Buat temen - temen di gg endra :

Tyas...makasih atas proses kepeduliannya.

Titin...utangku pasti tak bayar dan pokoknya ditanggung beres.

Ayu.....wah jangan senang terus donk , kapan susahnya.

Heny.....seandainya tupai melompat pasti akan jatuh juga.

Buat temen - temen KKN :

Mbak Shanti , Dewi , Esti , Nur , Aris , Reza , Nugroho dan Aji.....marilah tetap in
touch GK-forever and keep friends.

Dan untuk seorang gadis disanaKamu dimana , aku setia nunggu kamu
sampai kamu selesai danakhirnya .

Eka Ndut : ngucapin Thank's berat buat kalian semua (atas waktu , tenaga dan
pikirannya) yang telah mendorong dan memberi semangat akan tugas akhirku ini
....semoga amal kalian diterima dan dibalas sama ALLAH SWT.....amien .

Dan juga spesial terimakasih buat teman dan saudaraku : NOOR FUAD FITRIANTO
(aku salut dan beruntung punya teman seperti kamu , tanpa kamu aku ngga tahu yang harus
kulakukan..!!!!)

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PERSETUJUAN	ii
PRAKATA	iii
HALAMAN PERSEMBAHAN	v
DAFTAR ISI	vii
DAFTAR TABEL	x
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR NOTASI	xii
DAFTAR LAMPIRAN	xiii
INTISARI	xiv
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Perumusan Masalah	2
1.3 Tujuan Penelitian	2
1.4 Manfaat Penelitian	3
1.5 Batasan Masalah	3
1.6 Keaslian Penelitian	5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	7
2.1 Pendahuluan	7
2.2 Arus Lalulintas	9

2.2.1 Tipe Fasilitas Arus Lalulintas	9
2.2.2 Parameter Arus Lalulintas	11
2.2.3 Volume	12
2.2.3.1 Periode Pengukuran Volume	14
2.2.3.2 Metode Pengukuran Volume	16
2.2.4 Kecepatan	17
2.2.5 Kepadatan atau konsentrasi	21
2.3 Hubungan Kecepatan-Volume-Kepadatan menurut Greenshields	22
2.4 Penentuan Model Hubungan u-q-k sesuai Kenyataan di Lapangan	25
2.4.1 Regresi Non Linier	25
2.4.2 Penentuan Koefisien Determinasi	26
2.4.3 Analisis Varian	27
2.4.4 Pembangunan Model Baru	29
BAB III METODE PENGUMPULAN DATA	30
3.1 Deskripsi Lokasi Penelitian	30
3.2 Materi Penelitian	32
3.3 Peralatan Survei	33
3.4 Pensurvei	34
3.5 Jalannya Penelitian	34
3.5.1 Survei Pendahuluan	34
3.5.2 Penjelasan Survei	36

3.5.3 Pengumpulan Data di Lapangan	36
BAB IV HASIL PENELITIAN DAN ANALISIS	39
4.1 Hasil Penelitian	39
4.1.1 Data Geometrik Jalan	39
4.1.2 Volume Lalulintas	40
4.1.3 Kecepatan rata-rata kendaraan dan Kepadatan	41
4.2 Analisis Hasil Penelitian	42
4.2.1 Pola Arus menurut fakta di lapangan	42
4.2.2 Pola Arus Lalulintas menurut konsep Greenshields	52
4.3 Perbandingan Pola Arus Konsep Greenshields dengan fakta di Lapangan	53
4.4 Pembahasan	58
4.5 Pembangunan Model Baru	61
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	62
5.1 Kesimpulan	62
5.2 Saran	63
DAFTAR PUSTAKA	64
LAMPIRAN	66
SUPLEMENT	123

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1	Nilai emp kendaraan pada jalan luar kota	13
Tabel 2.2	Tingkat Perlakuan	28
Tabel 4.1	Perhitungan Volume Lalulintas	41
Tabel 4.2	Perhitungan kecepatan rata- rata dan kepadatan	42
Tabel 4.3	Statistik Deskriptif variabel U_s dan q	43
Tabel 4.4	Output Komputer (<i>Curve Estimation</i>) U_s dan q	43
Tabel 4.5	Uji Koefisien Regresi U_s dan q	45
Tabel 4.6	Statistik Deskriptif variabel U_s dan k	47
Tabel 4.7	Hasil Ouput Komputer U_s dan k	47
Tabel 4.8	Uji Koefisien Regresi U_s dan k	48
Tabel 4.9	Satistik Deskriptif Variabel q dan k	50
Tabel 4.10	Hasil Ouput Komputer q dan k	51
Tabel 4.11	Uji Koefisien Regresi q dan k	51
Tabel 4.12	Test of Homogeneity of Variances U_s adan q	54
Tabel 4.13	Uji ANOVA Variabel q	55
Tabel 4.14	Test of Homogeneity of Variances U_s adan k	56
Tabel 4.15	Uji ANOVA Variabel U_s	57
Tabel 4.16	Test of Homogeneity of Variances q dan k	57
Tabel 4.17	Uji ANOVA Variabel q	58

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Diagram hubungan kecepatan-kepadatan, kecepatan-volume dan volume-kepadatan	8
Gambar 2.2	Hubungan kecepatan-aliran-kepadatan menurut hipotesa Greenshields	23
Gambar 3.1	Denah situasi lokasi penelitian pada ruas Jalan Solo km 11	31
Gambar 3.2	Tampak potongan A-A ruas Jalan Solo km 11	31
Gambar 3.3	Bagan Alir Penelitian	35
Gambar 4.1	Pola hubungan kecepatan rata-rata (U_s) dengan volume (q)	44
Gambar 4.2	Pola hubungan kecepatan rata-rata (U_s) dengan kepadatan (k)	48
Gambar 4.3	Pola arus hubungan volume (q) dengan kecepatan (k)	50

DAFTAR NOTASI

A, B	parameter yang ditetapkan secara empiris
C	Kapasitas
c	Clearance
df	degree of freedom
F	uji F (ANOVA)
g	Gap
h	Headway
k	kepadatan atau konsentrasi
k_j	kepadatan macet (jam density)
n	jumlah data
q	volume atau aliran
r	Occupancy
R^2	faktor determinasi
s	jarak yang ditempuh
S	Spacing
SS_E	jumlah kuadrat residual
SS_R	jumlah kuadrat regresi
SS_Y	jumlah kuadrat total
t	waktu yang dibutuhkan untuk menempuh jarak s
T	uji T (t-student test)
U_s, u, SMS	kecepatan rata-rata (space mean speed)
U_f	kecepatan rata-rata untuk kondisi arus bebas (free flow speed)
U_t, TMS	time mean speed
v_1	Numerator
v_2	Denominator
x	jarak ruas yang ditempuh
y_{ij}	variable random
α	tingkat signifikansi
ϵ_{ij}	komponen error random
γ, δ	Parameter yang harus diduga dari data

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1	Daftar I Standard Perencanaan Geometrik	67
Lampiran 2	Daftar II Standard Perencanaan Geometrik	68
Lampiran 3	Rekap Data Volume-Kecepatan-Kepadatan Jalan Solo km 11 Yogyakarta, hari/tgl : Senin, 24 Juli 2000, jam : 07.00-07.15 Arah : Yogyakarta	69
Lampiran 4	Rekap Data Volume-Kecepatan-Kepadatan Jalan Solo km 11 Yogyakarta, hari/tgl : Senin, 24 Juli 2000, jam : 07.00-07.15 Arah : Solo	75
Lampiran 5	Rekapitulasi Data Volume-Kecepatan-Kepadatan Jalan Solo km 11, hari/tgl : Senin (24/7/00) s/d Rabu (26/7/00) Arah : Solo (Penyesuaian dengan <i>Peak Hour Factor</i>)	87
Lampiran 6	Analisis Regresi Pola Arus Lalulintas Hubungan U_s - q dengan U_s sebagai variabel dependent	93
Lampiran 7	Analisis Regresi Pola Arus Lalulintas Hubungan U_s - q dengan q sebagai variabel dependent	99
Lampiran 8	Analisis Regresi Pola Arus Lalulintas Hubungan U_s - k dengan U_s sebagai variabel dependent	105
Lampiran 9	Analisis Regresi Pola Arus Lalulintas Hubungan q - k dengan q sebagai variabel dependent	111
Lampiran 10	Analisis Varian (ANOVA) Penelitian Greenshields dengan Lapangan	117
Lampiran 11	Nilai Kritik Sebaran t	121
Lampiran 12	Nilai Kritik Sebaran F	122

DAFTAR SUPLEMENT

Suplement 1	Hubungan Volume-Kecepatan-Kepadatan Pada Fasilitas Arus Tak Terganggu.	124
Suplement 2	Mencari Tebal Perkerasan.	132



INTISARI

Arus lalu lintas suatu ruas jalan dipengaruhi oleh tiga parameter penting yang paling signifikan yaitu : kecepatan (*speed*), kepadatan (*density*) atau konsentrasi (*concentration*) yang menggambarkan kualitas pelayanan suatu ruas jalan terhadap aliran lalu lintas, dan yang terakhir adalah aliran (*flow*) atau volume yang mengukur kuantitas suatu aliran lalu lintas dan elemen permintaan (*demand*) terhadap fasilitas jalan raya. Greenshields pada tahun 1935 kali pertama menemukan hubungan ketiga variabel tersebut setelah melakukan penelitian pada ruas jalan luar kota di Ohio. Greenshields menyatakan bahwa terdapat hubungan linear antara kecepatan (U) dengan kepadatan (k) yang wujudkan dalam persamaan $U = A - B.k$. Namun karakteristik dan perilaku pengemudi kendaraan tempat/lokasi satu dengan yang lain dalam satu negara akan memberikan hasil yang berbeda, apalagi berlainan negara.

Kasus yang ingin diangkat pada penelitian ini adalah mengenai tinjauan pola arus lalu lintas berdasarkan volume, kecepatan dan kepadatan dengan mengambil lokasi pada ruas Jalan Solo km 11 Yogyakarta sebagai salah satu ruas jalan luar kota yang melayani arus *commuter* Yogya – Solo, dan juga sebaliknya. Ruas Jalan Solo termasuk jalan kelas IIC dengan tipe 6 lajur - 2 arah dengan pembatas (6/2 D). Pengambilan data dilakukan pada hari Senin (24/07/00) s/d Rabu (26/07/00) jam 07.00-09.00 (periode pagi), 11.00-14.00 (periode siang), dan 15.30-17.30 (periode sore). Pengambilan data sebagai sampel dilakukan tiap segmen waktu 5 menit atas dasar pengalaman peneliti terdahulu yang menggunakan segmen waktu 15 menit memberikan data yang kurang variatif dan cenderung mengelompok. Data volume, kecepatan, dan kepadatan seluruhnya kemudian direkap untuk mendapatkan hubungan ketiga variabel dengan *microsoft excel*. Langkah selanjutnya yakni meregresi data-data tersebut ke dalam beberapa trend model dengan *software* SPSS 10.01, untuk mendapatkan suatu persamaan regresi yang paling representatif secara statistik untuk kemudian dibandingkan dengan konsep teoritis menurut Greenshields.

Hasil analisis regresi lapangan didapatkan hubungan U - q terbaik terwakili oleh persamaan eksponensial $U = 57777,86393e^{-1,7091561E-05q}$. Hubungan U - k terbaik diwakili oleh persamaan power regresi $U = 61943,555278(k)^{-0,64812}$, sedangkan untuk hubungan q - k terbaik diwakili oleh persamaan power regresi $q = 1477,073238(k)^{0,299816}$. Penelitian Greenshields sendiri menghasilkan persamaan $q = 126,02.U - 2,15.U^2$ (hubungan U - q), persamaan $U = 58,6 - 0,486.k$ (hubungan U - k), dan persamaan $q = 58,6.k - 0,465.k^2$. Setelah diuji dengan menggunakan analisis varians (ANOVA) kedua model tidak terbukti mempunyai nilai varians dan rata-rata populasi yang sama, sehingga dapat dikatakan bahwa kedua model tersebut berbeda secara signifikan (nyata). Dengan kata lain konsep teoritis menurut Greenshields tidak dapat digunakan untuk menggambarkan pola arus lalu lintas pada ruas jalan Solo km 11 Yogyakarta dengan kondisi pada saat itu.

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Arus lalu lintas suatu ruas jalan dipengaruhi oleh tiga parameter penting yang paling signifikan. Ketiga parameter tersebut adalah kecepatan (*speed*), kepadatan (*density*) atau konsentrasi (*concentration*) yang menggambarkan kualitas pelayanan ruas jalan terhadap aliran lalu lintas, dan yang terakhir adalah aliran (*flow*) atau volume yang mengukur kuantitas suatu aliran lalu lintas dan elemen permintaan (*demand*) terhadap fasilitas jalan raya (R.J.Salter, 1980). Hubungan ketiga unsur tersebut selanjutnya dapat digunakan untuk mencari kapasitas dan tingkat pelayanan ruas jalan tersebut (*level of service*).

Pada tahun 1935, ialah Greenshields yang kali pertama menemukan hubungan ketiga variabel tersebut setelah melakukan penelitian pada ruas jalan luar kota di Ohio. Greenshields menyatakan bahwa terdapat hubungan linear antara kecepatan dengan kepadatan. Setelah itu muncul penemuan-penemuan model baru mengenai hubungan ketiga parameter arus lalu lintas, yang antara lain oleh : Ellis (*2-Regim Linear* dan *3-Regim Linear Models*), Greenberg (*Logarithmic Model*), Underwood (*Exponential Model*), Edie (*2-Segment Model*), May (*The Bell Curve Model*). Namun

diantara beberapa model tersebut, model linear Greenshields merupakan model yang paling simpel dan sederhana. Bahkan model ini sudah dapat diterima secara luas untuk mendeskripsikan arus lalu lintas dua jalur di luar kota dengan kepadatan kendaraan harus di atas 10 kend/mil (E.K.Morlok, 1985).

Satu hal yang perlu diingat bahwa beda tempat dan area dalam satu negara -- bisa memberikan perbedaan mengenai karakteristik pengemudi sepanjang waktu, populasi penduduk yang berkendaraan bermotor serta faktor-faktor lain yang tentu saja akan memberikan hasil yang berbeda -- apalagi berbeda negara. Untuk itu perlu diujikan apakah konsep Greenshields sesuai atau berlaku pada ruas jalan luar kota di Indonesia, terutama ruas Jalan Solo km 11 Yogyakarta.

1.2 Perumusan Masalah

Apakah model hubungan linear kecepatan-kepadatan menurut Greenshields dapat diaplikasikan (diterima) untuk mendeskripsikan arus lalu lintas yang terjadi pada ruas Jalan Solo km 11 ?

1.3 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan penelitian pada ruas jalan Solo km 11 ini adalah :

1. Menyelidiki, mempelajari dan menganalisis model hubungan kecepatan – aliran – kepadatan pada ruas jalan luar kota.
2. Membandingkan model hubungan kecepatan – aliran – kepadatan menurut konsep Greenshields dengan hasil analisis data lapangan.

3. Membuat model baru hubungan kecepatan – aliran – kepadatan apabila model teoritis berbeda dengan model berdasar data lapangan.

1.4 Manfaat Penelitian

Penelitian ini diharapkan dapat mengetahui perbedaan model hubungan kecepatan – aliran – kepadatan menurut Greenshields dengan model hubungan hasil analisis data lapangan yang hanya berlaku pada ruas Jalan Solo km 11 sebagai salah satu sampel ruas jalan luar kota.

Selain itu secara praktis, besaran-besaran (parameter-parameter) yang dihasilkan pada penelitian ini diharapkan dapat digunakan sebagai dasar pengambilan kebijakan dalam pengelolaan manajemen lalu lintas pada ruas jalan tersebut untuk saat ini maupun waktu yang akan datang.

1.5 Batasan masalah

Bertolak dari latar belakang perumusan masalah dan tujuan penelitian maka dibuat batasan-batasan terhadap penelitian ini, yang meliputi :

1. Penelitian dilakukan di ruas Jalan Solo km 11, tepatnya ruas jalan yang terletak diantara Wisma R. Sastrosudiro Umi Graha Grogol Kalasan dan PT Bank Pengkreditan Rakyat Danagung Ramulti.
2. Penelitian hanya dilaksanakan pada lokasi pengamatan dengan kondisi cuaca cerah. Untuk itu hasil penelitian ini hanya berlaku pada daerah pengamatan selama waktu pengamatan dengan kondisi cuaca tertentu.

3. Pengambilan data volume lalu lintas dilakukan terhadap semua jenis kendaraan, sedangkan data untuk data kecepatan rata-rata hanya berlaku untuk kendaraan bermotor.
4. Pengamatan aliran lalu lintas kendaraan bermotor dan tidak bermotor hanya berlaku bagi kendaraan yang berada dalam ruas pengamatan.
5. Analisis dilakukan terhadap arus lalulintas dua arah, yaitu arah meninggalkan kota (ke arah timur) dan arah menuju kota Yogyakarta (ke arah barat).
6. Studi kasus ini tidak meneliti pengaruh jumlah pintu keluar masuk, lebar, dan keadaan jalan keluar/masuk serta kesulitan-kesulitan yang dialami kendaraan untuk melaluinya.
7. Dengan adanya lubang median pemisah pada jarak ± 100 meter di sebelah timur ruas pengamatan (sebagai fasilitas membelok kendaraan), maka peneliti mengabaikan pengaruh pergerakan (manuver) membelok kendaraan yang ingin berganti haluan.
8. Penelitian ini juga mengabaikan pengaruh pergerakan *slow moving* kendaraan dan aktivitas kendaraan yang berhenti sepanjang ruas jalan tersebut, baik yang dari arah barat maupun timur.
9. Survei dilakukan pada pagi hari (07.00 – 09.00), siang hari (11.00 – 14.00) dan sore hari (15.30 – 17.30).
10. Penelitian dilakukan pada kondisi arus lalulintas normal seperti hari-hari biasa, tidak pada hari-hari khusus maupun hari libur.

1.6 Keaslian Penelitian

Penelitian ini belum pernah dilakukan oleh peneliti lain. Pernah ada penelitian yang dilakukan oleh :

1. **Ramos K Situmorang (92/reg/UGM/95)** dengan judul “Analisis Kapasitas dengan Metoda Pendekatan Hubungan Fundamental Arus (Studi kasus pada ruas Jalan Diponegoro, Yogyakarta)”. Situmorang memakai metode survai *Moving Car Observer* (MCO) untuk memperkirakan kapasitas dan tingkat pelayanan ruas jalan Diponegoro. Setelah itu perhitungan kapasitas dan LOS ruas jalan dengan memakai HCM 1985 sebagai acuannya berdasarkan diagram fundamental arus yang terbentuk.
2. **Posma Partogi (92/reg/UGM/1998)** dengan judul “Analisis Kapasitas dan Tingkat Kinerja (Rasio q/C) Ruas Jalan dengan Tinjauan Diagram Fundamental Arus Lalu Lintas (Studi kasus pada ruas Jalan Urip Sumoharjo, Yogyakarta)”. Partogi melakukan survai pengumpulan data volume dan kecepatan, kemudian menggambarkan diagram diagram fundamental arus berdasarkan data yang didapatkan di lapangan. Selanjutnya berdasarkan diagram fundamental arus yang terbentuk, bisa dihitung kapasitas dan tingkat kinerja ruas jalan tersebut.

Greenshields sendiri menemukan konsep tersebut atas penelitian di jalan-jalan luar kota di Ohio, sedangkan Situmorang dan Partogi menggunakannya untuk penelitian pada Jalan Diponegoro dan Jalan Urip Sumoharjo Yogyakarta (Jalan

kota/*urban roads*). Padahal karakteristik dan perilaku ruas jalan dalam kota dengan luar kota (*rural roads*) jelas sangat berbeda, jalan-jalan kota tergolong *mix-traffic* sedangkan jalan luar kota tergolong *unmix-traffic*. Untuk itulah peneliti merasa perlu untuk menggunakan model tersebut untuk meninjau apakah konsep Greenshields fleksible diaplikasikan pada jalan-jalan luar kota di Indonesia, khususnya ruas Jalan Yogyakarta – Solo.



BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

Tinjauan pustaka merupakan salah satu kerangka teoritik yang memuat informasi yang didapat dalam pustaka maupun penelitian-penelitian sebelumnya yang berkaitan dengan masalah yang akan diteliti, dan disajikan dengan sistematis.

2.1 Pendahuluan

Pendekatan dasar dalam melakukan pemecahan masalah-masalah lalu lintas telah lama dilakukan oleh peneliti-peneliti terdahulu. Sekitar tahun 1920 – 1930 belum ada metode pendekatan yang dapat dipakai untuk memperkirakan besarnya kapasitas ruas jalan. Salah seorang peneliti telah berhipotesa bahwa terdapat hubungan linear antara kecepatan (kecepatan rata-rata kendaraan) dengan jumlah lalu lintas di jalan (diukur dengan kepadatan per mil jalan), bentuk hubungannya dapat dilihat pada diagram Gambar 2.1.

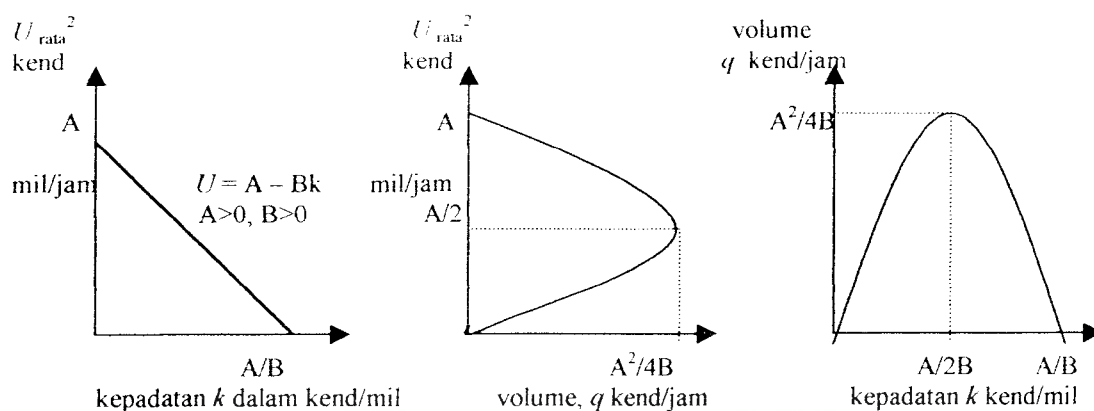
Hubungan tersebut secara matematis dapat diterjemahkan persamaan berikut :

$$U = A - B.k \quad \dots\dots\dots (2.1)$$

Keterangan : U = kecepatan rata-rata kend (mil/jam)

k = kepadatan

A, B = parameter yang ditetapkan secara empiris



Gambar 2.1 Diagram hubungan kecepatan-kepadatan, kecepatan-volume, dan volume-kepadatan

Sumber : Morlok, E.K, Hainim, J.K, *Pengantar Teknik dan Perencanaan Transportasi*, 1985, Erlangga.

Parameter-parameter A dan B dapat diperkirakan apabila dimasukkan data-data kecepatan dan kepadatan di lapangan. Kemudian hubungan linear dapat dimanipulasi dengan mudah untuk mendapatkan hubungan antara kecepatan – kepadatan yang melalui suatu titik pada jalan per satuan waktu (volume lalulintas). Persamaan Volume lalulintas yang bergerak tetap tersebut dapat dilihat pada persamaan (2.2).

$$q = k.U = A.k - B.k^2 \quad \dots\dots\dots (2.2)$$

keterangan : q = volume lalulintas

k = kepadatan

Bentuk persamaan yang lebih mudah dimengerti adalah yang menerangkan kecepatan sebagai fungsi dari volume lalulintas. Persamaan tersebut dapat dilihat pada persamaan (2.3).

$$q = k \cdot U = \frac{(U - A)}{-B} U = \frac{A}{B} U - \frac{1}{B} U^2 \dots\dots\dots (2.3)$$

Pada saat volume lalu lintas mencapai titik minimum dan bersamaan saat itu pula kendaraan berjalan dengan kecepatan tinggi, pada awalnya kecepatan tidak akan menurun walaupun volume bertambah. Akan tetapi pada saat mencapai titik-titik tertentu, kecepatan akan menurun cukup banyak, hal ini terjadi pada saat bertemu jalan yang ramai. Saat terjadi volume lalu lintas maksimal, berlaku kecepatan menghasilkan volume $\frac{A^2}{4B}$. Volume inilah yang disebut sebagai kapasitas maksimal jalan dan dapat dipergunakan untuk kepentingan desain apabila kecepatannya dapat dianggap memenuhi syarat (E.K Morlok, 1985 : 19-23).

2.2 Arus lalu lintas

Arus lalu lintas merupakan susunan dari beberapa individu pengemudi dan kendaraan, yang saling berinteraksi satu sama lain dengan cara yang unik dalam elemen jalan dan lingkungan umum. Kendaraan dalam arus lalu lintas terdiri dari berbagai tipe, tahun, ukuran, daya melintasi suatu sistem jalan dengan kecepatan dan jarak antara yang berbeda. Perbedaan karakteristik pengemudi akan menambah beragamnya aliran lalu lintas di jalan (Mc. Shane, 1990 : 48).

2.2.1 Tipe fasilitas arus lalu lintas

Tipe-tipe fasilitas berhubungan dengan interaksi antar elemen aliran lalu lintas yang mengontrol karakter umum aliran sepanjang fasilitas tersebut.

Aliran kendaraan dalam suatu fasilitas transportasi secara umum dapat diklasifikasikan dalam dua kategori, yakni :

1. Aliran Tak Terganggu (*Uninterrupted Flow*)

Merupakan tipe fasilitas yang tidak memiliki elemen-elemen tetap yang pada umumnya membatasi karakteristik aliran di sepanjang fasilitas, seperti tidak adanya sinyal lalu lintas, rambu *STOP* atau *YIELD*, faktor eksternal yang dapat menyebabkan gangguan periodik terhadap aliran lalu lintas. Kondisi aliran lalu lintas tersebut diatas merupakan produk kendaraan individu yang saling berinteraksi dalam suatu aliran lalu lintas dan juga interaksi antara beberapa kendaraan dengan karakteristik geometri lingkungan umum jalan.

Pola aliran dibatasi oleh karakteristik pengguna lahan yang membangkitkan perjalanan kendaraan pada fasilitas tersebut. Meskipun fasilitas tersebut mengalami kongesti sungguh-sungguh, namun kemacetan itu sebenarnya bukan disebabkan oleh faktor eksternal, melainkan oleh interaksi internal aliran lalu lintas. Oleh karena itu, walaupun pengemudi berada dalam kemacetan di *freeway*, fasilitas tersebut tetap diklasifikasikan sebagai aliran tak terganggu.

2. Aliran Terganggu (*Interrupted Flow*)

Merupakan tipe fasilitas yang memiliki elemen-elemen tetap sehingga menyebabkan gangguan periodik terhadap aliran lalu lintas. Elemen-elemen tersebut antara lain sinyal lalu lintas yang secara periodik menghentikan aliran,

rambu *STOP* atau *YIELD* juga menyebabkan gangguan lalulintas seperti beberapa simpang yang tidak diatur, dan tipe-tipe kontrol yang lain. Aliran tersebut tergantung dari interaksi antara kendaraan dan lingkungan sekitar. Sinyal lalulintas hanya memperbolehkan gerakan terjadi pada sebagian waktu, tetapi karena gangguan yang periodik atas aliran lalulintas pada fasilitas ini maka aliran terjadi dalam *platoons*. Platoon adalah suatu kelompok kendaraan yang bergerak sepanjang fasilitas secara bersama-sama (iring-iringan), dan antara kelompok kendaraan dengan kelompok berikutnya terdapat rentang waktu (*gap*) (Mc. Shane, 1990 : 48-49).

2.2.2 Parameter arus lalulintas

Sedikitnya ada delapan variabel yang sering digunakan untuk menggambarkan arus lalulintas. Tiga variabel yang dianggap paling utama, yaitu kecepatan (*speed, u*), volume (*volume, q*), dan kepadatan (*density, k*). Tiga variabel lain yang sering digunakan dalam analisis arus lalulintas adalah *headway (h)*, *spacing (s)*, dan *occupancy (R)*. Selain itu, dua parameter lain yang berhubungan dengan pengukuran *headway* dan *spacing* adalah *clearance (c)* dan *gap (g)* (C.J Khisty, 1990 : 119).

Menurut Mc. Shane (1990 : 49), parameter-parameter aliran lalulintas dibagi menjadi dua kategori, yakni : golongan *macroscopic parameters*, sebagai keseluruhan aliran lalulintas; golongan *microscopic parameters*, berupa perilaku tiap individu kendaraan dalam suatu aliran lalulintas dengan saling menghormati satu sama lain. Aliran lalulintas digambarkan secara makroskopik oleh tiga parameter, yaitu :

1. Volume atau angka aliran (*volume or rate of flow*),
2. kecepatan (*speed*), dan
3. kepadatan (*density*).

Ketiga variabel utama tersebut dipengaruhi oleh desain geometrik jalan, komposisi arus lalu lintas, pemisah arah (median), pengaturan lalu lintas, hambatan samping, perilaku pengemudi dan populasi kendaraan. Analisis yang tepat terhadap ketiga variabel tersebut akan memberikan petunjuk (indikasi) akan kemungkinan terjadinya kemacetan di masa yang akan datang. Untuk selanjutnya dapat diantisipasi dengan perbaikan fisik jalan atau menerapkan aturan-aturan yang baru guna mempertahankan efisiensi ruas jalan tersebut (Situmorang, 1993).

Penting untuk dipahami bahwa analisis lalu lintas tidak dapat dilakukan hanya dengan pengukuran dan pengumpulan data/fakta di lapangan. Dengan kata lain dalam mempelajari lalu lintas sebagai suatu aliran harus selalu diperhatikan ketiga variabel utama yang membentuk aliran tersebut dan variasinya dalam jarak dan waktu (Partogi, 1998).

2.2.3 Volume

Volume didefinisikan sebagai jumlah kendaraan yang melewati suatu titik pengamatan atau ruas jalan selama interval waktu tertentu, umumnya dinyatakan dalam kendaraan/jam atau smp/jam. Volume merupakan parameter arus lalu lintas yang seringkali digunakan untuk mengkuantifikasi kebutuhan lalu lintas (*traffic demand*) (Mc.Shane, 1990 : 49).

Perhitungan volume kendaraan lalu lintas dikonversi dari kendaraan per jam menjadi satuan mobil penumpang per jam dengan menggunakan suatu nilai konversi. Nilai smp kendaraan dapat dilihat pada tabel 2.1.

Tabel 2.1 Nilai emp kendaraan pada jalan luar kota

Jenis kendaraan	Nilai emp
Sepeda	0,5
Mobil Penumpang/Sepeda Motor	1
Truk Ringan (< 5 ton)	2
Truk Sedang (>5 ton)	2,5
Bus	3
Truk Berat (> 10 ton)	3
Kendaraan Tidak Bermotor	7

Sumber : Dirjen Bina Marga, Peraturan Perencanaan Geometrik Jalan Raya (PPGJR) No. 13/1970, BPPU.

Menurut **Malkamah (1994 : 6)**, survei volume lalu lintas bertujuan untuk mencatat setiap kendaraan yang lewat (melewati suatu titik atau garis tertentu) sehingga didapatkan informasi mengenai:

1. pola arus lalu lintas,
2. volume lalu lintas tiap pergerakan,
3. komposisi kendaraan dalam lalu lintas,
4. faktor untuk memprediksi volume lalu lintas yang akan datang,
5. tingkat okupansi kendaraan dalam lalu lintas.

Periode-periode perhitungan akan bervariasi dari periode jangka pendek pada tempat-tempat tidak tetap sampai periode menerus pada stasiun-stasiun permanen. Perhitungan per jam umumnya penting dalam semua desain teknik, sedangkan

lalulintas harian dan tahunan penting dalam perhitungan dari segi ekonomi, klasifikasi sistem jalan dan investasi (F.D Hobbs, 1995 : 57).

2.2.3.1 Periode Pengukuran Volume

Menurut Mc. Shane (1990 : 49-52), periode pengukuran volume lalulintas dijelaskan sebagai berikut :

1. Volume Harian

Interval waktu yang biasa dipakai adalah satu hari sebagai dasar untuk perencanaan jalan raya dan metode observasi secara umum.

a. Lalulintas Harian Rata-rata Tahunan (LHRT) atau *Average Annual Daily Traffic (AADT)*

AADT merupakan volume lalulintas rata-rata 24 jam pada suatu lokasi yang ditentukan selama 1 tahun penuh (365 hari). Sehingga AADT didapatkan dengan membagi jumlah total kendaraan yang lewat tempat tersebut dalam satu tahun dengan 365 hari.

b. Lalulintas Hari Kerja Rata-rata Tahunan (LH_kRT) atau *Average Annual Weekday Traffic (AAWT)*

AAWT adalah volume lalulintas rata-rata 24 jam yang terjadi dalam hari kerja seminggu selama satu tahun penuh. Volume hari kerja rata-rata akan lebih besar diatas AADT. AAWT dihitung dengan membagi volume total lalulintas hari kerja dengan 260.

c. Lalulintas Harian Rata-rata (LHR) atau *Average Daily Traffic (ADT)*

ADT adalah volume lalulintas rata-rata 24 jam pada suatu lokasi tertentu untuk beberapa periode waktu kurang dari satu tahun.

d. Lalulintas Hari Kerja Rata-rata (LH_kR) atau *Average Weekday Traffic (AWT)*

AWT merupakan volume lalulintas rata-rata 24 jam yang terjadi dalam hari kerja untuk beberapa periode waktu kurang dari satu tahun

2. Volume Tiap Jam

Volume ini sangat bervariasi selama 24 jam, biasanya volume maksimum terjadi selama jam sibuk kerja pagi dan sore yang sering disebut dengan volume jam puncak. Volume jam puncak ini -- biasanya volume satu arah pada aliran yang dipisahkan -- yang digunakan sebagai dasar dalam perancangan dan analisis operasional.

3. Volume Sub-jam dan Angka Aliran

Volume tiap jam merupakan dasar untuk berbagai bentuk perancangan dan analisis operasional lalulintas. Namun demikian, variasi dalam satu jam tertentu juga perlu dipertimbangkan karena kualitas aliran lalulintas selalu berhubungan dengan fluktuasi masa pendek dalam tuntutan lalulintas. Suatu fasilitas dapat saja mempunyai kapasitas yang cukup untuk melayani jam puncak, akan tetapi bisa jadi puncak masa pendek dari aliran dalam jam puncak tersebut dapat melebihi kapasitas sehingga menciptakan kongesti. Untuk alasan stabilitas

analisis statistik, HCM 1985 mengusulkan untuk menggunakan periode 15 menit untuk analisis operasional dan perancangan. Variasi angka aliran untuk periode kurang dari 15 menit termasuk tidak stabil dan hubungan dengan variabel aliran lalu lintas yang lain sulit ditetapkan.

Hubungan antara volume tiap jam dengan angka aliran maksimum dalam 1 jam didefinisikan sebagai *peak-hour factor* (PHF), yang dirumuskan sebagai berikut,

$$\text{PHF} = \frac{\text{volume tiap jam}}{\text{angka aliran maksimum}} \dots\dots\dots (2.4)$$

Jika periode aliran 15 menit-an yang dipakai, maka persamaannya menjadi,

$$\text{PHF} = \text{HV} / (4 \times V_{15}) \dots\dots\dots (2.5)$$

Dengan, HV = volume tiap jam (kend/jam)

V_{15} = volume periode 15 menit maksimum dalam 1 jam (kend)

Nilai normal PHF antara 0.7 – 0.98, nilai PHF yang rendah menandakan banyaknya angka variasi aliran yang terjadi selama waktu sibuk.

2.2.3.2 Metode Pengukuran Volume

Menurut **Malkamah (1994 : 7-8)**, metode pengukuran volume lalu lintas dapat dibedakan dalam dua cara, yaitu :

1. Pencacahan secara manual

Dalam bentuk yang sederhana, pengamat mencatat pada lembar formulir survei, setiap kendaraan yang lewat menurut klasifikasi macam kendaraan

kemudian memakai formulir terpisah untuk periode perhitungan. Metode pencacahan tersebut cocok diterapkan untuk menghitung volume ruas jalan yang tergolong rendah. Sebab secara kasar, seorang pengamat hanya dapat mencacah 500 - 600 kendaraan/jam dengan baik. Tugas pengamat dapat dipermudah dengan menggunakan alat penghitung mekanik (*mechanical hand counter*).

2. Pencacahan secara mekanis/otomatis

Pencacah mekanis permanen digunakan untuk perhitungan secara terus menerus dan memperkecil faktor pencacahan. Sampai saat ini metode pencacahan tersebut dianggap sebagai cara terbaik untuk memperkirakan volume lalulintas.

Alat-alat yang digunakan antara lain :

- a. *electric contact device*,
- b. *photo electric device*,
- c. *radar device, ultrasonic device, infrared device*,
- d. *inductance loop detection, pneumatic tube detection*.

Pengukuran volume pada penelitian ini menggunakan metode pencacahan manual dengan membutuhkan total empat orang pengamat (*enumerator*), masing-masing ruas membutuhkan dua orang pengamat.

2.2.4 Kecepatan

Menurut **Mc. Shane (1990 : 52-54)**, kecepatan adalah kecepatan rata-rata arus lalulintas yang dihitung dari panjang ruas jalan dibagi waktu tempuh rata-rata

kendaraan untuk melintasi ruas jalan tersebut, umumnya dinyatakan dalam mil/jam (mph) atau km/jam. Kecepatan menunjukkan kualitas aliran lalulintas.

$$U = \frac{s}{t} \dots\dots\dots (2.6)$$

dengan : U = kecepatan (mph atau km/jam)

s = jarak yang ditempuh (mil atau km)

t = waktu yang dibutuhkan untuk menempuh jarak s (jam atau detik)

Kecepatan pada umumnya dibagi tiga jenis yaitu :

1. Kecepatan setempat (*spot speed*)

Adalah kecepatan sesaat kendaraan pada suatu bagian jalan tertentu atau pada suatu titik tertentu. Pengukuran kecepatan setempat dapat dilakukan dengan cara manual maupun menggunakan alat bantu *enoscope*, radar meter, *electronic timing apparatus*, dan *video camera*.

2. Kecepatan bergerak (*running speed*)

Adalah kecepatan yang dipakai untuk menempuh suatu jarak tertentu selama kendaraan dalam keadaan berjalan (tidak termasuk *stop delay*).

3. Kecepatan perjalanan (*journey speed*)

Adalah kecepatan efektif kendaraan yang sedang dalam perjalanan antara dua tempat.

Sedangkan untuk pengukuran kecepatan bergerak dan kecepatan perjalanan dapat menggunakan dua macam metode berikut :

a. *Floating Car Method* (FCM)

Merupakan metode pengukuran dengan mengikutsertakan pengamat dalam kendaraan bergerak mengikuti aliran lalu lintas. Pengamat mencatat waktu berhenti dan bergerak kendaraan sehingga kecepatan perjalanan atau kecepatan bergerak dapat ditentukan.

b. *Moving Car Observer* (MCO)

Metode pengukuran hampir sama dengan FCM, namun dengan metode ini dapat diperoleh dua hasil sekaligus yaitu volume rata-rata dan kecepatan rata-rata.

Pada pergerakan arus lalu lintas, tiap kendaraan berjalan dengan kecepatan yang berbeda-beda. Oleh karena itu arus lalu lintas tidak hanya melihat satu karakteristik kecepatan saja, melainkan distribusi kecepatan masing-masing kendaraan juga diperhitungkan. Sehingga dengan distribusi kecepatan kendaraan yang berlainan tersebut, nilai rata-rata atau tipikal dapat digunakan untuk mewakili karakteristik arus lalu lintas keseluruhan.

Kecepatan rata-rata dapat dihitung dengan memakai dua cara, yakni :

1. Space Mean Speed (SMS)

Adalah kecepatan rata-rata semua kendaraan yang menempuh bagian jalan tertentu yang dinyatakan oleh waktu rata-rata tiap kendaraan.

$$\text{SMS} = U_s = \frac{x}{n \sum_{i=1}^n t_i} \dots\dots\dots (2.7)$$

dengan SMS = *space mean speed*

x = jarak ruas jalan yang ditempuh

n = jumlah sampel kendaraan

t_i = waktu yang dibutuhkan kendaraan i menempuh ruas jalan tertentu

2. Time Mean Speed (TMS)

Adalah kecepatan rata-rata berbagai kendaraan untuk menempuh suatu bagian jalan tertentu yang dinyatakan oleh kecepatan rata-rata tiap kendaraan.

$$\text{TMS} = U_t = \frac{\sum_{i=1}^n v_i}{n} \dots\dots\dots (2.8)$$

dengan TMS = *time mean speed*

v_i = kecepatan kendaraan i

n = jumlah sampel kendaraan

Dalam penelitian ini digunakan kecepatan perjalanan rata-rata (*average running speed or space mean speed*) dalam menyatakan hubungan ketiga parameter arus lalulintas seperti yang digunakan Greenshields dalam penelitiannya.

2.2.5 Kepadatan atau konsentrasi

Menurut **Mc. Shane (1990 : 54)**, kepadatan didefinisikan sebagai jumlah kendaraan rata-rata yang berada pada suatu ruas jalan setiap satu satuan panjang ruas jalan atau lajur jalan tersebut, umumnya dinyatakan dalam kend/mil (vpm) atau kend/mil/lajur (vpmpl).

Besarnya kepadatan sulit untuk diukur secara langsung, namun besaran ini dapat dihitung dengan menggunakan variabel kecepatan dan volume, sebagai bagian dari hubungan antara ketiga variabel tersebut. Persamaan (2.2) dapat diubah menjadi persamaan (2.7) yang menggambarkan hubungan ketiga parameter aliran lalulintas.

$$k = \frac{q}{U} \dots\dots\dots (2.9)$$

dengan : q = angka aliran (kend/jam)

U = *space mean speed* (m/jam)

k = kepadatan (kend/m)

Kepadatan adalah variabel paling penting di antara ketiga variabel utama aliran lalulintas, karena variabel tersebut merupakan besaran yang berhubungan langsung dengan kebutuhan (*demand*) lalulintas. Lalulintas sendiri dibangkitkan atas pemanfaatan beberapa lahan, sehingga muncul jumlah kendaraan yang berada pada

suatu ruas jalan. Bangkitan perjalanan menyebabkan timbulnya suatu kepadatan lalu lintas, sebelum akhirnya angka aliran dan kecepatan dapat dihasilkan.

Kepadatan juga merupakan besaran penting yang digunakan untuk mengukur kualitas suatu aliran lalu lintas, sebagaimana mengukur kerapatan antar kendaraan. Faktor kerapatan antar kendaraan tersebut mempengaruhi kebebasan pengemudi untuk bergerak manuver dan faktor kenyamanan psikologis pengemudi kendaraan.

2.3 Hubungan Kecepatan-Volume-Kepadatan Menurut Greenshields

Menurut Salter (1976 : 126-127), Greenshields adalah salah seorang peneliti yang kali pertama meneliti hubungan ketiga variabel tersebut, dan pada saat mengamati di ruas jalan-jalan luar kota Ohio akhirnya ditemukan hubungan antara kecepatan - kepadatan yang diwujudkan dalam persamaan (2.10).

$$U_s = U_f - \frac{U_f}{k_j} \cdot k \quad \dots \dots \dots (2.10)$$

dengan U_s = kecepatan rata-rata (*space mean speed*),

U_f = kecepatan rata-rata untuk kondisi arus bebas (*Free Flow Speed*),

k_j = kepadatan macet (*jam density*), dan

k = kepadatan.

Grafik hubungan kecepatan-aliran-kepadatan hasil riset Greenshields pada ruas jalan luar kota di Ohio pada tahun 1934 dapat dilihat pada Gambar 2.2.

suatu ruas jalan. Bangkitan perjalanan menyebabkan timbulnya suatu kepadatan lalu lintas, sebelum akhirnya angka aliran dan kecepatan dapat dihasilkan.

Kepadatan juga merupakan besaran penting yang digunakan untuk mengukur kualitas suatu aliran lalu lintas, sebagaimana mengukur kerapatan antar kendaraan. Faktor kerapatan antar kendaraan tersebut mempengaruhi kebebasan pengemudi untuk bergerak manuver dan faktor kenyamanan psikologis pengemudi kendaraan.

2.3 Hubungan Kecepatan-Volume-Kepadatan Menurut Greenshields

Menurut Salter (1976 : 126-127), Greenshields adalah salah seorang peneliti yang kali pertama meneliti hubungan ketiga variabel tersebut, dan pada saat mengamati di ruas jalan-jalan luar kota Ohio akhirnya ditemukan hubungan antara kecepatan - kepadatan yang diwujudkan dalam persamaan (2.10).

$$U_s = U_f - \frac{U_f}{k_j} \cdot k \dots\dots\dots (2.10)$$

dengan U_s = kecepatan rata-rata (*space mean speed*),

U_f = kecepatan rata-rata untuk kondisi arus bebas (*Free Flow Speed*),

k_j = kepadatan macet (*jam density*), dan

k = kepadatan.

Grafik hubungan kecepatan-aliran-kepadatan hasil riset Greenshields pada ruas jalan luar kota di Ohio pada tahun 1934 dapat dilihat pada Gambar 2.2.

$$q = k_j \cdot U_s = \frac{k_j}{U_r} \cdot U_s^2 \dots \dots \dots (2.12)$$

Kepadatan dan kecepatan pada saat volume mencapai maksimum dapat ditentukan dengan mendiferensialkan persamaan (2.11) dan (2.12) terhadap kepadatan dan kecepatan. Menentukan kepadatan saat volume maksimum, dari persamaan (2.11).

$$\frac{dq}{dk} = U_r - \left\{ 2 \cdot \frac{U_r}{k_j} \cdot k \right\} = 0$$

maka,

$$k = k_{\max} = \frac{k_j}{2} \dots \dots \dots (2.13)$$

Sedangkan menentukan kecepatan saat volume maksimum, dari persamaan (2.12).

$$\frac{dq}{dU_s} = k_j - \left\{ 2 \frac{k_j}{U_r} \cdot U_s \right\}$$

sehingga,

$$U_s = U_{\max} = \frac{U_r}{2} \dots \dots \dots (2.14)$$

Dan akhirnya dengan mensubstitusikan harga maksimum tersebut ke dalam persamaan (2.2), menghasilkan persamaan (2.15).

$$q_{\max} = k_{\max} \cdot U_{\max} = \frac{(k_j \cdot U_r)}{4} \dots \dots \dots (2.15)$$

2.4 Penentuan Model Hubungan u-q-k Sesuai Kenyataan Data di Lapangan

2.4.1 Regresi non linear

Menurut **Walpole (1992 : 361)**, apabila segugus data tampaknya paling baik disajikan melalui kurva regresi non linear, maka harus mencoba menentukan bentuk kurvanya dan menduga parameternya.

1. Regresi Eksponensial (Logaritma)

Adakalanya diagram pencar menunjukkan bahwa nilai tengah dapat disajikan secara baik melalui sebuah kurva eksponensial yang berbentuk

$$\mu_{\gamma|x} = \gamma\delta^x \dots\dots\dots (2.16)$$

Dengan γ dan δ merupakan parameter yang harus diduga dari data. Apabila nilai dugaan dilambangkan dengan c dan d , maka dapat diduga $\mu_{\gamma|x}$ dengan \hat{y} berdasarkan kurva regresi berikut :

$$\hat{y} = cd^x$$

didapatkan kurva regresi

$$\log \hat{y} = \log c + (\log d)x$$

dan setiap pasang pengamatan dalam contoh memenuhi hubungan

$$\log y_i = \log c + (\log d)x_i + e_i$$

$$= a + bx_i + e_i$$

dengan $a = \log c$ dan $b = \log d$. Dengan demikian dapat menentukan a dan b dengan persamaan

$$\hat{y} = a + bx$$

dengan menggunakan sebagai datanya semua pasangan $(x_i, \log y_i)$, akhirnya c dan d dapat diperoleh dengan mengambil antilogaritmanya.

2. Regresi Parabolik

Persamaan garis regresi parabola adalah sebagai berikut :

$$Y = a + bX + cX^2 \dots\dots\dots (2.17)$$

Bila diperhatikan, bahwa bentuk persamaan seperti ini garis regresi linier berganda $Y = b_1 + b_2X_2 + b_3X_3$ dengan $b_2=b$, $b_3=c$, $X_2=X$ dan $X_3= X^2$. Dengan demikian cara menghitung koefisien a , b , dan c sama, seperti menghitung b_1 , b_2 , dan b_3 , yaitu menggunakan persamaan normal sebagai berikut :

$$\begin{aligned} an + b\Sigma X + c\Sigma X^2 &= \Sigma Y \\ a\Sigma X + b\Sigma X^2 + c\Sigma X^3 &= \Sigma XY \\ a\Sigma X^2 + b\Sigma X^3 + c\Sigma X^4 &= \Sigma X^2Y \end{aligned}$$

$$\begin{pmatrix} n & \Sigma X & \Sigma X^2 \\ \Sigma X & \Sigma X^2 & \Sigma X^3 \\ \Sigma X^2 & \Sigma X^3 & \Sigma X^4 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} a \\ b \\ c \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} \Sigma Y \\ \Sigma XY \\ \Sigma X^2Y \end{pmatrix}$$

A B C

$$AB = C$$

$$B = A^{-1} C, \text{ dengan } A^{-1} = \text{invers } A$$

2.4.2 Penentuan Koefisien Determinasi

Koefisien determinasi didefinisikan sebagai berikut :

$$R^2 = \frac{SS_R}{SS_Y} = 1 - \frac{SS_E}{SS_Y} \dots\dots\dots (2.18)$$

Keterangan : SS_E = jumlah kuadrat residual
 SS_R = jumlah kuadrat regresi
 SS_Y = jumlah kuadrat total

R^2 adalah sebuah pengukuran jumlah reduksi dalam variabilitas y yang diperoleh dengan menggunakan variabel bebas $X_1, X_2, X_3, \dots, X_k$. Seperti dalam masalah regresi linier sederhana, kita harus mempunyai $0 \leq R^2 \leq 1$. Meskipun sebuah nilai R^2 besar, itu tidak berarti menunjukkan bahwa model regresi tersebut merupakan salah satu model yang baik. Penambahan sebuah variabel untuk model tersebut, akan selalu menambah R^2 , tanpa memperhatikan penambahan variabel nyata secara statistik atau tidak. Selanjutnya ini mungkin untuk model-model yang mempunyai nilai R^2 besar untuk menghasilkan ramalan yang kurang baik dari observasi baru atau menduga rata-rata respons.

Akar kuadrat positif R^2 adalah koefisien korelasi berganda antara y dan himpunan $X_1, X_2, X_3, \dots, X_k$. Bila $k = 1$, ini menjadi korelasi sederhana antara y dan x .

2.4.3 Analisis Varian

Analisis varian digunakan untuk pengujian hipotesis mengenai dua sampel atau lebih. Asumsi yang digunakan pada pengujian ANOVA adalah sebagai berikut :

1. Populasi-populasi yang akan diuji berdistribusi normal.
2. Varians dari populasi-populasi tersebut adalah sama.
3. Sampel tidak berhubungan satu sama lain.

Beberapa keputusan masalah memerlukan lebih dari dua parameter. Misal diketahui suatu tingkat yang berbeda dari sebuah faktor tunggal yang ingin dibandingkan. Perbedaan tingkat faktor tersebut sering disebut perlakuan. Perlakuan yang dipengaruhi masing-masing sebuah perlakuan adalah variabel random. Data tersebut akan muncul seperti dalam tabel 2.2.

Tabel 2.2 Tingkat Faktor

	Observasi			
1	y_{11}	y_{12}	...	y_{1n}
2	y_{21}	y_{22}	...	y_{2n}
Perlakuan
.
a	y_{a1}	y_{a2}	...	y_{an}

Pertama perlu diperhatikan mengenai jumlah observasi yang sama n pada masing-masing perlakuan. Hal ini dapat dijabarkan secara observasi dalam Tabel 2.2 dengan model linear secara statistik, dengan y_{ij} observasi ke- ij , μ adalah parameter umum untuk semua perlakuan yang disebut rata-rata keseluruhan, τ_i adalah parameter yang berhubungan dengan perlakuan ke- i yang disebut pengaruh perlakuan ke- i yang disebut pengaruh perlakuan ke- i dan ϵ_{ij} komponen *error* random.

$$y_{ij} = \mu + T_i + \epsilon_{ij} \quad \left\{ \begin{array}{l} i = 1, 2, \dots, a \\ j = 1, 2, \dots, n \end{array} \right.$$

Perhatikan y_{ij} menyatakan variabel random dan realisasinya. Kemudian akan diujikan hipotesis pengujian hipotesis *error* diasumsikan menjadi variabel random berdistribusi normal dan bebas dengan rata-rata nol dan varian σ^2 {disingkat sebagai $NID(0, \sigma^2)$ }. Varian σ^2 diasumsikan konstan untuk seluruh tingkat faktor tersebut.

2.4.4 Pembangunan Model Baru

Pembangunan model baru dibuat apabila uji kesamaan antara model kenyataan di lapangan dengan model Greenshields tidak ada kesesuaian. Model baru tersebut dapat berupa persamaan garis linear atau non linear tergantung dari hasil bandingan model kenyataan di lapangan dengan model Greenshields.

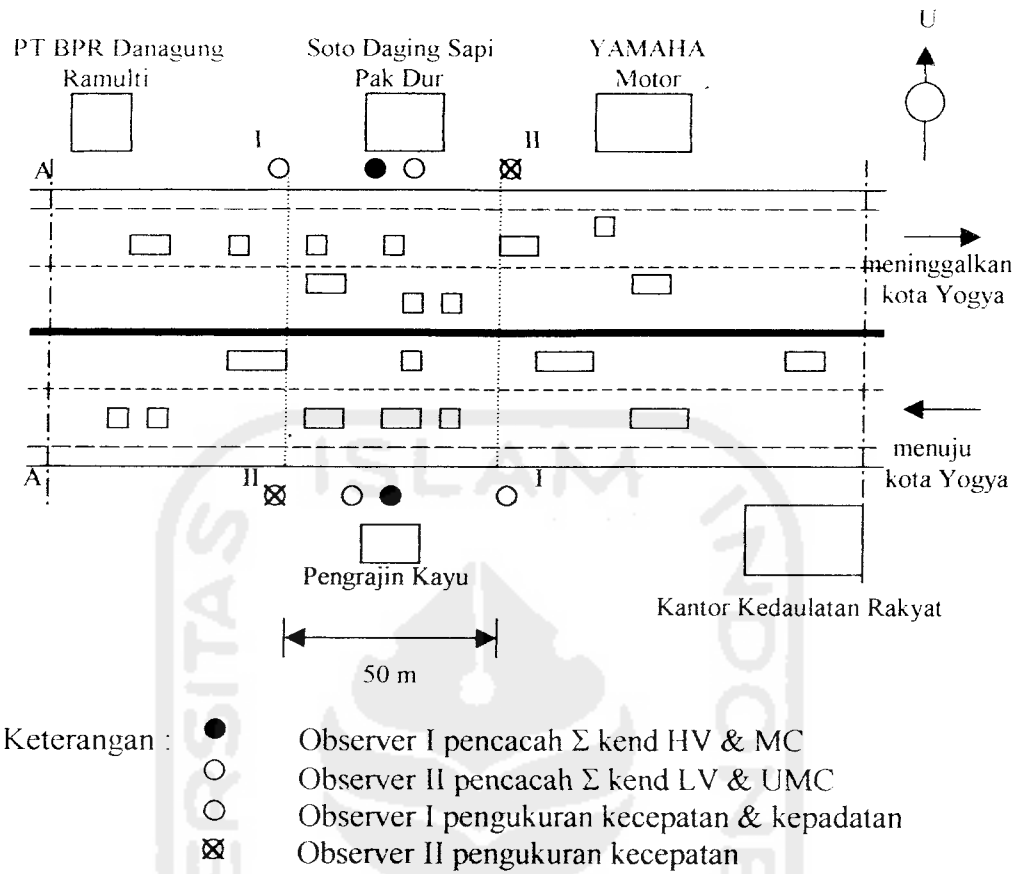
BAB III

METODE PENGUMPULAN DATA

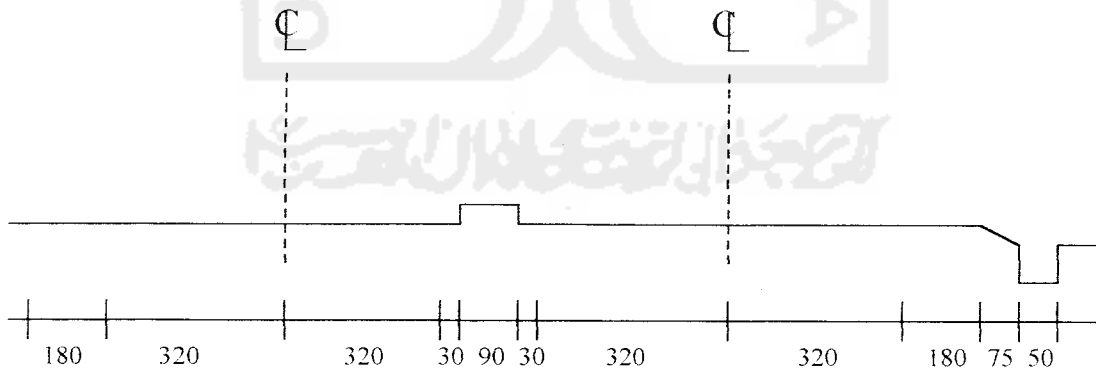
3.1 Deskripsi Lokasi Penelitian

Peneliti mengambil lokasi penelitian di ruas Jalan Solo km 11, depan Soto Sapi Pak Dur yang terletak di antara PT Bank Perkreditan Rakyat Danagung Ramulti dan Yamaha Motor Servis. Ruas jalan ini melayani arus kendaraan dua arah (terbagi oleh median) dan keduanya akan diamati peneliti, baik yang ke arah Yogyakarta maupun Solo. Adapun peneliti mengulas secara deskriptif mengenai ruas jalan yang dijadikan sebagai lokasi penelitian, antara lain :

1. Ruas jalan ini dapat dikategorikan sebagai ruas jalan luar kota, dengan tipe 6 lajur – 2 arah terbagi median (6/2 D) dan lebar efektif tiap jalur 8,5 m. Lebih jelasnya dapat dilihat potongan melintang ruas jalan pada Gambar 3.2
2. Ruas jalan tersebut menghubungkan dua kota besar yakni Yogyakarta – Solo, dan salah satu obyek pariwisata terbesar di Indonesia -- yakni obyek wisata Candi Prambanan -- terletak diantaranya. Dengan demikian ruas jalan ini selain melayani arus *commuter* juga melayani arus pariwisata. Deskriptif lokasi lebih jelasnya dapat dilihat pada Gambar 3.1.



Gambar 3.1 Denah situasi lokasi penelitian pada ruas Jalan Solo km 11



Gambar 3.2 Tampak potongan A-A ruas Jalan Solo km 11

3. Arus lalu lintas pada ruas Jalan Solo km 11 tersebut tergolong sebagai aliran tak terganggu (uninterrupted) karena tidak adanya sinyal lalu lintas, rambu STOP dan YIELD. Selain itu tidak ada faktor-faktor eksternal yang menyebabkan gangguan-gangguan periodik seperti pada persimpangan, karena ruas Jalan Solo km 11 berada jauh dari simpangan besar. Simpangan besar dan terdekat adalah simpangan depan Bandara Adisucipto yang berjarak ± 2 km dari ruas jalan pengamatan.

3.2 Materi Penelitian

Pada penelitian ini data yang didapatkan hanya berupa data primer. Data primer adalah data hasil pengamatan langsung di lokasi penelitian, yang terdiri dari :

1. Data geometrik berupa lebar jalur efektif, lebar efektif bahu, lebar median, jumlah lajur, rambu, marka, dan lingkungan sekitar ruas jalan pengamatan.
2. Data arus kendaraan yang melewati ruas jalan pengamatan.

Periode pengambilan data primer selain data geometrik, dilakukan sebagai berikut :

1. Periode pagi, ditetapkan jam 07.00 – 09.00. Periode siang, ditetapkan jam 11.00 – 14.00. Sedangkan periode terakhir, periode sore, ditetapkan jam 15.30 – 17.30. Segmen waktu pengamatan atau perhitungan dilakukan setiap 5 menit.

2. Lama waktu pengamatan : pengamatan dilakukan selama 3 hari mulai Senin – Rabu, tanggal 24 – 26 Juli 2000. Namun karena adanya kesalahan dalam metode pengambilan data, maka penelitian diulang pada hari yang sama minggu berikutnya. Yaitu pada tanggal 31 Juli – 2 Agustus 2000.

3.3 Peralatan Survei

Alat yang digunakan dalam penelitian ini, antara lain :

1. Enam buah pencacah (*hand counter*), untuk menghitung kendaraan yang lewat dan dikelompokkan sesuai dengan jenis kendaraan dan arah gerakannya untuk segmen waktu tertentu (pengukuran volume dan kepadatan).
2. Dua buah pencatat waktu (*jam tangan*), sebagai penunjuk waktu batas-batas survei penelitian.
3. Satu buah meteran 30 m (*roll-meter*), digunakan untuk mengukur lebar jalur efektif, lebar efektif bahu, dan lebar median.
4. *Stop watch*, digunakan untuk pengukuran kecepatan tempuh kendaraan bermotor.
5. Alat tulis, meliputi pena, formulir data survei, dan board alas tulis.

3.4 Pensurvei

Untuk mendapatkan data, diperlukan 2 pos pengamatan untuk dua jalur. Untuk tiap jalur (pos pengamatan) dibutuhkan 4 orang. Lebih jelasnya dapat dilihat pada Gambar 3.1.

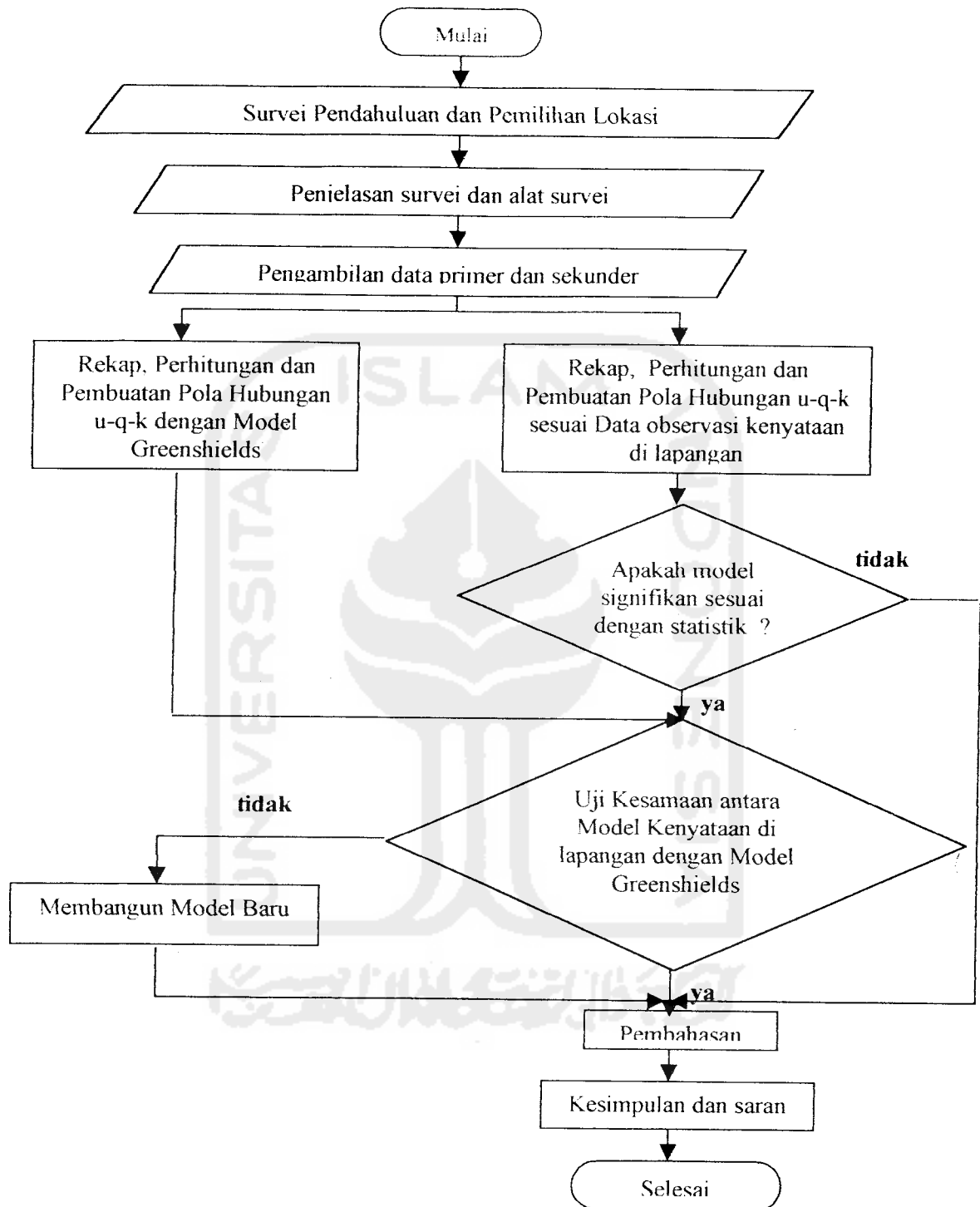
3.5 Jalannya Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan dalam beberapa tahap yang dijelaskan dalam bentuk bagan alir. Bagan alir penelitian tersebut dapat dilihat pada Gambar 3.3.

3.5.1 Survei Pendahuluan

Survei awal tersebut dilakukan kurang lebih selama satu minggu sebelum survei yang sebenarnya dilaksanakan, yakni mulai tanggal 7 s/d 13 Mei 2000. Adapun maksud dilakukannya survei tersebut adalah :

1. Pemilihan dan penentuan lokasi penelitian yang cocok dan tepat untuk dikategorikan sebagai jalan luar kota.
2. Pengamatan dan pengukuran geometrik ruas jalan yang akan dijadikan sebagai lokasi penelitian.
3. Pengamatan terhadap perilaku-perilaku kendaraan yang lewat.
4. Penentuan jam survei penelitian, yaitu dengan pengamatan volume arus kendaraan yang lewat pada jam-jam sibuk berdasarkan asumsi peneliti, untuk mendapatkan jam sibuk yang berlaku pada ruas jalan tersebut.



Gambar 3.3 Bagan Alir Penelitian

Pengamatan dilakukan selama empat hari, yakni hari Jumat, Sabtu, Senin, dan Selasa tanggal 19, 20, 22, dan Mei 2000.

3.5.2 Penjelasan survei

Penjelasan survei meliputi tujuan survei, data yang akan diukur, pengisian formulir data, kondisi cuaca, dan kendala yang dihadapi serta cara mengatasinya.

3.5.3 Pengumpulan data di lapangan

1. Pengukuran data kecepatan kendaraan

Pengukuran ini dilakukan oleh dua pengamat pada masing-masing jalur, dengan pembagian tugas sebagai berikut :

- a Pengamat I memberi tanda/kode saat satu sampel kendaraan melewati garis melintang ruas jalan (imajener) sebagai titik awal pengamatan.
- b Pengamat II memulai dan menghentikan hitungan detik stop watch serta mencatat waktunya.

Pengukuran dilakukan dengan terlebih dahulu membuat tanda pada badan jalan berjarak 50 meter dengan masing-masing Pengamat berdiri pada awal dan akhir ruas pengukuran. Waktu yang diperlukan kendaraan untuk melintasi ruas pengukuran tersebut dicatat untuk mendapatkan kecepatan rata-rata.

Kendaraan yang dipakai sebagai sampel pengukuran kecepatan hanya kendaraan bermotor saja baik HV, LV maupun MC, dengan pengambilan sampel secara acak.

2. Pencacahan jumlah kendaraan untuk perhitungan volume/aliran lalu lintas

Pencacahan jumlah kendaraan dilakukan pada jam sibuk asumsi dan dicatat pada formulir khusus yang telah disediakan peneliti. Hal ini bertujuan untuk mendapatkan volume lalu lintas total masing-masing arah selama satu jam tersibuk dari seluruh hasil survei pada ruas jalan tersebut. Semua jenis kendaraan yang melewati ruas jalan pengamatan dikelompokkan menurut tipe kendaraannya berdasarkan MKJI 1996. Kelompok kendaraan menurut tipenya berdasarkan MKJI (1996) adalah sebagai berikut :

- a. Kendaraan berat (*HV* = "*Heavy Vehicle*"), meliputi bus, truk 2 sumbu, 3 sumbu atau lebih, trailer.
- b. Kendaraan ringan (*LV* = "*Light Vehicle*"), meliputi mobil sedan, jeep, station wagon, pick-up oplet, combi, minibus, mikro truk, dan mobil hantaran.
- c. Sepeda Motor (*MC* = "*Motor Cycle*")
- d. Kendaraan Tak Bermotor (*UMC* = "*Unmotorised Cycle*"), meliputi sepeda, becak, dan andong.

Pencacahan dilakukan oleh dua observer masing-masing jalur.

Pembagian tugas kedua pengamat adalah sebagai berikut :

- a. Pengamat I mencatat jumlah kendaraan berat dan sepeda motor, dan
- b. Pengamat II mencatat jumlah kendaraan ringan dan kendaraan tidak bermotor.

Pencacahan jumlah kendaraan ini dilakukan pengamat dengan memakai alat penghitung mekanik (*mechanical hand counter*).

3. Pengukuran Kepadatan

Pengukuran ini dilakukan oleh pengamat I pengukur kecepatan, sehingga selain memberi tanda aba-aba awal pada pengamat II dalam pengukuran kecepatan juga mengamati kepadatan ruas jalan pengamatan pada saat itu juga.

Pengukuran dilakukan terlebih dahulu dengan membuat tanda pada badan jalan berjarak 50 meter. Pengamat kemudian menentukan tempat awal pada ruas pengukuran dimana harus berdiri mengamati kendaraan, sehingga pengamat dapat menghitung jumlah kendaraan yang berada pada ruas pengukuran dan hasil tersebut kemudian dicatat pada formulir yang telah disediakan oleh peneliti sehingga didapat kepadatan kendaraan pada saat itu juga. Untuk penghitungan kepadatan ini pengamat memakai alat penghitung mekanik (*mechanical hand counter*) seperti hal pada pencacahan jumlah kendaraan.

BAB IV

HASIL PENELITIAN DAN ANALISIS

4.1 Hasil Penelitian

Data aliran, kecepatan rata-rata, dan kepadatan diambil tiap 5 menit, dengan maksud agar diperoleh data/titik yang lebih banyak dan variatif, serta tidak cenderung untuk mengelompok.

4.1.1 Data Geometrik Jalan

Ruas Jln. Solo km 11 tergolong sebagai ruas jalan luar kota kelas IIC bertipe jalan 6 lajur 2 arah terbagi (6/2 D), dengan spesifikasi sebagai berikut :

1. Lebar jalur lalulintas 8,5 m masing-masing sisi,
2. lebar efektif bahu 1,8 m masing-masing sisi,
3. terdapat median dengan lebar 0,9 m,
4. pemisahan arus lalulintas 50-50,
5. tipe alinemen datar,
6. kelas fungsional jalan termasuk jalan sekunder.

Adapun untuk mengetahui spesifikasi geometrik kelas jalan lebih lengkap dapat dilihat pada lampiran 1 dan 2.

4.1.2 Volume lalulintas

Volume lalulintas dinyatakan dalam satuan mobil penumpang (smp), yaitu dengan cara mengalikan jumlah total masing-masing kendaraan selama 5 menit dengan faktor konversi (emp) sesuai jenis kendaraannya, yang tercantum dalam tabel 2.1. Setelah itu data volume lalulintas tiap 5 menit dijadikan ke dalam satuan volume tiap 1 jam mengalikannya dengan nilai *peak hour factor*.

Dapat diambil contoh perhitungan volume lalulintas Jalan Solo km 11 yaitu pada hari Senin (24 Juli 2000), periode jam 07.00-07.30 interval 1, arah Solo.

Perhitungannya adalah sebagai berikut :

1. Kendaraan Berat	: 5	x 3	=	15
2. Kendaraan Ringan	: 16	x 1	=	16
3. Sepeda Motor	: 49	x 1	=	49
4. Kendaraan Tak Bermotor	: 4	x 0,5	=	2 +
Volume lalulintas (smp/5 menit)			=	82

dengan nilai *peak hour faktor* (PHF) = 0.521, maka volume lalulintas/jam

$$\text{(smp/jam)} : 82 \times 12 \times 0.521 = \mathbf{512,664}$$

Untuk melihat lebih jelas mengenai rekap data dan perhitungan volume lalulintas, dapat dilihat pada tabel 4.1.

Tabel 4.1 Perhitungan Volume Lalulintas

Waktu	Int 5'	HV	LV	MC	UMC	Vol (smp/5mnt)	Vol Tiap jam	PHF	Vol lalulintas (smp/jam)
07.00 s/d	1	5	16	49	4	82			512,664
	2	3	34	52	3	96,5			603,318
	3	10	37	64	5	133,5			834,642
07.30	4	2	30	68	6	107			668,964
	5	4	33	85	4	132			825,264
	6	12	49	108	4	195			1219,14
07.30 s/d	1	6	24	64	4	108			675,216
	2	8	44	80	7	151,5			947,178
	3	9	30	72	2	130			812,760
08.00	4	6	70	183	5	273,5			1709,922
	5	8	46	92	10	167			1044,084
	6	12	39	63	4	140	1713	0.521	875,280

Sumber : Rekap data Kecepatan-Volume-Kepadatan, hari Senin/24 Juli 2000 periode 07.00-08.00 arah Solo, lampiran 3 dan 4.

4.1.3 Kecepatan rata-rata kendaraan dan Kepadatan

Pengambilan data kecepatan rata-rata kendaraan dilakukan berkaitan erat dengan data kepadatan. Setiap pengambilan data jumlah kendaraan yang menempati ruas jalan untuk sekali pengamatan, pada saat itu juga dihitung waktu tempuh rata-rata kendaraan tersebut. Yaitu dengan cara mencatat waktu tempuh 3 sampel kendaraan dari semua jenis kendaraan kecuali kendaraan tidak bermotor -- mewakili kendaraan-kendaraan yang terhitung dalam pengamatan kepadatan -- untuk melewati ruas jalan pengamatan sepanjang 50 m.

Dapat dilihat contoh perhitungan kepadatan dan kecepatan rata-rata pada hari Senin/24 Juli 2000 periode jam 07.00-07.15 interval (1), arah Yogyakarta yang ditabelkan seperti dalam tabel 4.2.

Tabel 4.2 Perhitungan Kecepatan rata-rata dan Kepadatan

Int 5'	Waktu tempuh rata-rata			Kecepatan rata-rata u (m/jam)	Kendaraan yg menempati				Kepadatan, k (smp/50m)	k rata ² (smp/50 m)		
	No	Ti (dtk)	ti (dtk)		Ti (dtk)	HV	LV	MC			UMC	
1	1	3,66	3,3000	3,434	52417,0064	1	1	2	1	6,5000		
	2	2,71										
	3	3,53										
	4	2,98	3,5800			0	2	12	0			14,0000
	5	3,4										
	6	4,36										
	28	5,47	4,8767	3,434	52417,0064	1	1	7	0	11,0000	7,500	
	29	4,16										
	30	5										

Sumber : Rekap Data Kecepatan-Volume-Kepadatan hari Senin/24-7-00, arah Yogyakarta periode jam 07.00-07.15, lampiran 4.

30 . 3,434

4.2 Analisis Hasil Penelitian

Analisis hasil penelitian tersebut adalah membandingkan pola arus berdasarkan data pengamatan di lapangan dengan pola arus sesuai teori yang telah ada sebelumnya, yakni konsep Greenshields.

4.2.1 Pola Arus menurut fakta di lapangan

Data-data kecepatan rata-rata, volume, dan kepadatan direkapitulasi sesuai dengan waktu, dan arah tujuan. Kemudian ketiga hubungan/pola arus yakni U_s-q , U_s-k , dan $q-k$ diregresikan ke dalam beberapa trend model, baik linear maupun non-linear untuk memperoleh satu regresi terbaik yang bisa mewakili data-data lapangan yang ada. Metode regresi yang dipakai adalah metode regresi linear, regresi non-linear meliputi : metode logaritma, metode kuadratik, metode power regresi, dan metode eksponensial. Sehingga dari kelima metode regresi tersebut mana yang paling

representatif terhadap data-data lapangan, maka metode regresi itulah yang digunakan sebagai pembandingan dengan model hasil penelitian Greenshields.

1. Hubungan Us-q

Data-data variabel Us dan q hari Senin (24/7/00) sampai dengan hari Rabu (26/7/00) kedua arah tujuan digabungkan. Setiap satu nilai variabel q (*independent*) hanya menghasilkan satu nilai variabel Us (*dependent*). Jadi apabila terdapat beberapa nilai variabel q yang sama namun menghasilkan beberapa nilai variabel Us yang berbeda, maka nilai-nilai Us tersebut diambil rata-rata. Kemudian pola hubungan Us-q didapatkan dengan cara memplotkan kedua variabel ke dalam beberapa bentuk pemodelan.

Tabel 4.3 Statistik Deskriptif variabel Us dan q

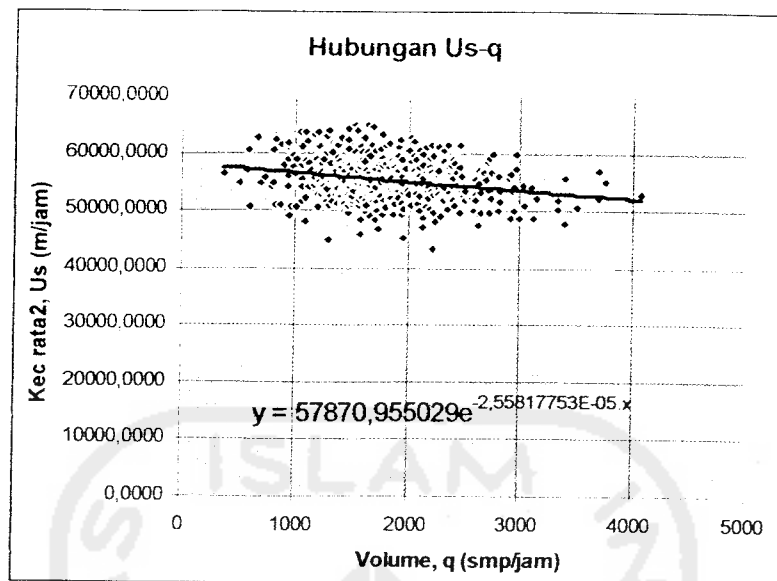
	<i>Mean</i>	<i>Std Deviation</i>	N
Kecepatan rata ² , Us	55398,000	3833,889	495
Volume, q	1800,4948	579,5832	495

Sumber : Output program SPSS, lampiran 5.1

Tabel 4.4 Output Komputer (*Curve Estimation*)

<i>Regression Statistics</i>	
<i>Multiple R</i>	0,21427
<i>R Square</i>	0,04591
<i>Adjusted R Square</i>	0,04398
<i>Standard Error</i>	0,06766

Sumber : Output program SPSS, lampiran 5.6 dan 5.11



Gambar 4.1 Pola Hubungan Kecepatan rata-rata (U_s) dengan Volume (q)

Model regresi terbaik dipilih berdasarkan nilai *R Square* terbesar dan *standard error* terkecil, sehingga regresi terbaik yang dapat digunakan untuk mewakili data-data dan menggambarkan hubungan U_s - q yang terjadi pada ruas jalan tersebut adalah regresi eksponensial.

Pada tabel 4.4 muncul nilai *R square* (faktor determinasi) **0,04591**. Nilai ini menunjukkan bahwa hanya 4,591 % variabel X dapat menjelaskan perubahan nilai variabel Y, sedangkan sisanya $100\% - 4,591\% = 95,409\%$ dijelaskan (disebabkan) oleh variabel-variabel yang lain. *Standard error* menunjukkan angka **0,06766** lebih kecil dari standar deviasi $q = 579,58322$ sebagai variabel *dependent*, hal ini berarti bahwa model regresi lebih bagus dalam bertindak sebagai *prediktor* q daripada rata-rata q itu sendiri.

Tabel 4.5 Uji Koefisien Regresi

<i>Variable</i>	<i>B</i>	<i>Std. Error B</i>	<i>Beta</i>	<i>T</i>	<i>Sig. T</i>
Q	-2,55817753E-05	5,25210E-06	-0,214272	- 4,871	0,000
(Constant)	57870,955029	574,852900		100,671	0,000

Sumber : Output program SPSS, lampiran 5.6

Dari tabel 4.5 pada kolom variabel diperoleh koefisien regresi yakni harga *constant* dan *q*, sehingga persamaan regresi eksponensial untuk hubungan Us-q tersebut adalah $Y = 57870,955029e^{-2,55817753E-05 \cdot X}$. Setelah itu koefisien regresi tersebut diuji dengan maksud untuk mengetahui ada tidaknya signifikansi hubungan antara variabel X dan Y, yakni dengan uji T.

Hipotesis,

Ho : $\beta_j = 0$, artinya tidak ada hubungan antara variabel X dengan variabel Y.

Ho : $\beta_j \neq 0$, artinya ada hubungan antara variabel X dengan variabel Y.

Pengambilan keputusan,

a. Berdasarkan perbandingan nilai T hitung (output) dengan T tabel.

Jika $T_{\text{output}} > T_{\text{tabel}}$, maka Ho ditolak.

Jika $T_{\text{output}} < T_{\text{tabel}}$, maka Ho diterima.

- Pada tabel 4.5 dapat dilihat nilai T hitung adalah **-4,871** (variabel q) dan **100,671** (konstanta).
- Sedangkan T tabel bisa dilihat pada tabel T, dengan $\alpha = 5\%$ dan $df = 281 = \infty$ didapatkan nilai T tabel adalah **1,645**.



Keputusan :

- Karena untuk variabel q, $T \text{ hitung} < T \text{ tabel}$ atau $-4,871 < 1,645$ maka nilai variabel tersebut tidak berpengaruh secara nyata pada naik turunnya variabel Y.
- Dan untuk konstanta, $T \text{ hitung} > T \text{ tabel}$ atau $100,917 > 1,645$ maka nilai variabel konstanta dalam persamaan tersebut berpengaruh secara nyata pada perubahan nilai variabel Y.

b. Berdasarkan nilai probabilitas

Jika probabilitas $< 0,05$, maka H_0 ditolak.

Jika probabilitas $> 0,05$, maka H_0 diterima.

Keputusan :

Dilihat pada tabel 4.5 nilai probabilitas (*significance*) baik variabel q maupun konstanta lebih kecil dari 0,05 ($0,000 < 0,05$), sehingga koefisien regresi (persamaan regresi) tersebut benar-benar ada secara signifikan.

Namun untuk menyesuaikan dengan pola Us-q hasil penelitian Greenshields, maka persamaan yang dipakai dalam analisis perbandingan adalah $Y = 4709,167946.e^{-1,83200724E-05.X}$ yang menganggap bahwa volume (q) adalah variabel *dependent*. Print out hitungan SPSS 10.01 selengkapnya dapat dilihat pada lampiran 5.1 – 5.6.

2. Hubungan Us-k

Seperti halnya data-data variabel Us dan q, data-data variabel Us dan k pada hari Senin (24/7) sampai dengan hari Rabu (26/7) untuk kedua arah tujuan baik dari Solo maupun dari Yogya digabungkan untuk mendapatkan suatu hubungan. Satu nilai variabel k (*independent*) hanya menghasilkan satu nilai variabel Us (*dependent*). Kemudian pola hubungan Us-k didapatkan dengan cara memplotkan kedua variabel ke dalam beberapa bentuk pemodelan.

Tabel 4.6 Statistik Deskriptif variabel Us dan k

	<i>Mean</i>	<i>Std Deviation</i>	N
Kecepatan rata', Us	55530,722	3590,3327	183
Kepadatan, k	6,10270	2,65216	183

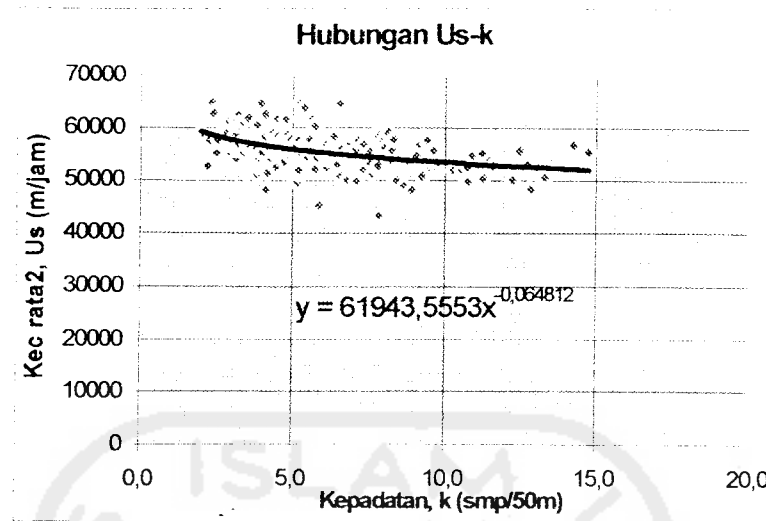
Sumber : Output program SPSS, lampiran 6.1.

Tabel 4.7 Hasil Output Komputer

<i>Regression Statistics</i>	
<i>Multiple R</i>	: 0,42805
<i>R Square</i>	: 0,18323
<i>Adjusted R Square</i>	: 0,17872
<i>Standard Error</i>	: 0,05883

Sumber : Output program SPSS, lampiran 6.5.

Pada tabel 4.7 dapat dilihat nilai *R square* (faktor determinasi) **0,18323**. Nilai ini menunjukkan bahwa hanya 18,323 % variabel X dapat menjelaskan perubahan nilai variabel Y, sedangkan sisanya $100\% - 18,323\% = 81,677\%$ dijelaskan oleh variabel-variabel yang lain. *Standard error* menunjukkan angka **0,05883** lebih kecil dari standar deviasi k **2,65216** sebagai variabel dependent, hal ini berarti bahwa model regresi lebih bagus dalam bertindak sebagai prediktor k daripada rata-rata k itu sendiri.



Gambar 4.2 Pola Hubungan Kecepatan rata-rata (U_s) dengan Kepadatan (k)

Tabel 4.8 Uji Koefisien Regresi

<i>Variable</i>	<i>B</i>	<i>Std. Error B</i>	<i>Beta</i>	<i>T</i>	<i>Sig. T</i>
K	-0,064812	0,0101071	-0,428051	-6,372	0,000
(Constant)	61943,555278	1115,689807		55,520	0,000

Sumber : Output program SPSS, lampiran 6.5

Model regresi terbaik untuk menyatakan hubungan U_s - k adalah metode power regresi. Dari tabel 4.8 pada kolom variabel diperoleh koefisien regresi yakni harga *constant* dan k , sehingga persamaan power regresi untuk hubungan U_s - k tersebut adalah $Y = 61943,555278X^{-0,64812}$.

→ Uji koefisien regresi dengan uji T.

Pengambilan keputusan,

- a. Berdasarkan perbandingan nilai T hitung (output) dengan T tabel.

- Pada tabel 4.8 dapat dilihat nilai T hitung adalah $-6,372$ (variabel k) dan $55,520$ (konstanta).
- Sedangkan T tabel bisa dilihat pada tabel T, dengan $\alpha = 5\%$ dan $df = 281 = \infty$) didapatkan nilai T tabel adalah $1,645$.

Keputusan :

- Karena untuk variabel q, $T \text{ hitung} < T \text{ tabel}$ atau $-6,372 < 1,645$ maka nilai variabel tersebut tidak berpengaruh secara nyata pada naik turunnya variabel Y.
- Dan untuk konstanta, $T \text{ hitung} > T \text{ tabel}$ atau $55,520 > 1,645$ maka nilai variabel konstanta dalam persamaan tersebut berpengaruh secara nyata pada perubahan nilai variabel Y.

b. Berdasarkan nilai probabilitas

Keputusan :

Dilihat pada tabel 4.8 nilai probabilitas (*significance*) baik variabel q maupun konstanta lebih kecil dari 0,05 ($0,000 < 0,05$), sehingga koefisien regresi (persamaan regresi) tersebut benar-benar ada secara signifikan. Print out hitungan SPSS 10.01 selengkapnya dapat dilihat pada lampiran 6.1 – 6.6.

3. Hubungan q- k

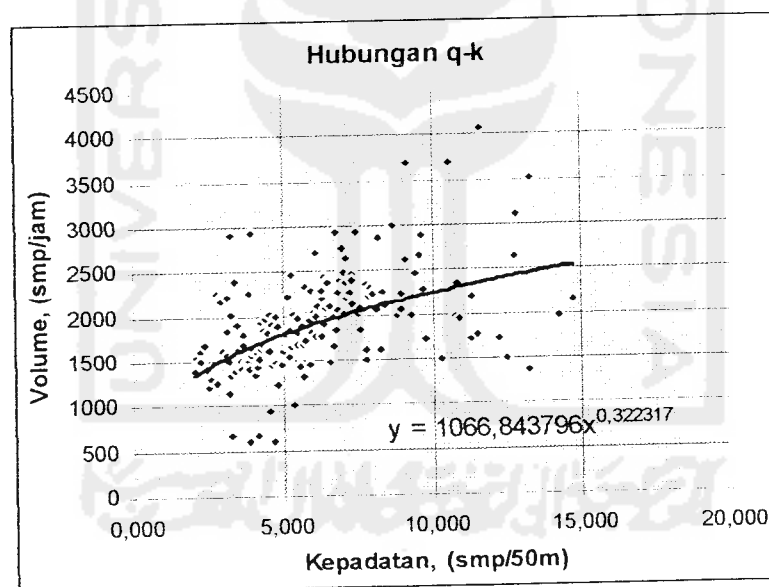
Data-data variabel q dan k yang didapat pada hari Senin (24/7) sampai dengan hari Rabu (26/7) dari kedua arah tujuan digabungkan untuk

mendapatkan suatu hubungan. Sama halnya dengan kedua hubungan sebelumnya, satu nilai variabel k (*independent*) hanya menghasilkan satu nilai variabel q (*dependent*). Jadi apabila terdapat beberapa nilai variabel k yang sama namun menghasilkan beberapa nilai variabel q yang berbeda, maka nilai-nilai q tersebut diambil rata-ratanya. Kemudian pola hubungan q - k didapatkan dengan cara memplotkan kedua variabel ke dalam beberapa metode regresi.

Tabel 4.9 Statistik Deskriptif variabel q dan k

	Mean	Std Deviation	N
Volume, q	1930,5869	536,62058	184
Kepadatan, k	2,64753	6,09402	184

Sumber : Output program SPSS, lampiran 7.1.



Gambar 4.3 Pola Arus Hubungan Volume (q) dengan Kepadatan (k)

Tabel 4.10 Hasil Output Komputer

<i>Regression Statistics</i>	
<i>Multiple R</i>	: 0,47441
<i>R Square</i>	: 0,22506
<i>Adjusted R Square</i>	: 0,22081
<i>Standard Error</i>	: 0,25660

Sumber : Ourput program SPSS, lampiran 7.5.

Pada tabel 4.10 dapat dilihat nilai *R square* (faktor determinasi) **0,22506**. Nilai ini menunjukkan bahwa hanya 22,506 % variabel X yang dapat menjelaskan perubahan nilai variabel Y, sedangkan sisanya yakni 100 % - 22,506 % = 77,494 % dijelaskan oleh variabel-variabel yang lain. *Standard error* menunjukkan angka **0,25660** lebih kecil dari standar deviasi k **6,09402** sebagai variabel dependent, hal ini berarti bahwa model regresi lebih bagus dalam bertindak sebagai prediktor k daripada rata-rata k itu sendiri.

Tabel 4.11 Uji Koefisien Regresi

<i>Variable</i>	<i>B</i>	<i>Std. Error B</i>	<i>Beta</i>	<i>T</i>	<i>Sig. T</i>
K	0,322317	0,044333	0,474410	7,270	0,000
(Constant)	1066,843796	83,690098		12,748	0,000

Sumber : Output program SPSS, lampiran 7.5.

Model regresi terbaik untuk menyatakan hubungan q-k adalah metode power regresi. Dari tabel 4.11 pada kolom variabel diperoleh koefisien regresi yakni harga *constant* dan *k*, sehingga persamaan power regresi untuk hubungan q-k tersebut adalah $Y = 1066,843796X^{0,322317}$.

→ Uji koefisien regresi dengan uji T.

Pengambilan keputusan,

- a. Berdasarkan perbandingan nilai T hitung (output) dengan T tabel.

- Pada tabel 4.11 dapat dilihat nilai T hitung adalah **7,270** (variabel k) dan **12,748** (konstanta).
- Sedangkan T tabel bisa dilihat pada tabel T, dengan $\alpha = 5\%$ dan $df = 281 = \infty$ didapatkan nilai T tabel adalah **1,645**.

Keputusan :

- Karena untuk variabel q, $T \text{ hitung} < T \text{ tabel}$ atau $7,270 > 1,645$ maka nilai variabel tersebut berpengaruh secara nyata pada naik turunnya variabel Y.
- Dan untuk konstanta, $T \text{ hitung} > T \text{ tabel}$ atau $12,748 > 1,645$ maka nilai variabel konstanta dalam persamaan tersebut berpengaruh secara nyata pada perubahan nilai variabel Y.

b. Berdasarkan nilai probabilitas

Keputusan :

Dilihat pada tabel 4.11 nilai probabilitas (*significance*) baik variabel k maupun konstanta lebih kecil dari 0,05 ($0,000 < 0,05$), sehingga koefisien regresi (persamaan regresi) tersebut benar-benar ada secara signifikan. Print out hitungan SPSS 10.01 selengkapnya dapat dilihat pada lampiran 7.1 – 7.6.

4.2.2 Pola Arus lalulintas menurut konsep Greenshields

Seperti yang telah peneliti ungkapkan pada bab sebelumnya, bahwa pada tahun 1935 Greenshields melakukan penelitian di jalan luar kota (*freeway*) Ohio mengenai hubungan variabel kecepatan-aliran-kepadatan. Penelitian Greenshields

menghasilkan suatu model/pola hubungan kecepatan-aliran-kepadatan seperti terlihat pada Gambar 2.2.

Greenshields mengungkapkan bahwa pada saat itu pola hubungan U_s - q dapat diwakilkan oleh persamaan parabolik, yaitu $q = 126,02(U_s) - 2,15(U_s^2)$. Melihat bentuk dari persamaan tersebut, dapat dikatakan bahwa U_s dan q berkorelasi “-“ (negatif/berlawanan) sampai didapatkan nilai q max (kapasitas) namun setelah itu kedua variabel berkorelasi “+” (positif).

Selanjutnya hubungan U_s - k dapat digambarkan dalam persamaan linear sederhana, yakni $U_s = 58,6 - 0,486(k)$. Sehingga terlihat jelas dari persamaan tersebut bahwa U_s dan k berkorelasi “-“ (negatif), setiap kenaikan nilai k terjadi menyebabkan penurunan nilai U_s .

Hubungan q - k diwakili oleh persamaan parabolik melalui persamaan $q = 58,6(k) - 0,465(k^2)$. Variabel q dan k berkorelasi “+” (positif) sampai didapatkan suatu nilai q max, setelah kedua variabel tersebut berkorelasi “-“ (negatif).

Model-model tersebut yang akan digunakan sebagai perbandingan dengan model hasil pendekatan terhadap data-data lapangan.

4.3 Perbandingan Pola Arus konsep Greenshields dengan fakta di lapangan

Sebelumnya perlu diasumsikan bahwa sampel data yang diambil baik data kecepatan, volume, maupun kepadatan berasal dari populasi yang berdistribusi normal. Dengan demikian metode-metode statistik inferensi yang dapat digunakan untuk menganalisis perbandingan model pola arus teoritis dan lapangan adalah uji-uji

statistik parametrik. Beberapa uji statistik parametrik yang bisa dipakai antara lain : uji analisis varians (ANOVA).

- **Uji Analisis Varians (ANOVA)**

1. **Hubungan Us-q**

Tabel 4.12 *Test of Homogeneity of Variances*

	<i>Levene Statistic</i>	<i>df1</i>	<i>Df2</i>	<i>Sig.</i>
q	61,878	1	68	0,000

Sumber : Output program SPSS terlampir pada lampiran 8.2.

Analisis ini bertujuan untuk menguji berlaku tidaknya asumsi untuk ANOVA, yakni apakah kedua sampel mempunyai varians yang sama.

Hipotesis,

- Ho : Kedua varians populasi adalah identik
- Hi : Kedua varians populasi adalah tidak identik

Pengambilan keputusan,

- Jika probabilitas $> 0,05$, maka Ho diterima
- Jika probabilitas $< 0,05$, maka Ho ditolak

Terlihat pada tabel 4.12 bahwa *Levene Test* hitung adalah **61,878** dengan probabilitas (signifikansi) **0,000**. Oleh karena nilai probabilitas $< 0,05$, maka Ho ditolak atau asumsi awal pada pengujian ANOVA yang mengatakan bahwa nilai varians kedua sampel adalah sama tidak dapat dibuktikan.

Tabel 4.13 Uji ANOVA variabel q.

	<i>Sum of Squares</i>	<i>df</i>	<i>Mean Square</i>	<i>F</i>	<i>Sig.</i>
<i>Between Groups</i>	21679655,1	1	21679655,1	336,961	0,000
<i>Within Groups</i>	4375035,15	68	64338,752		
Total	26054690,3	69			

Sumber : Output program SPSS terlampir pada lampiran 8.2.

Setelah dilakukan pengujian mengenai kesamaan nilai varians kedua sampel dan ternyata terbukti tidak sama, dilakukan uji ANOVA untuk menguji apakah kedua sampel mempunyai rata-rata (*mean*) yang sama.

Hipotesis,

- H_0 : Kedua rata-rata populasi adalah identik.
- H_1 : Kedua rata-rata populasi adalah tidak identik.

Pengambilan keputusan,

- Berdasarkan perbandingan F hitung (output) dengan F tabel.

Jika $F_{\text{output}} > F_{\text{tabel}}$, maka H_0 ditolak.

Jika $F_{\text{output}} < F_{\text{tabel}}$, maka H_0 diterima.

Nilai F tabel dapat dilihat pada tabel F :

- Tingkat signifikansi (α) adalah 5 % atau tingkat kepercayaan 95 %
- *Numerator* (v_1) adalah Σ variabel peneliti (k) - 1 atau $2 - 1 = 1$
- *Denominator* (v_2) = $k \cdot (n-1) = 2 \times (70 - 1) = 138$

Dari tabel F, didapatkan angka **3,84** (dengan v_2 diambil ∞).

Karena $F \text{ hitung} > F \text{ tabel}$ atau $5124,540 > 3,84$ maka H_0 ditolak, atau dapat disimpulkan bahwa rata-rata nilai volume (q) model teoritis dan lapangan memang berbeda secara nyata.

b. Berdasarkan nilai probabilitas.

- Jika probabilitas $> 0,05$, maka H_0 diterima.
- Jika probabilitas $< 0,05$, maka H_0 ditolak.

Terlihat pada tabel 4.12 bahwa $F \text{ hitung}$ 5124,540 dengan nilai probabilitas (signifikansi) **0,000**. Karena probabilitas $< 0,05$, maka H_0 ditolak, atau rata-rata nilai volume (q) model teoritis dan lapangan memang berbeda secara nyata.

2. Hubungan Us-k

Tabel 4.14 *Test of Homogeneity of Variances*

	<i>Levene Statistic</i>	<i>df1</i>	<i>Df2</i>	<i>Sig.</i>
Us	44,738	1	68	0,000

Sumber : Output program SPSS terlampir pada lampiran 8.3.

Terlihat pada tabel 4.13 bahwa *Levene Test* hitung adalah **44,738** dengan nilai probabilitas (signifikansi) **0,000**. Oleh karena nilai probabilitas $< 0,05$, maka H_0 ditolak atau nilai varians kedua sampel adalah berbeda.

Tabel 4.15 Uji ANOVA variabel Us.

	<i>Sum of Squares</i>	<i>Df</i>	<i>Mean Square</i>	<i>F</i>	<i>Sig.</i>
<i>Between Groups</i>	1128,368	1	1128,368	24,195	0,000
<i>Within Groups</i>	3171,319	68	46,637		
Total	4299,687	69			

Sumber : Output program SPSS terlampir pada lampiran 8.3.

Pengambilan keputusan,

- a. Berdasarkan perbandingan F hitung (output) dengan F tabel.

Karena F hitung > F tabel atau **24,195 > 3,84** maka H_0 ditolak, atau dapat disimpulkan bahwa rata-rata nilai kecepatan rata-rata (Us) model teoritis dan lapangan memang berbeda secara nyata.

- b. Berdasarkan nilai probabilitas.

Terlihat pada tabel 4.14 bahwa F hitung 24,195 dengan probabilitas (signifikansi) **0,000**. Karena probabilitas < 0,05, maka H_0 ditolak, atau rata-rata nilai kecepatan rata-rata (Us) model teoritis dan lapangan memang berbeda nyata.

3. Hubungan q-k

Tabel 4.16 *Test of Homogeneity of Variances*

	<i>Levene Statistic</i>	<i>df1</i>	<i>df2</i>	<i>Sig.</i>
Q	4,328	1	68	0,041

Sumber : Output program SPSS terlampir pada lampiran 8.4

Terlihat pada tabel 4.15 bahwa *Levene Test* hitung adalah **4,328** dengan nilai probabilitas (signifikansi) **0,041**. Oleh karena nilai

probabilitas $< 0,05$, maka H_0 ditolak atau nilai varians variabel q kedua model tersebut adalah berbeda secara nyata.

Tabel 4.17 Uji ANOVA variabel q .

	<i>Sum of Squares</i>	<i>Df</i>	<i>Mean Square</i>	<i>F</i>	<i>Sig.</i>
<i>Between Groups</i>	62674995,6	1	62674995,6	130,942	0,000
<i>Within Groups</i>	32548021,7	68	478647,378		
Total	95223017,3	69			

Sumber : Output program SPSS terlampir pada lampiran 8.4.

Pengambilan keputusan,

- a. Berdasarkan perbandingan F hitung (output) dengan F tabel.

Oleh karena F hitung $> F$ tabel atau $130,942 > 3,84$ maka H_0 ditolak, atau dapat disimpulkan bahwa rata-rata nilai volume (q) model teoritis dan lapangan memang berbeda secara nyata.

- b. Berdasarkan nilai probabilitas.

Terlihat pada tabel 4.16 bahwa F hitung 130,942 dengan nilai probabilitas (signifikansi) **0,000**. Oleh karena nilai probabilitas $< 0,05$, maka H_0 ditolak, atau rata-rata nilai volume (q) model teoritis dan lapangan memang berbeda nyata.

4.4 Pembahasan

Setelah melakukan penelitian dan menganalisis hasil penelitian mengenai pola arus lalu lintas berdasarkan kecepatan rata-rata, volume, dan kepadatan, maka dilakukan suatu pembahasan sebagai berikut :

1. Hubungan Us-q lapangan pada saat itu dapat diwakili oleh suatu persamaan eksponensial $Us = 57870,955029.e^{-2,55817753E-05.(q)}$ atau bisa juga diwakilkan oleh persamaan berikut : $q = 4709,167946.e^{-1,83200724E-05.(Us)}$. Dari kedua model tersebut dapat dilihat bahwa Us dan q berkorelasi “-” (negatif). Setiap kenaikan variabel satu mengakibatkan penurunan nilai variabel yang lain atau sebaliknya. Dapat diambil contoh model yang pertama ($Us_{(q)}$), setiap kenaikan 1 satuan variabel q menyebabkan penurunan nilai Us sebesar 1,4804.
2. Hubungan Us-k lapangan diwakili oleh persamaan power regresi $Us = 61943,555278.(k)^{-0,64812}$. Selain itu dapat dikatakan bahwa Us dan k berkorelasi “-” (negatif) atau nilai variabel Us dan k saling berlawanan.
3. Hubungan q-k lapangan pada saat itu dapat diwakili oleh suatu persamaan power regresi $q = 1066,843796.(k)^{0,322317}$. Melihat model tersebut dapat dikatakan bahwa q dan k berkorelasi “+” (positif) atau nilai variabel q dan k sebanding.
4. Nilai faktor determinasi (*R square*) dari ketiga model tersebut menunjukkan angka relatif kecil yakni **0,04591** (hubungan Us-q), **0,18323** (hubungan Us-k), **0,22506** (hubungan q-k). Hal ini menunjukkan bahwa faktor-faktor lain lebih dominan dalam mempengaruhi perubahan nilai variabel tak bebas daripada variabel bebas itu sendiri. Beberapa faktor lain tersebut antara lain : faktor geometrik jalan, karakteristik pengemudi, lingkungan sekitar lokasi penelitian dan cuaca.
5. Koefisien regresi persamaan-persamaan hasil observasi lapangan sudah memenuhi persyaratan secara statistik lewat beberapa uji kelayakan. Sehingga

persamaan-persamaan dapat digunakan sebagai perbandingan dengan model sesuai dengan konsep teoritis (Greenshields).

6. Model hubungan kecepatan rata-rata – volume – kepadatan teoritis (konsep Greenshields) diwakilkan oleh persamaan

- Hubungan Us-q

Pola hubungan Us-q diwakili oleh persamaan parabolik $q = 126,02.(Us) - 2,15.(Us^2)$. Melihat model persamaan tersebut dapat dikatakan bahwa Us dan q berkorelasi “-” (negatif) pada awalnya, sampai dicapai suatu nilai q maksimum (kapasitas) setelah itu kedua variabel berkorelasi “+”

- Hubungan Us-k

Pola hubungan Us-k diwakili oleh persamaan linear $Us = 58,6 - 0,486.(k)$. Variabel Us dan k berkorelasi “-” (negatif).

- Hubungan q-k

Pola hubungan q-k diwakili oleh persamaan parabolik $q = 58,6.(k) - 0,465.(k^2)$. Sedangkan untuk model hubungan q-k, variabel q dan k pada awalnya berkorelasi “+” (positif) sampai q mencapai nilai maksimum kemudian kedua variabel tersebut berkorelasi “-” (negatif).

7. Setelah melewati uji analisis varians (ANOVA), model teoritis dan model lapangan tidak memiliki kesamaan nilai varians -- sebagai syarat sebelum dilakukan pengujian ANOVA -- dan kesamaan rata-rata populasi untuk mengetahui apakah populasi dari model lapangan benar-benar diambil dari

populasi teoritis atau tidak. Berdasarkan hasil analisis ANOVA menggunakan SPSS 10.01 yang outputnya dapat dilihat pada tabel 4.12 sampai 4.17 dapat dikatakan bahwa model teoritis dan lapangan berbeda secara signifikan.

4.5 Pembangunan Model Baru

Setelah dilakukan uji analisis varians (ANOVA) dan ternyata dari uji tersebut memberikan hasil bahwa pola arus lalu lintas menurut Greenshields tidak dapat digunakan untuk mempresentasikan mengenai pola arus yang terjadi pada ruas Jalan Solo km 11, Yogyakarta pada hari Senin (24/07) s/d Rabu (26/07). Untuk itu hanya model yang didapatkan dari hasil analisis regresi saja yang dapat digunakan untuk menggambarkan mengenai pola arus lalu lintas pada kondisi saat itu.

Hubungan U_s - q diwakili oleh suatu persamaan eksponensial $U_s = 57870,955029e^{-2,558177531E-05 \cdot (q)}$. Hubungan U_s - k pada saat itu dapat digambarkan sebagai suatu persamaan power regresi $U_s = 61943,555278 \cdot (K)^{-0,64812}$. Sedangkan hubungan q - k dapat diwakili juga oleh persamaan power regresi $q = 1066,843796 \cdot (K)^{0,322317}$. Namun model tersebut hanya berlaku untuk menggambarkan pola arus lalu lintas ruas Jalan Solo km 11 Yogyakarta pada tanggal 24 – 26 Juli 2000.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Setelah melakukan analisis dan pembahasan mengenai pola arus lalu lintas berdasarkan kecepatan rata-rata, volume, dan kepadatan, maka dapat disimpulkan beberapa hal sebagai berikut :

1. Setelah dilakukan uji analisis varians (ANOVA), model konsep teoritis menurut Greenshields dan model lapangan baik hubungan U_s-q , U_s-k , maupun $q-k$ terbukti tidak memiliki kesamaan nilai varians dan rata-rata populasi. Dengan demikian dapat dikatakan bahwa model lapangan berbeda secara signifikan dengan model teoritis menurut Greenshields.
2. Karena model hubungan kecepatan-aliran-kepadatan konsep teoritis berbeda secara signifikan dengan model sesuai fakta di lapangan maka model Greenshields tidak dapat diaplikasikan untuk mempresentasikan pola arus lalu lintas yang terjadi pada ruas jalan tersebut pada saat itu.

3. Model hasil regresi hanya dapat digunakan untuk menggambarkan pola arus lalu lintas ruas Jalan Solo km 11 Yogyakarta pada tanggal 24 – 26 Juli 2000. Pola hubungan Us - q pada saat itu dapat diwakili oleh suatu persamaan eksponensial $Us = 57870,955029e^{-2,55817753E-05.(q)}$, pola hubungan Us - k diwakili oleh suatu persamaan power regresi $Us = 61943,555278.(k)^{-0,64812}$, dan sedangkan pola hubungan q - k juga diwakili oleh persamaan power regresi $q = 1066,843796.(k)^{0,322317}$.

5.2 Saran

Ada beberapa hal yang perlu peneliti kemukakan dan pertimbangkan dalam rangka menyingkapi hasil yang telah diperoleh, antara lain :

1. Analisis perbandingan dengan konsep Greenshields perlu dicoba lagi pada ruas jalan luar kota yang memiliki nilai kepadatan tinggi sampai nilai aliran (volume) maksimum terlampaui. Sehingga pola arus lalu lintas yang dihasilkan memiliki pola grafik yang lebih mendekati dengan konsep Greenshields.
2. Untuk penelitian selanjutnya perlu dicoba untuk membandingkan dengan konsep teoritis yang lain, antara lain : Ellis (*2-Regim Linear dan 3-Regim Linear Models*), Greenberg (*Logarithmic Model*), Underwood (*Exponential Model*), Edie (*2-Segmen Model*), May (*The Bell Curve Model*).

DAFTAR PUSTAKA

- Draper, N., Smith, H., 1992, **ANALISIS REGRESI TERAPAN**, Edisi ke-2, PT Gramedia Pustaka Utama, Jakarta.
- Echols, J.M. and Sadily, H., 1977, **KAMUS INGGRIS-INDONESIA**, Cetakan ke-2, Cornell University Press, Ithaca and London, PT. Gramedia, Jakarta.
- Fachrurrozy, 1996, **BAHAN KULIAH REKAYASA LALU LINTAS**, Tidak dipublikasikan, UII.
- Hobbs, F.D., 1979, **PERENCANAAN TEKNIK DAN LALU LINTAS**, Edisi ke-2, Oxford Pergamon Press.
- Khisty, C.J., Lall, B.K., 1998, **TRANSPORTATION ENGINEERING An Introduction**, 2nd edition, Prentice-Hall, Inc., New Jersey.
- Malkhamah, S., 1994, **SURVEI, LAMPU LALU LINTAS, DAN PENGANTAR MANAJEMEN LALU LINTAS**, Biro Penerbit KMTS FT UGM, Yogyakarta.
- Mc Shane, W., Roess, R.P., 1990, **TRAFFIC ENGINEERING**, Prentice-Hall Polytechnic Series in Transportation, New Jersey.
- Morlok, E.K, Hainim, J.K, 1985, **PENGANTAR TEKNIK DAN PERENCANAAN TRANSPORTASI**, Penerbit Erlangga, Jakarta Pusat.
- Papacostas, C.S., 1990, **FUNDAMENTALS OF TRANSPORTATION ENGINEERING**, Prentice-Hall of India Private Limited, New Delhi.
- Partogi, P., 1998, **ANALISIS KAPASITAS DAN TINGKAT KINERJA (RASIO q/C) RUAS JALAN DENGAN TINJAUAN DIAGRAM FUNDAMENTAL ARUS LALU LINTAS**, FT UGM, Yogyakarta.
- Salter, R.J, 1976, **HIGHWAY TRAFFIC ANALYSIS AND DESIGN** (Revised Edition), The Macmillian Press Ltd., London.
- Santoso, S., 1998, **APLIKASI EXCEL DALAM APLIKASI BISNIS**, PT Elex Media Komputindo Kelompok Gramedia, Jakarta.

Situmorang, R.K., 1995, **ANALISIS KAPASITAS DENGAN METODE PENDEKATAN HUBUNGAN FUNDAMENTAL ARUS**, FT UGM, Yogyakarta.

Supranto, J., 1996, **STATISTIK TEORI DAN APLIKASI**, Edisi ke-5, jilid 1, Erlangga, Jakarta.

Walpole, R.E., 1992, **PENGANTAR STATISTIKA**, Edisi ke-3, PT Gramedia Pustaka Utama, Jakarta.







UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
JURUSAN TEKNIK SIPIL
Jl. Kaliurang Km. 14,4 Telp. 95330 Yogyakarta

Proposed 1st
TA 3rd

KARTU PESERTA TUGAS AKHIR

	Nama	No. Mhs.	N.I.R.M.	Bidang Studi
1	NOOR FUAD FITRIANTO	95 310 171		TST
2	RKA JUWANDA S.N.	95 310 293		TST

JUDUL TUGAS AKHIR : TINDAKAN POLA ARUS LAJU LINTAS
BERDASAR VOLUME, KECEPATAN, KEPADATAN PADA RUAS JALAN
LUAR KOTA.

Dosen Pembimbing I : IR. H. BALLYA UMAR, MSc
Dosen Pembimbing II : IR. SUKARNO, SU



Yogyakarta, 08 Mei 2000

Dekan,

Ketua Jurusan Teknik Sipil

IR. H. TADJIDDIN RM ARIS, MS

DAFTAR I
STANDARD PERENCANAAN GEOMETRIK

KLASIFIKASI JALAN	JALAN RAYA UTAMA						JALAN RAYA SEKUNDER												JALAN PENGHUBUNG					
	I			IIA			IIB			IIC			IIB			IIC			IIB			IIC		
	D	B	G	D	B	G	D	B	G	D	B	G	D	B	G	D	B	G	D	B	G	D	B	G
Lalintas harian rata-rata ² (LHR) dalam Simp	>20.000						6000-20.000						1.500-8.000						<2.000					
Kecepatan rencana (Km/jam)	120	100	80	100	80	60	80	40	60	40	30	60	40	30	60	40	30	40	30	40	60	40	30	30
Lebar daerah pengalasan minimum (m)	60	60	60	40	40	40	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	20	20	20	20
Lebar Perkerasan (m)	minimum 2(2x3,75)						2x3,50 atau 2x(2x3,50)						2x3,50						2x3					
Lebar Median Minimum (m)	10						1,50**												3,50-6,00					
Lebar Balok(m)	3	2,5	2,5	3	2,5	2,5	3	2,5	2,5	3	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5
Lereng melintang perkerasan	2%						2%						2%						2%					
Lebar melintang bahu	4%						4%						6%						6%					
Jenis Lapisan permukaan jalan	Aspal beton						Aspal beton						Pematasi berganda atau selaras						Paling tinggi pematasi tunggal					
Miring buangan maksimum	10%						10%						10%						10%					
Jari-jari lengkung minimum (m)	560	350	210	350	210	115	210	115	50	115	50	115	50	30	115	50	30	115	50	30	115	50	30	30
Landai maksimum	3%	5%	6%	4%	6%	7%	5%	7%	8%	7%	8%	6%	8%	10%	6%	8%	10%	6%	8%	10%	6%	8%	10%	12%

CATATAN - Menurut keadaan setempat

** Lihat 4.4.4

Sumber: EPT/JR-standart specifications for geometric design of rural highways, No 13/1970, Dirjen Bina Marga, DPU dan Tenaga Listrik, hal 15



DAFTAR II
STANDARD PERENCANAAN ALINEMEN

kecepatan rencana m/jam	Jarak pandangan henti(m)	Jarak pandangan menyiap(m)	Jari2 lengkung minimum dimana miring tikungan tak perlu (m)	Batas jari2 lengkung tikungan dimana harus menggunakan busur peralihan(m)	Landai relatif maksimum antara sepi perkerasan
120	225	790	3000	2000	1/280
100	165	670	2300	1500	1/240
80	115	520	1600	1100	1/200
60	75	380	1000	700	1/160
50	55	220	660	440	1/140
40	40	140	420	300	1/120
30	30	80	240	180	1/100

Jl Solo km 11, Yogyakarta

Hari/Tgl : Senin, 24 Juli 2000
Jam : 07.00 - 07.15

Arah : Yogya

No. S	Kecepatan Rata-rata		Kecepatan U		Kendaraan yg menempati			Kepadatan k (smp/50m)	k rata2 (smp/50 m)	Kendaraan yg melewati			Volume, q (smp/jam)	
	Tr	Tr (rtk)	U	U (jam)	HV	LV	MC			UMC	HV	LV		MC
1	1	3,66			1	1	2	1	6,5000					
	2	2,71												
	3	3,53	3,000											
	4	2,98												
	5	3,4				2	12	0	14,0000					
	6	4,36	3,5000											
	7	2,85												
	8	3,25				0	1	3	4,5000					
	9	3,38	3,3267											
	10	3,35												
	11	5,11				1	2	6	11,0000					
	12	4,81	3,7567											
	13	2,7												
	14	4,87												
	15	2,99	3,5200			0	1	6	9,0000					
	16	3,19												
	17	3,84				1	0	1	4,0000					
	18	0	2,0333											
	19	4												
	20	3,72				1	1	2	6,0000					
	21	3,15	3,0000											
	22	3,16												
	23	3,16				0	1	2	3,0000					
	24	2,17	2,0000											
	25	2,25												
	26	3,91				0	1	2	6,0000					
	27	3,59	3,4167											
	28	5,47												
	29	6,30												
	30	5	4,8000	2,4340	5,417,0064	1	1	7	11,0000	12	31	104	57	276,5000

VOLUME-KEPERAWATAN-KEPADATAN
 Jl Solo km 11, Yogyakarta

Hari/Tgl : Senin, 24 Juli 2000
 Jam : 07:15-07:30

Arah : Yogya

No	Kecepatan Rata-rata		Kapasitas U (m ³ /jam)	Kendaraan yg menempuh			Kepadatan k (samp/50m)	Kepadatan yg menempuh	Kapasitas (samp/50m)	Kendaraan yg menempuh			Volume (m ³ /jam)	
	U (rdk)	V (rdk)		HV	LV	MC				UMC	HV	LV		MC
1	2.97			2	5	4	3	16.5000						
2	3.58													
3	3.41	3.3200												
4	3.33													
5	3.09													
6	3.7	3.3733												
7	3.6													
8	3.66													
9	3.06	3.4400												
10	3.45													
11	4.19													
12	3.78	3.8067												
13	3.08													
14	3.97													
15	3.92	3.6267												
16	3.59													
17	3.63													
18		3.6100												
19	3.6													
20	3.49													
21	3.6	3.5833												
22	3.83													
23	4.0													
24	4.50	4.0400												
25	4.1													
26	2.66													
27	3.31	4.3567												
28	4.41													
29	4.48													
30	3.12	4.0033	3.7140	48465.2665	0	2	6	11	13.5000	8	44	198	149	240.5000

No	h (dtk)	h (dtk)	Tr (dtk)	Tr (dtk)	Kapasitas yg diperintipati			Kapasitan k (smp/50m)	k rala2 (smp/50 m)	Kendaraan yg melewati			Volume, q (smp/jam)
					HV	LV	MC			UMC	HV	LV	
2	1	3.06			0	2	1	5	5.5000				
	2	3.43											
	3	3.34	3.51										
	4	3.22											
	5	3.0			1	1	3	6	10.0000				
	6	5.88	3.66067										
	7	2.81											
	8	2.99			0	1	6	3	8.5000				
	9	4.15	3.31667										
	10	4.06											
	11	2.97			0	2	1	6	6.0000				
	12	2.94	3.32333										
	13	3.19											
	14	5.14			1	1	4	5	10.5000				
	15	2.22	2.85										
	16	3.25											
	17	4.28			0	0	4	0	4.0000				
	18	7.21	4.91333										
	19	4											
	20				0	0	1	6	4.0000				
	21		4										
	22	3.05											
	23	3.06											
	24	3.63	3.24667		1	1	5	1	9.5000				
	25	2.71											
	26	4.06			0	0	3	2	4.0000				
	27	3.78	3.51667										
	28	3.47											
	29	3.63			0	2	5	6	10.0000				
	30	4.4	3.83333	3.61767	49755.82788	7.2	4	29	172	168			207.0800

No	No. U (dtk)	U (dtk)	T (dtk)	U (jam)	Kapasitas K			K rata-rata (smp/50 m)	Kendaraan yg melewati			Volume q (smp/jam)	
					HV	LV	MC		UMC	HV	LV		MC
3	1	3.03											
	2	2.63			2	0	5	7	14.5000				
	3	3.22	2.96										
	4	3.03											
	5	3.14			0	2	4	3	7.5000				
	6	3.1	3.15657										
	7	3.45											
	8	3.84			0	2	6	3	9.5000				
	9	3.41	3.69767										
	10	3.047											
	11	2.77			1	3	4	3	11.5000				
	12	2.9	3.90567										
	13	2.25											
	14	3.75			2	1	4	4	13.0000				
	15	3.8	3.6										
	16	3.88											
	17	4.02											
	18	3.29	3.73		0	2	4	7	9.5000				
	19	3.54											
	20	3.06			0	0	6	7	9.5000				
	21	3.48	3.36										
	22	2.09											
	23	3.81			0	1	5	6	9.0000				
	24	2.59	2.83										
	25	3.38											
	26	2.84			0	1	1	0	2.0000				
	27		3.11										
	28	2.91											
	29	2.65			0	0	5	8	9.0000	10	29	263	175
	30	3.98	4.48657	3.28557	50.120.60.184				9.5				411.5000

REKAP DATA
VOLUME-KECEPATAN-KEPADATAN
Jl Solo km 11, Yogyakarta

Hari/Tgl : Senin, 24 Juli 2000
Jam : 07.00-07.15

Arah : Solo

Int 5'	Kecepatan Rata-rata			Kecepatan, U (m/jam)	Kendaraan yg menempati			Kepadatan, k (smp/50m)	k rata2 (smp/50 m)	Kendaraan yg melewati				Volume, q (smp/jam)	
	No	ti (dtk)	Ti (dtk)		HV	LV	MC			UMC	HV	LV	MC		UMC
1	1	3.16			2	0	1	0							
	2	2.81							7,0000						
	3	3.08	3.0167												
	4	2.91			0	1	2	0	3,0000						
	5	2.86													
	6	2.85	2.8733												
	7	2.92			1	0	2	0	5,0000						
	8	2.78													
	9	2.28	2.6600												
	10	4.49			1	1	0	2	5,0000						
	11	3.01													
	12	2.69	3.3967												
	13	2.70													
	14	2.62			0	0	2	2	3,0000						
	15	4.09	3.1367												
	16	2.62													
	17	4.09			1	1	0	1	4,5000						
	18	2.63	3.1133												
	19	3.24													
	20	3.72			1	2	0	1	5,5000						
	21	2.99	3.3167												
	22	4.34													
	23	3.12													
	24	3.18	3.5467		1	1	1	2	6,0000						
	25	4.38													
	26	3.47			0	2	2	0	4,0000						
	27	3.56	3.8033												
	28	3.59													
	29	4.19			0	0	3	1	3,5000						
	30	4.31	4.0300						4,6500						
										54722.3348					
											5	16	49		
														82,0000	

Int 5	Kecepatan Rata-rata			Kecepatan, U		Kendaraan yg menempati			Kepadatan, k (smp/50m)	k rata2 (smp/50 m)	Kendaraan yg melewati			Volume, q (smp/jam)
	No	t _i (dtk)	t _i (dtk)	Ti (dtk)	HV	LV	MC	UMC			HV	LV	MC	
3	1	3.65			0	1	2	0	3.0000					
	2	3.75												
	3	2.48	3.2933											
	4	2.20			0	1	6	0	7.0000					
	5	2.50												
	6	2.67	2.4567											
	7	3.54			3	0	1	0	10.0000					
	8	3.03												
	9	2.63	3.0667											
	10	2.62												
	11	3.45			0	0	3	0	3.0000					
	12	3.75	3.2740											
	13	3.18												
	14	2.53			0	1	3	0	4.0000					
	15	2.22	2.6433											
	16	3.31												
	17	2.77			0	0	3	0	3.0000					
	18	2.42	2.8333											
	19	2.52												
	20	2.76			0	2	1	0	3.0000					
	21	2.53	2.6033											
	22	2.87												
	23	3.16			0	1	1	0	2.0000					
	24	2.91	2.9800											
	25	2.78												
	26	2.69			1	1	2	0	6.0000					
	27	2.63	2.7000											
	28	2.99												
	29	2.50			1	2	4	0	9.0000					
	30	3.54	3.0100	2.8861	62368,6217	5	5	5	10	37	64	5	133.5000	

rata-rata per kilometer

REKAP DATA
VOLUME-KECEPATAN-KEPADATAN
Jl Solo km 11, Yogyakarta

Hari/Tgl : Senin, 24 Juli 2000
Jam : 07.15-07.30

Arah : Solo

Int 5'	Kecepatan Rata-rata		Kecepatan, U		Kendaraan yg menempati			Kepadatan, k (smp/50m)	k rata2 (smp/50 m)	Kendaraan yg melewati			Volume, q (smp/jam)		
	No	ti (dtk)	ti (dtk)	Ti (dtk)	HV	LV	MC			UMC	HV	LV		MC	UMC
1	1	3.34			0	2	2	0	4,0000						
	2	2.44													
	3	2.80	2.8600		0	2	2	0	4,0000						
	4	3.00													
	5	3.04													
	6	2.49	2.8433		0	1	2	0	3,0000						
	7	3.21													
	8	3.72													
	9	2.69	3.2067		0	2	1	0	3,0000						
	10	2.25													
	11	2.55													
	12	3.06	2.6200												
	13	2.88													
	14	2.84			0	1	3	0	4,0000						
	15	2.40	2.7067												
	16	2.22													
	17	3.06													
	18	3.12	2.8000												
	19	2.81													
	20	4.38			0	0	3	1	3,5000						
	21	2.59	3.2600												
	22	2.44													
	23	2.78			0	1	2	0	3,0000						
	24	3.24	2.8200												
	25	2.63													
	26	2.70			1	1	2	0	6,0000						
	27	2.85	2.7267												
	28	2.92													
	29	3.08													
	30	2.91	2.9700	2.8813	62471.0782	0	1	3	4,0000	2	30	68	6	107.0000	
									3.8500						

No	Kecepatan Rata-rata			Kecepatan, U (m/jam)	Kendaraan yg menempati			Kepadatan, k (smp/50m)	k rata2 (smp/50 m)	Kendaraan yg melewati			Volume, q (smp/jam)
	ti (dtk)	ti (dtk)	Ti (dtk)		HV	LV	MC			UMC	HV	LV	
4	3.66												
5	2.54												
6	2.66	2.9533			1	1	1	0	5,0000				
7	2.91												
8	3.20												
9	2.94	3.0147											
1	2.61				0	1	3	0	4,0000				
2	2.50												
3	3.21	2.7733											
4	3.13				0	0	3	0	3,0000				
5	3.22												
6	3.08	3.1433											
7	2.84				0	1	2	0	3,0000				
8	3.37												
9	2.42	2.8767											
10	3.12												
11	2.26				1	2	1	0	6,0000				
12	2.97	2.7833											
13	3.22												
14	2.77				0	4	1	0	5,0000				
15	2.93	2.9733											
16	3.19												
17	3.02				0	1	5	0	6,0000				
18	2.84	3.0167											
19	3.24												
20	3.09				0	2	2	0	4,0000				
21	2.59	2.9733											
22	2.47												
23	3.80				0	0	4	0	4,0000				
24	2.60	2.9567											
25	2.68												
26	2.50				0	2	3	0	5,0000				
27	2.70	2.6267											
28	3.05												
29	3.10				2	1	2	0	9,0000				
30	2.84	2.9967	2,9120	61813,1868					4,9	8	44	80	151,5000

REKAP DATA
 VOLUME-KECEPATAN-KEPADATAN
 Jl Solo km 11, Yogyakarta

Hari/Tgl : Senin, 24 Juli 2000 Arah : Solo
 Jam : 07.45-08.00

Int 5'	Kecepatan Rata-rata			Kecepatan, U (m/jam)	Kendaraan yg menempati			Kepadatan, k (smp/50m)	k rata2 (smp/50 m)	Kendaraan yg melewati			Volume, q (smp/jam)	
	No	t _i (dtk)	T _i (dtk)		HV	LV	MC			UMC	HV	LV		MC
1	1	3.08			1	0	2	0	5.0000					
	2	3.07												
	3	3.54	3.2300											
	4	3.06												
	5	3.84			1	1	1	1	5.5000					
	6	3.02	3.3067											
	7	2.81												
	8	3.28			0	1	2	1	3.5000					
	9	3.20	3.0967											
	10	3.41												
	11	2.96			2	4	2	1	12.5000					
	12	2.72	3.0300											
	13	2.74												
	14	2.65			0	2	3	0	5.0000					
	15	2.91	2.7667											
	16	2.98												
	17	2.66			0	2	2	0	4.0000					
	18	3.27	2.9700											
	19	3.07												
	20	2.91			0	1	3	0	4.0000					
	21	2.91	2.9633											
	22	3.06												
	23	2.72			0	1	2	1	3.5000					
	24	3.20	2.9933											
	25	2.91												
	26	2.50			1	1	2	0	6.0000					
	27	3.20	2.8700											
	28	2.47												
	29	2.84			1	2	1	0	6.0000					
	30	2.41	2.5733	2.9800	60402.6846				5.5000	6	70	183	5	273.5000

VOLUME-KECEPATAN-KEPADATAN
 di Solo km 11, Yogyakarta

Hari/Tgl : Senin, 24 Juli 2000
 Jam : 07.30-07.45

Arah : Solo

Int S'	Kecepatan Rata-rata		Kecepatan, U (m/jam)	Kendaraan yg menempati			Kepadatan, k (smp/50m)	k rata2 (smp/50 m)	Kendaraan yg melewati			Volume, q (smp/jam)	
	No	ti (dtk)		Ti (dtk)	HV	LV			MC	UMC	HV		LV
1	1	2.91											
	2	2.40					3,0000						
	3	3.40	2.9033		0	2	1	0					
	4	3.24											
	5	3.44			0	3	1	0	4,0000				
	6	2.93	3.2033										
	7	2.50											
	8	3.14			0	1	1	0	2,0000				
	9	2.97	2.8700										
	10	2.81											
	11	2.81			2	2	0	1	8,5000				
	12	3.10	2.9067										
	13	2.47											
	14	2.74			0	1	1	0	2,0000				
	15	3.03	2.7467										
	16	2.95											
	17	2.41			0	1	2	0	3,0000				
	18	2.74	2.7000										
	19	3.22											
	20	2.75			3	1	2	0	12,0000				
	21	2.99	2.9867										
	22	3.49											
	23	2.72			0	3	1	0	4,0000				
	24	3.27	3.1600										
	25	3.22											
	26	2.85			0	1	4	1	5,5000				
	27	2.29	2.7850										
	28	2.69											
	29	2.27			0	3	2	0	5,0000	6	24	64	4
	30	2.53	2.4967	2.8758	62590.5535				4.9000				108.0000

Int 5'	Kecepatan Rata-rata			Kecepatan, U (m/jam)	Kendaraan yg menempati			Kepadatan, k (smp/50m)	k rata2 (smp/50 m)	Kendaraan yg melewati			Volume, q (smp/jam)
	No	ti (dtk)	Ti (dtk)		HV	LV	MC			UMC	HV	LV	
3	1	3.27			1	1	3	0	7,0000				
	2	3.72											
	3	2.88	3.2900										
	4	3.66											
	5	2.54			1	1	1	0	5,0000				
	6	2.66	2.9533										
	7	2.91											
	8	3.20											
	9	2.94	3.0167		1	1	1	0	5,0000				
	10	2.59											
	11	2.72											
	12	3.77	3.0267		0	3	2	0	5,0000				
	13	2.91											
	14	3.19											
	15	3.13	3.0767		1	1	1	0	5,0000				
	16	2.65											
	17	2.97											
	18	3.06	2.8933		0	2	1	0	3,0000				
	19	3.56											
	20	3.60											
	21	3.47	3.5433		0	4	1	0	5,0000				
	22	2.47											
	23	2.75											
	24	3.94	3.0533		2	2	0	0	8,0000				
	25	3.59											
	26	5.47											
	27	4.16	4.4067		0	3	2	0	5,0000				
	28	5.00											
	29	2.94											
	30	2.84	3.5933	3.2853	1	0	3	1	6,5000	9	30	72	2
			54788.9610						5,45				130,0000

3	Kecepatan Rata-rata						Kecepatan, U			Kendaraan yg menempati			Kepadatan, k		k rata2			Kendaraan yg melewati			Volume, q
	No	ti (dtk)	ti (dtk)	Ti (dtk)	(m/jam)	HV	LV	MC	UMC	(smp/50m)	(smp/50m)	HV	LV	MC	UMC	HV	LV	MC	UMC	(smp/jam)	
nt 5'	1	2.19																			
	2	2.87				2	1	4	0	11,0000											
	3	2.66	2.5733																		
	4	2.75																			
	5	3.38																			
	6	3.65	3.2600				0	1	3	0	4,0000										
2	1	2.27				1	3	0	0	6,0000											
	2	2.25																			
	3	2.97	2.4967																		
	4	3.19																			
	5	3.24				0	3	1	0	4,0000											
	6	3.19	3.2067																		
	7	3.05																			
	8	2.69																			
	9	2.96	2.9000				0	4	2	0	6,0000										
	10	2.73																			
	11	2.50				0	2	1	0	3,0000											
	12	2.74	2.6567																		
	13	3.66																			
	14	3.04																			
	15	2.52	3.0733																		
	16	3.19																			
	17	2.87	2.9100				1	4	1	0	8,0000										
	18	2.67																			
	19	2.75																			
	20	3.27					1	2	2	0	7,0000										
	21	3.25	3.0900																		
	22	2.99																			
	23	2.20																			
	24	3.38	2.8567				0	3	2	0	5,0000										
25	2.44																				
26	2.34					1	1	4	0	8,0000											
27	2.78	2.5200																			
28	2.52																				
29	2.76					0	3	1	1	4,5000											
30	2.52	2.6000	2.8310	63581.7732											5.55	8	46	92	10		167,0000

REKAPITULASI DATA
VOLUME-KECEPATAN-KEPADATAN
Jl.Solo km 11, Yogyakarta

Hari /Tgl : Senin 24 Juli 2000

Arah : Solo

Waktu	Int 5'	Angka Aliran (smp/5mnt)	Volume tiap jam	Peak Hour Factor (PHF)	Volume, q (smp/jam)*	Kec.rata2 (m/jam)	Kepadatan (smp/50m)	
07.00	1	82,00			512,66	54722,3343	4,650	
	2	96,50			603,32	60495,3900	3,830	
	3	133,50			834,64	62368,6277	5,000	
	s/d	4			107,00	668,96	62471,0782	3,220
	5	132,00			825,26	62915,0647	4,050	
07.30	6	192,00			1200,38	63619,2271	4,900	
07.30	1	108,00			675,22	62590,5535	4,130	
	2	151,50			947,18	61813,1868	4,510	
	3	130,00			812,76	54788,9610	5,450	
	s/d	4			273,50*	1709,92	60402,6846	5,500
	5	167,00			1044,08	63581,7732	5,550	
08.00	6	140,00	1713,00	0,520985401	875,28	61482,4692	5,850	
08.00	1	163,00			1287,63	62929,7285	5,450	
	2	259,50*			2049,95	61962,1343	4,950	
	3	139,50			1101,99	63814,7010	5,000	
	s/d	4			151,00	1192,84	59550,7229	5,100
	5	172,00			1358,73	61799,0387	5,200	
08.30	6	157,50			1244,19	56795,4732	3,390	
08.30	1	212,00			1674,72	61335,7565	5,250	
	2	168,50			1331,08	60207,3810	3,600	
	3	187,00			1477,23	60682,3392	4,050	
	s/d	4			135,00	1066,45	61079,0635	5,600
	5	160,50			1267,89	60362,8478	4,850	
09.00	6	148,50	2054,00	0,658333333	1173,09	63202,2472	3,750	
11.00	1	153,00			1316,23	60619,6677	5,200	
	2	219,50			1888,31	57617,2083	6,350	
	3	142,00			1221,60	61023,8445	4,600	
	s/d	4			270,50*	2327,06	58551,9651	5,450
	5	178,50			1535,60	64585,5759	5,220	
11.30	6	178,50			1535,60	65296,2515	3,390	
11.30	1	174,00			1496,89	52899,6865	7,790	
	2	209,00			1797,99	61516,4226	4,775	
	3	172,00			1479,68	64423,7652	6,530	
	s/d	4			188,00	1617,33	62849,1620	4,505
	5	191,50			1647,44	60147,0261	5,000	
12.00	6	255,00	2331,50	0,716943419	2193,71	57581,5739	7,125	
12.00	1	186,00			1909,03	61189,8017	4,850	
	2	217,00			2227,20	43527,3255	7,840	
	3	200,00			2052,72	57112,6388	6,815	
	s/d	4			144,00	1477,96	62283,7370	7,900
	5	217,50			2232,33	59399,4060	6,000	
12.30	6	226,00			2319,57	60360,1489	5,725	
12.30	1	200,50			2057,85	59602,6490	6,150	
	2	198,50			2037,32	57404,0608	5,855	
	3	200,00			2052,72	56907,9987	7,500	
	s/d	4			237,00*	2432,47	56663,1689	6,335
	5	202,00			2073,25	54722,3348	6,450	
13.00	6	204,00	2432,50	0,855309423	2093,77	60510,9816	7,500	

Waktu	Int 5'	Angka Aliran (smp/5mnt)	Volume tiap jam	Peak Hour Factor (PHF)	Volume, q (smp/jam)*	Kec.rata2 (m/jam)	Kepadatan (smp/50m)			
13.00	1	187,00	2636,00	0,737136465	1654,73	54606,1280	6,670			
	2	234,00			2070,62	55169,5954	8,950			
	3	217,00			1920,19	54364,2404	5,800			
	s/d	4			294,00	2601,55	53019,1459	6,500		
		5			179,00	1583,94	46059,3654	4,200		
	13.30	6			238,00	2106,01	50064,8989	8,400		
13.30	1	226,00			2966,50	0,762988683	1999,83	52361,0976	6,090	
	2	184,00					1628,18	49732,9158	6,760	
	3	206,00					1822,85	56907,9987	6,700	
	s/d	4					228,00	2017,53	56010,7873	5,360
		5					297,50*	2632,52	57167,0548	9,050
	14.00	6					145,50	1287,50	53913,7380	7,320
15.30	1	211,50	2966,50	0,762988683			1936,49	58874,8365	6,350	
	2	218,50					2000,59	52989,6302	6,700	
	3	207,50					1899,87	53338,6013	4,400	
	s/d	4					229,00	2096,72	56098,0677	6,050
		5					268,50	2458,39	57645,1941	9,400
	16.00	6					207,00	1895,29	53817,0221	5,800
16.00	1	239,50			2966,50	0,762988683	2192,86	56361,5489	6,300	
	2	292,00					2673,55	56806,2276	8,200	
	3	324,00*					2966,54	60020,0067	7,320	
	s/d	4					257,50	2357,67	61405,5038	8,100
		5					261,50	2394,29	58823,5294	5,600
	16.30	6					250,00	2289,00	54866,8570	6,315
16.30	1	259,50*	2374,50	0,761057692			2370,07	57589,4946	5,300	
	2	245,50					2242,20	56238,2837	8,000	
	3	210,50					1922,54	62255,0155	6,100	
	s/d	4					201,50	1840,34	61608,6708	4,800
		5					199,50	1822,07	61531,4494	5,505
	17.00	6					199,50	1822,07	52796,2456	6,550
17.00	1	192,00			2374,50	0,761057692	1753,57	60828,2154	4,700	
	2	152,00					1388,25	62717,7700	3,100	
	3	181,00					1653,11	64825,9304	4,100	
	s/d	4					178,50	1630,28	64639,6936	3,950
		5					170,00	1552,64	64003,7928	4,500
	17.30	6					185,00	1689,64	64735,4522	2,350

**REKAPITULASI DATA
VOLUME-KECEPATAN-KEPADATAN
Jl.Solo km 11, Yogyakarta**

Hari /Tgl :Selasa, 25 Juli 2000
Arah : Solo

Waktu	Int 5'	Angka Aliran (smp/5mnt)	Volume tiap jam	Peak Hour Factor (PHF)	Volume, q (smp/jam)*	Kec.rata2 (m/jam)	Kepadatan (smp/50m)	
07.00	1	107,00	1608,67	0,788563725	1012,82	63746,9012	5,350	
	2	138,00			1306,25	64091,1519	4,000	
	3	145,00			1372,51	59376,5463	5,400	
	s/d	4			86,50	818,77	60558,4348	3,600
	5	99,00			937,09	59042,2042	6,050	
07.30	6	138,50			1310,99	55822,6082	4,950	
07.30	1	155,50	1882,50	0,834441489	1471,90	55961,4488	4,050	
	2	128,67			1217,94	58356,2976	4,400	
	3	169,50*			1604,42	59003,4965	4,900	
	s/d	4			140,50	1329,92	61707,2335	5,650
	5	167,50			1585,49	48371,9264	4,150	
08.00	6	133,00			1258,92	58868,4182	3,800	
08.00	1	148,00	2220,50	0,758367486	1481,89	55698,2393	5,050	
	2	187,50*			1877,40	54468,4285	5,100	
	3	158,50			1587,03	57565,1596	5,200	
	s/d	4			142,00	1421,82	53954,1390	3,750
	5	172,50			1727,21	52221,8461	3,650	
08.30	6	160,50			1607,05	52788,5038	2,200	
08.30	1	154,00	2741,00	0,673795477	1541,97	55799,5350	5,250	
	2	161,50			1617,07	53579,4017	3,700	
	3	135,50			1356,73	56956,0173	3,900	
	s/d	4			146,00	1461,87	53916,4295	3,600
	5	156,00			1562,00	50912,1765	5,500	
09.00	6	160,50			1607,05	54471,1757	3,900	
11.00	1	201,00	2741,00	0,673795477	1829,26	55237,3159	4,300	
	2	174,00			1583,54	59087,4275	3,200	
	3	209,50			1906,62	57404,0608	4,605	
	s/d	4			165,00	1501,63	57276,1986	3,200
	5	243,50*			2216,04	61342,7241	3,115	
11.30	6	201,50			1833,81	58993,8275	4,350	
11.30	1	177,00	2220,50	0,758367486	1610,84	58346,8395	3,000	
	2	214,50			1952,12	45423,9569	5,875	
	3	173,50			1578,99	61196,7362	2,905	
	s/d	4			151,50	1378,77	61931,5771	2,250
	5	155,00			1410,62	56576,3480	2,000	
12.00	6	154,50			1406,07	62821,7433	2,400	
12.00	1	193,50	2741,00	0,673795477	1564,56	57596,9282	4,500	
	2	198,00			1600,95	60289,7256	2,750	
	3	171,00			1382,64	61363,6364	2,000	
	s/d	4			172,50	1394,77	58473,1998	3,100
	5	233,50			1887,99	57971,0145	4,815	
12.30	6	339,00*			2741,02	56657,2238	4,900	
12.30	1	267,50	2741,00	0,673795477	2162,90	56728,6480	5,115	
	2	281,00			2272,05	60989,3833	2,800	
	3	250,50			2025,44	62630,4802	4,500	
	s/d	4			236,50	1912,24	57022,1753	4,000
	5	179,50			1451,37	58052,0318	3,700	
13.00	6	218,50			1766,70	63039,9253	3,750	

TAN

Volume
tiap jam F.

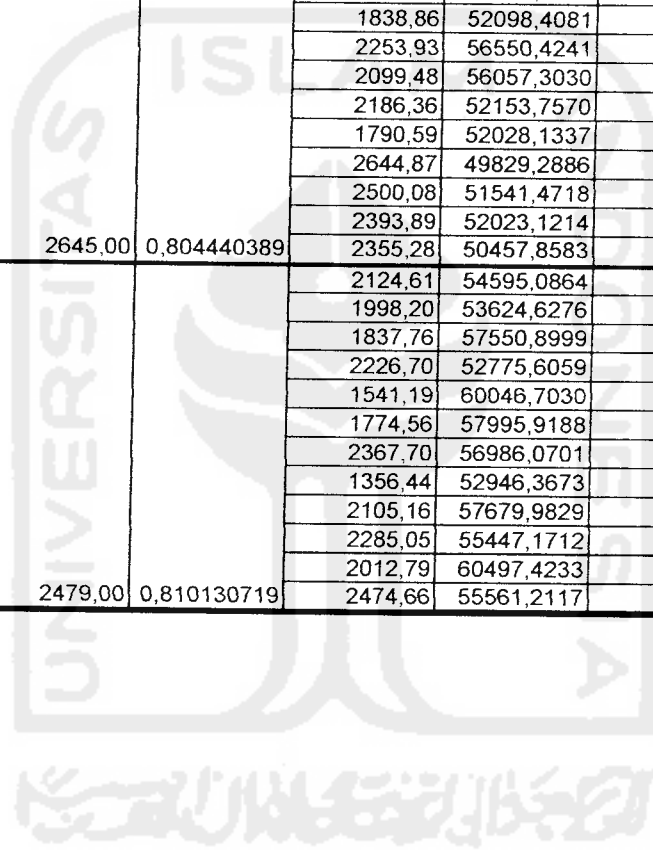
1658,00 0,71

906,50 0,6380

33,00 0,760855

1,00 0,53317901

Waktu	Int 5'	Angka Aliran (smp/5mnt)	Volume tiap jam	Peak Hour Factor (PHF)	Volume, q (smp/jam)*	Kec.rata2 (m/jam)	Kepadatan (smp/50m)		
13.00	1	163,00	2316,33	0,83925	1641,48	54191,8391	2,900		
	2	169,00			1701,90	57294,4297	4,000		
	3	287,50			2895,24	56203,1640	6,100		
	s/d	4			194,00	1953,66	57191,2730	5,500	
		5			212,00	2134,92	57890,2230	3,800	
13.30	6	154,00			1550,84	58283,8640	2,100		
13.30	1	183,50			1847,92	55584,1482	5,800		
	2	182,33			1836,14	55350,5535	2,500		
	3	190,50			1918,41	59491,0213	4,275		
	s/d	4			229,50*	2311,16	58246,1439	4,500	
		5			172,00	1732,11	47005,5710	6,550	
14.00	6	179,00			1802,60	56698,8660	5,950		
15.30	1	188,00			2645,00	0,804440389	1814,73	54961,8321	5,400
	2	169,00					1631,32	53107,7891	2,250
	3	209,50					2022,26	50457,8580	6,760
	s/d	4	190,50	1838,86			52098,4081	5,215	
		5	233,50	2253,93			56550,4241	4,000	
16.00	6	217,50	2099,48	56057,3030			6,575		
16.00	1	226,50	2186,36	52153,7570			5,500		
	2	185,50	1790,59	52028,1337			4,000		
	3	274,00*	2644,87	49829,2886			7,090		
	s/d	4	259,00	2500,08			51541,4718	3,500	
		5	248,00	2393,89			52023,1214	6,915	
16.30	6	244,00	2355,28	50457,8583			7,000		
16.30	1	218,50	2479,00	0,810130719			2124,61	54595,0864	5,250
	2	205,50					1998,20	53624,6276	4,730
	3	189,00					1837,76	57550,8999	2,975
	s/d	4			229,00	2226,70	52775,6059	3,000	
		5			158,50	1541,19	60046,7030	2,550	
17.00	6	182,50			1774,56	57995,9188	7,200		
17.00	1	243,50			2367,70	56986,0701	6,800		
	2	139,50			1356,44	52946,3673	2,500		
	3	216,50			2105,16	57679,9829	6,500		
	s/d	4			235,00	2285,05	55447,1712	5,970	
		5			207,00	2012,79	60497,4233	3,245	
17.30	6	254,50			2474,66	55561,2117	6,800		



Dependent Variable.. US

Method.. LINEAR

Listwise Deletion of Missing Data

Multiple R ,21569
 R Square ,04652
 Adjusted R Square ,04459
 Standard Error 3747,45517

Analysis of Variance:

	DF	Sum of Squares	Mean Square
Regression	1	337791920,0	337791920,0
Residuals	493	6923406178,9	14043420,2

F = 24,05339 Signif F.= ,0000

----- Variables in the Equation -----

Variable	B	SE B	Beta	T	Sig T
Q (Constant)	-1,426742 57966,841103	,290909 550,196498	-,215685	-4,904 105,357	,0000 ,0000

Dependent variable.. US Method.. LOGARITH

Listwise Deletion of Missing Data

Multiple R ,20926
 R Square ,04379
 Adjusted R Square ,04185
 Standard Error 3752,81876

Analysis of Variance:

	DF	Sum of Squares	Mean Square
Regression	1	317959308,0	317959308,0
Residuals	493	6943238790,8	14083648,7

F = 22,57649 Signif F = ,0000

----- Variables in the Equation -----

Variable	B	SE B	Beta	T	Sig T
Q	-2390,210077	503,046223	-,209258	-4,751	,0000
(Constant)	73186,830661	3747,654568		19,529	,0000

Dependent Variable.: US Method.: WALKRATI
 Listwise Deletion of Missing Data
 Multiple R ,21569
 R Square ,04652
 Adjusted R Square ,04264
 Standard Error 3751,26138

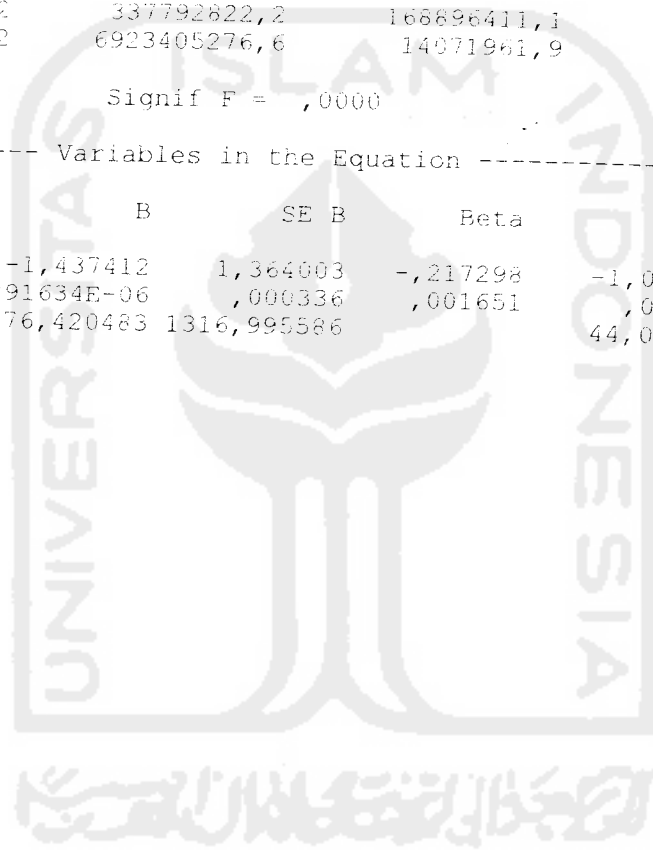
Analysis of Variance:

	DF	Sum of Squares	Mean Square
Regression	2	337792822,2	168896411,1
Residuals	492	6923405276,6	14071961,9

F = 12,00234 Signif F = ,0000

Variables in the Equation

Variable	B	SE B	Beta	T	Sig T
Q	-1,437412	1,364903	-,217298	-1,054	,2925
Q ²	2,69291634E-06	,000336	,001651	,008	,9936
(Constant)	57976,420483	1316,995586		44,022	,0000



Dependent Variable: US

Model: EXPONENT

Listwise Deletion of Missing Data

Multiple R ,21427
 R Square ,04591
 Adjusted R Square ,04398
 Standard Error ,06766

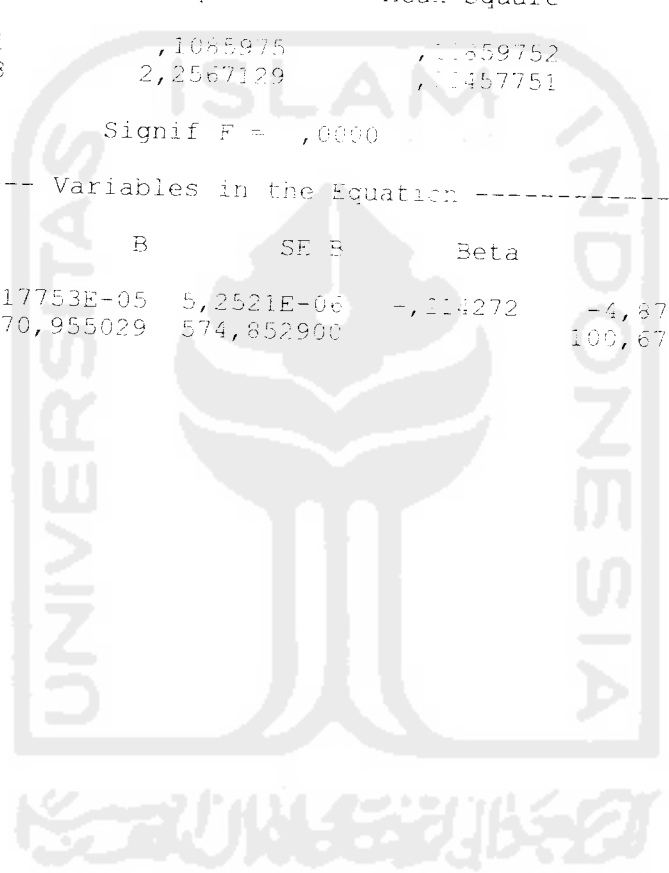
Analysis of Variance:

	DF	Sum of Squares	Mean Square
Regression	1	,1085975	,10859752
Residuals	493	2,2567129	,00457751

F = 23,72414 Signif F = ,0000

----- Variables in the Equation -----

Variable	B	SE B	Beta	T	Sig T
Q	-2,55817753E-05	5,2521E-06	-,004272	-,4871	,0000
(Constant)	57870,955029	574,852900		100,671	,0000



Dependent variable.. Q Method.. LINEAR

Listwise Deletion of Missing Data

Multiple R ,21569
 R Square ,04652
 Adjusted R Square ,04459
 Standard Error 566,51522

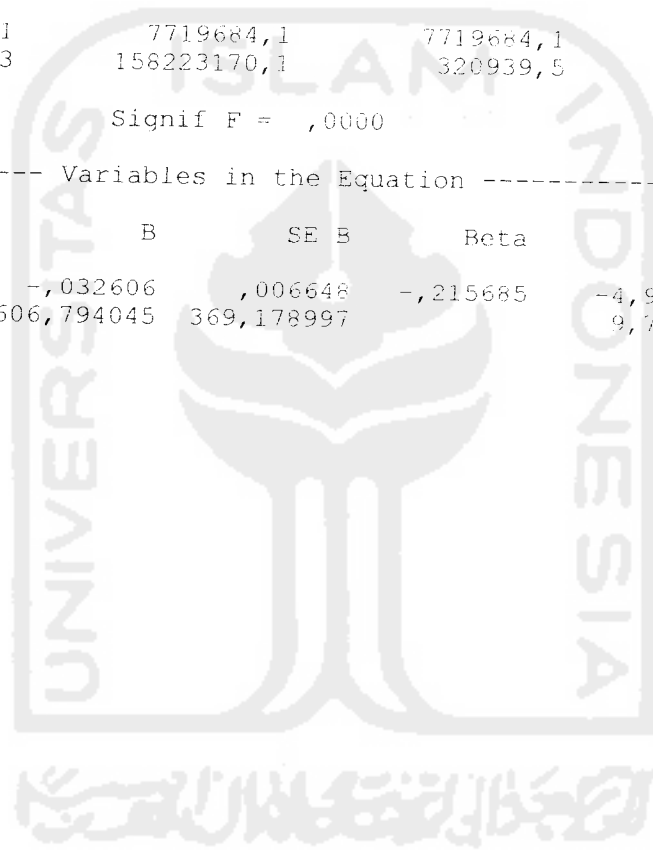
Analysis of Variance:

	DF	Sum of Squares	Mean Square
Regression	1	7719684,1	7719684,1
Residuals	493	158223170,1	320939,5

F = 24,05339 Signif F = ,0000

----- Variables in the Equation -----

Variable	B	SE B	Beta	T	Sig T
US	-,032606	,006648	-,215685	-4,904	,0000
(Constant)	3606,794045	369,178997		9,770	,0000



Dependent Variable.. Q

Method.. LOGARITH

Listwise Deletion of Missing Data

Multiple R ,21427
 R Square ,04591
 Adjusted R Square ,04398
 Standard Error 566,69568

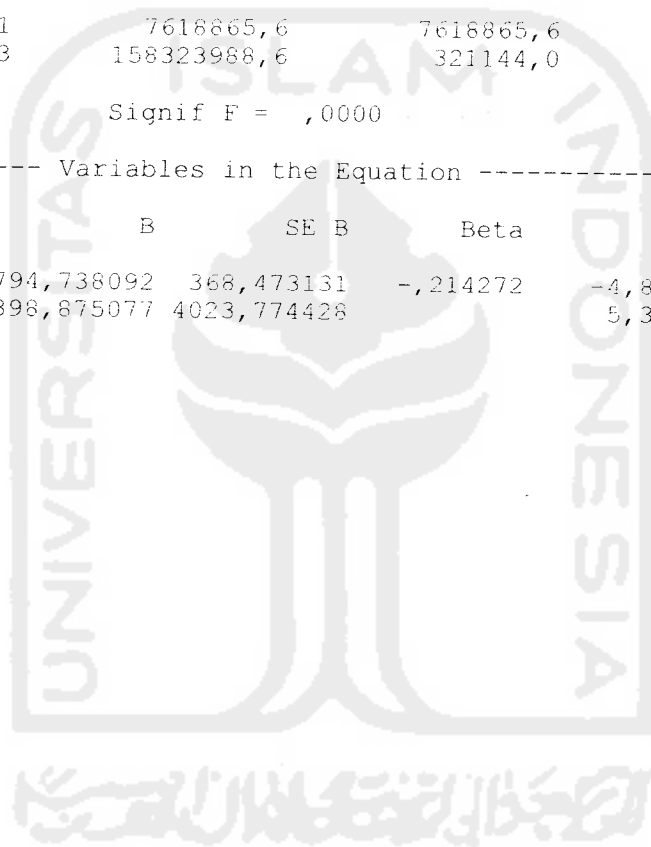
Analysis of Variance:

	DF	Sum of Squares	Mean Square
Regression	1	7618865,6	7618865,6
Residuals	493	158323988,6	321144,0

F = 23,72414 Signif F = ,0000

----- Variables in the Equation -----

Variable	B	SE B	Beta	T	Sig T
US	-1794,738092	368,473131	-,214272	-4,871	,0000
(Constant)	21398,875077	4023,774428		5,318	,0000



Dependent Variable: Q

Method: QUADRATIC

Listwise Deletion of Missing Data

Multiple R ,21720
 R Square ,04718
 Adjusted R Square ,04330
 Standard Error 566,89501

Analysis of Variance:

	DF	Sum of Squares	Mean Square
Regression	2	7828636,8	3914418,4
Residuals	492	158114017,4	321370,0

F = 12,18041 Signif F = ,0000

----- Variables in the Equation -----

Variable	B	SE B	Beta	T	Sig T
US	,051879	,145118	,343177	,357	,7209
US**2	-7,58174339E-07	1,3009E-06	-,559450	-,583	,5603
(Constant)	1264,403412	4036,188426		,313	,7542

Dependent Variable: Q

Method: FORKEL

Listwise Deletion of Missing Data

Multiple R ,20761
 R Square ,04310
 Adjusted R Square ,04116
 Standard Error ,32867

Analysis of Variance:

	DF	Sum of Squares	Mean Square
Regression	1	2,398754	2,3987538
Residuals	493	53,255632	,1080236

F = 22,20583 Signif F = ,0000

----- Variables in the Equation -----

Variable	B	SE B	Beta	T	Sig T
US	-1,007045	,213705	-,207608	-4,712	,0000
(Constant)	101870188,918273	237733371,7		,429	,6685

Dependent variable.. Q

Method.. EXPONENT

Listwise Deletion of Missing Data

Multiple R ,20926
 R Square ,04379
 Adjusted R Square ,04185
 Standard Error ,32855

Analysis of Variance:

	DF	Sum of Squares	Mean Square
Regression	1	2,437040	2,4370400
Residuals	493	53,217346	,1079459

F = 22,57649 Signif F = ,0000

----- Variables in the Equation -----

Variable	B	SE B	Beta	T	Sig T
US	-1,83200724E-05	3,8557E-06	-,209258	-4,751	,0000
(Constant)	4709,167946	1008,260448		4,671	,0000

Hubungan Us-k

Correlations

		US	K
US	Pearson Correlation	1,000	-,415**
	Sig. (2-tailed)	.	,000
	N	183	183
K	Pearson Correlation	-,415**	1,000
	Sig. (2-tailed)	,000	.
	N	183	183

** . Correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed).

Statistics

		US	K
N	Valid	183	183
	Missing	0	0
Mean		55530,722	6,10270
Std. Error of Mean		265,40503	,19605
Median		55447,171	5,70000
Std. Deviation		3590,3327	2,65216
Variance		12890489	7,03398
Range		21208,127	12,750
Minimum		43527,326	2,000
Maximum		64735,452	14,750
Percentiles	10	51301,089	3,13500
	25	53207,213	4,10000
	50	55447,171	5,70000
	75	57550,900	7,32000
	90	60496,610	9,71000

MODEL: MOD_5.

REKAPITULASI DATA
VOLUME-KECEPATAN-KEPADATAN
Jl.Solo km 11, Yogyakarta

Hari /Tgl :Rabu, 26 Juli 2000
Arah : Solo

Waktu	Int 5'	Angka Aliran (smp/5mnt)	Volume tiap jam	Peak Hour Factor (PHF)	Volume, q (smp/jam)*	Kec.rata2 (m/jam)	Kepadatan (smp/50m)										
07.00	1	81,50	1658,00	0,719618056	703,77	54772,2893	4,650										
	2	84,50															
	s/d	3						110,50									
		4						173,50									
	07.30	5						155,00									
6		149,00															
07.30	1	176,00						1906,50	0,638052209	1286,64	53672,5972	4,900					
	2	138,50															
	s/d	3											192,00*				
		4											115,00				
	08.00	5											159,50				
6		123,00															
08.00	1	165,00											1906,50	0,638052209	1062,13	55152,6912	5,850
	2	139,00															
	s/d	3															
		4	123,00														
	08.30	5	138,00														
6		162,50															
08.30	1	249,00*	1906,50	0,638052209	1244,30	52998,3315	4,100										
	2	156,50															
	s/d	3															
		4						128,50									
	09.00	5						168,50									
6		171,50															
11.00	1	171,50						2383,00	0,760855683	1313,21	58233,5814	3,750					
	2	181,50															
	s/d	3															
		4											157,50				
	11.30	5											187,50				
6		260,50*															
11.30	1	221,50											2383,00	0,760855683	2378,26	57915,0579	7,300
	2	230,00															
	s/d	3															
		4	204,50														
	12.00	5	180,50														
6		241,00															
12.00	1	288,50	2764,00	0,533179012	1845,94	55555,5556	5,000										
	2	141,00															
	s/d	3															
		4						431,50*									
	12.30	5						352,00									
6		234,00															
12.30	1	91,50						2764,00	0,533179012	1497,23	54727,8808	3,760					
	2	164,50															
	s/d	3															
		4											271,50				
	13.00	5											159,50				
6		249,00															
13.00	1	91,50											2764,00	0,533179012	585,45	57046,2709	2,500
	2	164,50															
s/d	3	225,50															
	4	271,50															
13.00	5	159,50															
	6	249,00															
13.00	1	91,50	2764,00	0,533179012	1052,54	55413,0323	2,550										
	2	164,50															
s/d	3	225,50															
	4	271,50															
13.00	5	159,50															
	6	249,00															
13.00	1	91,50						2764,00	0,533179012	1442,84	54978,6194	4,870					
	2	164,50															
s/d	3	225,50															
	4	271,50															
13.00	5	159,50															
	6	249,00															
13.00	1	91,50											2764,00	0,533179012	1737,17	57939,9142	6,200
	2	164,50															
s/d	3	225,50															
	4	271,50															
13.00	5	159,50															
	6	249,00															
13.00	1	91,50	2764,00	0,533179012	1020,54	58829,9379	2,500										
	2	164,50															
s/d	3	225,50															
	4	271,50															
13.00	5	159,50															
	6	249,00															
13.00	1	91,50						2764,00	0,533179012	1593,20	58422,5900	6,700					
	2	164,50															
s/d	3	225,50															
	4	271,50															
13.00	5	159,50															
	6	249,00															

Waktu	Int 5'	Angka Aliran (smp/5mnt)	Volume tiap jam	Peak Hour Factor (PHF)	Volume, q (smp/jam)*	Kec.rata2 (m/jam)	Kepadatan (smp/50m)	
13.00	1	260,00	2965,00	0,870011737	2714,40	58612,8297	3,100	
	2	230,00			2401,20	55750,5678	4,300	
	3	268,00			2797,92	56764,4276	5,300	
	s/d	4			279,00	2912,76	56497,1751	3,215
		5			268,00	2797,92	55339,2089	4,900
13.30	6	229,50			2395,98	55441,4784	3,405	
13.30	1	260,50			2719,62	59366,7546	2,900	
	2	216,50			2260,26	54276,8117	5,000	
	3	226,50			2364,66	52749,8291	4,400	
s/d	4	217,00			2265,48	55941,1582	3,000	
	5	226,50			2364,66	56343,9065	4,400	
14.00	6	283,50			2959,74	57379,6621	5,800	
15.30	1	252,00	2919,00	0,847560976	2563,14	52315,4427	5,500	
	2	276,00			2807,25	49981,4887	6,800	
	3	235,00			2390,23	52153,7570	7,315	
	s/d	4			270,00	2746,22	52345,8705	6,950
		5			213,00	2166,47	50823,5294	7,000
16.00	6	244,50			2486,86	54027,0135	6,500	
16.00	1	287,00*			2919,13	48930,7720	5,300	
	2	242,50			2466,52	49884,5266	4,200	
s/d	3	224,00			2278,35	53747,3873	5,700	
	4	227,00			2308,86	54573,0167	6,150	
	5	193,00			1963,04	50298,0626	4,900	
16.30	6	255,00			2593,66	49972,2377	6,700	
16.30	1	228,00	3400,00	0,826044704	2259,94	56051,4843	3,825	
	2	238,00			2359,06	52249,6372	6,200	
	3	260,50			2582,08	53133,9172	5,000	
	s/d	4			239,50	2373,92	53207,2125	7,100
		5			296,50	2938,91	54021,6086	6,750
17.00	6	284,50			2819,96	51748,9219	5,500	
17.00	1	297,50			2948,82	50013,8927	6,000	
	2	304,50			3018,20	54380,6647	7,000	
s/d	3	275,50			2730,76	53497,1270	3,900	
	4	343,00*			3399,82	55681,5838	5,500	
	5	336,50			3335,39	51933,0641	6,100	
17.30	6	296,00			2933,95	53401,8987	3,895	

Hubungan Us-q

Correlations

		US	Q
US	Pearson Correlation	1,000	-,216**
	Sig. (2-tailed)		,000
	N	495	495
Q	Pearson Correlation	-,216**	1,000
	Sig. (2-tailed)	,000	
	N	495	495

** . Correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed).

Statistics

		Q	US
N	Valid	495	495
	Missing	0	0
Mean		1800,4948	55398,000
Std. Error of Mean		26,05033	172,32095
Median		1723,5500	55293,877
Std. Deviation		579,58322	3833,8990
Variance		335916,71	14698782
Range		3690,240	21413,588
Minimum		381,180	43527,326
Maximum		4071,420	64940,914
Percentiles	10	1107,8520	50589,682
	90	2586,7120	61015,571

MODEL: MOD_8.

Dependent Variable: . US

Metode: WABRATI

Listwise Deletion of Missing Data

Multiple R ,21569
 R Square ,04652
 Adjusted R Square ,04264
 Standard Error 3751,26136

Analysis of Variance:

	DF	Sum of Squares	Mean Square
Regression	2	337792822,2	168896411,1
Residuals	492	6923405276,6	14071961,9

F = 12,00234 Signif F = ,0000

----- Variables in the Equation -----

Variable	B	SE B	Beta	T	Sig T
Q	-1,437412	1,364003	-,217298	-1,054	,2925
Q**2	2,69291634E-06	,000336	,001651	,008	,9936
(Constant)	57976,420483	1316,995586		44,022	,0000

Dependent Variable.. US

Method.. POWER

Listwise Deletion of Missing Data

Multiple R ,20761
 R Square ,04310
 Adjusted R Square ,04116
 Standard Error ,06776

Analysis of Variance:

	DF	Sum of Squares	Mean Square
Regression	1	,1019470	,10194699
Residuals	493	2,2633635	,00459100

F = 22,20583 Signif F = ,0000

----- Variables in the Equation -----

Variable	B	SE B	Beta	T	Sig T
Q	-,042799	,009082	-,207608	-4,712	,0000
(Constant)	75996,300629	5142,189852		14,779	,0000

Hubungan Us-q*

Correlations

		US	Q
US	Pearson Correlation	1,000	-,216**
	Sig. (2-tailed)	.	,000
	N	495	495
Q	Pearson Correlation	-,216**	1,000
	Sig. (2-tailed)	,000	.
	N	495	495

** . Correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed).

Statistics

		Q	US
N	Valid	495	495
	Missing	0	0
Mean		1800,4948	55398,000
Std. Error of Mean		26,05033	172,32095
Median		1723,5500	55293,877
Std. Deviation		579,58322	3833,8990
Variance		335916,71	14698782
Range		3690,240	21413,588
Minimum		381,180	43527,326
Maximum		4071,420	64940,914
Percentiles	10	1107,8520	50589,682
	90	2586,7120	61015,571

MODEL: MOD_9.

Dependent Variable.. US

Method.. LINEAR

Listwise Deletion of Missing Data

Multiple R ,41470
 R Square ,17198
 Adjusted R Square ,16740
 Standard Error 3276,05859

Analysis of Variance:

	DF	Sum of Squares	Mean Square
Regression	1	403475648,1	403475648,1
Residuals	181	1942593342,7	10732559,9

F = 37,59361 Signif F = ,0000

----- Variables in the Equation -----

Variable	B	SE B	Beta	T	Sig T
K	-561,400122	91,562048	-,414704	-6,131	,0000
(Constant)	58956,781411	608,998085		96,809	,0000



Dependent variable.. US

Method.. LOGARITH

Listwise Deletion of Missing Data

Multiple R ,43096
 R Square ,18573
 Adjusted R Square ,18123
 Standard Error 3248,74557

Analysis of Variance:

	DF	Sum of Squares	Mean Square
Regression	1	435732042,8	435732042,8
Residuals	181	1910336948,0	10554347,8

F = 41,28460 Signif F = ,0000

----- Variables in the Equation -----

Variable	B	SE B	Beta	T	Sig T
K	-3608,814639	561,656161	-,430962	-6,425	,0000
(Constant)	61732,190878	994,591870		62,068	,0000



Dependent variable.. US

Method.. QUADRATI

Listwise Deletion of Missing Data

Multiple R ,43469
 R Square ,18895
 Adjusted R Square ,17994
 Standard Error 3251,29870

Analysis of Variance:

	DF	Sum of Squares	Mean Square
Regression	2	443299205,6	221649602,8
Residuals	180	1902769785,1	10570943,3

F = 20,96782 Signif F = .,0000

----- Variables in the Equation -----

Variable	B	SE B	Beta	T	Sig T
K	-1301,452883	391,963628	-,961378	-3,320	,0011
K**2	50,121048	25,823017	,561985	1,941	,0538
(Constant)	61255,822686	1329,783681		46,065	,0000

Dependent variable.. US Method.. POWER

Listwise Deletion of Missing Data

Multiple R ,42805
 R Square ,18323
 Adjusted R Square ,17872
 Standard Error ,05883

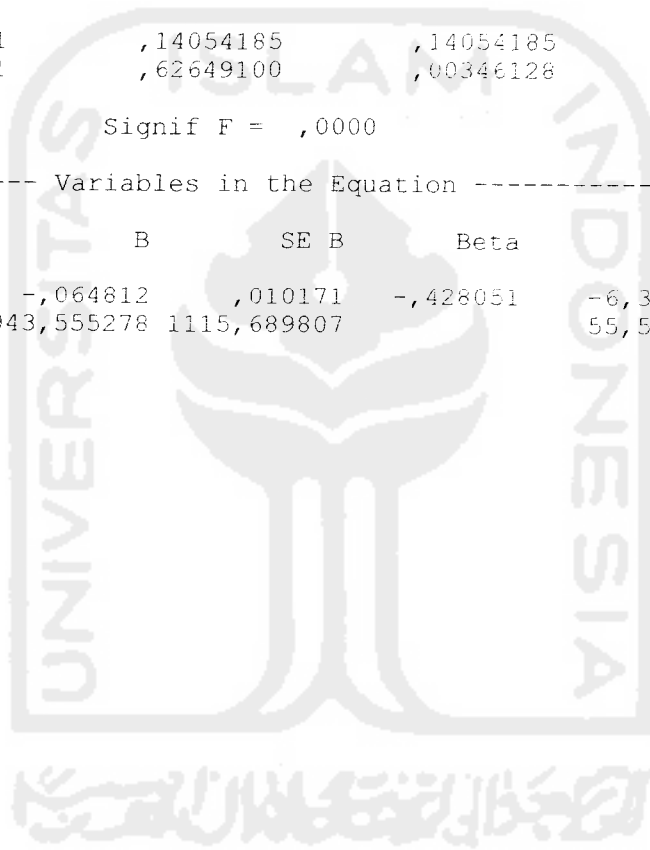
Analysis of Variance:

	DF	Sum of Squares	Mean Square
Regression	1	,14054185	,14054185
Residuals	181	,62649100	,00346126

F = 40,60406 Signif F = ,0000

Variables in the Equation

Variable	B	SE B	Beta	T	Sig T
K	-,064812	,010171	-,428051	-6,372	,0000
(Constant)	61943,555278	1115,689807		55,520	,0000



Dependent variable.. US

Method.. EXPONENT

Listwise Deletion of Missing Data

Multiple R ,41283
 R Square ,17043
 Adjusted R Square ,16585
 Standard Error ,05929

Analysis of Variance:

	DF	Sum of Squares	Mean Square
Regression	1	,13072452	,13072452
Residuals	161	,63630834	,00351552

F = 37,18502 Signif F = ,0000

----- Variables in the Equation -----

Variable	B	SE B	Beta	T	Sig T
K	-,010105	,001657	-,412830	-6,098	,0000
(Constant)	58939,841049	649,632506		90,728	,0000



Hubungan q-k

Correlations

		Q	K
Q	Pearson Correlation	1,000	,481**
	Sig. (2-tailed)		,000
	N	184	184
K	Pearson Correlation	,481**	1,000
	Sig. (2-tailed)	,000	
	N	184	184

** . Correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed).

Statistics

		Q	K
N	Valid	184	184
	Missing	0	0
Mean		1930,5869	6,09402
Std. Error of Mean		39,56019	,19518
Median		1860,5145	5,67500
Std. Deviation		536,62058	2,64753
Variance		287961,65	7,00941
Range		3468,100	12,750
Minimum		603,320	2,000
Maximum		4071,420	14,750
Percentiles	10	1389,0885	3,13750
	90	2554,9278	9,70000

MODEL: MOD_10.

Dependent Variable: Q Method: LINEAR

Listwise Deletion of Missing Data

Multiple R .48107
 R Square .23143
 Adjusted R Square .22721
 Standard Error 471,73511

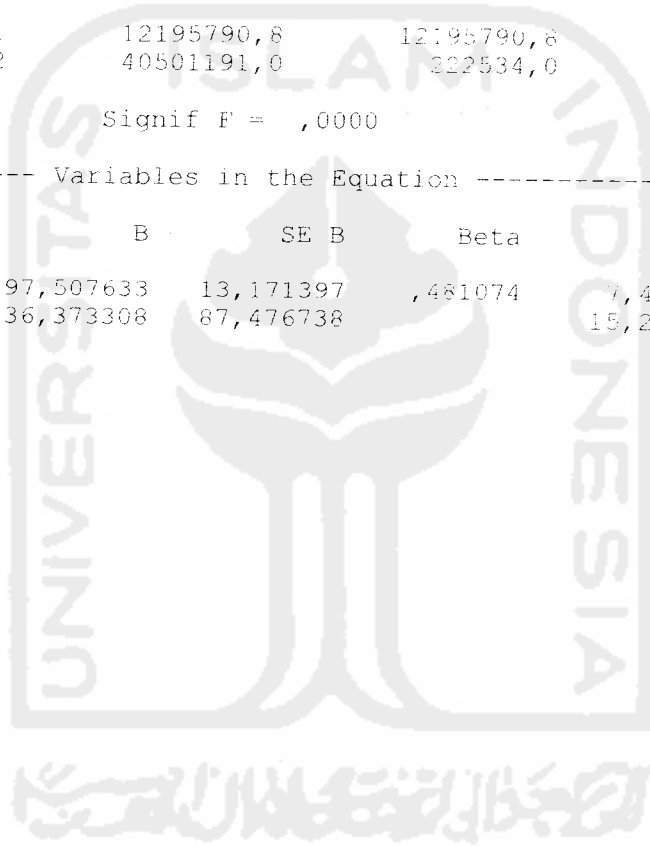
Analysis of Variance:

	DF	Sum of Squares	Mean Square
Regression	1	12195790,8	12195790,8
Residuals	182	40501191,0	222534,0

F = 54,80416 Signif F = ,0000

Variables in the Equation

Variable	B	SE B	Beta	T	Sig T
K	97,507633	13,171397	,481074	7,403	,0000
(Constant)	1336,373308	87,476738		15,277	,0000



Dependent variable.. Q

Method.. QUADRATI

Listwise Deletion of Missing Data

Multiple R ,50851
 R Square ,25858
 Adjusted R Square ,25039
 Standard Error 464,60654

Analysis of Variance:

	DF	Sum of Squares	Mean Square
Regression	2	13626459,3	6813229,7
Residuals	181	39070522,5	215859,2

F = 31,56330 Signif F = ,0000

----- Variables in the Equation -----

Variable	B	SE B	Beta	T	Sig T
K	237,780389	56,009499	1,173139	4,245	,0000
K**2	-9,499876	3,690063	-,711409	-2,574	,0106
(Constant)	900,572594	189,942426		4,741	,0000

Dependent Variable.. Q

Method.. POWER

Listwise Deletion of Missing Data

Multiple R ,47441
 R Square ,22506
 Adjusted R Square ,22081
 Standard Error ,25660

Analysis of Variance:

	DF	Sum of Squares	Mean Square
Regression	1	3,480513	3,4805134
Residuals	182	11,983993	,0658461

F = 52,85829 Signif F = ,0000

----- Variables in the Equation -----

Variable	B	SE B	Beta	T	Sig T
K	,322317	,044333	,474410	7,270	,0000
(Constant)	1066,843796	83,690098		12,748	,0000

Dependent variable.. Q

Method.. EXPONENT

Listwise Deletion of Missing Data

Multiple R ,45353
 R Square ,20569
 Adjusted R Square ,20132
 Standard Error ,25979

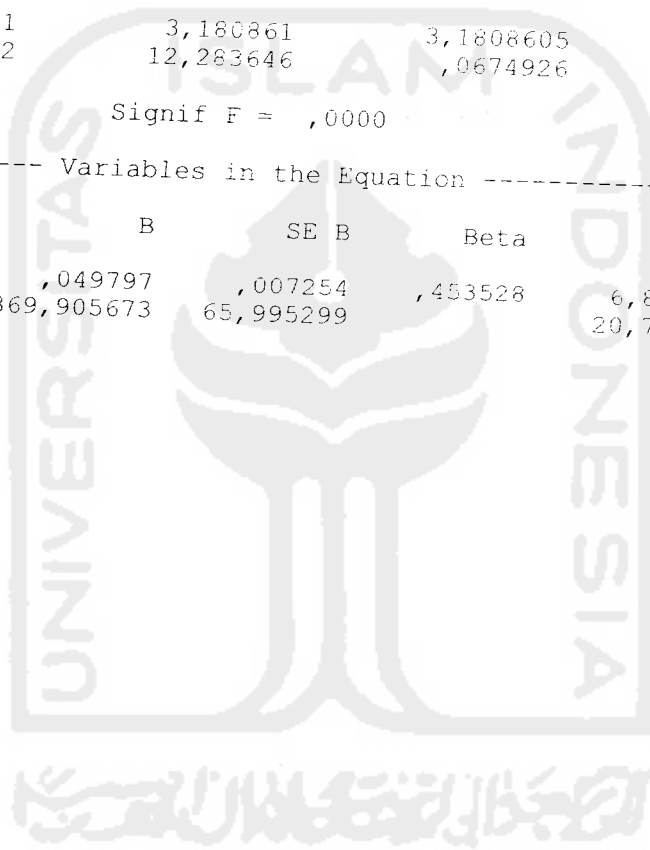
Analysis of Variance:

	DF	Sum of Squares	Mean Square
Regression	1	3,180861	3,1808605
Residuals	182	12,283646	,0674926

F = 47,12905 Signif F = ,0000

----- Variables in the Equation -----

Variable	B	SE B	Beta	T	Sig T
K	,049797	,007254	,453528	6,865	,0000
(Constant)	1369,905673	65,995299		20,758	,0000



UJI ANALISIS VARIAN (ANOVA)

Penelitian Greenshields dengan Lapangan

Us	Hub Us-q		k	Hub Us-k		k	Hub q-k	
	Green	Lap		Green	Lap		Green	Lap
50	926	4704,85631	2	57,664	59222,37	2	115,34	1333,914
49	1012,83	4704,9425	4	56,728	56620,72	4	226,96	1667,842
48	1095,36	4705,0287	6	55,792	55152,17	6	334,86	1900,694
47	1173,59	4705,11489	8	54,856	54133,37	8	439,04	2085,365
46	1247,52	4705,20109	10	53,92	53356,11	10	539,5	2240,876
45	1317,15	4705,28729	12	52,984	52729,33	12	636,24	2376,508
44	1382,48	4705,37349	14	52,048	52205,14	14	729,26	2497,568
43	1443,51	4705,4597	16	51,112	51755,28	16	818,56	2607,409
42	1500,24	4705,5459	18	50,176	51361,7	18	904,14	2708,298
41	1552,67	4705,63211	20	49,24	51012,17	20	986	2801,85
40	1600,8	4705,71832	22	48,304	50698,02	22	1064,14	2889,259
39	1644,63	4705,80453	24	47,368	50412,92	24	1138,56	2971,436
38	1684,16	4705,89074	26	46,432	50152,07	26	1209,26	3049,094
37	1719,39	4705,97695	28	45,496	49911,76	28	1276,24	3122,802
36	1750,32	4706,06317	30	44,56	49689,08	30	1339,5	3193,024
35	1776,95	4706,14938	32	43,624	49481,67	32	1399,04	3260,14
34	1799,28	4706,2356	34	42,688	49287,63	34	1454,86	3324,471
33	1817,31	4706,32182	36	41,752	49105,38	36	1506,96	3386,286
32	1831,04	4706,40804	38	40,816	48933,6	38	1555,34	3445,815
31	1840,47	4706,49426	40	39,88	48771,2	40	1600	3503,257
30	1845,6	4706,58049	42	38,944	48617,22	42	1640,94	3558,784
29	1846,43	4706,66671	44	38,008	48470,85	44	1678,16	3612,548
28	1842,96	4706,75294	46	37,072	48331,41	46	1711,66	3664,679
27	1835,19	4706,83917	48	36,136	48198,28	48	1741,44	3715,296
26	1823,12	4706,9254	50	35,2	48070,93	50	1767,5	3764,504
25	1806,75	4707,01163	52	34,264	47948,89	52	1789,84	3812,395
24	1786,08	4707,09787	54	33,328	47831,74	54	1808,46	3859,053
23	1761,11	4707,1841	56	32,392	47719,14	56	1823,36	3904,555
22	1731,84	4707,27034	58	31,456	47610,73	58	1834,54	3948,968
21	1698,27	4707,35658	60	30,52	47506,23	60	1842	3992,356
20	1660,4	4707,44282	62	29,584	47405,38	62	1845,74	4034,773
19	1618,23	4707,52906	64	28,648	47307,94	64	1845,76	4076,274
18	1571,76	4707,6153	66	27,712	47213,68	66	1842,06	4116,904
17	1520,99	4707,70155	68	26,776	47122,42	68	1834,64	4156,709
16	1465,92	4707,78779	70	25,84	47033,97	70	1823,5	4195,728

Keterangan : Green = Greenshields

Lap = Lapangan

Hubungan Us-q

Descriptives

	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error	95% Confidence Interval for Mean		Minimum	Maximum
					Lower Bound	Upper Bound		
Greenshields	35	1598,0100	256,87900	43,42048	1509,76898	1686,25102	926,000	1846,430
Laparigan	35	4706,3219	,88351	,14934	4706,01842	4706,62541	4704,856	4707,788
Total	70	3152,1660	1575,72909	188,33565	2776,44662	3527,88530	926,000	4707,788

Test of Homogeneity of Variances

Levene Statistic	df1	df2	Sig.
61,878	1	68	,000

ANOVA

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	169078052	1	169078052	5124,540	,000
Within Groups	2243578,40	68	32993,800		
Total	171321630	69			

Hubungan Us-k

Descriptives

US

	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error	95% Confidence Interval for Mean		Minimum	Maximum
					Lower Bound	Upper Bound		
Greenshields	35	41,98057	9,21218	1,55714	38,81608	45,14507	25,840	56,728
Lapangan	35	50,01040	2,89996	,49018	49,01423	51,00657	47,033	59,222
Total	70	45,99549	7,89394	,94351	44,11324	47,87773	25,840	59,222

Test of Homogeneity of Variances

US

Levene Statistic	df1	df2	Sig.
44,738	1	68	,000

ANOVA

US

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	1128,368	1	1128,368	24,195	,000
Within Groups	3171,319	68	46,637		
Total	4299,687	69			

Hubungan q-k

Descriptives

	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error	95% Confidence Interval for Mean		Minimum	Maximum
					Lower Bound	Upper Bound		
Greenshields	35	1317,2400	542,76629	91,74425	1130,79325	1503,68675	115,340	1845,760
Lapangan	35	3209,7062	814,06358	137,60186	2930,06558	3489,34682	1333,914	5090,844
Total	70	2263,4731	1174,75262	140,40979	1983,36322	2543,58298	115,340	5090,844

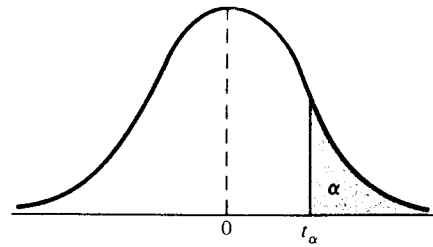
Test of Homogeneity of Variances

Levene Statistic	df1	df2	Sig.
4,328	1	68	,041

ANOVA

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	62674995,6	1	62674995,6	130,942	,000
Within Groups	32548021,7	68	478647,378		
Total	95223017,3	69			

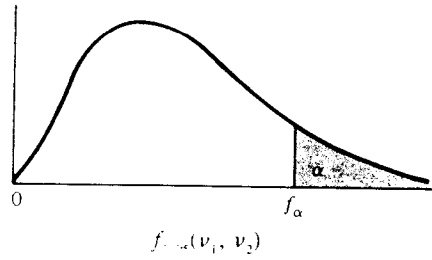
TABEL A.5*
 Nilai Kritik Sebaran t



ν	α				
	0.10	0.05	0.025	0.01	0.005
1	3.078	6.314	12.706	31.821	63.657
2	1.886	2.920	4.303	6.965	9.925
3	1.638	2.353	3.182	4.541	5.841
4	1.533	2.132	2.776	3.747	4.604
5	1.476	2.015	2.571	3.365	4.032
6	1.440	1.943	2.447	3.143	3.707
7	1.415	1.895	2.365	2.998	3.499
8	1.397	1.860	2.306	2.896	3.355
9	1.383	1.833	2.262	2.821	3.250
10	1.372	1.812	2.228	2.764	3.169
11	1.363	1.796	2.201	2.718	3.106
12	1.356	1.782	2.179	2.681	3.055
13	1.350	1.771	2.160	2.650	3.012
14	1.345	1.761	2.145	2.624	2.977
15	1.341	1.753	2.131	2.602	2.947
16	1.337	1.746	2.120	2.583	2.921
17	1.333	1.740	2.110	2.567	2.898
18	1.330	1.734	2.101	2.552	2.878
19	1.328	1.729	2.093	2.539	2.861
20	1.325	1.725	2.086	2.528	2.845
21	1.323	1.721	2.080	2.518	2.831
22	1.321	1.717	2.074	2.508	2.819
23	1.319	1.714	2.069	2.500	2.807
24	1.318	1.711	2.064	2.492	2.797
25	1.316	1.708	2.060	2.485	2.787
26	1.315	1.706	2.056	2.479	2.779
27	1.314	1.703	2.052	2.473	2.771
28	1.313	1.701	2.048	2.467	2.763
29	1.311	1.699	2.045	2.462	2.756
inf.	1.282	1.645	1.960	2.326	2.576

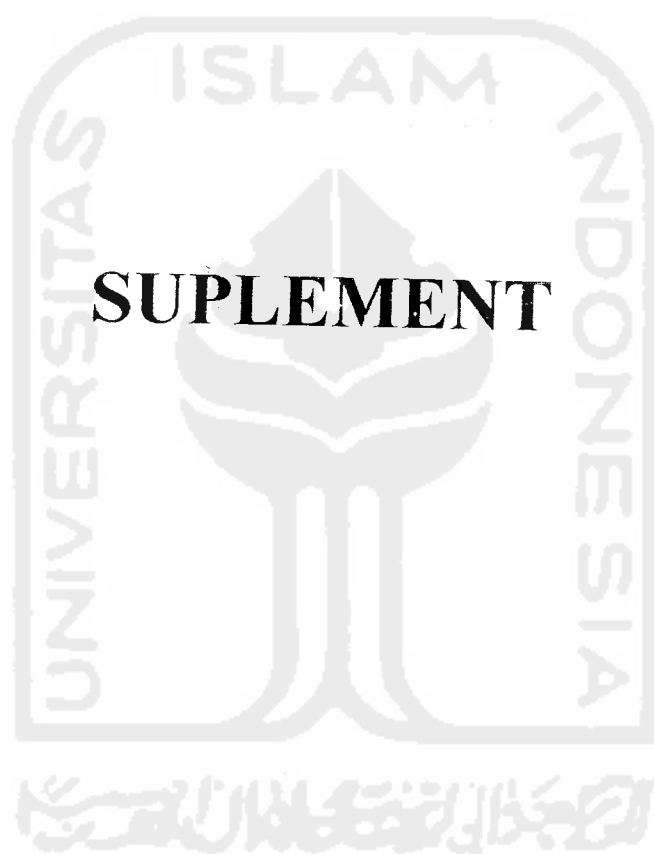
*Tabel diambil dari Tabel IV R. A. Fisher, *Statistical Methods for Research Workers*, Oliver & Boyd Ltd., Edinburgh, dengan izin pengarang dan penerbit.

TABEL A.7*
 Nilai Kritis Sebaran F



ν_2	ν_1								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	161.4	199.5	215.7	224.6	230.2	234.0	236.8	238.9	240.5
2	18.51	19.00	19.16	19.25	19.30	19.33	19.35	19.37	19.38
3	10.13	9.55	9.28	9.12	9.01	8.94	8.89	8.85	8.81
4	7.71	6.94	6.59	6.39	6.26	6.16	6.09	6.04	6.00
5	6.61	5.79	5.41	5.19	5.05	4.95	4.88	4.82	4.77
6	5.99	5.14	4.76	4.53	4.39	4.28	4.21	4.15	4.10
7	5.59	4.74	4.35	4.12	3.97	3.87	3.79	3.73	3.68
8	5.32	4.46	4.07	3.84	3.69	3.58	3.50	3.44	3.39
9	5.12	4.26	3.86	3.63	3.48	3.37	3.29	3.23	3.18
10	4.96	4.10	3.71	3.48	3.33	3.22	3.14	3.07	3.02
11	4.84	3.98	3.59	3.36	3.20	3.09	3.01	2.95	2.90
12	4.75	3.89	3.49	3.26	3.11	3.00	2.91	2.85	2.80
13	4.67	3.81	3.41	3.18	3.03	2.92	2.83	2.77	2.71
14	4.60	3.74	3.34	3.11	2.96	2.85	2.76	2.70	2.65
15	4.54	3.68	3.29	3.06	2.90	2.79	2.71	2.64	2.59
16	4.49	3.63	3.24	3.01	2.85	2.74	2.66	2.59	2.54
17	4.45	3.59	3.20	2.96	2.81	2.70	2.61	2.55	2.49
18	4.41	3.55	3.16	2.93	2.77	2.66	2.58	2.51	2.46
19	4.38	3.52	3.13	2.90	2.74	2.63	2.54	2.48	2.42
20	4.35	3.49	3.10	2.87	2.71	2.60	2.51	2.45	2.39
21	4.32	3.47	3.07	2.84	2.68	2.57	2.49	2.42	2.37
22	4.30	3.44	3.05	2.82	2.66	2.55	2.46	2.40	2.34
23	4.28	3.42	3.03	2.80	2.64	2.53	2.44	2.37	2.32
24	4.26	3.40	3.01	2.78	2.62	2.51	2.42	2.36	2.30
25	4.24	3.39	2.99	2.76	2.60	2.49	2.40	2.34	2.28
26	4.23	3.37	2.98	2.74	2.59	2.47	2.39	2.32	2.27
27	4.21	3.35	2.96	2.73	2.57	2.46	2.37	2.31	2.25
28	4.20	3.34	2.95	2.71	2.56	2.45	2.36	2.29	2.24
29	4.18	3.33	2.93	2.70	2.55	2.43	2.35	2.28	2.22
30	4.17	3.32	2.92	2.69	2.53	2.42	2.33	2.27	2.21
40	4.08	3.23	2.84	2.61	2.45	2.34	2.25	2.18	2.12
60	4.00	3.15	2.76	2.53	2.37	2.25	2.17	2.10	2.04
120	3.92	3.07	2.68	2.45	2.29	2.17	2.09	2.02	1.96
∞	3.84	3.00	2.60	2.37	2.21	2.10	2.01	1.94	1.88

*Direproduksi dari Tabel 18 *Biometrika Tables for Statisticians*, Vol. I, dengan izin dari E. S. Pearson dan Biometrika Trustees.



SUPPLEMENT

7

HUBUNGAN VOLUME-KECEPATAN-KEPADATAN PADA FASILITAS ARUS TAK TERGANGGU

Menurut **Mc Shane (1990 : 49)** parameter-parameter aliran lalulintas dibagi menjadi dua kelompok besar, yakni *macroscopic parameters* : menggolongkan aliran lalulintas secara keseluruhan; dan *microscopic parameters* : menggolongkan berdasar perilaku satu kendaraan serta interaksi satu sama lain dalam suatu aliran lalulintas. Aliran lalulintas dapat digambarkan secara makroskopik oleh tiga parameter, yaitu :

1. Volume dan laju aliran (*rate of flow*),
2. Kecepatan, dan
3. Kepadatan

A. Volume dan Angka Aliran (*Rate of Flow*)

Menurut **HCM (1994 : 2-2)** volume dan laju aliran merupakan dua ukuran kuantitas yang menghitung jumlah arus lalulintas yang melewati suatu titik atau ruas jalan pengamatan selama interval waktu tertentu.

- Volume adalah jumlah total kendaraan yang melewati suatu titik atau ruas jalan yang diamati selama interval waktu yang telah ditentukan, biasa dinyatakan dalam periode waktu tahunan, harian, per jam, atau subjam.
- Laju aliran adalah angka per-jam ekuivalen kendaraan-kendaraan yang melewati suatu titik atau ruas jalan pengamatan selama interval waktu kurang dari 1 jam, biasanya 15 menit-an.

Volume dan laju aliran merupakan variabel-variabel yang digunakan untuk menghitung kebutuhan lalulintas (*traffic demand*), yaitu jumlah kendaraan yang menempati atau pengemudi-pengemudi yang berkeinginan untuk menggunakan fasilitas yang telah disediakan selama periode waktu tertentu.

Perbedaan antara volume dan laju aliran penting untuk diketahui, yakni volume merupakan jumlah kendaraan sebenarnya yang telah diamati atau diprediksikan

Dependent Variable.. Q

Method.. LOGARITH

Listwise Deletion of Missing Data

Multiple R ,49269
 R Square ,24275
 Adjusted R Square ,23859
 Standard Error 468,24991

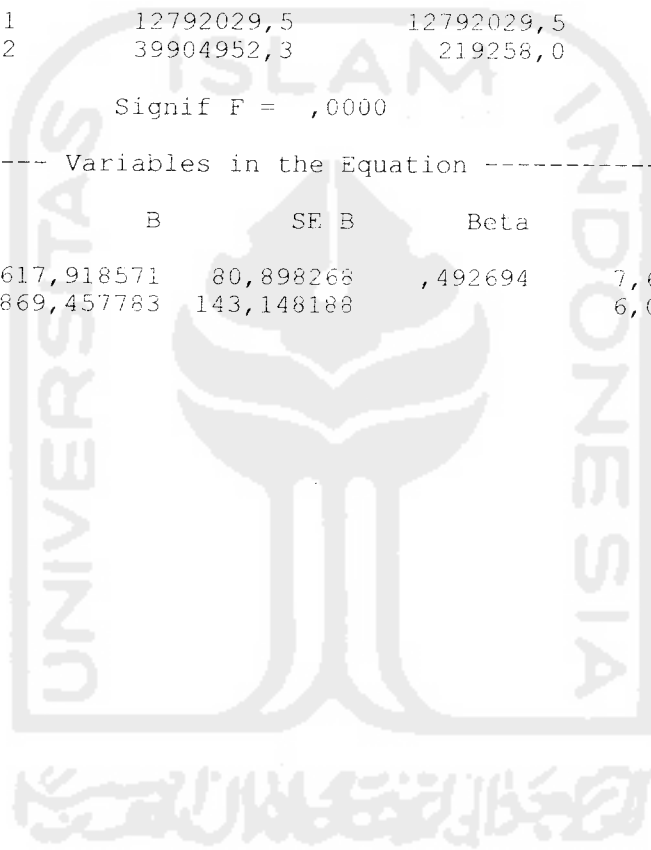
Analysis of Variance:

	DF	Sum of Squares	Mean Square
Regression	1	12792029,5	12792029,5
Residuals	182	39904952,3	219258,0

F = 58,34237 Signif F = ,0000

----- Variables in the Equation -----

Variable	B	SE B	Beta	T	Sig T
K	617,918571	80,898268	,492694	7,638	,0000
(Constant)	869,457783	143,148188		6,074	,0000



melewati suatu titik pengamatan selama interval waktu tertentu. Sedangkan laju aliran menggambarkan jumlah kendaraan yang melewati suatu titik pengamatan selama interval waktu tertentu kurang dari 1 jam, tetapi dinyatakan dalam angka ekuivalen per-jam. Atau, volume 100 kendaraan yang diamati selama periode waktu 15 menit sama dengan laju aliran 100 kend/0,25 jam atau 400 kend/jam.

B. Kecepatan

Menurut **Mc Shane (1990 : 52)** kecepatan merupakan parameter penting untuk mengukur besarnya kualitas suatu pelayanan arus lalulintas. Selain itu juga digunakan untuk mengukur efektifitas dalam penentuan tingkat pelayanan (*level of service*) untuk berbagai tipe fasilitas. Kecepatan didefinisikan sebagai pergerakan rata-rata yang dinyatakan dalam jarak tiap satu satuan waktu, umumnya dalam mil/jam atau km/jam.

$$U = \frac{S}{t} \dots \dots \dots (1.1)$$

Dengan, U = kecepatan (mil/jam atau km/jam)

S = jarak yang ditempuh (mil atau km)

t = waktu tempuh kend sejauh S jarak (jam atau detik)

Pada pergerakan aliran lalulintas, tiap kendaraan berjalan dengan kecepatan yang berbeda-beda. Oleh sebab itu aliran lalulintas tidak hanya melihat satu karakteristik kecepatan saja melainkan distribusi kecepatan masing-masing kendaraan juga diperhitungkan. Sehingga dengan distribusi kecepatan kendaraan yang berlainan tersebut, nilai rata-rata digunakan untuk mewakili karakteristik arus lalulintas secara keseluruhan.

Kecepatan rata-rata dapat dihitung dalam dua cara yang berbeda, yaitu :

1. *Space Mean Speed (SMS)*

Adalah kecepatan rata-rata semua kendaraan yang menempati ruang/ bagian ruas jalan selama periode waktu tertentu. Atau bisa juga didefinisikan

sebagai jumlah total jarak yang ditempuh semua kendaraan dibagi jumlah waktu yang dibutuhkan kendaraan untuk menempuh jarak tersebut.

$$SMS = U_s = \frac{x}{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n t_i} = \frac{n \cdot x}{\sum_{i=1}^n t_i} \quad (1.2)$$

Dengan, SMS = *space mean speed*

x = jarak ruas jalan yang ditempuh

n = jumlah sampel kendaraan

t_i = waktu yang dibutuhkan kendaraan i menempuh ruas jalan tertentu

2. Time Mean Speed (TMS)

Adalah kecepatan rata-rata semua kendaraan yang melewati suatu titik pengamatan pada suatu ruas jalan selama periode waktu tertentu.

$$TMS = U_t = \frac{\sum_{i=1}^n v_i}{n} \quad (1.3)$$

Dengan, TMS = *time mean speed*

v_i = kecepatan kendaraan i

n = jumlah sampel kendaraan

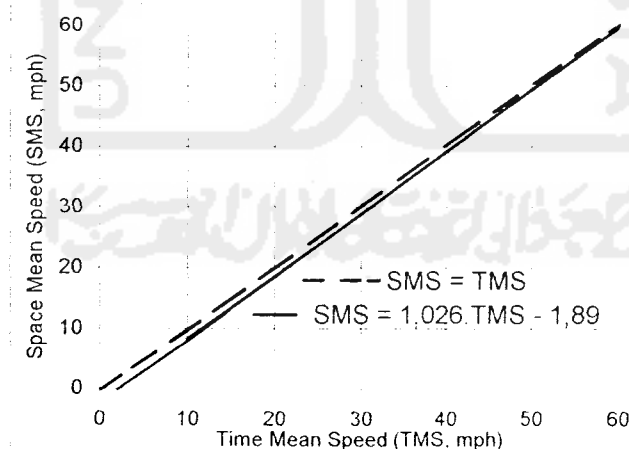
Mengenai alasan mengapa dalam analisis hubungan ketiga parameter lalulintas tersebut, variabel kecepatan rata-rata yang dipakai adalah *space mean speed*, yakni diantaranya :

1. Data lapangan yang dibutuhkan adalah data kecepatan, volume, dan kepadatan secara bersamaan. Apabila kecepatan yang dipakai adalah TMS maka variabel yang dapat diambil hanya data volume dan kecepatan, sedangkan data kepadatan tidak dapat diambil secara langsung di lapangan pada saat itu juga.

2. Sehingga apabila TMS yang dipakai untuk mewakili nilai kecepatan semua kendaraan yang terlibat maka konsistensi hubungan ketiga variabel tersebut yang terumuskan dalam persamaan 1.4 ($q = U.k$) jadi tidak berlaku.
3. TMS hanya bisa digunakan untuk mengukur kecepatan rata-rata semua kendaraan yang melewati suatu titik pengamatan tetapi dengan asumsi bahwa kecepatan kendaraan tersebut adalah konstan. Padahal hal itu jelas bertolak belakang dengan kenyataan yang ada di lapangan.

Dengan kata lain, TMS menunjukkan suatu ukuran kecepatan titik, sedangkan SMS merupakan ukuran kecepatan yang erat hubungannya dengan pengaruh panjang jalan atau ruas jalan.

Sedangkan menurut **HCM (1994 : 2-4)** hubungan antara TMS dan SMS dapat dilihat pada Gambar 1.1. SMS nilainya selalu lebih kecil (lebih lambat) dari TMS, yang besar selisihnya merupakan pengurangan nilai absolut setiap kenaikan nilai kecepatan. Hubungan ini berdasarkan atas hasil analisis statistik data-data pengamatan di lapangan, karena TMS seringkali lebih mudah untuk diukur di lapangan daripada SMS.



Gambar 1.1 Hubungan tipikal antara time mean speed (TMS) dan space mean speed (SMS).

Sumber : --, 1994, *Highway Capacity Manual*, TRB SR 209, 3th ed, Washington DC, hal 2-4.

Dalam analisis kapasitas, variabel kecepatan merupakan alat ukur terbaik yakni dengan mengamati besarnya waktu tempuh kendaraan pada suatu ruas jalan yang panjangnya sudah diketahui.

C. Kepadatan

Kepadatan didefinisikan sebagai jumlah kendaraan yang berada pada suatu ruas jalan setiap satu satuan panjang ruas atau lajur jalan tersebut, umumnya dinyatakan dalam kend/mil (vpm) atau kend/mil/lajur (vpmpl).

Besarnya kepadatan sulit untuk diukur secara langsung, namun besaran ini dapat dihitung dengan menggunakan variabel kecepatan dan volume, sebagai bagian dari hubungan antara ketiga variabel tersebut. Persamaan (1.2) menggambarkan hubungan ketiga parameter aliran lalulintas.

$$k = \frac{q}{U} \dots\dots\dots (1.4)$$

dengan : q = angka aliran (kend/jam)

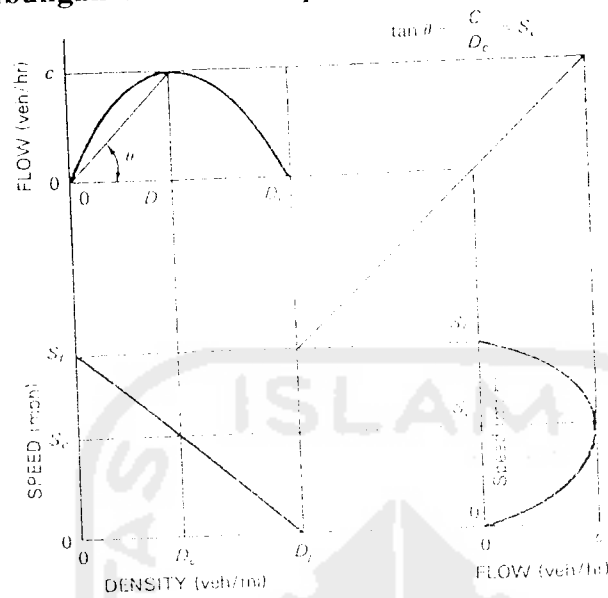
U = *space mean speed* (m/jam)

k = kepadatan (kend/m)

Kepadatan adalah variabel paling penting di antara ketiga variabel utama aliran lalulintas, karena variabel tersebut merupakan besaran yang berhubungan langsung dengan kebutuhan (*demand*) lalulintas. Lalulintas sendiri dibangkitkan atas pemanfaatan beberapa lahan, sehingga muncul jumlah kendaraan yang berada pada suatu ruas jalan. Bangkitan perjalanan menyebabkan timbulnya suatu kepadatan lalulintas, sebelum akhirnya angka aliran dan kecepatan dapat dihasilkan.

Kepadatan juga merupakan besaran penting yang digunakan untuk mengukur kualitas suatu aliran lalulintas, sebagaimana mengukur kerapatan antar kendaraan. Faktor kerapatan antar kendaraan tersebut mempengaruhi kebebasan pengemudi untuk bergerak manuver dan faktor kenyamanan psikologis pengemudi kendaraan.

D. Dasar Hubungan Volume-Kecepatan-Kepadatan



Gambar 1.2 Grafik Hubungan Dasar Kecepatan-Aliran-Kepadatan

Sumber : Mc Shane 1990, *TRAFFIC ENGINEERING*, Prentice-Hall, Polytechnic Series in Transportation, New Jersey, hal 286.

Bentuk hubungan antara ketiga variabel tersebut yang umum dipakai dapat dilihat pada Gambar 1.2, yang merupakan dasar filosofi untuk analisis kapasitas pada fasilitas arus tak terganggu. Bentuk hubungan yang sebenarnya (aktual) tergantung dari kondisi lalulintas dan jalan yang berlaku pada ruas jalan yang diamati

Perlu menjadi catatan penting bahwa angka aliran nol akan terjadi pada dua kondisi yang berbeda, yakni :

1. Saat tidak ada kendaraan satupun di ruas jalan, kepadatan nol ($D = 0$), dan angka aliran juga nol. Kecepatan pada kondisi saat itu murni hanya teoritis saja dan pengemudi pertama yang lewat saat itu akan memacu kendaraannya pada kecepatan maksimal. Kecepatan ini disebut sebagai kecepatan arus bebas (*free flow speed*) dan pada grafik 1.2 dinotasikan U_f .
2. Saat kepadatan naik begitu tinggi sehingga kendaraan-kendaraan berhenti (kecepatan nol, $S = 0$), angka aliran juga nol karena disebabkan pada

kondisi saat itu hampir dan bahkan tidak ada pergerakan kendaraan. Kepadatan pada saat tidak ada semua pergerakan disebut kepadatan macet (*jam density*) dan dinotasikan D_j pada grafik 1.2.

Pada saat kepadatan naik dari nilai nol, angka aliran juga mengalami kenaikan, hal ini terjadi pada saat ada beberapa kendaraan yang lewat ruas jalan tersebut. Saat kondisi terjadi, kecepatan mengalami penurunan sebagai akibat dari interaksi antar kendaraan, namun penurunan ini biasanya diabaikan pada kondisi kepadatan serta angka aliran rendah dan sedang. Saat kepadatan masih mengalami kenaikan, grafik hubungan tersebut memperkirakan kecepatan berkurang secara signifikan sebelum nilai kapasitas tercapai. Sedangkan nilai kapasitas tercapai saat produk kepadatan dan kecepatan menghasilkan suatu nilai angka aliran maksimum.

E. Hubungan Kecepatan-Aliran-Kepadatan Menurut Konsep Greenshields

Menurut **Salter (1976 : 126-127)**, Greenshields adalah salah seorang peneliti yang kali pertama meneliti hubungan ketiga variabel tersebut, dan pada saat mengamati di ruas jalan-jalan luar kota Ohio akhirnya ditemukan hubungan antara kecepatan - kepadatan yang diwujudkan dalam persamaan (1.5).

$$U_s = U_f - \frac{U_f}{k_j} \cdot k \dots \dots \dots (1.5)$$

dengan U_s = kecepatan rata-rata (*space mean speed*),

U_f = kecepatan rata-rata untuk kondisi arus bebas (*Free Flow Speed*),

k_j = kepadatan macet (*jam density*), dan

k = kepadatan.

Grafik hubungan kecepatan-aliran-kepadatan hasil riset Greenshields pada ruas jalan luar kota di Ohio pada tahun 1934 dapat dilihat pada Gambar 1.2.

Dengan persamaan hubungan tersebut kemudian dapat ditentukan hubungan volume dan kepadatan dengan mensubstitusikan persamaan (1.4) ke dalam persamaan (1.5).

$$q = U_r \cdot k - \frac{U_r}{k_j} \cdot k^2 \quad (1.6)$$

Dengan cara yang sama hubungan volume dan kecepatan dapat ditentukan dan diwujudkan ke dalam persamaan (1.7).

$$q = k_j \cdot U_s - \frac{k_j}{U_r} \cdot U_s^2 \quad (1.7)$$

Kepadatan dan kecepatan pada saat volume mencapai maksimum dapat ditentukan dengan mendiferensialkan persamaan (1.6) dan (1.7) terhadap kepadatan dan kecepatan. Menentukan kepadatan saat volume maksimum, dari persamaan (1.6).

$$\frac{dq}{dk} = U_r - \left\{ 2 \frac{U_r}{k_j} \cdot k \right\} = 0$$

maka

$$k = k_{\max} = \frac{k_j}{2} \quad (1.8)$$

Sedangkan menentukan kecepatan saat volume maksimum, dari persamaan (1.9).

$$\frac{dq}{dU_s} = k_j - \left\{ 2 \frac{k_j}{U_r} \cdot U_s \right\}$$

sehingga

$$U_s = U_{\max} = \frac{U_r}{2} \quad (1.9)$$

Dan akhirnya dengan mensubstitusikan harga maksimum tersebut ke dalam persamaan (1.4), menghasilkan persamaan (1.10).

$$q_{\max} = k_{\max} \cdot U_{\max} = \frac{(k_j \cdot U_r)}{4} \quad (1.10)$$

MENCARI TEBAL PERKERASAN

Index Tebal Perkerasan (ITP) atau *Structural Number* (SN, menurut AASHO) adalah angka yang berhubungan dengan penentuan tebal perkerasan.

Dalam menentukan tebal perkerasan lentur yang akan dihitung adalah ITP atau SN .

$$ITP = a_1 \cdot D_1 + a_2 \cdot D_2 + a_3 \cdot D_3$$

Dimana :

$a_1 a_2 a_3$ = Koefisien kekuatan relatif bahan-bahan perkerasan

$D_1 D_2 D_3$ = Tebal masing-masing lapis perkerasan (cm)

Angka-angka 1, 2, 3 masing-masing berarti lapis permukaan, lapis pondasi, dan lapis pondasi bawah.

Nilai ITP dipengaruhi oleh :

1. CBR tanah
2. DDT (daya dukung tanah)
3. FR (faktor regional)
4. LER (Lintas Ekuivalen Rencana)

Contoh Soal :

1. Rencanakan Tebal Perkerasan untuk jalan untuk 2 jalur, data lalu lintas tahun 1981 seperti di bawah ini, dan umur rencana

- a. 5 tahun (1985-1990)
- b. 10 tahun (1990-1995)

Jalan dibuka tahun 1985 (i selama pelaksanaan = 5% per tahun).

FR = 1,0

CBR tanah dasar 4 %

2. Data- data :

Kendaraan Ringan 2 ton (1+1)	=	90 kend.
Bus 8 ton (3+5)	=	3 kend.
Truck 2 as 10 ton (4+6)	=	2 kend.
Jumlah Total Kend 1981	=	95 kend / hari / 2 jur.

Perkembangan lalu lintas (i)

Untuk 5 tahun = 8 %

Untuk 10 tahun = 6 %

Bahan – bahan perkerasan :

- LAPEN manual , LAPEN mekanis
- Batu pecah (CBR 50)
- Tanah Kepasiran (CBR 20)

Penyelesain :

1 . Dicari jumlah total kendaraan pada tahun 1985 (awal umur rencana),
dengan rumus $(1 + i)^n$

- kend . 2 ton	$90 (1 + 0,05)^4$	=	109,4 kendaraan
- Bus 8 ton	$3 (1 + 0,05)^4$	=	3,6 kendaraan
- Truk 2 as 10 ton	$2 (1 + 0,05)^4$	=	2,4 kendaraan

2. Kemudian dicari jumlah total kendaraan pada tahun ke 5 (1985-1990)

dan ke 10 (1990- 1995) dengan rumus yang sama dengan diatas yaitu $(1 + i)^n$

▪ Untuk tahun ke 5 (Tahun 1985-1990) :

- kend . 2 ton	$109,4 (1 + 0,08)^4$	=	160,7 kendaraan
- Bus 8 ton	$3,6 (1 + 0,08)^4$	=	5,3 kendaraan
- Truk 2 as 10 ton	$2,4 (1 + 0,08)^4$	=	3,5 kendaraan

▪ Untuk tahun ke 10 (1990-1995) :

- kend . 2 ton	$109,4 (1 + 0,06)^4$	=	195,9 kendaraan
- Bus 8 ton	$3,6 (1 + 0,06)^4$	=	6.4 kendaraan
- Truk 2 as 10 ton	$2,4 (1 + 0,06)^4$	=	4,3 kendaraan

3. Menghitung Angka Ekvivalen Beban Sumbu yang dapat dilihat pada tabel I

untuk masing-masing kendaraan :

Kendaraan Ringan 2 ton (1+1)	$0,0002 + 0,0002$	=	0,0004
Bus 8 ton (3+5)	$0,0183 + 0,1410$	=	0,1593
Truck 2 as 10 ton (4+6)	$0,0577 + 0,2923$	=	0,3500

4. Menghitung LEP dengan rumus :

$$LEP = \sum LHR_j \times C_j \times E_j$$

Dimana LHR-nya adalah pada awal umur rencana dan untuk mendapatkan nilai C dapat dilihat pada tabel II

Kendaraan Ringan 2 ton (1+1)	$0,50 \times 109,4 \times 0,0004$	=	0,022
Bus 8 ton (3+5)	$0,50 \times 3,6 \times 0,1593$	=	0,287
Truck 2 as 10 ton (4+6)	$0,50 \times 2,4 \times 0,35$	=	0,420
LEP		=	0,729

5. Menghitung LEA dengan rumus :

$$LEP = \sum LHR (1 + i)^n \times C_j \times E_j$$

▪ Untuk 5 tahun (1985-1990) :

Kendaraan Ringan 2 ton (1+1)	$0,50 \times 160,7 \times 0,0004$	=	0,032
Bus 8 ton (3+5)	$0,50 \times 5,3 \times 0,1593$	=	0,422
Truck 2 as 10 ton (4+6)	$0,50 \times 3,5 \times 0,35$	=	0,612
LEA ₅		=	1,066

▪ Untuk 10 tahun (1990 – 1995) :

Kendaraan Ringan 2 ton (1+1)	$0,50 \times 195,9 \times 0,0004 =$	0,039
Bus 8 ton (3+5)	$0,50 \times 6,4 \times 0,1593 =$	0,510
Truck 2 as 10 ton (4+6)	$0,50 \times 4,3 \times 0,35 =$	0,752
	$LEA_{10} =$	1,301

6. Menghitung LET :

$$\begin{aligned}LET_5 &= \frac{1}{2} (LEP + LEA_5) = \frac{1}{2} (0,729 + 1,066) = 0,90 \\LET_{10} &= \frac{1}{2} (LEP + LEA_{10}) = \frac{1}{2} (0,729 + 1,301) = 1,01\end{aligned}$$

7. Menghitung LER :

$$\begin{aligned}LER_5 &= LET_5 \times UR/10 = 0,90 \times 5/10 = 0,45 \\LER_{10} &= LET_{10} \times UR/10 = 1,01 \times 5/10 = 1,01\end{aligned}$$

8. Mencari nilai ITP :

Dengan diketahuinya sebuah nilai dari CBR maka akan didapat juga sebuah nilai dari DDT (dapat dilihat pada Grafik Korelasi antara CBR dan DDT di lampiran 1), selain itu juga diketahui nilai dari LER baik untuk 5 tahun maupun untuk yang 10 tahun

Kemudian nilai DDT dan LER yang telah diketahui diplotkan pada nomogram.

CBR tanah dasar = 4 % didapat nilai DDT = 4,3

Untuk mencari nilai DDT dapat juga menggunakan rumus :

$$DDT = 4,3 \log (CBR) + 1,7 .$$

$$LER_5 = 0,45 \quad ITP = 2,8 (IPo = 2,9 - 2,5)$$

$$LER_{10} = 1,01 \quad ITP = 3,2 (IPo = 3,4 - 3,0)$$

umur Renc

5 D1 + 0

imum tei

nekanis

h (CBR :

pasiran (C

5.5 + 0,12.

cmdi

erkerasan

nekanis

h (CBR 50

pasiran (CE

PEN mekanis

R 50

R 20

R 14

9. Menetapkan tebal perkerasan ;

Koeffisien kekuatan relatif (dapat dilihat pada tabel III):

LAPEN manual = 0,20 = a1 LAPEN mekanis = 0,25 = a1

Batu pecah (CBR 50) = 0,12 = a2

Tanah kepasiran (CBR 20) = 0,10 = a3

ITP = a1.D1 + a2.D2 + a3.D3

- Untuk Umur Rencana 5 tahun

2,8 = 0,20 D1 + 0,12 D2 + 0,10 D3

Batas minimum tebal lapisan (dapat dilihat pada tabel IV) untuk ITP = 2,8

LAPEN manual = 5 cm

Batu pecah (CBR 50) = 15 cm

Tanah kepasiran (CBR 20) = 10 cm

2,8 = 0,20.5 + 0,12 D2 + 0,10 . 10 = 0,12 D2 + 2

D2 = 6,7 cmdiambil 10 cm (minimum)

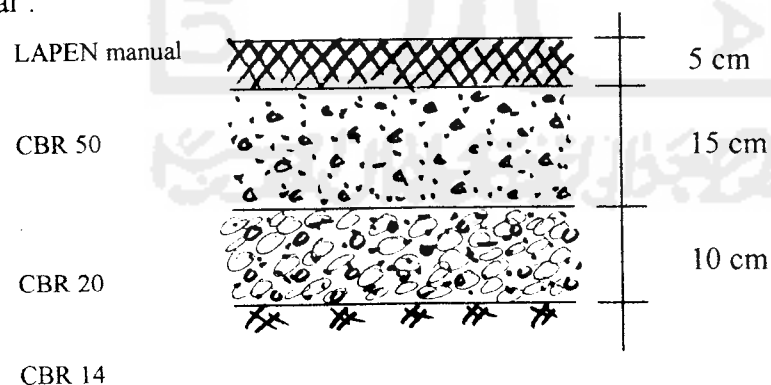
Susunan perkerasan ;

LAPEN manual = 5 cm

Batu pecah (CBR 50) = 15 cm

Tanah kepasiran (CBR 20) = 10 cm

Gambar :



TABEL I : ANGKA EKIIVALEN

Beban Sumbu		Angka Ekuivalen	
Kg	Lb	Sumbu Tunggal	Sumbu Ganda
1000	2205	0,0002	-
2000	4409	0,0036	0,0003
3000	6614	0,0183	0,0016
4000	8818	0,0577	0,0050
5000	11023	0,1410	0,0121
6000	13228	0,2923	0,0251
7000	15432	0,5415	0,0466
8000	17637	0,9238	0,0794
8160	18000	1,0000	0,0860
9000	19841	1,4798	0,1273
10000	22046	2,2555	0,1940
11000	24251	3,3022	0,2840
12000	26455	4,6770	0,4022
13000	28660	6,4419	0,5540
14000	30864	8,6647	0,7452
15000	33069	11,4184	0,9820
16000	35276	14,7815	1,2712

TABEL II : KOEFSIEN DISTRIBUSI KENDARAAN (C)

Jumlah jalur	Kendaraan Ringan		Kendaraan Berat	
	1 arah	2 arah	1 arah	2 arah
1 jalur	1,00	1,00	1,00	1,00
2 jalur	0,60	0,50	0,70	0,50
3 jalur	0,40	0,40	0,50	0,475
4 jalur	-	0,30	-	0,45
5 jalur	-	0,25	-	0,425
6 jalur	-	0,20	-	0,40

TABEL III : KOEFISIEN KEKUATAN RELATIF

Koefisien kekuatan relatif			Kekuatan bahan			Jenis Bahan
a1	a2	a3	MS (kg)	Kt(kg/cm ²)	CBR %	
0,40			744			LASTON
0,35			590			
0,32			454			
0,30			340			
0,35			744			
0,31			590			Asbuton
0,28			454			
0,26			340			
0,30			340			
0,26			340			
0,25						Hot Rolled Asphalt
0,20						Aspal Macadam
	0,28		590			LAPEN (mekanis)
	0,26		454			LAPEN (manual)
	0,24		340			LASTON ATAS
	0,23					LAPEN (mekanis)
	0,19					LAPEN (manual)
	0,15			22		Stab.tanah dgn semen
	0,13			18		
	0,15			22		Stab.tanah dgn kapur
	0,13			18		
	0,14				100	Pondasi macadam (basah)
	0,12				60	Pondasi macadam (kering)
	0,14				100	Batu pecah (kelas A)
	0,13				80	Batu pecah (kelas B)
	0,12				60	Batu pecah (kelas C)
		0,13			70	Sirtu/pitrun (kelas A)
		0,12			50	Sirtu/pitrun (kelas B)
		0,11			30	Sirtu/pitrun (kelas C)
		0,10			20	Tanah/lempung kepasiran

CATATAN : Kuat stabilisasi tanah dengan semen diperiksa pada hari ke 7 . Kuat tekan stabilisasi tanah dengan kapur diperiksa pada hari ke 21 .

Dan untuk masing-masing lapisan mempunyai batas-batas minimum tebal lapisan. Hal ini dapat dilihat pada tabel IV dibawah ini .

TABEL IV : TEBAL LAPIS PERKERASAN MINIMUM

1. LAPIS PERMUKAAN

ITP	Tebal minimum (cm)	Bahan
< 3,00		Lapis pelindung , BURAS/BURTU/BURDA
3,00 - 6,70	5	LAPEN/aspal macadam ,HRA ,asbuton,LASTON
6,71 - 7,49	7,5	LAPEN/aspal macadam ,HRA ,asbuton,LASTON
7,50 - 9,99	7,5	Asbuton ,LASTON
< 10,00	10	LASTON

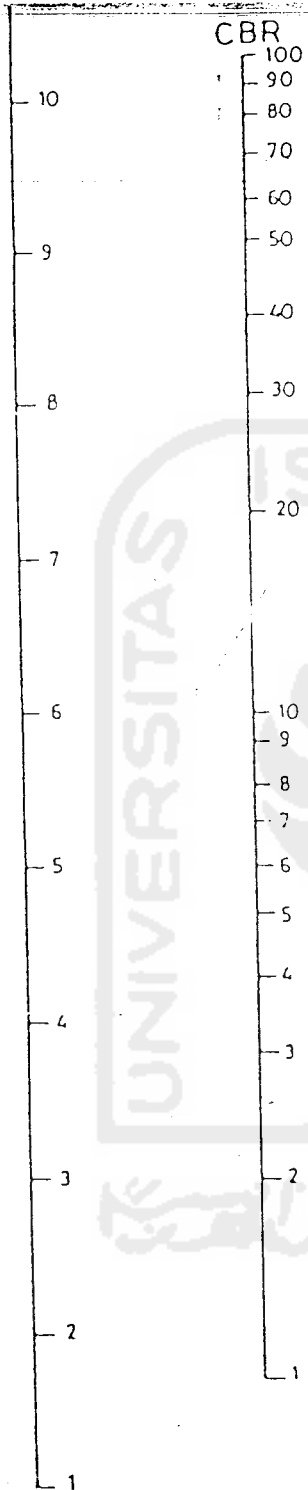
2. LAPIS PONDASI

ITP	Tebal minimum (cm)	Bahan
< 3,00	15	Batu pecah,Stab.dgn semen,Stab.tanah dgn kapur
3,00 - 7,49	20*)	Batu pecah,Stab.dgn semen,Stab.tanah dgn kapur
	10	LASTON ATAS
7,50 - 9,99	20	Batu pecah,Stab.dgn semen,Stab.tanah dgn kapur, Pondasi macadam
< 10,00	15	LASTON ATAS
	20	Batu pecah, Stab.tanah dgn semen ,Stab.tanah dgn kapur Pondasi macadam,LAPEN,LASTON ATAS
> 12,25	25	Batu pecah,Stab.tanah dgn semen,Stab.tanah dgn kapur Pondasi macadam,LAPEN,LASTON ATAS.

3. LAPIS PONDASI BAWAH

Untuk setiap nilai ITP bila digunakan pondasi bawah tebal minimum adalah 10 cm

DDT



GRAFIK IV
KORELASI DDT DAN CBR

$$G = \log\left(\frac{IP_2 - IP_1}{P_2 - P_1}\right) = n(\log w - \log f)$$

$P = 8,161$
 $IP_1 = 2,5$
 $IP_2 = 7,2$

