



**PENGARUH KENDARAAN BERAT / TRAILLER ANGKUTAN
PETI KEMAS TERHADAP KARAKTERISTIK ARUS
LALULINTAS PADA RUAS JALAN
TRENGGULI – KUDUS**

TESIS

Disusun Dalam Rangka Memenuhi Salah Satu Persyaratan
Program Magister Teknik Sipil

Oleh

SURYONO SURIPNO

NIM. L4A 098 046

BIDANG STUDI MANAJEMEN TRANSPORTASI

PROGRAM PASCA SARJANA

UNIVERSITAS DIPONEGORO

SEMARANG

2002

PENGARUH KENDARAAN BERAT / TRAILER ANGKUTAN PETI KEMAS TERHADAP KARAKTERISTIK ARUS LALU LINTAS PADA RUAS JALAN TRENGGULI – KUDUS

Disusun Oleh
Suryono Suripno
NIM. L4A 098 046

Dipertahankan di depan Tim Penguji pada tanggal :
27 Agustus 2002

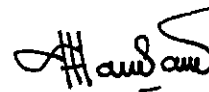
Tesis ini telah diterima sebagai salah satu persyaratan untuk
memperoleh gelar Magister Teknik Sipil

Pembimbing I



Ir. Ismiyati, MS
NIP. 131 668 509

Pembimbing II

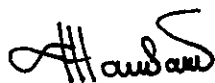


Dr. Ir. Sri Prabandiyani, MS
NIP. 131 916 166

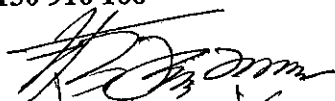
Tim Penguji



1. Ir. Ismiyati, MS.
NIP. 131 668 509



2. Dr. Ir. Sri Prabandiyani, MS.
NIP. 130 916 166



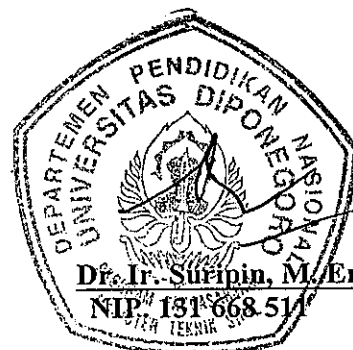
3. Dr. Ir. Bambang Riyanto, DEA.
NIP. 131 668 517

4. Ir. Epi-Eko Yulipriyono, MS
NIP. 131 596 955

Semarang,

Universitas Diponegoro
Program Pasca Sarjana
Magister Teknik Sipil

Ketua,



ABSTRAK

Pemerintah melalui Surat Keputusan Direktur Jenderal Perhubungan Darat No. Aj.306/2/6/DRJD/97 tanggal 19 Mei 1997 menetapkan Lintas Angkutan Peti Kemas memutuskan ruas jalan mana yang ditetapkan sebagai jalur peti kemas. Ruas jalan – ruas jalan tersebut telah dianggap mampu untuk menampung besarnya arus lalu lintas khususnya dapat dilewati kendaraan berat / trailer angkutan peti kemas, meskipun jalan tersebut kondisi struktur dan geometrik jalannya belum sepenuhnya memenuhi persyaratan teknis yang diharapkan.

Thesis ini menyajikan penelitian / study pada pengaruh kendaraan berat / trailer angkutan peti kemas terhadap karakteristik arus lalu lintas pada ruas jalan Trengguli – Kudus. Parameter yang ditinjau adalah volume, kecepatan dan kepadatan arus lalu lintas pada ruas jalan yang diteliti. Kemudian dibuat hubungan antara volume – kepadatan, kecepatan – volume, kepadatan – kecepatan. Penelitian dilakukan pada ruas jalan Trengguli – Kudus pada KM. 39.050 dengan Kamera Video Film selama satu hari dari jam 08.00 – 16.00 WIB. Analisis dilakukan dengan menggunakan metode Green shield dan metode Underwood yang didapat dari pengumpulan data dan analisis yang dilakukan pada saat arus lalu lintas dengan kendaraan berat / trailer dan pada saat arus lalu lintas tanpa kendaraan berat / trailer.

Hasil analisis untuk data lalu lintas Trengguli – Kudus sebagai berikut : V_{max} dengan kendaraan berat/trailer lebih besar bila dibandingkan dengan V_{max} tanpa kendaraan berat/trailer; U_m dengan kendaraan berat/trailer lebih kecil bila dibandingkan dengan besaran kecepatan tanpa kendaraan berat/trailer; V_f dengan kendaraan berat/trailer lebih kecil bila dibandingkan dengan V_f tanpa kendaraan berat/trailer.

Kesimpulannya adalah tidak ada pengaruh kendaraan berat/trailer angkutan peti kemas terhadap kelancaran lalu lintas pada ruas Trengguli – Kudus.

ABSTRACT

The Government regulation letter No. Aj.306/2/6/DRJD/97 date May 19, 1997 decided for the road links for heavy loaded vehicles. Eventthrought the geometric and structure of the road were not really fulfilled the technical requirement, those roads capable to accomodate the traffic, especially heavy vehicles.

This study is prepare to look for the influenced of heavy loaded/trailer/container to the characteristic of the traffic at link Trengguli – Kudus. For this study the parameters as follow : volume, speed and density of the traffic.

The correlation between parameter is : Volume - Density of the traffic; Speed - Volume; Density of the traffic - Speed

At observation of road Trengguli - Kudus : time: 08.00 - 16.00 and location : Km Smg. 39 + 050. The analysis used Greenshields and Underwood methode taken of data and analysis of the traffic with a heavy vehicle/trailer and of traffic not heavy vehicle/trailer.

The result of data analysis of the traffic Trengguli – Kudus as follows : V max of heavy vehicle/trailer is bigger comparing with V max non-heavy vehicle/trailer; The amount of speed (U_m) to a heavy vehicle/trailer is smaller comparing with the ammount of speed non heavy vehicle/trailer; The amount of limited speed (V_f) with the heavy vehicle/trailer is smaller with (V_f) non-heavy vehicle/trailer.

The conclusion is no lately effect of a heavy vehicle/trailer fowards the fluency of traffic between Trengguli – Kudus right now.

*Allah akan meninggikan orang-orang
yang beriman diantaramu dan orang-orang
yang diberi ilmu pengetahuan beberapa derajat*

(Q.S. 58 - Al-Mujadilah 58:11)

PRAKATA

Assalamu'alaikum, wr. Wb

Dengan mengucapkan puji syukur kehadiran Allah SWT dan berkat rahmatNya kami dapat menyusun dan sekaligus menyelesaikan Tugas Tesis dengan judul " Pengaruh Kendaraan Berat / Trailler Angkutan Peti Kemas Terhadap Karakteristik Arus Lalulintas Pada Ruas Jalan Trengguli – Kudus".

Kami menyampaikan ucapan terima kasih kepada yang terhormat :

1. Ibu Dr. Ir. Sri Prabandiyani, MS dan Ibu Ir. Ismiyati, MS sebagai dosen pembimbing yang telah memberi saran dan ide-ide dalam penulisan tesis ini.
2. Bapak Dr. Ir. Bambang Riyanto, DEA serta Bapak Ir. Epf. Eko Yulipriyono, MS sebagai dosen pembahas yang telah memberikan masukan untuk perbaikan penulisan tesis ini.
3. Seluruh staff pengajar dan staff sekretariat Magister Teknik Sipil, Program Pasca Sarjana Universitas Diponegoro yang telah memberi pelajaran dan membantu kelancaran administrasi .
4. Istri yang tercinta Emi Sadiarsi Susilodewi serta anak-anakku yang tersayang Dewi Ratih Rahadeyani dan Rahadean Adiyatma Kusuma Atmaja yang telah memberikan semangat untuk tetap belajar sepanjang waktu.
5. Dan rekan-rekan semuanya yang telah membantu memberikan dukungan baik moril maupun material atas terselesainya tugas ini.

Penulis menyadari bahwa dalam penulisan tesis ini terdapat kekurangan atau belum sempurna, maka untuk itu penulis menerima masukan dan saran-saran dari pihak pembaca sekalian guna perbaikan.

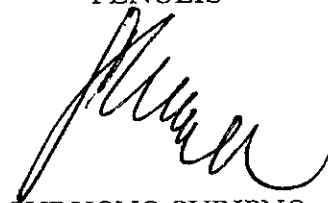
Akhir kata penulis berkeinginan agar tesis ini nantinya dapat bermanfaat bagi sidang pembaca sekalian.

Terima kasih .

Wassalamu'alaikum, Wr. Wb

SEMARANG, JUNI 2002

PENULIS



SURYONO SURIPNO
NIM. L4A 098 046

DAFTAR ISI

| | |
|---|----------|
| Halaman Judul | i |
| Lembar Pengesahan | ii |
| Abstrak | iii |
| Lembar Persembahan | v |
| Prakata | vi |
| Daftar Isi | viii |
| Daftar Tabel | xii |
| Daftar Gambar | xiii |
| BAB I PENDAHULUAN | 1 |
| 1.1. Latar Belakang | 1 |
| 1.2. Permasalahan | 3 |
| 1.3. Maksud dan Tujuan | 4 |
| 1.4. Pembatasan Masalah | 5 |
| 1.5. Sistematika Penulisan | 5 |
| BAB II TINJAUAN PUSTAKA | 7 |
| 2.1. Survai Volume Kendaraan | 7 |
| 2.2. Survai Kecepatan | 8 |
| 2.3. Komposisi Lalu Lintas | 10 |
| 2.4. Model Hubungan antara Variabel Kecepatan | |
| Volume dan Kepadatan | 11 |
| 2.4.1. Model Liner Greenshelds | 11 |
| 2.4.2. Model Exponensial Underwood | 14 |

| | |
|--|----|
| 2.5. Analisa Regresi | 18 |
| 2.5.1. Regresi Sederhana | 18 |
| 2.5.2. Regresi Berganda | 18 |
| 2.5.3. Regresi Non Linier | 19 |
| 2.6. Parameter dan Pengujian Model Regresi | 20 |
| 2.6.1. Analisa Regresi Linier | 20 |
| 2.6.2. Nilai Korelasi | 21 |
| 2.6.3. t-test Koefisien Regresi | 22 |
| 2.6.4. t-test Koefisien Korelasi | 22 |
| BAB III METHODOLOGI | 24 |
| 3.1. Tahap Identifikasi Data | 24 |
| 3.2. Pengumpulan Data | 24 |
| 3.2.1. Pengumpulan Data Primer | 25 |
| a. Tempat Survai | 25 |
| b. Periode Survai | 25 |
| c. Survai Volume Lalu Lintas | 25 |
| d. Survai Kecepatan Kendaraan | 26 |
| 3.2.2. Test Statistik Sampel | 26 |
| 3.2.2.1 Batas Kepercayaan Sampel | 26 |
| 3.2.2.2 Uji Statistik | 27 |
| 3.3. Analisis Perhitungan | 28 |
| 3.3.1. Analisa Perhitungan Lalu Lintas | 28 |
| 3.3.2. Hubungan Variabel Kecepatan, Volume, Kepadatan .. | 28 |
| 3.3.3. Kapasitas Ruas Jalan | 28 |

| | |
|---|----|
| 3.3.4. Derajat Kejenuhan (DS) | 29 |
| BAB IV PENGUMPULAN DATA | 31 |
| 4.1. Kondisi Yang Ada Ruas Jalan Trengguli – Kudus | 31 |
| 4.2. Lahan Survai | 32 |
| 4.3. Waktu Survai | 33 |
| 4.4. Pelaksanaan Survai | 33 |
| 4.4.1. Survai Pendahuluan | 33 |
| 4.4.2. Survai Perhitungan Kecepatan | 42 |
| 4.4.3. Survai Perhitungan Lalu Lintas | 42 |
| BAB V PENGOLAHAN DAN ANALISA DATA | 43 |
| 5.1. Pengolahan Data terhadap Volume Lalu Lintas | 43 |
| 5.2. Volume data terhadap kecepatan rata – rata ruang | 43 |
| 5.3. Pengolahan Data Kepadatan Lalu Lintas | 45 |
| 5.4. Hubungan antara Variabel Kecepatan, Volume dan Kepadatan .. | 52 |
| 5.4.1. Data Lalu Lintas Termasuk Kendaraan Berat/Trailer Angkutan | |
| Peti Kemas | 52 |
| 5.4.1a. Model Linier Greenshields | 52 |
| 5.4.1b. Model Linier Underwood | 60 |
| 5.4.2. Data Lalu Lintas Tidak Termasuk Kendaraan Berat/Trailer | |
| Angkutan Peti Kemas | 66 |
| 5.4.2a. Model Linier Greenshields | 66 |
| 5.4.2b. Model Linier Underwood | 77 |
| BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN | 88 |
| DAFTAR PUSTAKA | 90 |

LAMPIRAN

| | |
|---|-----|
| Lampiran A Survei Kecepatan Lalu Lintas Ruas Trengguli – Kudus | 92 |
| Lampiran B Formulir Himpunan Perhitungan Lalu Lintas Selama 24 Jam (Formulir Lapangan) | 142 |
| Lampiran C Formulir Survei Perhitungan Lalu Lintas | 150 |
| Lampiran D Data Jumlah Lalu Lintas Ruas Trengguli – Kudus | 161 |

DAFTAR TABEL

| No. Tabel | Judul | Halaman |
|------------|--|---------|
| Tabel 1.1 | Arus Barang..... | 2 |
| Tabel 2.1 | Satuan Mobil Penumpang..... | 10 |
| Tabel 5.1 | Data Lalu Lintas Termasuk Kendaraan Berat / Trailer Angkutan Peti Kemas | 46 |
| Tabel 5.2 | Data Lalu Lintas Tidak Termasuk Kendaraan Berat / Trailer Angkutan Peti Kemas | 48 |
| Tabel 5.3a | Data Untuk Menggambar Grafik Hubungan Kecepatan, Volume Dan Kepadatan (Model Grenshields) | 56 |
| Tabel 5.3b | Data Sebaran / <i>Scatter</i> (Model Grenshields)..... | 57 |
| Tabel 5.4a | Data Untuk Menggambar Grafik Hubungan Kecepatan, Volume Dan Kepadatan (Model Underwood)..... | 62 |
| Tabel 5.4b | Data Sebaran / <i>Scatter</i> (Model Underwood)..... | 63 |
| Tabel 5.5a | Data Untuk Menggambar Grafik Hubungan Kecepatan, Volume Dan Kepadatan (Model Grenshields)..... | 71 |
| Tabel 5.5b | Data Sebaran / <i>Scatter</i> (Model Grenshields)..... | 72 |
| Tabel 5.6a | Data Untuk Menggambar Grafik Hubungan Kecepatan, Volume Dan Kepadatan (Model Underwood)..... | 82 |
| Tabel 5.6b | Data Sebaran / <i>Scatter</i> (Model Underwood)..... | 83 |
| Tabel 5.7 | Survai Kecepatan Lalu Lintas Ruas Trengguli – Kudus | 92 |
| Tabel 5.8 | Formulir Himpunan Perhitungan Lalu Lintas Selama 24 Jam (Formulir Lapangan) | 133 |
| Tabel 5.9 | Formulir Survai Perhitungan Lalu Lintas | 141 |
| Tabel 5.10 | Data Jumlah Lalu Lintas Ruas Trengguli – Kudus | 152 |

DAFTAR GAMBAR

| No. Gambar | Judul | Halaman |
|---------------|---|---------|
| Gambar 2.4.1a | Kurve Kecepatan – Kepadatan | 12 |
| Gambar 2.4.1b | Kurve Kecepatan – Volume | 12 |
| Gambar 2.4.1c | Kurve Volume – Kepadatan | 12 |
| Gambar 2.4.3a | Kurve Kecepatan – Kepadatan | 15 |
| Gambar 2.4.3b | Kurve Kecepatan – Volume | 15 |
| Gambar 2.4.3c | Kurve Volume – Kepadatan | 15 |
| Gambar 4.1 | Grafik Jumlah Lalu Lintas (SMP/Jam) | 34 |
| Gambar 4.2 | Grafik Jumlah Lalu Lintas (SMP/Jam) | 35 |
| Gambar 4.3 | Grafik Jumlah Lalu Lintas (SMP/Jam) | 36 |
| Gambar 4.4 | Grafik Jumlah Lalu Lintas (SMP/Jam) | 37 |
| Gambar 4.5 | Grafik Jumlah Lalu Lintas (SMP/Jam) | 38 |
| Gambar 4.6 | Grafik Jumlah Lalu Lintas (SMP/Jam) | 39 |
| Gambar 4.7 | Grafik Jumlah Lalu Lintas (SMP/Jam) | 40 |
| Gambar 4.8 | Grafik Jumlah Lalu Lintas (SMP/Jam) | 41 |

BAB I PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Transportasi merupakan bagian dari proses produksi. Transportasi berperan membawa produk industri atau lainnya sampai pada konsumen untuk dikonsumsi. Fasilitas transportasi berupa sarana dan prasarana dan kemudahan akses ke pasar dapat digunakan sebagai salah satu parameter potensi pengembangan industri pada satu daerah.

Kondisi dunia usaha saat ini untuk jenis usaha tertentu mengalami kemandekan sedangkan pada jenis-jenis usaha lain mengalami pertumbuhan cukup tinggi yang dapat dilihat pada tingginya mobilitas dan distribusi arus barang yang menuntut adanya peningkatan permintaan akan kebutuhan layanan jasa transportasi yang sedang dan akan berjalan.

Agar barang-barang memiliki nilai kompetitif tinggi, distribusi arus barang membutuhkan kecepatan, jaminan keamanan serta kelancaran distribusinya dari sentra industri sampai ke konsumen.

Kondisi saat ini eksport non migas di Jawa Tengah khususnya di Jepara dengan melalui pelabuhan Tanjung Mas mengalami peningkatan, sehingga mengakibatkan kebutuhan akan Kendaraan berat / Trailer untuk mengangkut kontainer melalui jalan raya juga meningkat. Dari data yang ada dapat diketahui jumlah angkutan barang dan peti kemas yang selalu meningkat dari tahun ke tahun sebagai berikut dalam Tabel 1.1 :

Tabel 1.1 Arus Barang

| N O | PRODUKSI | SAT | 1995 | 1996 | 1997 | 1998 | 1999 | % |
|--------|-------------------------|--------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-------|
| 1 | Ekspor | Ton/M ³ | 875,887 | 932,747 | 1,025,121 | 1,393,663 | 1,498,068 | 14.36 |
| 2 | Import | Ton/M ³ | 1,122,779 | 1,117,876 | 1,382,477 | 1,270,480 | 1,237,153 | 2.45 |
| 3 | Antar Pulau Keluar | Ton/M ³ | 253,302 | 270,527 | 217,179 | 222,577 | 218,312 | 3.65 |
| 4 | Antar Pulau Masuk | Ton/M ³ | 1,685,106 | 1,859,293 | 1,658,070 | 1,649,581 | 1,690,245 | 0.08 |
| 5 | B / M Langsung | Ton/M ³ | 2,291,909 | 2,321,864 | 2,140,084 | 2,270,815 | 2,071,841 | -2.49 |
| 6 | Lewat gudang / lapangan | Ton/M ³ | 997,425 | 1,115,048 | 1,371,477 | 1,601,449 | 2,031,438 | 19.46 |
| 7 | Lewat pelabuhan khusus | Ton/M ³ | 647,740 | 743,531 | 771,286 | 664,037 | 539,499 | 4.47 |
| 8 | General cargo | Ton/M ³ | 1,425,806 | 1,512,678 | 1,513,945 | 1,174,230 | 1,156,956 | -5.09 |
| 9 | Bagged cargo | Ton/M ³ | 654,716 | 513,264 | ,360 | 756,472 | 580,206 | -2.97 |
| 10 | Dry cargo | Ton/M ³ | 628,887 | 743,966 | 655,753 | 903,054 | 790,766 | 5.89 |
| 11 | Liquid cargo | Ton/M ³ | 281,350 | 294,021 | 342,210 | 327,450 | 339,435 | 4.8 |
| 12 | Container | Box | 71,336 | 85,619 | 105,152 | 135,260 | 154,864 | 21.38 |
| | | Teus | 103,849 | 126,421 | 158,026 | 212,764 | 248,496 | 26.37 |
| 13 | BBM masuk | Ton/M ³ | 1,612,492 | 1,815,292 | 2,676,062 | 2,633,579 | 2,290,400 | 9.17 |

Sumber : Kanwil Perhubungan Jateng 2000

Disisi lain kondisi jalan yang ada adalah sebagai berikut :

- Semarang – Demak dapat dilewati angkutan peti kemas 40 feet tetapi V/C= 0,45.
- Ruas Demak -- Kudus V/C = 0,47 sebagian lebar jalan masih 6–7 m. (lihat lampiran)
- Ruas Demak – Jepara tidak begitu padat tetapi kemampuan jalan baik kebutuhan maupun geometrik hanya mampu 20 feet secara aman.

Melihat kondisi tersebut pada masa mendatang perlu adanya pemanfaatan ruas jalan yang ada yang menghubungkan Jepara – Semarang secara lebih optimal. Dengan ditetapkannya Keputusan Direktur Jenderal Perhubungan Darat nomor: Aj.306/2/6/DRJD/97 tanggal 19 Mei 1997 tentang Penetapan Lintas Angkutan Peti Kemas

Jejara-Kudus (Tayu-Jejara-Margoyoso-Kudus-Trengguli) menjadi lintasan Angkutan Peti Kemas 20 feet dan 60 feet, maka diharapkan jalur tersebut dapat dimanfaatkan secara optimal guna kelancarannya.

Kemampuan pelayanan ruas jalan Trengguli – Kudus - Margoyoso untuk menampung arus lalu lintas dan kendaraan peti kemas tergantung dari kondisi fisik dan karakteristik pergerakan lalu lintasnya. Teori aliran lalu lintas menerangkan tentang kualitas, kuantitas arus lalu lintas dan karakteristiknya, sehingga dapat diambil langkah kebijakan yang tepat untuk menampung lalu lintas didalam suatu jalan yang ada.

Metode pendekatan matematis dapat digunakan untuk menganalisis perilaku lalu lintas dengan menjabarkannya dalam bentuk hubungan matematis dan grafis antara kecepatan, volume, kepadatan sebagai dasar menetapkan nilai kapasitas jalan pada kondisi ideal.

Dengan adanya hubungan kecepatan dan volume dan kepadatan lalu lintas maka dapat diketahui nilai kapasitas maximum sebagai dasar penerapan manajemen lalu lintas pada/untuk langkah berikutnya.

1.2. Permasalahan

Bertitik tolak dari keinginan untuk mengoptimalkan kapasitas jalan raya primer sebagai jalan lintas angkutan Peti kemas, maka diperlukan suatu penelitian yang bisa memberikan suatu masukan atau gambaran tentang karakteristik arus lalu lintas yang ada.

Jalan yang dilewati kendaraan berat / traller angkutan peti kemas dari Jejara Menuju Semarang lewat ruas Jejara – Kudus – Semarang pada jam puncak adalah sangat padat, sehingga diramalkan dalam waktu dekat jalur tersebut penuh dengan kemacetan. Peninjauan terhadap potensi pertumbuhan export barang dari produsen – konsumen diperlukan untuk memperhitungkan kebutuhan angkutan dimasa mendatang. Kondisi

kapasitas ruas jalan yang ada diperkirakan sangat terbatas daya tampungnya, sehingga hal ini akan mengurangi waktu tempuh perjalanan yang berakibat biaya perjalanan dari produsen ke konsumen menjadi tinggi dan tidak efisien lagi. Kedua hal ini akan mempengaruhi pengoperasian dan kinerja jalan yang ada.

Didalam penelitian ini masalah tersebut tidak kami bahas Kami hanya membatasi pada bahasan menganalisa karakteristik arus lalu lintas dan pertumbuhannya pada salah satu ruas lintas angkutan peti kemas yang ditinjau yaitu ruas Trengguli – Kudus.

1.3. Maksud dan Tujuan

Penelitian ini dilakukan untuk menganalisa ruas jalan yang dinyatakan dalam Surat Keputusan Direktur Jenderal Perhubungan Darat Nomor: AJ.306/1/5 tanggal 31 Maret 1992 dan Surat Keputusan Direktur Jenderal Perhubungan Darat Nomor: AJ.306/2/6/DRJD/97 tanggal 19 Mei 1997 tentang Penetapan Lintas Angkutan Peti Kemas dengan maksud dan tujuan sebagai berikut :

1.3.1. Maksud

Maksud pelaksanaan studi :

- a. Mengamati hubungan variabel kecepatan, volume, kepadatan dari suatu ruas jalan raya lintas angkutan peti kemas.
- b. Merumuskan kapasitas untuk ruas jalan yang dinyatakan sebagai jalan lintas angkutan peti kemas.

1.3.2. Tujuan

Dengan menganalisa hubungan antara variabel volume, kecepatan dan kepadatan lalu lintas, maka dapat diketahui karakteristik lalu lintasnya yang

dipengaruhi tingkat pelayanan ruas jalan yang ada. Selanjutnya hal tersebut dapat diambil langkah-langkah kebijakan dalam menangani masalah manajemen lalu lintas di ruas jalan raya lintas angkutan peti kemas.

1.4. Pembatasan Masalah

Masalah pokok diatas akan menjadi luas dan tidak spesifik apabila tidak dilakukan pembatasan lingkup penelitian. Oleh karena itu penelitian diarahkan pada ruas jalan raya yang telah ditetapkan sebagai lintas angkutan peti kemas. Adapun batasan studi adalah sebagai berikut :

- a. Peninjauan terhadap ruas jalan raya lintas angkutan peti kemas Trengguli – Kudus.
- b. Fungsi kelas jalan : jalan Raya Arteri Primer.
- c. Type jalan : 2 lajur / 2 arah lebar 6 - 7 m dengan bahu diperkeras.
- d. Kondisi daerah : datar, lurus, hambatan samping sangat rendah.
- e. Kelas kendaraan
 - Kendaraan ringan (LV), meliputi mobil penumpang, minibus, pickcup, mikro bus dan jeep.
 - Kendaraan berat sedang (MHv), meliputi truck 2 gandar dan bis kecil.
 - Kendaraan besar (LT) : truck 3 gandar.

1.5. Sistematika Penulisan

Penulisan ini disusun sesuai dengan sistematika yang akan diuraikan sebagai berikut:

Bab I Pendahuluan

Pada bab ini merupakan langkah awal berisi gambaran permasalahan secara keseluruhan meliputi : latar belakang, masalah pokok, tujuan penelitian, pembahasan masalah, sistematika penulisan.

Bab II Tinjauan Pustaka

Tinjauan pustaka menuangkan teori-teori yang menjadi landasan yang berpengaruh terhadap penulisan ini. Masalah yang akan dikemukakan disini adalah teori yang berhubungan dengan transportasi, khususnya darat yaitu terutama masalah karakteristik ruas jalan yang bersangkutan.

Bab III Metodologi

Bab ini menyajikan pemecahan permasalahan dengan menyusun langkah-langkah guna memecahkan permasalahan tesis dengan teori yang ada.

Bab IV Pengumpulan Data

Bab ini menyajikan data yang diperoleh dari hasil pengumpulan penelitian yang digunakan sebagai analisis selanjutnya.

Bab V Analisa

Bab ini berisi analisis dan evaluasi dari hasil pengolahan data yang telah dilakukan sebelumnya. Analisis ini dapat dipakai sebagai indikator dalam penentuan kepadatan lalu lintas pada suatu ruas jalan yang ditinjau sebagai suatu pemecahan yang efisien.

Bab VI Kesimpulan dan Saran

Bab ini akan memberikan kesimpulan dan saran yang bermanfaat bagi yang berkompeten di bidang pengguna jasa dan penyedia jasa berdasarkan studi yang dilakukan.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Jalan dapat diinterpretasikan adanya suatu hubungan antara satu tempat dengan tempat lain yang biasanya ditunjukkan oleh pergerakan yang berkaitan antara satu dengan lainnya, baik barang, kendaraan maupun manusia.

Jika dihubungkan dengan perkembangan daerah, berkembangnya suatu daerah ditentukan tingkat sosial ekonomi daerah tersebut. Sedangkan tingkat sosial ekonomi ditentukan oleh perkembangan sektor-sektor yang membentuknya.

Jalan dan tingkat sosial ekonomi daerah, merupakan dua hal yang saling berkaitan satu sama lain dalam hubungannya dengan perkembangan daerah secara keseluruhan. Integrasi keduanya akan terlihat didalam besar kecilnya arus lalulintas, baik manusia, barang dari dan ke arah daerah itu.

Tingkat fungsional sasaran jaringan jalan akan ditentukan oleh tinggi rendahnya arus lalu lintas yang melalui jaringan jalan tersebut. Dengan kata lain, "lalulintas" akan menterjemahkan tingkat efisiensi dari suatu jaringan jalan dan fungsi jaringan jalan tersebut. Data lalulintas diperlukan untuk berbagai kebutuhan sesuai maksud dan tujuan yang jelas. Metode survai dengan waktu dan kondisi yang ada dan peralatan yang tersedia dapat dilakukan.

2.1. Survai Volume Kendaraan

Survai dilakukan dengan menghitung masing-masing jenis kendaraan yang lewat disuatu titik dalam interval waktu di jalan. Adapun survai volume lalulintas adalah:

- a. Perhitungan Cara Manual : perhitungan lalulintas dengan tenaga orang.
- b. Detektor : alat yang dapat mendeteksi kendaraan yang lewat dan memberikan syarat tertentu.
- c. Alat Perhitungan Otomatis : peralatan perhitungan lalu lintas otomatis yang dapat

mencatat kendaraan selama 24 jam.

2.2. Survei Kecepatan

Ada 3 macam kecepatan :

- a. *Spot speed* : Kecepatan Seketika
- b. *Running speed* : Kecepatan rata-rata kendaraan selama bergerak
- c. *Journey speed* : kecepatan rata-rata kendaraan yang dihitung dari jarak tempuh dibagi waktu tempuh.

Pengukuran *spot speed* dilakukan dengan metode antara lain :

1. Enoscope

Pengukuran waktu tempuh dilakukan dengan alat *stop watch*. Pengamatan disatu ujung potongan jalan dan enoscope diujung lainnya. *Stop watch* dimulai pada saat melewati pengamat dan dihentikan pada saat kendaraan melewati *enoscope*.

2. Pemotretan

Pengguna kamera foto mengambil gambar pada selang interval waktu yang ditentukan.

Persamaan kecepatan :

$$S = \frac{d}{t}$$

Keterangan :

S = Kecepatan (km/jam, m/dt)

d = jarak tempuh kendaraan (km, m)

t = waktu tempuh kendaraan (jam, dt)

Rumus :

$$\bar{\mu}_s = \frac{d \cdot n}{\sum_{i=1}^n t_i} \text{ atau } \bar{\mu}_s = \frac{d}{\sum_{i=1}^n \frac{t_i}{n}} \dots\dots\dots (1)$$

$\overline{\mu}_s$ = *space mean speed*

$$\overline{\mu}_s = \frac{\sum_{i=1}^n d}{n} \dots\dots\dots (2)$$

$\overline{\mu}_t$ = *time mean speed*

Hubungan antara *space mean* dan *time mean speed* adalah sebagai berikut :

$$\overline{\mu}_s = \overline{\mu}_t - \frac{\sigma_t^2}{\overline{\mu}_t} \dots\dots\dots (3)$$

dan

$$\overline{\mu}_t = \overline{\mu}_s + \frac{\sigma_s^2}{\overline{\mu}_s} \dots\dots\dots (4)$$

Keterangan :

$\overline{\mu}_s$ = *space mean speed* (km/jam, m/dt)

$\overline{\mu}_t$ = *time mean speed* (km/jam, m/dt)

d = jarak tempuh (km, meter)

t_i = waktu tempuh kendaraan (jam, dt)

n = jumlah kendaraan yang diamati

σ_t = standard deviasi dari *time mean speed*

σ_s = standar deviasi dari *space mean speed*

kalau n kendaraan melewati garis M-M selama waktu T maka :

$$\text{Volume} = V = \frac{n}{T}$$

$$\text{Kepadatan} = D = \frac{\text{Rata - rata kendaran melewati d}}{d}$$

Rata-rata banyaknya kendaraan melewati d dihitung dari :

$$\frac{\sum_{i=1}^n t_i}{T}$$

Dimana t_i adalah waktu kendaraan ke i bergerak sejauh d

Jadi kepadatan :

$$D = \frac{\sum_{i=1}^n (t_i) / T}{d} \dots\dots\dots (6)$$

Membagi volume (V) dengan kepadatan (D) maka *space mean speed* (μ_s) didapat :

$$\mu_s = \frac{(n / T) d}{\sum_{i=1}^n (t_i) / T} = \frac{d}{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n t_i}$$

juga :

$$V = D \cdot \overline{\mu_s} \dots\dots\dots (8)$$

Keterangan :

V = volume (kendaraan/jam)

$\overline{\mu_s}$ = *space mean speed* (km/jam)

D = kepadatan (kendaraan/km)

2.3. Komposisi Lalulintas

Sejumlah kendaraan dengan berbagai jenis ukuran sifatnya membentuk karakteristik lalulintas yang berbeda-beda. Besaran yang digunakan adalah SMP (Satuan Mobil Penumpang). Adapun standard nilai ekivalensi jenis kendaraan terhadap terhadap mobil penumpang dari MKJI 1997 adalah sebagai berikut dalam tabel 2.1 :

TABEL 2.1
SATUAN MOBIL PENUMPANG

| No. | Jenis Kendaraan Bermotor | SMP |
|-----|--------------------------|-----|
| 1. | Kendaraan Ringan | 1 |
| 2. | Sepeda Motor | 0,5 |
| 3. | Kendaraan Menengah Berat | 1,3 |

TABEL 2.1 (Lanjutan)
SATUAN MOBIL PENUMPANG

| No. | Jenis Kendaraan Bermotor | SMP |
|-----|--------------------------|-----|
| 4. | Bis Besar | 1,5 |
| 5. | Truk Besar | 2,5 |

2.4. Model Hubungan Antara Variabel Kecepatan, Volume dan Kepadatan adalah sebagai berikut :

Hubungan Antara Volume (Q), Kepadatan D, dan Kecepatan (V)

Untuk mengetahui karakteristik arus lalu lintas ada 3 variabel utama :

- a. Volume : jumlah kendaraan yang lewat suatu titik pada suatu ruas jalan per satuan waktu tertentu (kendaraan / jam).
- b. Kecepatan : jarak yang dapat ditempuh suatu kendaraan pada suatu ruas jalan per satuan waktu.
- c. Kepadatan : jumlah kendaraan per satuan panjang jalan tertentu (kendaraan / km).

2.4.1. Model Linier Greenshields

Hubungan antara kecepatan dan kepadatan adalah :

$$\overline{\mu}_s = \overline{\mu}_f - \left[\frac{\mu_s}{D_j} \right] D \quad \dots\dots\dots (9)$$

Keterangan :

$\overline{\mu}_s$ = kecepatan rata-rata ruang

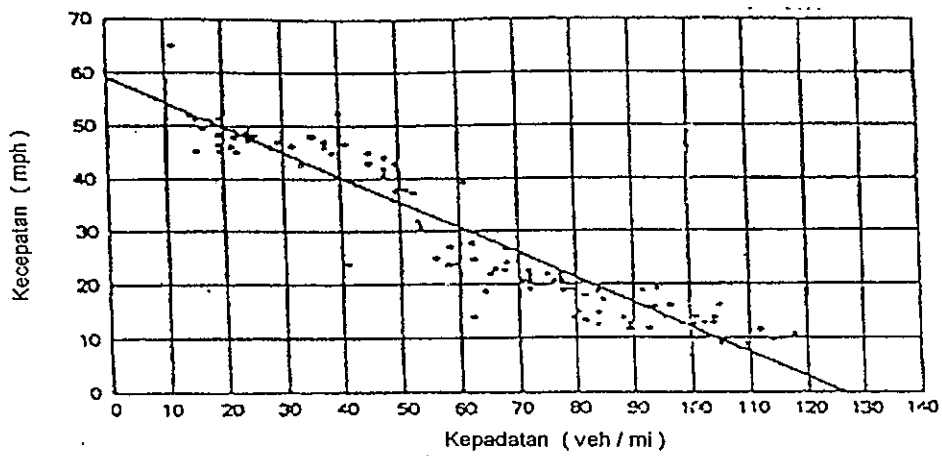
$\overline{\mu}_f$ = kecepatan rata-rata ruang keadaan arus bebas

D_j = jam density (kepadatan pada saat macet)

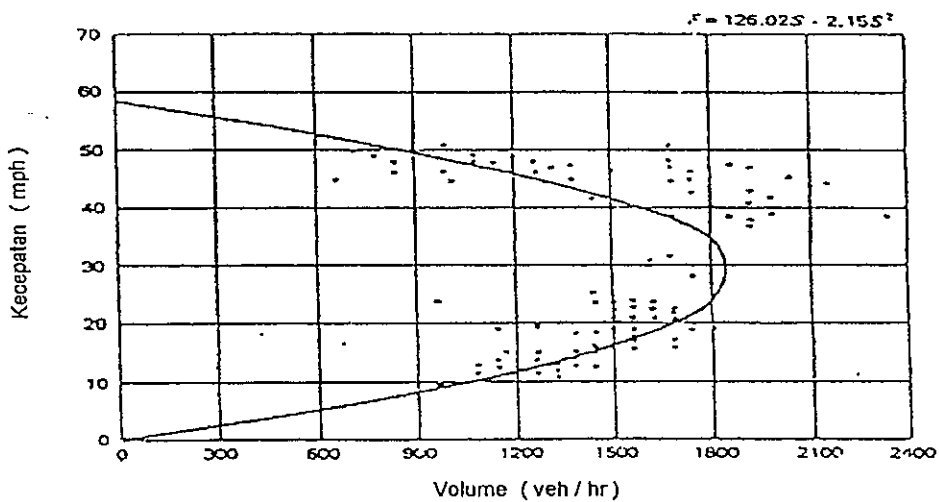
Hubungan antara kecepatan dan kepadatan dapat dilihat pada gambar 2.4.1.a

Hubungan antara kecepatan dan volume dapat dilihat pada gambar 2.4.1.b

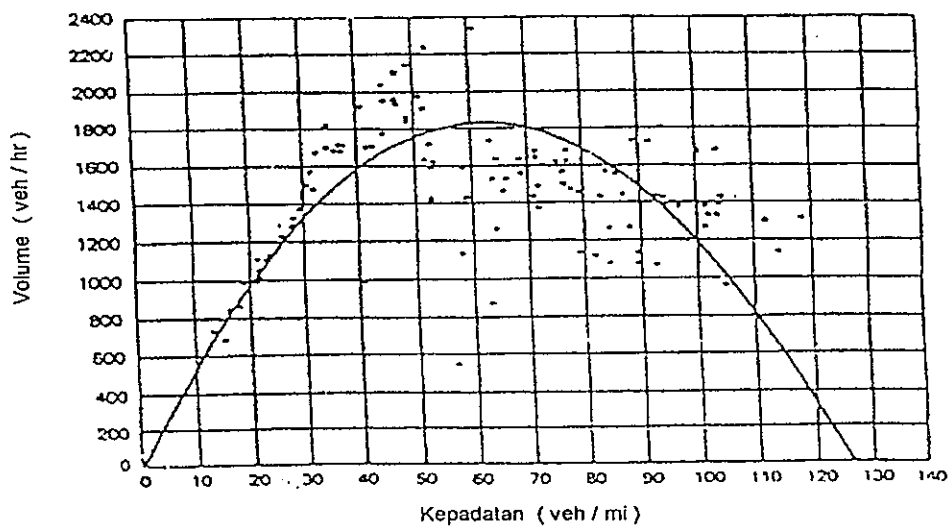
Hubungan antara volume dan kepadatan dapat dilihat pada gambar 2.4.1.c



(gb. 2.4.1.a) Kurve Kecepatan - Kepadatan



(gb. 2.4.1.b) Kurve Kecepatan - Volume



(gb. 2.4.1.c) Kurve Volume - Kepadatan

Untuk mendapat nilai konstan $\bar{\mu}_f$ dan Dj persamaan 9 diubah menjadi persamaan linier: $\bar{y} = a + b x$, $\bar{y} = \mu_s$, $a = \bar{\mu}_f$, $b = -(\mu_f / Dj)$; $x = D$

Hubungan antara volume dan kepadatan diperoleh dengan mensubstitusikan persamaan (8) kedalam persamaan (9) menjadi :

$$v = \bar{\mu}_f \cdot D - \left[\frac{\mu_f}{Dj} \right] D^2 \quad \dots\dots\dots (10)$$

Hubungan antara volume dan kecepatan diperoleh bila yang diperoleh persamaan (8) disubstitusikan ke persamaan (9) menjadi :

$$D = \frac{v}{\bar{\mu}_s}$$

$$v = Dj \cdot \bar{\mu}_s - \left[\frac{Dj}{\mu_f} \right] \cdot \bar{\mu}_s^2 \quad \dots\dots\dots (11)$$

Volume Maksimum (Vm)

Volume maksimum untuk model Greenshelds dapat dihitung dengan persamaan (2,8) :

$$V_m = D_m \cdot \bar{\mu}_m$$

Keterangan :

D_m = Kepadatan pada saat volume maximum

$\bar{\mu}_m$ = kecepatan pada saat volume maximum

Cara menentukan konstanta D, dan U_m adalah persamaan 10 dan 11 dideferensialkan sama dengan nol masing-masing terhadap kepadatan dan kecepatan.

Kecepatan saat volum maximum $\left(\frac{v}{U_m} \right)$

$$v = Dj \times U_s - \left(\bar{Dj} / \bar{U}_f \right) \bar{U}_s^2$$

$$\frac{d_v}{du_s} = Dj - 2 \left(Dj / \bar{U}_f \right) \bar{U}_s$$

$$\overline{U_s} = \overline{U_m} = \overline{U_f} / 2 \quad \dots\dots\dots (12)$$

Kepadatan saat volume maximum (D_m)

$$v = \overline{u_f} \times D - \left[\frac{\overline{u_f}}{D_j} \right] D^2$$

$$\frac{dv}{dD} = \overline{U_f} - 2 \left[\frac{\overline{u_f}}{D_j} \right] D$$

$$\overline{u_f} - 2 \left[\frac{\overline{u_f}}{D_j} \right] D = 0$$

$$\text{Maka } D = D_m = D_j/2 \quad \dots\dots\dots (13)$$

Dari persamaan (8), (12), (13) dapat dihitung volume maximum

$$\begin{aligned} V_m &= D_m \times U_m \\ &= \frac{D_j}{2} \cdot \frac{\overline{U_f}}{2} \\ &= \frac{D_j \cdot \overline{U_f}}{4} \quad \dots\dots\dots (14) \end{aligned}$$

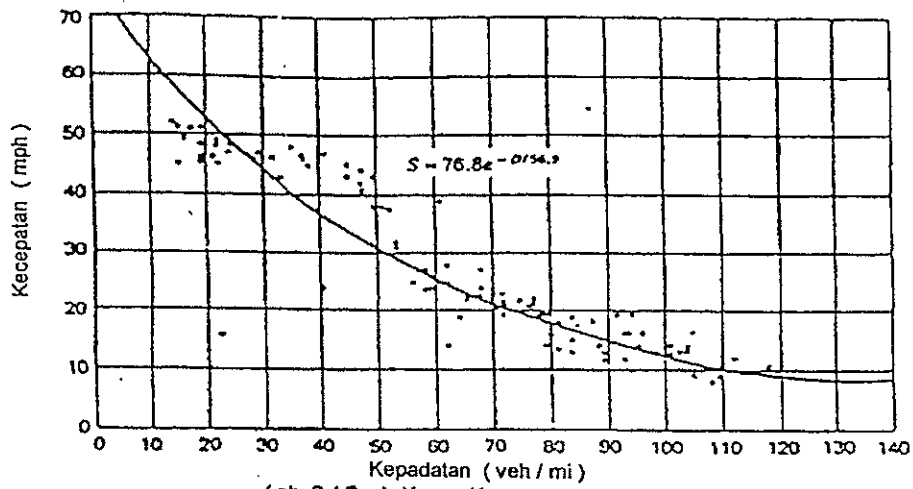
2.4.2. Model Exponensial Underwood

Hubungan antara kecepatan dan kepadatan adalah merupakan exponensial berbentuk persamaan sebagai berikut :

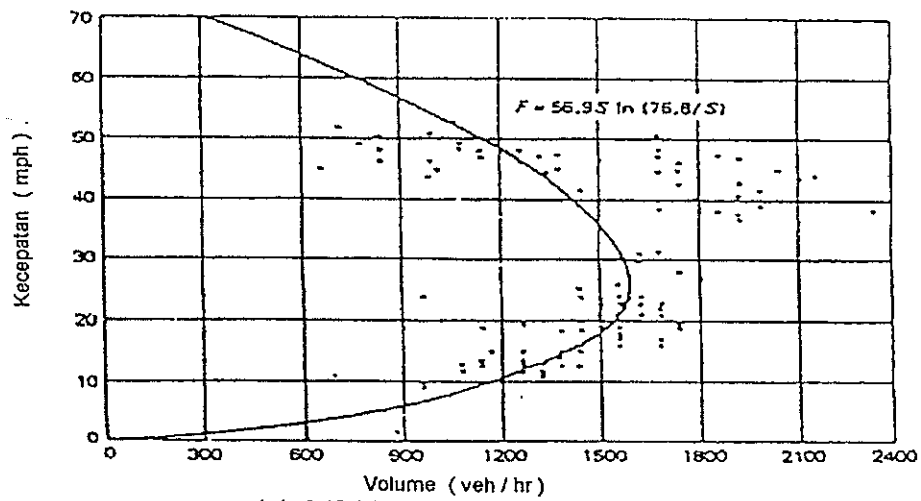
Hubungan antara kecepatan dan kepadatan dapat dilihat pada gambar 2.4.3a.

Hubungan antara kecepatan dan volume dapat dilihat pada gambar 2.4.3b.

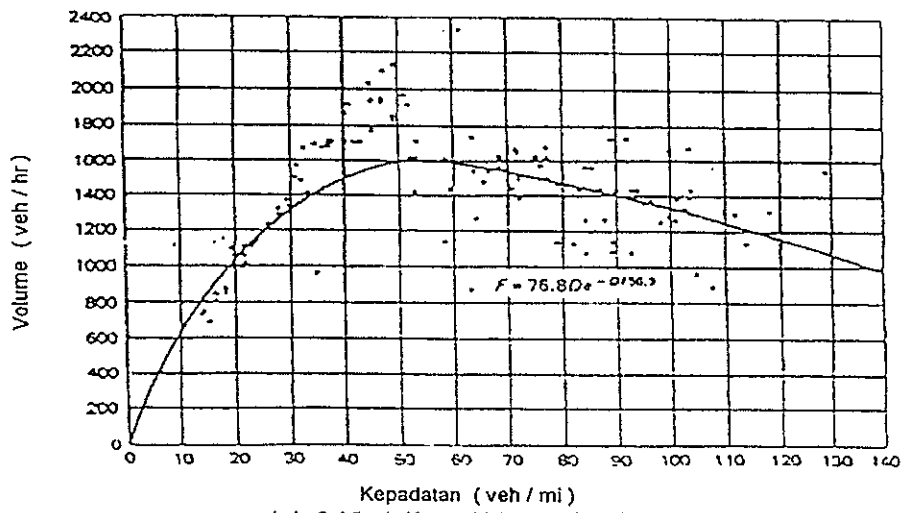
Hubungan antara volume dan kepadatan dapat dilihat pada gambar 2.4.3c.



(gb. 2.4.3.a) Kurve Kecepatan - Kepadatan



(gb. 2.4.3.b) Kurve Kecepatan - Volume



(gb. 2.4.3.c) Kurve Volume - Kepadatan

$$U_s = U_f \cdot \exp(-D / Dm) \dots\dots\dots (15)$$

Keterangan :

\bar{U}_f = kecepatan pada kondisi arus bebas

Dm = kepadatan pada saat volume maximum

Untuk mendapatkan konstanta U_f dan \bar{Dm} , persamaan (15) dapat diubah menjadi persamaan linier $Y = a + bx$ sebagai berikut :

$$\text{Ln } \bar{U}_s = \text{Ln } \bar{U}_f - D/Dm \dots\dots\dots (16)$$

Dengan memaksimalkan $Y = \text{Ln } \bar{U}_s$; $a = \text{Ln } \bar{U}_f$; $b = -1/\bar{Dm}$ dan $X = D$.

Bila persamaan $\bar{U}_s = V/D$ disubstitusikan dalam persamaan (15) maka hubungan volume dengan kepadatan adalah :

$$V = D \cdot \bar{U}_f \cdot \exp(-D/Dm) \dots\dots\dots (17)$$

Sedangkan guna mendapatkan hubungan volume dan kecepatan, maka persamaan $D = V/\bar{U}_s$ disubstitusikan ke dalam persamaan (23) menjadi :

$$V = \bar{U}_s \cdot Dm \cdot \text{Ln} \left(\bar{U}_f / \bar{U}_s \right) \dots\dots\dots (18)$$

Volume Maximum

Volume maximum dapat dihitung dengan persamaan (8) :

$$V_m = Dm \cdot U_m$$

Keterangan :

Dm = kepadatan pada saat volume maximum

\bar{U}_m = kecepatan pada saat volume maximum

Untuk memastikan kedua konstanta Dm dan U_m , maka persamaan 25 dan 26 harus dideferensialkan terhadap kepadatan dan kecepatan.

Kepadatan pada saat volume maksimum (Dm)

$$V = D \cdot \bar{U}_f \cdot e^{-D/Dm}$$

$$\begin{aligned} \frac{dV}{dD} &= \bar{U}_f \cdot e^{-D/Dm} + \bar{U}_f \cdot D \cdot (-1/Dm \cdot e^{-D/Dm}) \\ &= \bar{U}_f \cdot e^{-D/Dm} - D/Dm \cdot (\bar{U}_f \cdot e^{-D/Dm}) \end{aligned}$$

$$\bar{U}_f \cdot e^{-D/Dm} (1 - D/Dm) = 0$$

$$\frac{\bar{U}_f \cdot e^{-D/Dm} (-D/Dm) = 0}{1 - D/Dm = 0} : \bar{U}_f \cdot e^{-D/Dm}$$

$$D = 1 \cdot Dm = Dm \dots\dots\dots (19)$$

Kecepatan saat volume maksimum

$$V = \bar{U}_s \cdot Dm \cdot \text{Ln} (\bar{U}_f / \bar{U}_s)$$

$$\begin{aligned} \frac{dV}{d\bar{U}_s} &= Dm \cdot \text{Ln} (\bar{U}_f / \bar{U}_s) + \bar{U}_s \cdot \frac{Dm (\bar{U}_f / \bar{U}_s)^2}{\bar{U}_f / \bar{U}_s} \\ &= Dm \cdot \text{Ln} (\bar{U}_f / \bar{U}_s) - Dm \end{aligned}$$

$$Dm \cdot \text{Ln} (\bar{U}_f / \bar{U}_s) - 1 = 0$$

$$\frac{Dm \cdot \text{Ln} (\bar{U}_f / \bar{U}_s) - 1 = 0}{Dm}$$

$$\text{Ln} (\bar{U}_f / \bar{U}_s) - 1 = 0$$

$$\text{Ln} (\bar{U}_f / \bar{U}_s) = 1$$

$$\text{Ln} (\bar{U}_f / \bar{U}_s) = \text{Ln} \cdot e$$

$$\bar{U}_f / \bar{U}_s = e$$

$$\text{Maka } \bar{U}_s = \bar{U}_m = \bar{U}_f / e \dots\dots\dots (20)$$

Dari persamaan 19, dan 20 diperoleh volume maksimum :

$$V = Dm \cdot U_m$$

$$= Dm \cdot \bar{U}_f / e$$

$$= (Dj \cdot \bar{U}_m) / e \dots\dots\dots (21)$$

2.5. ANALISA REGRESI

Analisa regresi adalah suatu teknik untuk meramalkan nilai suatu variabel berdasarkan hubungan dengan satu atau lebih variabel lain. Variabel yang nilainya akan diramalkan disebut variabel tidak bebas (*dependent variabel*), sedangkan variabel yang nilainya dipergunakan untuk meramalkan disebut variabel bebas (*independent variabel*) atau juga variabel peramal (*predictor*). Bila hubungan hanya 2 variabel, maka hubungan variabel itu disebut hubungan analisa regresi linear. Sedangkan hubungan variabel lebih dari 2 variabel bebas maka disebut dengan analisa linear berganda.

2.5.1. Regresi Sederhana

Bentuk umum persamaan secara matematis dari regresi linier sederhana adalah sebagai berikut :

$$Y = b_0 + b_1X$$

Keterangan :

Y = variabel tak bebas

X = variabel bebas

b_0 = konstanta regresi untuk $X = 0$

b_1 = koefisien arah regresi linier dan menyatakan perubahan rata-rata variabel Y untuk setiap perubahan variabel X sebesar satu unit.

Sedangkan untuk mendapatkan nilai parameter b_0 dan b_1 terhitung dengan menggunakan persamaan.

2.5.2. Regresi Berganda

Bila variabel independennya (variabel bebas) dua atau lebih, dan tetap dengan satu variabel dependent (variabel tak bebas), maka penyelesaiannya harus dengan

menggunakan regresi berganda. Bentuk umum dari regresi berganda ini adalah sebagai berikut :

$$Y = b_0 + b_1X_1 + b_2X_2 \dots\dots\dots + b_kX_k$$

Keterangan :

Y = variabel tak bebas

X₁ X_k = variabel – variabel bebasnya.

b₀ b₁ = parameter – parameter dari persamaan regresi.

Untuk mendapatkan parameter – parameter b₀, b₁ b_k, bisa dengan cara menyelesaikan secara eliminasi.

2.5.3. Regresi Non Linier

Ada kalanya hubungan antara dua variabel atau lebih tidak dapat dinyatakan secara linier, tetapi dalam bentuk lengkung atau non linier. Hubungan yang non linier ini ada banyak macamnya, tetapi dalam kesempatan ini hanya beberapa yang akan diulas, yaitu yang sering dijumpai dalam beberapa kasus penelitian. Hubungan – hubungan tersebut adalah parabola kuadrat, eksponensial dan geometrik.

Untuk menyelesaikan hubungan yang non linier ini adalah dengan cara melakukan transportasi bentuk hubungan hingga menjadi linier. Setelah didapatkan hubungan yang linier, selanjutnya diselesaikan dengan metode regresi linier seperti telah dijelaskan dimuka.

a. Regresi parabola Kudratik

Bentuk umum dari hubungan ini adalah sebagai berikut;

$$Y = b_0 + b_1X + b_2X^2$$

Untuk mendapatkan parameter – parameter b₀, b₁ dan b₂ bisa dengan cara menyelesaikan secara eliminasi.

b. Regresi Geometrik

Bentuk umum dari hubungan ini adalah sebagai berikut :

$$Y = b_0 X$$

Dengan transformasi ke bentuk logaritma, maka akan didapat hubungan linier sebagai berikut :

$$\text{Log } Y = \text{Log } b_0 + b_1 \text{ Log } X$$

Maka bentuk bergandanya adalah sebagai berikut:

$$\text{Log } Y = \text{Log } b_0 + b_1 \text{ Log } X_1 + b_2 \text{ Log } X_2 + b_k \text{ Log } X_k$$

c. Regresi Eksponensial

Bentuk umum dari hubungan ini adalah sebagai berikut:

$$Y = b_0 b_1^x$$

Dengan transformasi ke bentuk logaritma, maka akan didapat hubungan linier sebagai berikut :

$$\text{Log } Y = \text{Log } b_0 + \text{Log } b_1$$

2.6. Parameter dan Pengujian Model Regresi

Sebelum meramalkan arus lalu lintas terlebih dahulu digambarkan pola data historis yang akan digunakan, agar dapat terlihat pola kecenderungan datanya.

Dari setiap model-model regresi yang dipertimbangkan, dilakukan perhitungan dan pengujian-pengujian untuk menentukan model peramalan yang paling sesuai. Pengujian di sini diperlukan untuk mengetahui apakah tepat penggunaan model regresi yang diperoleh.

2.6.1. Analisa Regresi Linier

Model arus lalu lintas yang digunakan dalam menentukan karakteristik kecepatan dan kepadatan ialah dengan menggunakan analisa regresi.

Bentuk umum persamaan secara matematis dari regresi linear sederhana adalah sebagai berikut :

$$Y = a + bx$$

Keterangan :

Y = variabel tidak bebas

x = variabel bebas

Sedang untuk mendapatkan konstanta a dan b dapat dicari dengan persamaan – persamaan di bawah ini :

$$b = \frac{n \sum X_i Y_i - \sum X_i \sum Y_i}{n \sum X_i^2 - [\sum X_i]^2}$$

$$a = \bar{y}_i - b \bar{x}_i$$

Keterangan :

$$\bar{y}_i = \sum y_i / n$$

$$\bar{x}_i = \sum x_i / n$$

2.6.2. Nilai Korelasi

$$r = \frac{n \sum X_i Y_i - \sum X_i \sum Y_i}{\sqrt{\left\{ n \sum X_i^2 - [\sum X_i]^2 \right\} \left\{ n \sum Y_i^2 - [\sum Y_i]^2 \right\}}}$$

Besarnya nilai r terletak antara $-1 < r < +1$. Jika r mendekati -1 dan $+1$ maka persamaan regresinya baik dan sebaliknya jika r mendekati 0 maka persamaan regresi lemah.

Sebaliknya jika r mendekati 0 maka persamaan regresi lemah. Sedang pengujian signifikansi variabel-variabel bebas terhadap variabel tak bebasnya dilakukan dengan t-test.

2.6.3. t-test Koefisien Regresi.

Bertujuan untuk melakukan pengujian koefisien variabel bebas (koefisien regresi) apakah mempunyai pengaruh terhadap variabel tak bebas. Nilai t dapat dihitung dengan rumus dibawah ini :

$$t = \frac{b}{S_b}$$

$$S_b = \frac{S_e}{\sum x_i^2 - \left[\frac{\sum x_i}{n} \right]^2}$$

$$S_e = \sqrt{\frac{\sum y_i^2 - a \cdot \sum y_i - b \cdot \sum x_i y_i}{n-2}}$$

Keterangan :

- t = Statistik pengujian untuk koreksi regresi
- b = Koefisien regresi
- S_b = Standard deviasi koefisien regresi
- S_e = Standard deviasi regresi
- X_i = Variabel bebas
- Y_i = Variabel tidak bebas
- n = Jumlah sampel

2.6.4. t- test Koefisien Korelasi.

Pengujian dengan distribusi t atau dikenal dengan t-test bertujuan untuk mengetahui apakah variabel yang menjadi penduga terbentuknya regresi memenuhi syarat bila dilihat dari nilai signifikasinya untuk tingkat kepercayaan tertentu. Nilai signifikasi ini didapat dengan membandingkan nilai t hasil perhitungan dengan t tabel untuk

tingkat kepercayaan tertentu. Dikatakan signifikan apabila nilai t hitungan lebih besar dari nilai t tabel. Nilai t dihitung dengan rumus :

$$t_0 = \frac{r^2 (n - m - 1)}{m (1 - r^2)}$$

Keterangan :

F = Nilai F hasil garis regresi

n = Jumlah data/sampel

m = Jumlah variabel bebas

r = Koefisien korelasi

BAB III METODOLOGI

Pola pikir yang menjadi dasar langkah – langkah penelitian pada ruas jalan secara menyeluruh dapat dilihat pada diagram pola pikir terlampir.

Adapun langkah – langkah kegiatan penelitian ini adalah sebagai berikut :

3.1. Tahap identifikasi data

Pada tahap ini dilakukan identifikasi data yang diperlukan, identifikasi sumber data yang mungkin, persiapan administrasi survai, perencanaan waktu, personil, biaya survai, dan sebagainya. Pemilihan data dipertimbangkan atas dasar memiliki besaran kuantitatif yang mudah diukur dan tercatat setiap tahun pada instansi terkait.

3.2. Pengumpulan data

Data yang diperlukan dalam penelitian ini adalah lokasi survey, volume kendaraan, waktu tempuh dan jarak tempuh, kecepatan, ukuran geometrik jalan dan jenis perkerasan. Data ini digunakan untuk mengetahui variabel-variabel kecepatan, volume dan kepadatan yang menentukan karakteristik ruas jalan dan kapasitas jalan yang ada sebagai dasar evaluasi pemanfaatan ruas jalan Trengguli-Kudus. Sedangkan data yang diperoleh adalah dengan cara mengelompokkan data lalu lintas termasuk kendaraan berat/trailer peti kemas dan data lalu lintas tidak termasuk kendaraan berat/trailer peti kemas.

Cara yang digunakan dalam memperoleh data tersebut adalah sebagai berikut :

- a. Pengamatan langsung dengan cara mengamati kegiatan langsung di ruas jalan yang ada.
- b. Pengumpulan data penunjang berupa inventarisasi data-data jalan di kantor – kantor / lembaga yang menangani jalan / transportasi.

3.2.1. Pengumpulan Data Primer

a. Tempat Survai

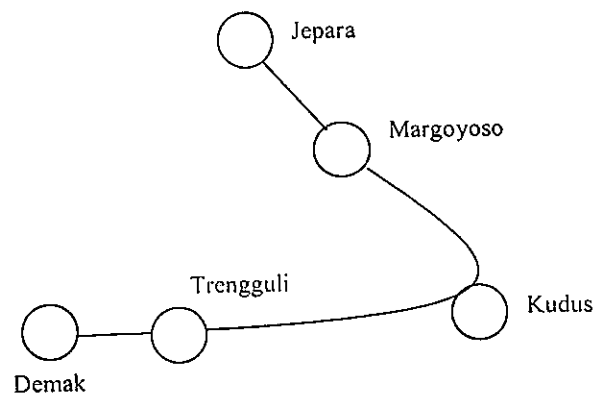
Pemilihan lokasi survai dilakukan dengan maksud :

- a. Agar dalam mencari data di lapangan dapat akurat.
- b. Data yang akurat menghasilkan analisa yang tepat.

Pada studi ini pemilihan lokasi dipilih kondisi sebagai berikut :

- a. Terletak diantara ruas jalan yang ditinjau.
- b. Lebar jalan rata-rata seragam di sepanjang ruas.
- c. Kondisi jalan baik, rata, lurus.
- d. Bebas dari gangguan samping yang berarti.

Lokasi Perhitungan



b. Periode Survai

Pada studi ini survey dilakukan 1 hari dimana akan dilakukan pengamatan selama jam sibuk yaitu pada :

Jam 08.00 – 12.00

Jam 13.00 – 17.00

Dengan interval waktu 2 menitan.

c. Survai Volume Lalu Lintas

Survai volume lalu lintas dimaksudkan guna memperoleh jumlah kendaraan menurut tipe, interval waktu dan variasinya pada bagian ruas jalan yang ditinjau.

UPT-PUSTAK-INDIP

Metode yang digunakan pada saat ini adalah dengan cara manual, menggunakan formulir standard. Perhitungan dilakukan untuk 1 arah selama periode waktu tertentu dan selama interval waktu tertentu. Adapun jenis kendaraan yang diamati adalah :

- Kendaraan ringan (mobil penumpang)
- Kendaraan menengah berat
- Sepeda motor
- Bis besar
- Truck besar/peti kemas (atau tidak termasuk kendaraan peti kemas).

d. Survei Kecepatan Kendaraan

Survei kecepatan kendaraan dilakukan dengan manual dengan memperhitungkan kecepatan setempat (*spot speed*) atau dapat pula dengan kamera video film. Ruas jalan tipikal sepanjang jalan tertentu yang dipilih terbebas dari pengaruh persimpangan atau belokan, kemudian dicatat perbedaan waktu yang melewati kedua garis penggal jalan yang diamati. Kecepatan kendaraan adalah sepanjang penggal jalan dibagi waktu tempuh kendaraan.

Pelaksanaan survei kecepatan dilakukan secara menerus mengikuti survei lalu lintasnya, saling mewakili setiap perhitungan volume yang terjadi pada ruas jalan yang ditinjau.

3.2.2. Test Statistik Sampel Apabila Bukan Data Populasi

3.2.3.1. Batas kepercayaan sampel

Data yang diperoleh dari hasil survei diproses dengan metode statistik dengan cara tabulasi kelompok data. Besaran data rata-rata dihitung

(\bar{X}), standar deviasi sampel (S) dan standar error (Se).

Perhitungan ditentukan lebih dulu *level of confidence* ($P\%$) yang diinginkan dan standar errornya baru kemudian dapat mengetahui batas kepercayaan sampel. Adapun batas kepercayaan sampel dapat dinyatakan dengan rumus :

$$\bar{X} - t_{\alpha} \cdot S/\sqrt{n} < \mu < \bar{X} + t_{\alpha} \cdot S/\sqrt{n}$$

Keterangan :

μ = batas kepercayaan sampel

t_{α} = *level of significant* ($1 - P\%$)

\bar{X} = sampel rata-rata

S = standar deviasi

n = jumlah sampel

3.2.3.2. Uji Statistik

Guna menguji sampel dapat diterima atau ditolak pada studi ini digunakan rumus sebagai berikut :

$$T = \frac{\bar{x} - \mu_0}{\frac{S}{\sqrt{n}}}$$

$$T = \frac{\bar{x} - \mu_0}{S/\sqrt{n}}$$

Kriteria :

$T > t_e \rightarrow$ diterima

$T < t_e \rightarrow$ ditolak

Keterangan :

\bar{x} = data rata-rata

μ = data rata-rata populasi

t_e = nilai kritik dari distribusi t.

3.3. Analisis perhitungan

3.3.1. Analisis Perhitungan Lalu Lintas

Perhitungan lalu lintas dilakukan dalam Satuan Mobil Penumpang (SMP) dengan interval waktu tertentu.

3.3.2. Hubungan variabel kecepatan, volume, kepadatan

Dari data kecepatan volume dan kepadatan dianalisis secara regresi guna mendapat koefisien a dan b pada persamaan.

$Y = a + bx$ dari model Greenshield, atau Underwood sehingga diperoleh kesamaan $U_s = D$; $U_s V$ dan $V = D$.

3.3.3. Kapasitas ruas jalan

Model arus lalu lintas yang digunakan untuk analisis terkait dengan arus lalu lintas ditinjau makroskopis dan aliran yang tak terganggu.

Karakteristik aliran lalu lintas terdiri dari :

- Karakteristik aliran lalu lintas (*flow*)
- Karakteristik kecepatan (*speed*)
- Karakteristik kerapatan (*density*)

Model-model aliran lalu lintas ini berguna untuk kegiatan yang berhubungan dengan fasilitas transportasi yang meliputi :

- Perencanaan (*planning*)
- Perancangan (*design*)
- Operasional (*operation*)

Planning : untuk analisa pembebanan lalu lintas

Design : hubungan antara LOS. Vs service flow IHCM'97 → *Degree of saturation (Q/c)*

Operasional : untuk mengukur performance dari fasilitas yang ada kepadatan, kecepatan dan optimasi atas kontrol yang ada.

Kapasitas ruas jalan dapat diperoleh dari analisis ketiga hubungan antara volume, kecepatan, kepadatan, kapasitas jalan tercapai pada hubungan persamaan $V_m = D_m \cdot U_m$

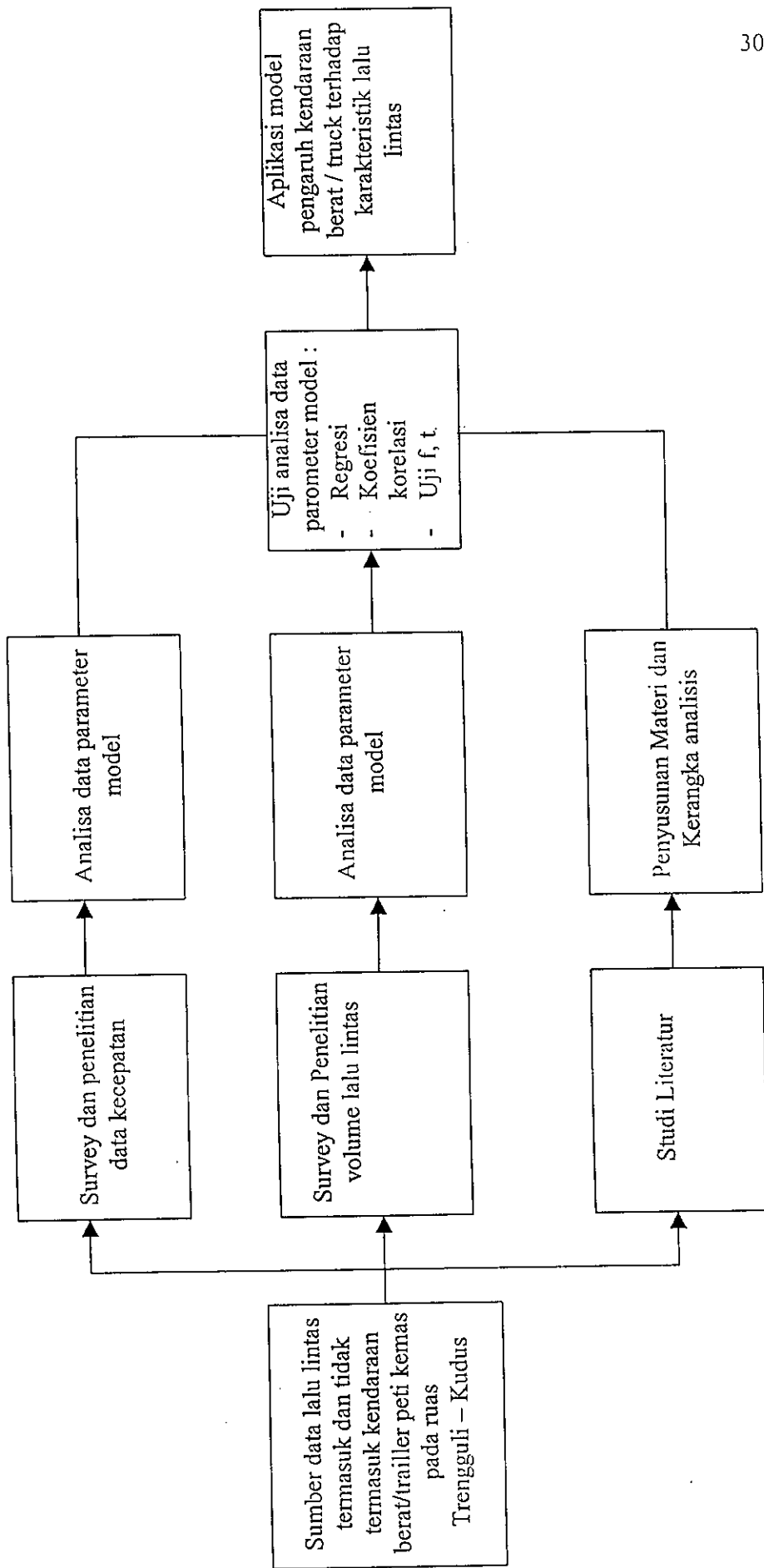
Keterangan :

D_m = kecepatan pada saat volume max

U_m = kecepatan pada saat volume max

3.3.4. Derajat Kejenuhan

Derajat kejenuhan pada suatu jalan ditentukan oleh besarnya volume kendaraan yang lewat dibagi dengan kapasitas ruas jalan yang ada. Kapasitas maksimum dapat diperoleh pada saat kepadatan dan kecepatan dalam volume maksimum.



Gambar 3.1. Bagan Pola Pikir

BAB IV PENGUMPULAN DATA

Data yang harus dimiliki dan dihimpun yang ada kaitan dengan rencana menganalisa pengaruh kendaraan berat / trailer angkutan peti kemas terhadap karakteristik arus lalu lintas pada ruas jalan Trengguli – Kudus. Data inventarisasi mencakup semua data yang diambil dari Dinas Bina Marga Propinsi Jawa Tengah. Sedangkan data utama dilakukan dengan cara survai di lapangan.

Mengingat keterbatasan waktu dan dana maka dilakukan langkah pendahuluan pada ruas yang ditinjau, sebagai berikut :

- a. Mengadakan perhitungan dalam 24 jam penuh pada ruas yang ditinjau dan dibuat grafik. Dari gambar grafik dicari jumlah lalu lintas yang mencapai puncak dan ternyata yang terjadi adalah pada pukul 08.00 – pukul 12.00 dan pukul 13.00 – pukul 17.00 (lihat gambar 4.1)
- b. Mencari hari dalam satu minggu yang mengalami jumlah lalu lintas yang mencapai puncaknya, yaitu hari Rabu (lihat gambar 4.2)
- c. Selanjutnya kita adakan pengumpulan data volume dan kecepatan dengan pilihan waktu pada hari Rabu, sedang saatnya pada pukul 08.00 – 11.30 pagi dan pukul 13.44 – 16.00 sore.
- d. Survai yang dilakukan dalam pendataan lalu lintas dan kecepatan dilakukan pada satu lajur dengan arah Trengguli – Kudus.

4.1. Kondisi Yang Ada Pada Ruas Jalan Trengguli – Kudus

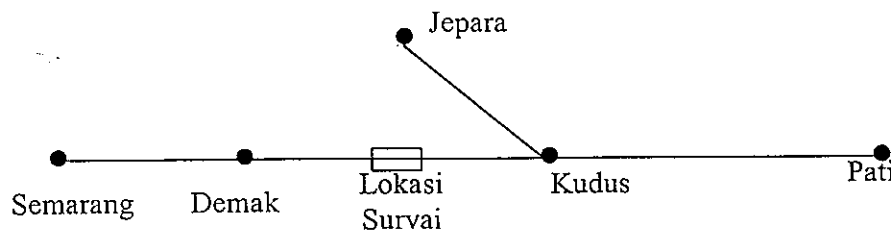
Kondisi ruas jalan Trengguli – Margoyoso merupakan jalur utama (Arteri Primer) yang memiliki kondisi jalan yang mantap dan baik sepanjang 13.40 km yang merupakan lintas kendaraan berat atau angkutan peti kemas sesuai keputusan Dirjen Perhubungan Darat No. AJ 306 / 2 / 6 / DRJD / 97 tanggal 19 Mei 1997. Jalan Arteri Primer ini merupakan jalan yang menghubungkan antar propinsi, yaitu : Jawa Barat, Jawa Tengah, dan Jawa Timur. Jalan yang

memiliki ciri – ciri kecepatan tinggi, perjalanan jarak jauh, frekuensi kepadatan lalu lintas tinggi, jumlah jalan masuk dibatasi serta kondisi geometrik sangat baik.

Seluruh kendaraan lalu lintas berat dari Surabaya ke Jakarta atau sebaliknya dari Jakarta ke Surabaya lewat jalan pantura ini, sedangkan jalan – jalan lainnya belum memenuhi syarat baik geometrik maupn kekuatan kontruksi jalannya. Masih dibawah tekanan gandar yang dipersyaratkan 10 ton untuk dapat dilewati.

4.2. Lahan Survai

Survai dilakukan pada ruas Trengguli – Margoyoso dari arah Semarang ke Kota Kudus.



Lahan ini dipilih dari hasil pengamatan yang dapat memungkinkan terpenuhinya syarat penelitian survai jalan antara lain :

- a. Lebar jalan seragam pada seluruh ruas jalan
- b. Memiliki lebar ≥ 3.5 m setiap lajur
- c. Lebar bahu jalan > 2 m
- d. Perkerasan jalan adalah lapisan Hot mix kondisi baik
- e. Tidak memiliki hambatan samping yang berarti karena sisi kiri atau kanan jalan adalah saluran irigasi atau tanah tegalan
- f. Memiliki topografi yang datar data dan arah jalan lurus / lebar

4.3. Waktu Survai

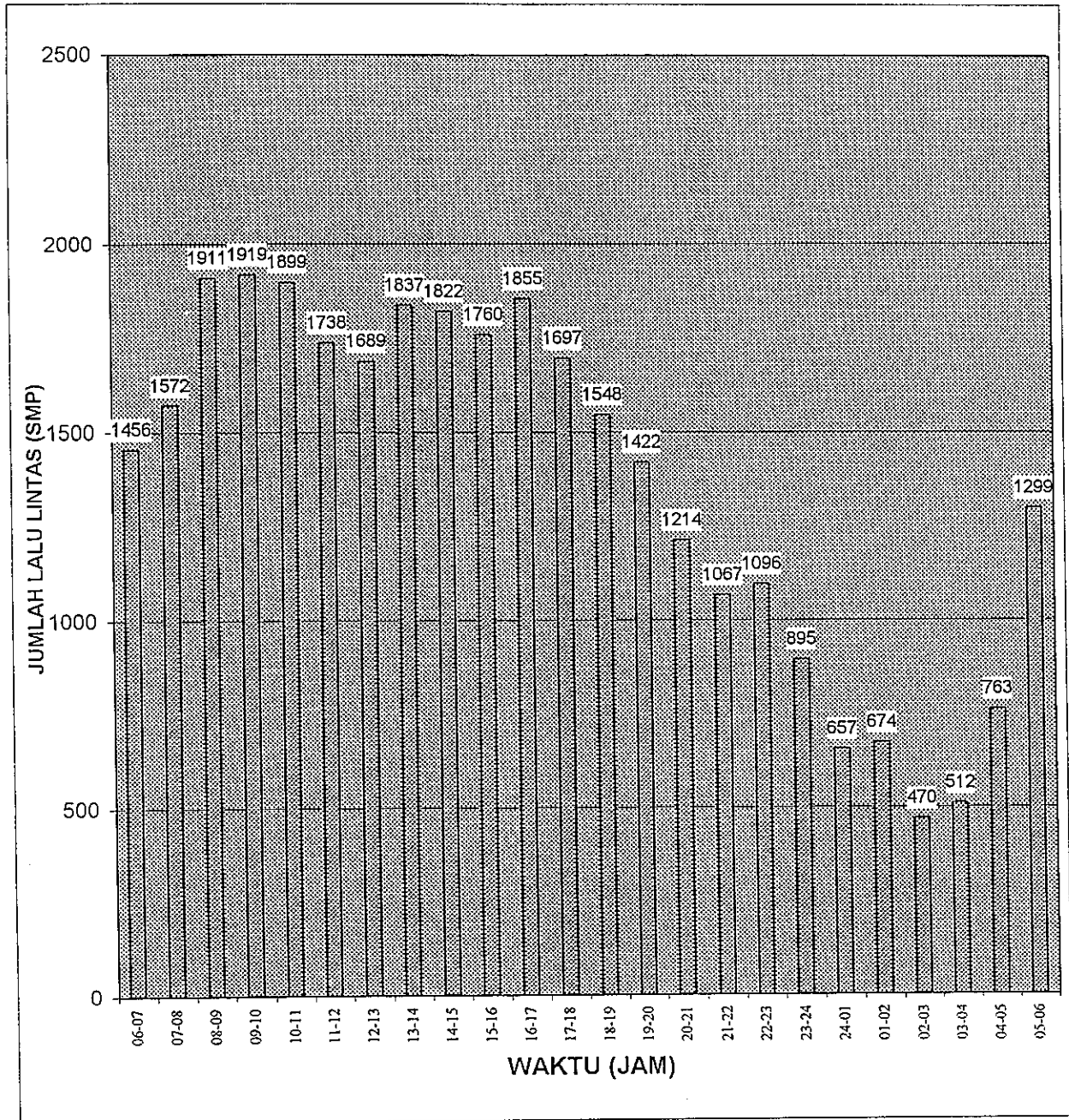
Mengingat keterbatasan biaya dan waktu maka survai dilakukan selama 1 hari yaitu pada hari Rabu antara jam 08.00 – 11.30 dan pukul 13.44–16.00 WIB. Sedangkan sebelumnya telah dilakukan survai pendahuluan untuk mendapatkan waktu yang dipilih (gambar 4.1 s/d gambar 4.8).

4.4. Pelaksanaan Survai

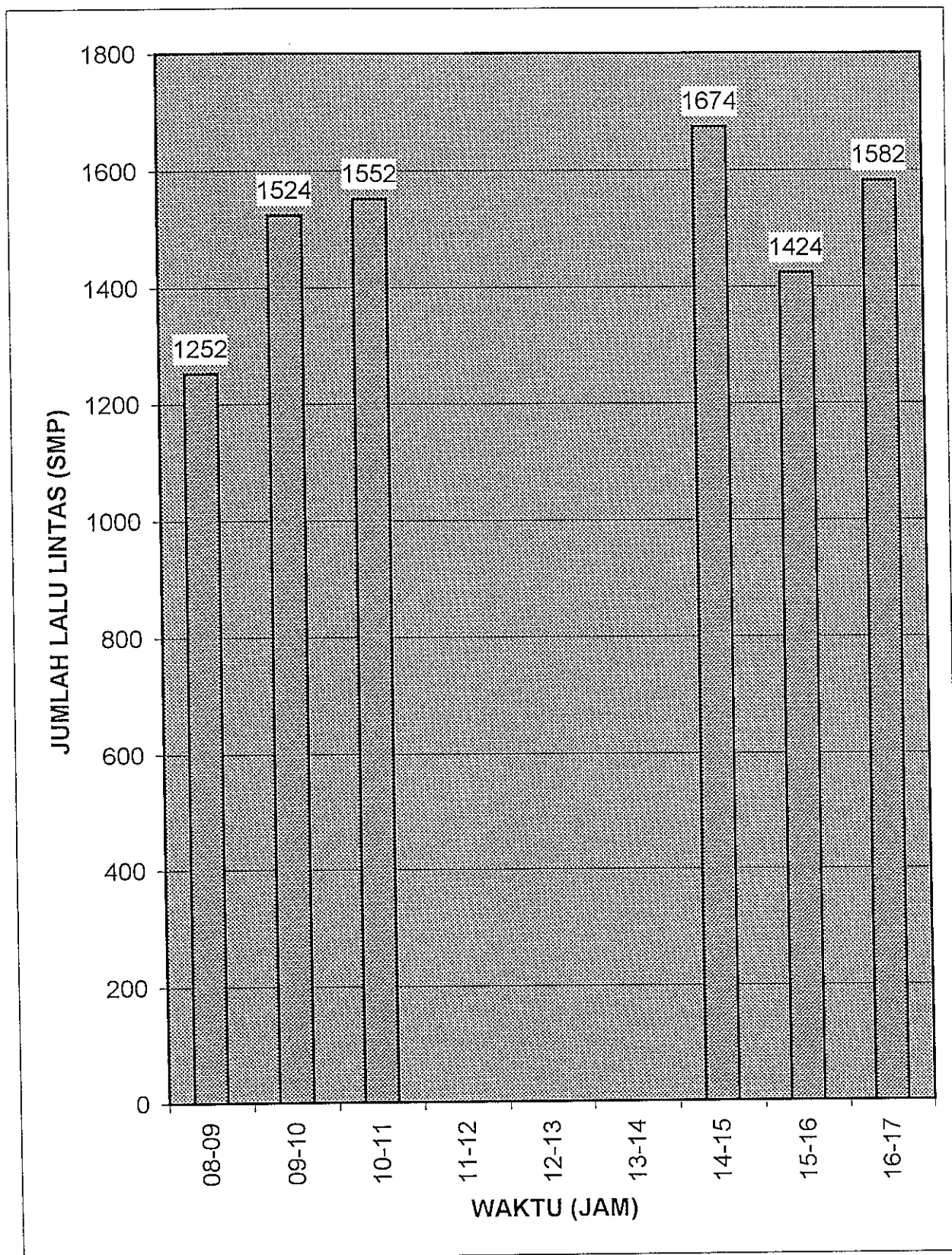
4.4.1. Survai Pendahuluan

Pelaksanaan survai perhitungan lalu lintas pendahuluan dilakukan oleh 8 Orang sebagai berikut :

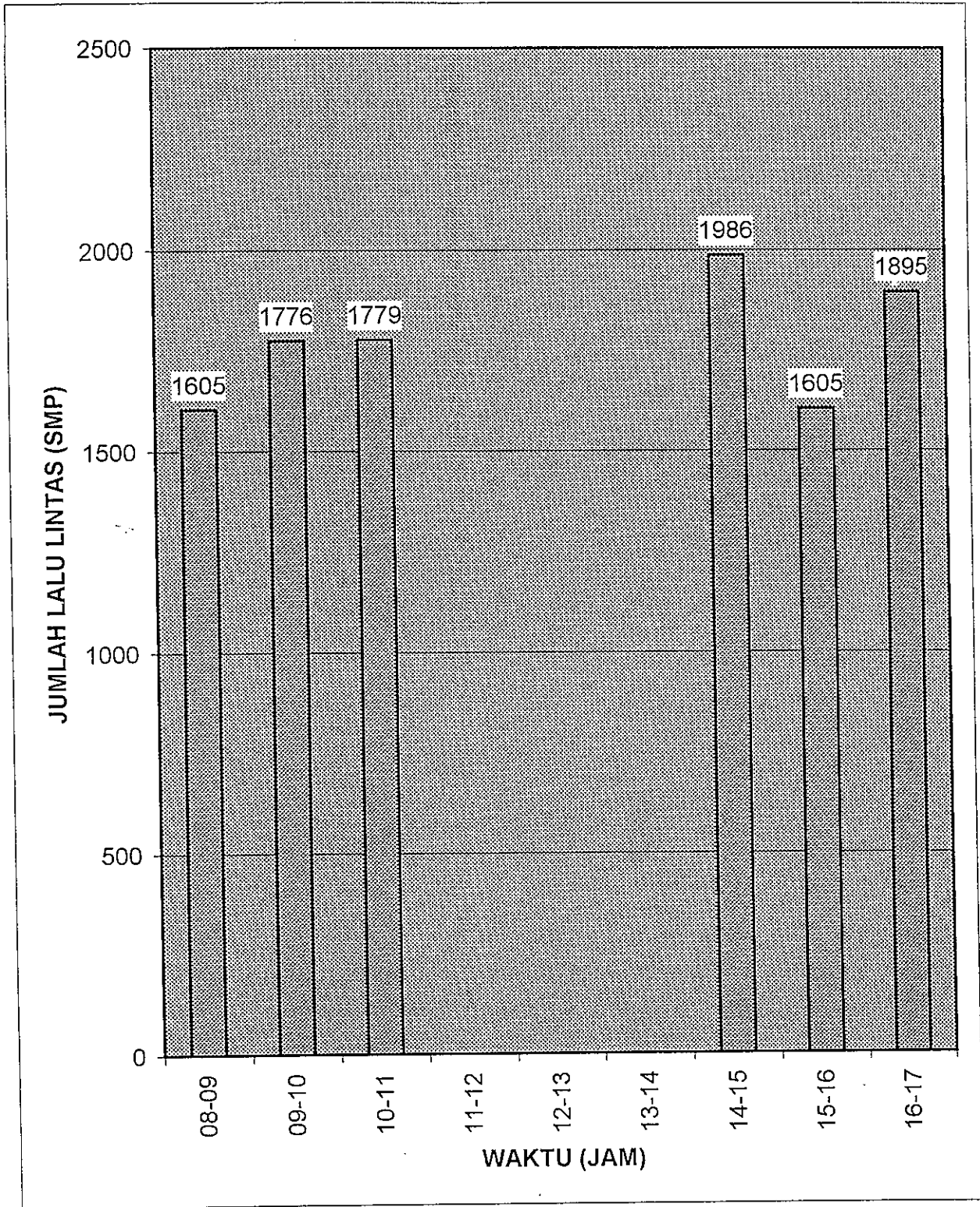
- a. Tanggal 7 Juni 2001 dilakukan mulai pukul 6.00 – 6.00 dengan data (lihat gambar 4.1).
- b. Tanggal 8 Juni 2001 dilakukan mulai pukul 8.00 - 11.00 dan pukul 14.00 – 17.00 (lihat gambar 4.2).
- c. Tanggal 9 Juni 2001 dilakukan mulai pukul 8.00 - 11.00 dan pukul 14.00 – 17.00 (lihat gambar 4.3).
- d. Tanggal 10 Juni 2001 dilakukan mulai pukul 8.00 - 11.00 dan pukul 14.00 – 17.00 (lihat gambar 4.4).
- e. Tanggal 11 Juni 2001 dilakukan mulai pukul 8.00 - 11.00 dan pukul 14.00 – 17.00 (lihat gambar 4.5).
- f. Tanggal 12 Juni 2001 dilakukan mulai pukul 8.00 - 11.00 dan pukul 14.00 – 17.00 (lihat gambar 4.6).
- g. Tanggal 13 Juni 2001 dilakukan mulai pukul 8.00 - 11.00 dan pukul 14.00 – 17.00 (lihat gambar 4.7).
- h. Tanggal 14 Juni 2001 dilakukan mulai pukul 8.00 - 11.00 dan pukul 14.00 – 17.00 (lihat gambar 4.8).



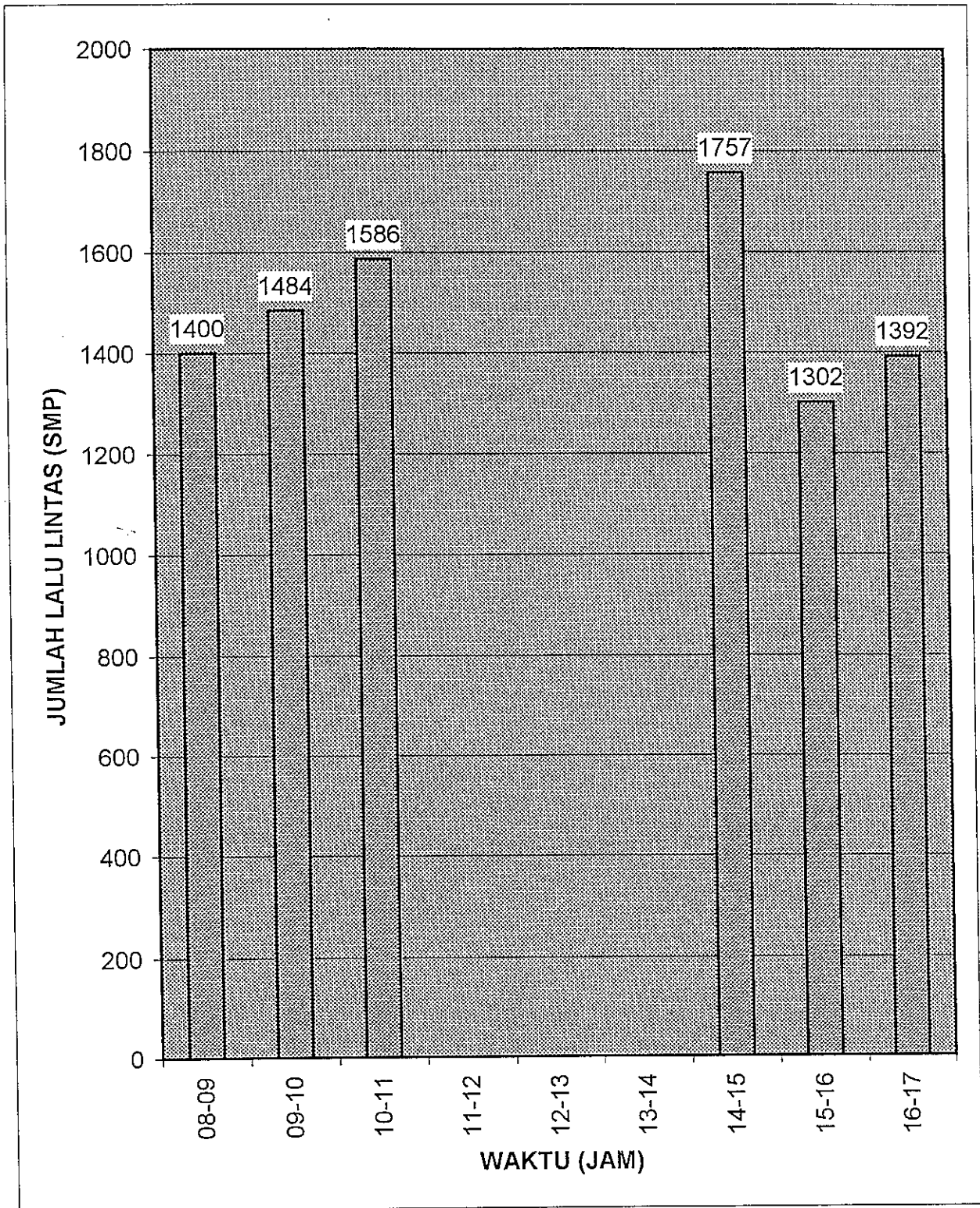
Gambar 4.1. Grafik Jumlah Lalu lintas (SMP/Jam)
Minggu 17 Juni 2001 / 2 arah



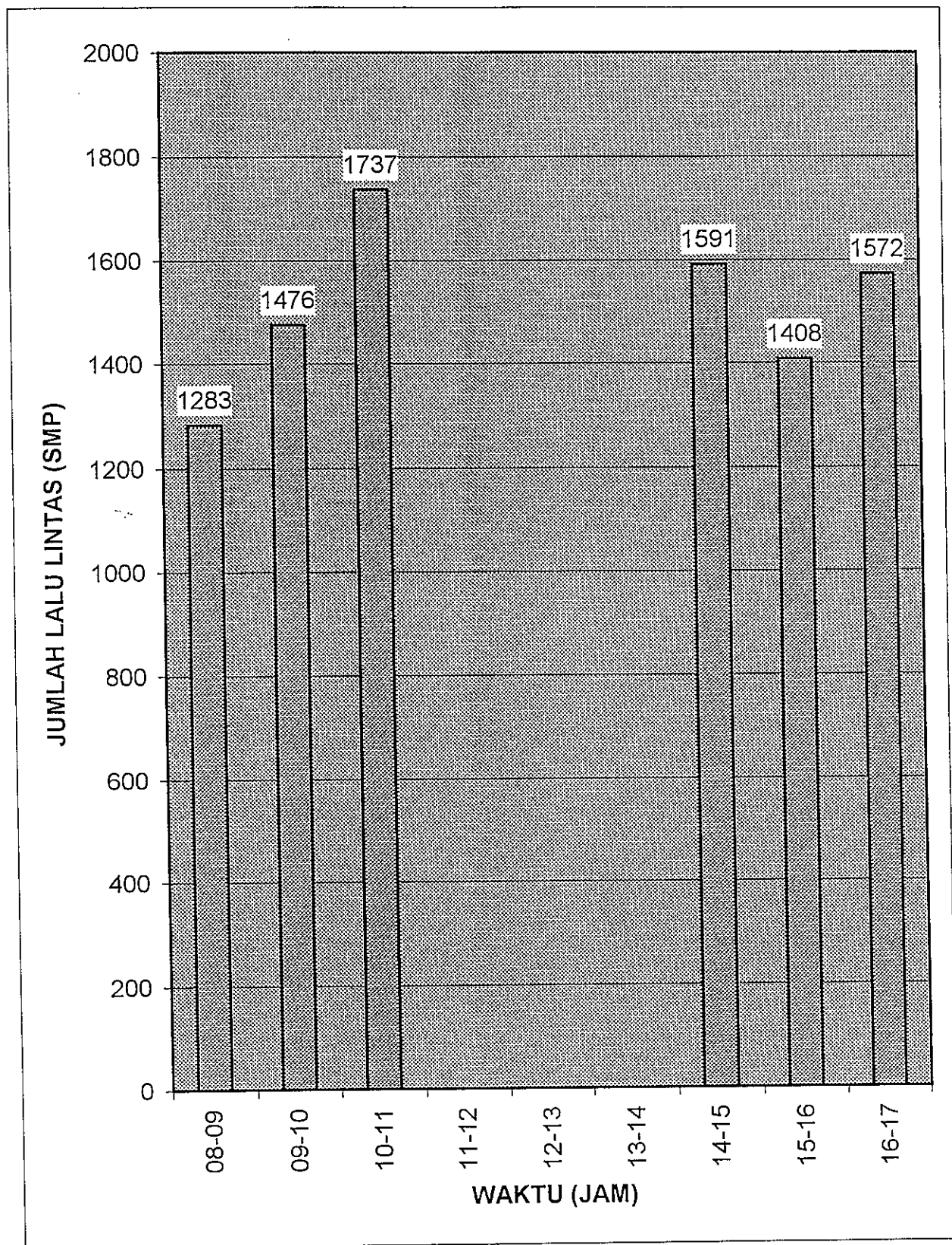
Gambar 4.2. Grafik Jumlah Lalu lintas (SMP/Jam)
Jumat 8 Juni 2001



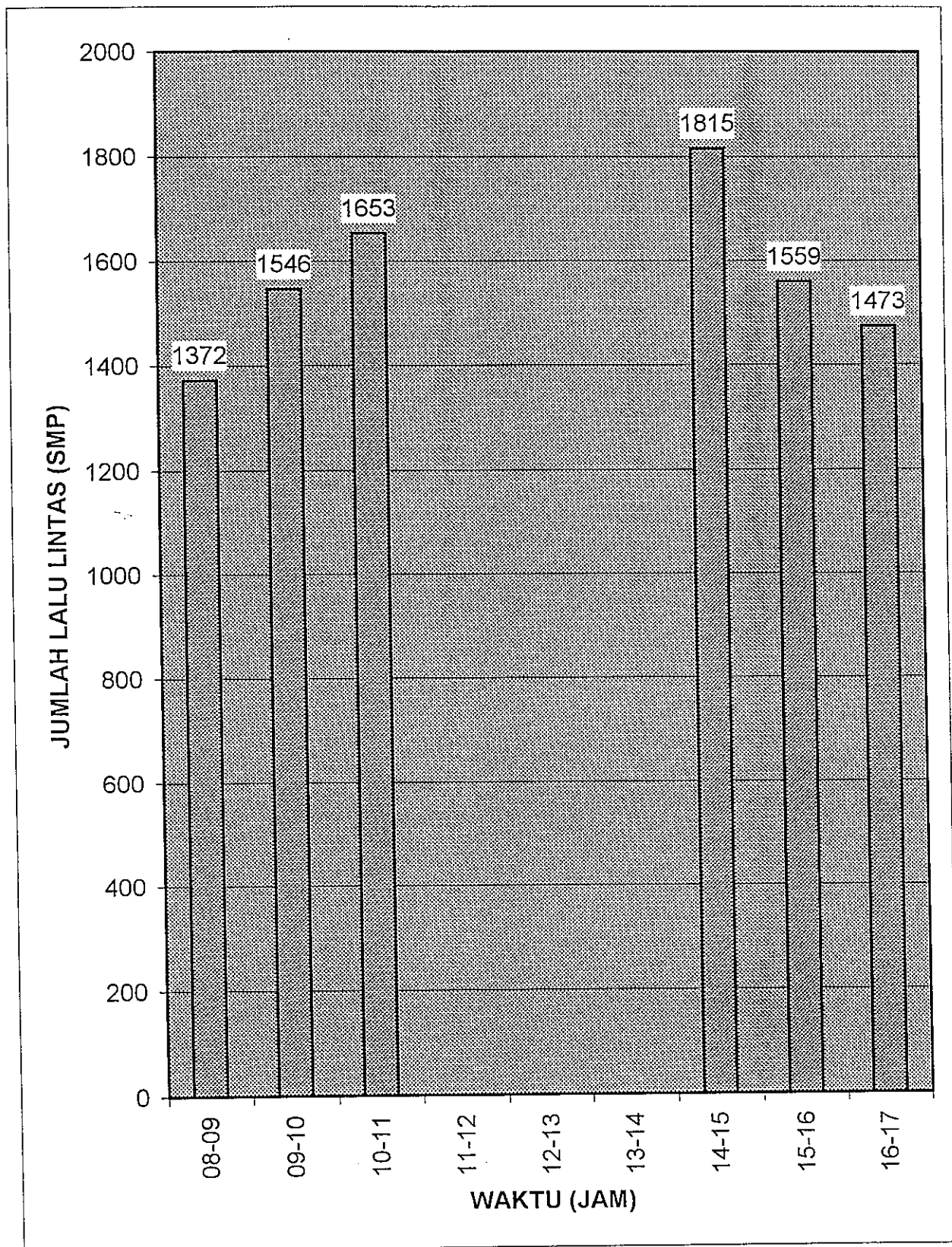
Gambar 4.3. Grafik Jumlah Lalu lintas (SMP/Jam)
Sabtu 9 Juni 2001



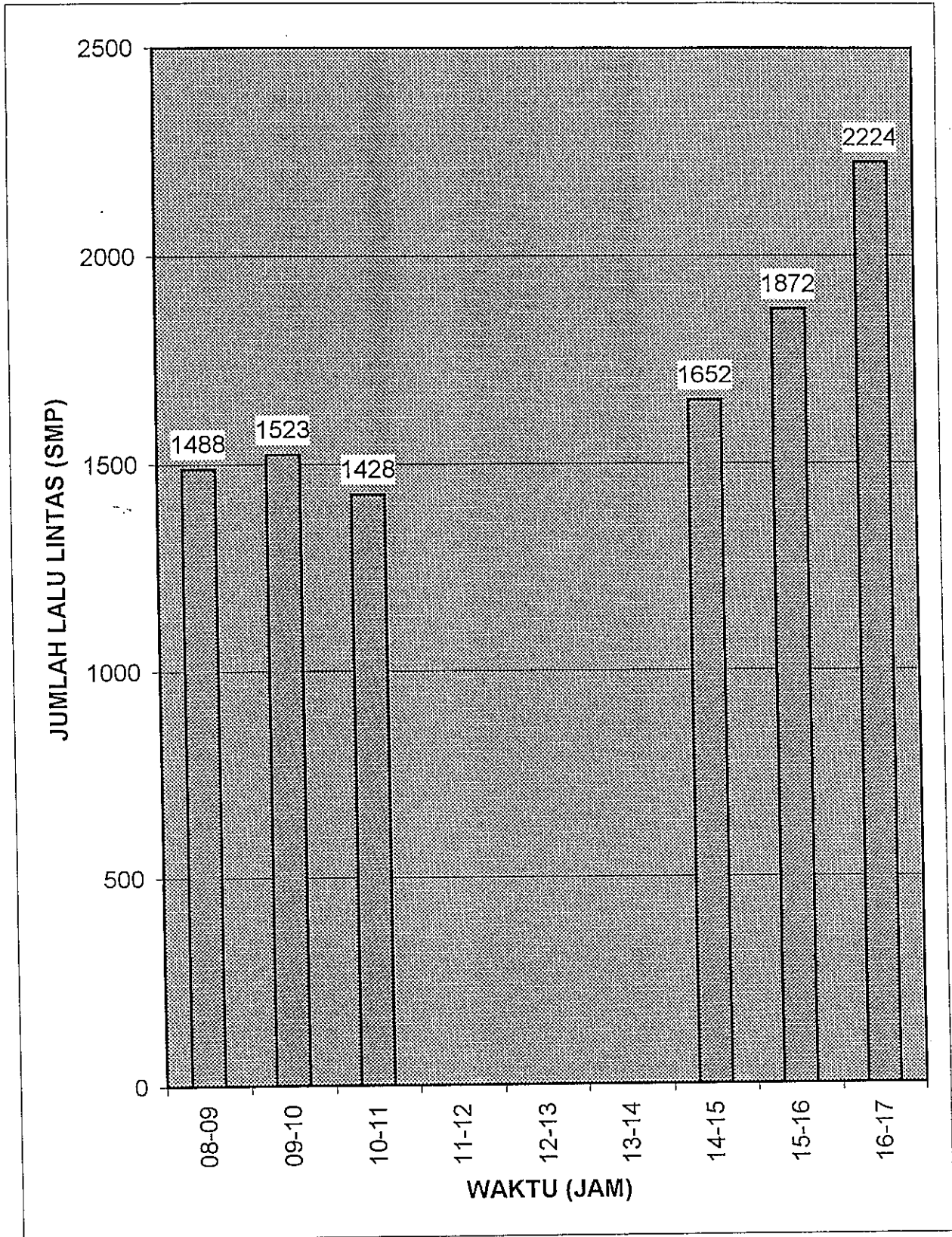
Gambar 4.4. Grafik Jumlah Lalu lintas (SMP/Jam)
Minggu 10 Juni 2001



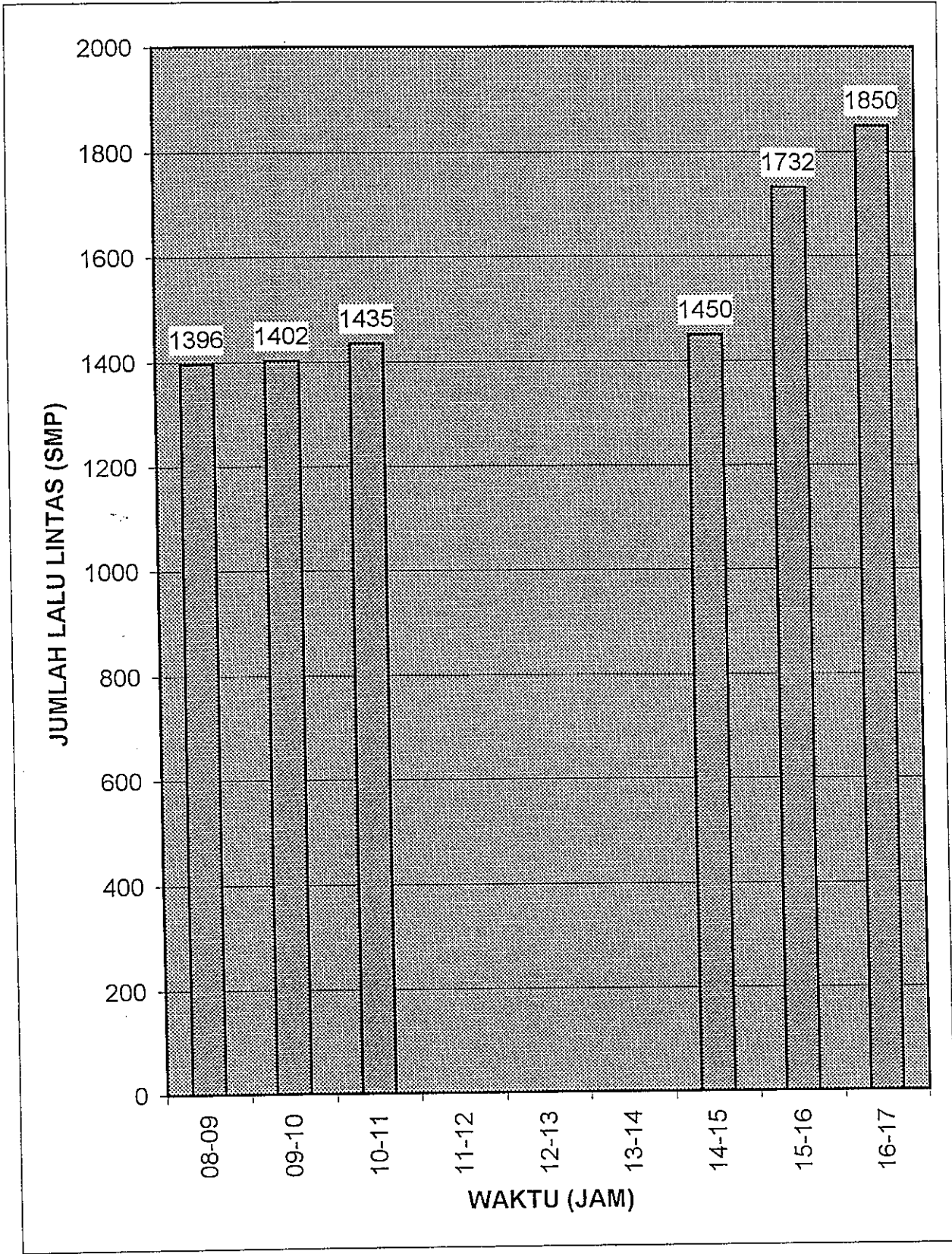
Gambar 4.5. Grafik Jumlah Lalu lintas (SMP/Jam)
Senin 11 Juni 2001



Gambar 4.6. Grafik Jumlah Lalu lintas (SMP/Jam)
Selasa, 12 Juni 2001



Gambar 4.7. Grafik Jumlah Lalu lintas (SMP/Jam)
Rabu 12 Juni 2001



Gambar 4.8. Grafik Jumlah Lalu lintas (SMP/Jam)
Kamis 14 Juni 2001

4.4.2. Survai Perhitungan Kecepatan

Survai ini dilakukan dengan mengambil jarak antara satu titik ke titik yang lain dalam ruas Trengguli – Kudus sepanjang 50 m dan diberi tanda patok dari kayu. Alat ukur waktu pada alat video kamera film digunakan untuk mengukur waktu tempuh kendaraan yang melewati penggal ruas jalan tersebut, sehingga akan diperoleh kecepatan rata – rata kendaraan. Mengingat keterbatasan waktu, maka data kamera video film masing-masing interval 2 menit untuk melakukan pengukuran waktu tempuh kendaraan. Sedangkan kecepatan diperoleh dengan membagi nilai waktu tempuh dengan jarak (50 m). survai dilakukan selama 1 hari selama 8 jam (Lampiran A)

4.4.3. Survai Perhitungan Lalu Lintas

Survai ini dilakukan dengan cara kamera video film tiap interval 2 menitan dilakukan selama 8 jam berbarengan dengan saat perhitungan kecepatan rata-rata. Sedangkan perhitungan tanpa kendaraan berat / trailer angkutan peti kemas dilakukan dengan cara yang sama yaitu dengan menggunakan kamera video film (lampiran B).

BAB V

PENGOLAHAN DATA DAN ANALISA DATA

Setelah data diperoleh maka pengolahan data dilakukan terhadap perhitungan lalu lintas, kecepatan dan kepadatan.

5.1. Pengolahan Data Terhadap Volume Lalu Lintas

Dari perhitungan lalu lintas di lapangan, diperoleh jumlah kendaraan yang lewat yang telah dibagi dalam jenis kendaraan dalam periode waktu 2 menitan. Kemudian dengan faktor ekivalensi kendaraan, maka setiap jenis kendaraan dirubah menjadi dalam Satuan Mobil Penumpang (SMP). Kemudian dilakukan perhitungan lalu lintas total kendaraan dengan kendaraan berat / trailer angkutan peti kemas dan yang termasuk kendaraan berat / trailer.

Adapun standard nilai ekivalensi jenis kendaraan yang digunakan diambil dari Manual Kapasitas Jalan Indonesia 1997 (MKJI 1997). Sehingga menjadi tabel dalam lampiran C.

Selanjutnya data yang ada pada Lampiran C diolah menjadi pengelompokan data dan masing – masing data lalu lintas termasuk kendaraan berat / trailer dan data lalu lintas tidak termasuk kendaraan berat/traler yang diperoleh dengan kamera video film dikelompokkan menjadi kelompok data populasi 2 menitan.

5.2. Pengolahan Data terhadap space mean speed

Kecepatan yang digunakan adalah kecepatan yang diperoleh dengan rumus :

$$\mu_s = \frac{d}{\sum_{i=1}^n \frac{t_i}{n}} \quad \text{atau} \quad \mu_s = \frac{\sum_{n=0}^{n=i} d_i}{\sum_{n=0}^{n=i} t_i}$$

Keterangan :

μ_s = Kecepatan rata – rata (m / detik)

t_i = Waktu tempuh tiap kendaraan (detik)

n = Jumlah kendaraan yang diamati

d = Jarak tempuh (m)

Apabila digunakan data sampel maka kecepatan dari hasil survai menggunakan metode statistik dengan cara tabulasi kelompok data. Selanjutnya dapat dihitung kecepatan rata – rata ruas (\bar{X}) standar durasi (S) dan standar eror (SE).

Batas kepercayaan sampel dapat ditunjukkan

$$\bar{X} - t\alpha S / \sqrt{n} < n < \bar{X} + t\alpha S / \sqrt{n}$$

Keterangan :

U = Batas kepercayaan sampel

$t\alpha$ = level of significant (1 – p %)

\bar{X} = Kecepatan rata – rata (km/jam)

S = Standard deviasi (km / jam)

n = jumlah sampel

Uji sampel

$$T = \frac{\bar{X} - U_0}{S / \sqrt{n}} \quad T > t_c \longrightarrow \text{diterima}$$

$$T < t_c \longrightarrow \text{ditolak}$$

Keterangan :

\bar{X} = Kecepatan rata – rata (km / jam)

U_0 = Kecepatan rata – rata populasi (km / jam)

t_c = Nilai kritis dari distribusi t

Karena yang disurvei adalah populasinya bukan sampling, sehingga tidak perlu adanya pengujian statistik.

5.3. Pengolahan Data untuk Kepadatan Lalu Lintas

Kepadatan dapat dihitung setelah variabel kecepatan rata – rata lalu lintas telah dihitung.

Persamaan yang digunakan adalah

$$V = U_s \cdot D \dots\dots\dots (8)$$

$$D = \frac{V}{U_s}$$

Keterangan :

V = volume (Smp/jam)

U_s = kecepatan rata – rata (km / jma)

D = kepadatan (Smp/km)

Tabel 5.1 memperlihatkan perhitungan kepadatan lalu lintas dari total kendaraan berat / trailer angkutan peti kemas.

Tabel 5.2 memperlihatkan Perhitungan kepadatan lalu lintas dari total kendaraan tanpa kendaraan berat / traliler angkutan peti kemas.

TABEL 5.1
**DATA LALU LINTAS TERMASUK KENDARAAN
 BERAT / TRAILLER ANGKUTAN PETI KEMAS
 (SATU ARAH)**

| No. | Kecepatan Rata-rata Km/Jam | Volume (V -2) SMP/2 mnt | Rate of Flow (V) SMP/Jam | Kepadatan (D) SMP/Km |
|-----|----------------------------------|---------------------------------|----------------------------------|------------------------------|
| 1 | 2 | 3 | 4 = (3x30) | 5 = (4/2) |
| 1 | 62,99 | 30 | 900,00 | 14,29 |
| 2 | 61,39 | 33 | 990,00 | 16,13 |
| 3 | 57,82 | 40 | 1200,00 | 20,75 |
| 4 | 56,68 | 43 | 1290,00 | 22,76 |
| 5 | 61,93 | 33 | 990,00 | 15,99 |
| 6 | 59,94 | 37 | 1110,00 | 18,52 |
| 7 | 67,26 | 23 | 690,00 | 10,26 |
| 8 | 61,10 | 35 | 1050,00 | 17,18 |
| 9 | 61,98 | 34 | 1020,00 | 16,46 |
| 10 | 68,64 | 19 | 570,00 | 8,30 |
| 11 | 66,00 | 26 | 780,00 | 11,82 |
| 12 | 68,60 | 19 | 570,00 | 8,31 |
| 13 | 66,98 | 23 | 690,00 | 10,30 |
| 14 | 69,38 | 13 | 390,00 | 5,62 |
| 15 | 63,42 | 31 | 930,00 | 14,66 |
| 16 | 68,03 | 20 | 600,00 | 8,82 |
| 17 | 65,08 | 27 | 810,00 | 12,45 |
| 18 | 64,35 | 30 | 900,00 | 13,99 |
| 19 | 62,51 | 34 | 1020,00 | 16,32 |
| 20 | 65,08 | 29 | 870,00 | 13,37 |
| 21 | 66,42 | 23 | 690,00 | 10,39 |
| 22 | 63,53 | 32 | 960,00 | 15,11 |
| 23 | 65,14 | 29 | 870,00 | 13,36 |
| 24 | 64,86 | 28 | 840,00 | 12,95 |
| 25 | 67,36 | 21 | 630,00 | 9,35 |
| 26 | 68,46 | 18 | 540,00 | 7,89 |
| 27 | 65,47 | 24 | 720,00 | 11,00 |
| 28 | 64,53 | 30 | 900,00 | 13,95 |
| 29 | 63,66 | 32 | 960,00 | 15,08 |
| 30 | 63,91 | 33 | 990,00 | 15,49 |
| 31 | 65,11 | 29 | 870,00 | 13,36 |
| 32 | 63,04 | 36 | 1080,00 | 17,13 |
| 33 | 65,71 | 24 | 720,00 | 10,96 |

TABEL 5.1 (Lanjutan)
**DATA LALU LINTAS TERMASUK KENDARAAN
 BERAT / TRAILER ANGKUTAN PETI KEMAS
 (SATU ARAH)**

| No. | Kecepatan Rata-rata Km/Jam | Volume (V -2) SMP/2 mnt | Rate of Flow (V) SMP/Jam | Kepadatan (D) SMP/Km |
|-----|----------------------------------|---------------------------------|----------------------------------|------------------------------|
| 1 | 2 | 3 | 4 = (3x30) | 5 = (4/2) |
| 34 | 64,04 | 32 | 960,00 | 14,99 |
| 35 | 64,48 | 30 | 900,00 | 13,96 |
| 36 | 64,37 | 31 | 930,00 | 14,45 |
| 37 | 64,42 | 31 | 930,00 | 14,44 |
| 38 | 68,36 | 20 | 600,00 | 8,78 |
| 39 | 64,76 | 30 | 900,00 | 13,90 |
| 40 | 64,85 | 25 | 750,00 | 11,57 |
| 41 | 59,41 | 25 | 750,00 | 12,63 |
| 42 | 59,57 | 23 | 690,00 | 11,58 |
| 43 | 54,02 | 27 | 810,00 | 14,99 |
| 44 | 64,63 | 23 | 690,00 | 10,68 |
| 45 | 56,05 | 22 | 660,00 | 11,78 |
| 46 | 65,35 | 15 | 450,00 | 6,89 |
| | | | | |

TABEL : 5.2
**DATA LALU LINTAS TIDAK TERMASUK KENDARAAN
 BERAT / TRAILER ANGKUTAN PETI KEMAS
 (SATU ARAH)**

| No. | Kecepatan Rata - Rata Km/Jam | Volume (V - 2) SMP/2 mnt | Rate of Flow (V) SMP/Jam | Kepadatan (D) SMP/Km |
|-----|------------------------------------|----------------------------------|----------------------------------|------------------------------|
| 1 | 2 | 3 | 4 = (3x30) | 5 = (4/2) |
| 1 | 68,59 | 16 | 480,00 | 7,00 |
| 2 | 72,97 | 9 | 270,00 | 3,70 |
| 3 | 57,76 | 40 | 1200,00 | 20,78 |
| 4 | 57,11 | 39 | 1170,00 | 20,49 |
| 5 | 69,19 | 11 | 330,00 | 4,77 |
| 6 | 67,09 | 23 | 690,00 | 10,29 |
| 7 | 67,62 | 16 | 480,00 | 7,10 |
| 8 | 58,25 | 40 | 1200,00 | 20,60 |
| 9 | 62,61 | 37 | 1110,00 | 17,73 |
| 10 | 64,32 | 28 | 840,00 | 13,06 |
| 11 | 62,96 | 33 | 990,00 | 15,72 |
| 12 | 68,57 | 20 | 600,00 | 8,75 |
| 13 | 68,53 | 14 | 420,00 | 6,13 |
| 14 | 68,41 | 15 | 450,00 | 6,58 |
| 15 | 64,90 | 28 | 840,00 | 12,94 |
| 16 | 68,67 | 14 | 420,00 | 6,12 |
| 17 | 68,38 | 18 | 540,00 | 7,90 |
| 18 | 68,41 | 18 | 540,00 | 7,89 |
| 19 | 64,55 | 26 | 780,00 | 12,08 |
| 20 | 65,34 | 24 | 720,00 | 11,02 |
| 21 | 64,60 | 28 | 840,00 | 13,00 |
| 22 | 69,50 | 12 | 360,00 | 5,18 |
| 23 | 72,29 | 9 | 270,00 | 3,74 |
| 24 | 68,34 | 18 | 540,00 | 7,90 |
| 25 | 72,80 | 8 | 240,00 | 3,30 |
| 26 | 68,44 | 16 | 480,00 | 7,01 |
| 27 | 72,00 | 10 | 300,00 | 4,17 |
| 28 | 69,04 | 17 | 510,00 | 7,39 |
| 29 | 65,41 | 24 | 720,00 | 11,01 |
| 30 | 68,53 | 14 | 420,00 | 6,13 |
| 31 | 68,02 | 16 | 480,00 | 7,06 |
| 32 | 71,78 | 11 | 330,00 | 4,60 |
| 33 | 64,27 | 27 | 810,00 | 12,60 |
| 34 | 68,28 | 14 | 420,00 | 6,15 |
| 35 | 68,01 | 21 | 630,00 | 9,26 |

TABEL : 5.2 (Lanjutan)
**DATA LALU LINTAS TIDAK TERMASUK KENDARAAN
 BERAT / TRAILER ANGKUTAN PETI KEMAS
 (SATU ARAH)**

| No. | Kecepatan Rata - Rata Km/Jam | Volume (V - 2) SMP/2 mnt | Rate of Flow (V) SMP/Jam | Kepadatan (D) SMP/Km |
|-----|------------------------------------|----------------------------------|----------------------------------|------------------------------|
| 1 | 2 | 3 | 4 = (3x30) | 5 = (4/2) |
| 36 | 68,47 | 15 | 450,00 | 6,57 |
| 37 | 68,53 | 17 | 510,00 | 7,44 |
| 38 | 68,08 | 16 | 480,00 | 7,05 |
| 39 | 68,60 | 18 | 540,00 | 7,87 |
| 40 | 68,42 | 15 | 450,00 | 6,58 |
| 41 | 68,01 | 19 | 570,00 | 8,38 |
| 42 | 68,47 | 15 | 450,00 | 6,57 |
| 43 | 62,54 | 30 | 900,00 | 14,39 |
| 44 | 69,36 | 12 | 360,00 | 5,19 |
| 45 | 67,33 | 22 | 660,00 | 9,80 |
| 46 | 64,81 | 28 | 840,00 | 12,96 |
| 47 | 65,85 | 26 | 780,00 | 11,84 |
| 48 | 68,55 | 17 | 510,00 | 7,44 |
| 49 | 68,26 | 20 | 600,00 | 8,79 |
| 50 | 66,51 | 22 | 660,00 | 9,92 |
| 51 | 72,25 | 10 | 300,00 | 4,15 |
| 52 | 66,40 | 23 | 690,00 | 10,39 |
| 53 | 68,73 | 14 | 420,00 | 6,11 |
| 54 | 66,54 | 22 | 660,00 | 9,92 |
| 55 | 65,00 | 28 | 840,00 | 12,92 |
| 56 | 65,23 | 25 | 750,00 | 11,50 |
| 57 | 69,10 | 13 | 390,00 | 5,64 |
| 58 | 65,29 | 25 | 750,00 | 11,49 |
| 59 | 68,62 | 17 | 510,00 | 7,43 |
| 60 | 67,99 | 16 | 480,00 | 7,06 |
| 61 | 68,13 | 16 | 480,00 | 7,04 |
| 62 | 69,06 | 14 | 420,00 | 6,08 |
| 63 | 67,90 | 19 | 570,00 | 8,39 |
| 64 | 64,60 | 26 | 780,00 | 12,07 |
| 65 | 62,47 | 29 | 870,00 | 13,93 |
| 66 | 67,15 | 21 | 630,00 | 9,38 |
| 67 | 67,31 | 20 | 600,00 | 8,91 |
| 68 | 65,36 | 25 | 750,00 | 11,47 |
| 69 | 68,65 | 15 | 450,00 | 6,56 |
| 70 | 67,90 | 17 | 510,00 | 7,51 |

TABEL : 5.2 (Lanjutan)
**DATA LALU LINTAS TIDAK TERMASUK KENDARAAN
 BERAT / TRAILLER ANGKUTAN PETI KEMAS
 (SATU ARAH)**

| No. | Kecepatan Rata - Rata Km/Jam | Volume (V - 2) SMP/2 mnt | Rate of Flow (V) SMP/Jam | Kepadatan (D) SMP/Km |
|-----|------------------------------------|----------------------------------|----------------------------------|------------------------------|
| 1 | 2 | 3 | 4 = (3x30) | 5 = (4/2) |
| 71 | 67,67 | 20 | 600,00 | 8,87 |
| 72 | 66,95 | 22 | 660,00 | 9,86 |
| 73 | 62,61 | 29 | 870,00 | 13,89 |
| 74 | 67,92 | 18 | 540,00 | 7,95 |
| 75 | 67,20 | 22 | 660,00 | 9,82 |
| 76 | 67,96 | 17 | 510,00 | 7,50 |
| 77 | 67,49 | 19 | 570,00 | 8,45 |
| 78 | 65,95 | 23 | 690,00 | 10,46 |
| 79 | 65,50 | 24 | 720,00 | 10,99 |
| 80 | 68,02 | 19 | 570,00 | 8,38 |
| 81 | 66,58 | 23 | 690,00 | 10,36 |
| 82 | 66,44 | 23 | 690,00 | 10,39 |
| 83 | 69,10 | 15 | 450,00 | 6,51 |
| 84 | 67,02 | 21 | 630,00 | 9,40 |
| 85 | 65,13 | 25 | 750,00 | 11,52 |
| 86 | 66,40 | 22 | 660,00 | 9,94 |
| 87 | 65,24 | 25 | 750,00 | 11,50 |
| 88 | 64,23 | 30 | 900,00 | 14,01 |
| 89 | 66,91 | 22 | 660,00 | 9,86 |
| 90 | 67,04 | 22 | 660,00 | 9,85 |
| 91 | 67,88 | 17 | 510,00 | 7,51 |
| 92 | 67,52 | 20 | 600,00 | 8,89 |
| 93 | 66,74 | 22 | 660,00 | 9,89 |
| 94 | 65,38 | 26 | 780,00 | 11,93 |
| 95 | 67,27 | 21 | 630,00 | 9,37 |
| 96 | 67,11 | 23 | 690,00 | 10,28 |
| 97 | 67,07 | 23 | 690,00 | 10,29 |
| 98 | 65,33 | 25 | 750,00 | 11,48 |
| 99 | 65,29 | 25 | 750,00 | 11,49 |
| 100 | 65,87 | 24 | 720,00 | 10,93 |
| 101 | 65,05 | 27 | 810,00 | 12,45 |
| 102 | 65,27 | 26 | 780,00 | 11,95 |
| 103 | 65,71 | 24 | 720,00 | 10,96 |
| 104 | 62,44 | 35 | 1050,00 | 16,82 |
| 105 | 65,10 | 27 | 810,00 | 12,44 |

TABEL : 5.2 (Lanjutan)
**DATA LALU LINTAS TIDAK TERMASUK KENDARAAN
 BERAT / TRAILER ANGKUTAN PETI KEMAS
 (SATU ARAH)**

| No. | Kecepatan Rata - Rata Km/Jam | Volume (V -2) SMP/2 mnt | Rate of Flow (V) SMP/Jam | Kepadatan (D) SMP/Km |
|-----|------------------------------------|---------------------------------|----------------------------------|------------------------------|
| 1 | 2 | 3 | 4 = (3x30) | 5 = (4/2) |
| 106 | 65,38 | 25 | 750,00 | 11,47 |
| 107 | 68,99 | 18 | 540,00 | 7,83 |
| 108 | 68,47 | 14 | 420,00 | 6,13 |
| 109 | 66,42 | 25 | 750,00 | 11,29 |
| 110 | 67,05 | 21 | 630,00 | 9,40 |
| 111 | 65,59 | 25 | 750,00 | 11,43 |
| 112 | 66,84 | 22 | 660,00 | 9,87 |
| 113 | 66,42 | 21 | 630,00 | 9,49 |
| 114 | 65,11 | 24 | 720,00 | 11,06 |
| 115 | 68,77 | 20 | 600,00 | 8,73 |
| 116 | 66,84 | 23 | 690,00 | 10,32 |
| 117 | 65,92 | 24 | 720,00 | 10,92 |
| 118 | 65,39 | 25 | 750,00 | 11,47 |
| 119 | 65,65 | 23 | 690,00 | 10,51 |
| 120 | 66,81 | 23 | 690,00 | 10,33 |
| 121 | 69,12 | 15 | 450,00 | 6,51 |
| 122 | 68,68 | 16 | 480,00 | 6,99 |
| 123 | 66,98 | 21 | 630,00 | 9,41 |
| 124 | 68,48 | 20 | 600,00 | 8,76 |
| 125 | 68,58 | 19 | 570,00 | 8,31 |
| 126 | 69,65 | 11 | 330,00 | 4,74 |
| 127 | 68,44 | 18 | 540,00 | 7,89 |
| | | | | |

IPT - PUSTAKA - UNDIP

5.4 Hubungan Antara Variabel Kecepatan, Volume, Dan Kepadatan Berdasarkan Perhitungan Greenshields dan Underwood.

Dalam studi ini dicari hubungan antara variable kecepatan, volume dan kepadatan dengan analisa model Greenshields dan Underwood yang dapat dilihat pada Bab II dan pada persamaan (9) s/d (14) dan (15) s/d (21).

Analisa dilakukan terhadap data lalulintas termasuk kendaraan berat / trailer dan data lalulintas tanpa kendaraan berat / trailer.

5.4.1. Data Lalu Lintas Termasuk Kendaraan Berat / Trailer Angkutan Peti Kemas

a. Model Linier Greenshields

a.1. Hubungan Kecepatan dan Kepadatan

Greenshields mengemukakan bahwa hubungan antara kecepatan dan kepadatan adalah berbentuk fungsi linier persamaan :

$$U_s = U_f - (U_f / D_j) : D \dots\dots\dots (9)$$

Dimana :

U_f = Kecepatan rata – rata ruang arus bebas

D_j = Kepadatan macet (jam density)

| No. | Us Y | D X | Y ² | X ² | X.Y |
|-----|---------|--------|------------------|------------------|----------|
| 1 | 2 | 3 | 4=2 ² | 5=3 ² | 6=2.3 |
| 1 | 62,99 | 14,29 | 3967,677 | 204,150 | 900,000 |
| 2 | 61,39 | 16,13 | 3769,166 | 260,031 | 990,000 |
| 3 | 57,82 | 20,75 | 3343,223 | 430,722 | 1200,000 |
| 4 | 56,68 | 22,76 | 3212,063 | 518,078 | 1290,000 |
| 5 | 61,93 | 15,99 | 3834,904 | 255,574 | 990,000 |
| 6 | 59,94 | 18,52 | 3592,627 | 342,952 | 1110,000 |
| 7 | 67,26 | 10,26 | 4523,294 | 105,255 | 690,000 |
| 8 | 61,10 | 17,18 | 3733,608 | 295,291 | 1050,000 |
| 9 | 61,98 | 16,46 | 3841,031 | 270,865 | 1020,000 |
| 10 | 68,64 | 8,30 | 4712,008 | 68,951 | 570,000 |
| 11 | 66,00 | 11,82 | 4356,415 | 139,656 | 780,000 |
| 12 | 68,60 | 8,31 | 4706,177 | 69,037 | 570,000 |
| 13 | 66,98 | 10,30 | 4485,884 | 106,133 | 690,000 |
| 14 | 69,38 | 5,62 | 4813,448 | 31,599 | 390,000 |
| 15 | 63,42 | 14,66 | 4022,724 | 215,004 | 930,000 |
| 16 | 68,03 | 8,82 | 4627,701 | 77,792 | 600,000 |
| 17 | 65,08 | 12,45 | 4234,876 | 154,928 | 810,000 |
| 18 | 64,35 | 13,99 | 4141,349 | 195,588 | 900,000 |
| 19 | 62,51 | 16,32 | 3907,542 | 266,254 | 1020,000 |
| 20 | 65,08 | 13,37 | 4234,876 | 178,730 | 870,000 |
| 21 | 66,42 | 10,39 | 4411,705 | 107,917 | 690,000 |
| 22 | 63,53 | 15,11 | 4036,486 | 228,317 | 960,000 |
| 23 | 65,14 | 13,36 | 4243,693 | 178,359 | 870,000 |
| 24 | 64,86 | 12,95 | 4206,440 | 167,743 | 840,000 |
| 25 | 67,36 | 9,35 | 4537,035 | 87,480 | 630,000 |
| 26 | 68,46 | 7,89 | 4687,419 | 62,209 | 540,000 |
| 27 | 65,47 | 11,00 | 4286,376 | 120,941 | 720,000 |
| 28 | 64,53 | 13,95 | 4164,087 | 194,520 | 900,000 |
| 29 | 63,66 | 15,08 | 4052,235 | 227,430 | 960,000 |
| 30 | 63,91 | 15,49 | 4084,374 | 239,963 | 990,000 |
| 31 | 65,11 | 13,36 | 4238,841 | 178,563 | 870,000 |
| 32 | 63,04 | 17,13 | 3973,414 | 293,551 | 1080,000 |
| 33 | 65,71 | 10,96 | 4317,878 | 120,059 | 720,000 |
| 34 | 64,04 | 14,99 | 4101,669 | 224,689 | 960,000 |
| 35 | 64,48 | 13,96 | 4157,070 | 194,849 | 900,000 |
| 36 | 64,37 | 14,45 | 4143,004 | 208,762 | 930,000 |
| 37 | 64,42 | 14,44 | 4149,796 | 208,420 | 930,000 |
| 38 | 68,36 | 8,78 | 4673,238 | 77,034 | 600,000 |
| 39 | 64,76 | 13,90 | 4194,104 | 193,128 | 900,000 |

| No. | Us Y | D X | Y ² | X ² | X.Y |
|-----|---------|--------|------------------|------------------|----------|
| 1 | 2 | 3 | 4=2 ² | 5=3 ² | 6=2.3 |
| 1 | 62,99 | 14,29 | 3967,677 | 204,150 | 900,000 |
| 40 | 64,85 | 11,57 | 4205,556 | 133,752 | 750,000 |
| 41 | 59,41 | 12,63 | 3529,066 | 159,391 | 750,000 |
| 42 | 59,57 | 11,58 | 3548,558 | 134,167 | 690,000 |
| 43 | 54,02 | 14,99 | 2918,553 | 224,803 | 810,000 |
| 44 | 64,63 | 10,68 | 4177,290 | 113,973 | 690,000 |
| 45 | 56,05 | 11,78 | 3141,368 | 138,666 | 660,000 |
| 46 | 65,35 | 6,89 | 4270,483 | 47,419 | 450,000 |
| | 2940,65 | 602,92 | 188510,33 | 8452,70 | 38160,00 |

$$U_s = U_f - (U_f / D_j) \cdot D \dots\dots\dots (9)$$

Untuk mendapatkan nilai konstanta U_f dan D_j maka persamaan diubah menjadi persamaan linier :

$$Y = a + bx \quad \text{dimana} \quad \begin{aligned} U_s &= y \\ U_f &= a \\ b &= (-U_f/D_j) \\ x &= D \end{aligned}$$

Dari persamaan Least Square diperoleh :

$$\begin{aligned} a &= 73,045 & \text{-----}> & U_f = a = 73,045 \text{ Km/Jam} \\ b &= -0,696 & \text{-----}> & D_j = U_f/b = 104,998 \text{ SMP/Km} \end{aligned}$$

maka persamaan regresinya :

$$\begin{aligned} U_s &= U_f - (U_f / D_j) \cdot D \\ U_s &= 73,045 - 0,696 \cdot D \end{aligned}$$

Koefisien korelasi (r) :

$$r = \frac{n \sum xy - \sum x \cdot \sum y}{\sqrt{[n \sum x^2 - (\sum x)^2] \cdot [n \sum y^2 - (\sum y)^2]}}$$

$$\begin{aligned} r &= -0,9887 \\ r^2 &= 0,9775 \end{aligned}$$

1.2. HUBUNGAN VOLUME DAN KECEPATAN

Hubungan volume dan kecepatan merupakan fungsi parabolik dengan bentuk persamaan sebagai berikut :

$$V = D_j \cdot U_s - (D_j/U_f) \cdot U_s^2 \dots\dots\dots(10)$$

$$V = 104,998 \cdot U_s - 1,437 \cdot U_s^2$$

1.3. HUBUNGAN VOLUME DAN KEPADATAN

Hubungan volume dan kepadatan juga merupakan fungsi parabolik dengan bentuk persamaan sebagai berikut :

$$V = U_f \cdot D - (U_f/D_j) \cdot D^2 \dots\dots\dots(11)$$

$$V = 73,045 \cdot D - 0,696 \cdot D^2$$

PERHITUNGAN VOLUME MAKSIMUM

Volume maksimum (kapasitas) didapat dengan menggunakan persamaan sebagai berikut :

$$\begin{aligned} V_{maks} &= (U_f \cdot D_j) / 4 \\ &= (73,045 \cdot D_j) / 4 \text{ SMP / Jam} \\ &= (73,045 \cdot 104,998) / 4 \text{ SMP / Jam} \\ &= 1917,408 \text{ SMP / Jam} \end{aligned}$$

Hubungan antara variabel kecepatan, volume dan kepadatan menurut model Greenshields persamaan 9 s/d 11 bab II, sebagai berikut :

- Hubungan kecepatan (U_s) – kepadatan (D)

$$U_s = 73,045 - 0,696 \cdot D$$

- Hubungan Volume (V) – kecepatan (U_s)

$$V = 104,998 \cdot U_s - 1,437 \cdot U_s^2$$

- Hubungan volume (V) – kepadatan (D)

$$V = 73,045 \cdot D - 0,696 \cdot D^2$$

- Volume maksimal = 1917,408 SMP/Jam

$$\text{Tingkat akurasi regresinya } (r^2) = 0,9775$$

Tabel 5.3a menunjukkan adanya hubungan kecepatan, volume dan kepadatan model Greenshields.

Tabel 5.3b menunjukkan data sebaran/Scatter model Greenshields.

Tabel 5.3a
DATA UNTUK MENGGAMBAR GRAFIK HUBUNGAN
KECEPATAN, VOLUME DAN KEPADATAN

| No. | Grafik I | | Grafik II | | Grafik III | |
|-----|--------------------------------|--------|---|---------|--|----------|
| | $U_s = 73,045 - 0,696 \cdot D$ | | $V = 104,998 \cdot U_s - 1,437 \cdot U_s^2$ | | $V = 73,045 \cdot D - 0,696 \cdot D^2$ | |
| | D | U_s | V | U_s | D | V |
| 1 | 0 | 73,045 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 2 | 10 | 66,089 | 906,237 | 10 | 10 | 660,886 |
| 3 | 20 | 59,132 | 1524,987 | 20 | 20 | 1182,636 |
| 4 | 30 | 52,175 | 1856,250 | 30 | 30 | 1565,249 |
| 5 | 40 | 45,218 | 1917,408 | 36,523 | 40 | 1808,724 |
| 6 | 50 | 38,261 | 1900,027 | 40 | 50 | 1913,063 |
| 7 | 52,499 | 36,523 | 1656,318 | 50 | 52,499 | 1917,408 |
| 8 | 60 | 31,304 | 1656,318 | 50 | 60 | 1878,265 |
| 9 | 70 | 24,348 | 1125,121 | 60 | 70 | 1704,330 |
| 10 | 80 | 17,391 | 108,203 | 72 | 80 | 1391,258 |
| 11 | 90 | 10,434 | 0,000 | 73,0455 | 90 | 939,049 |
| 12 | 100 | 3,477 | | | 100 | 347,703 |
| 13 | 104,998 | 0,000 | | | 104,998 | 0,000 |

**DATA LALU LINTAS TERMASUK KENDARAAN BERAT / TRAILLER
ANGKUTAN PETI KEMAS
(SATU ARAH)**

A. GREENSHIELDS

TABEL : 5.3b
DATA SEBARAN / SCATTER

| Grafik 1 | | Grafik 2 | | Grafik 3 | |
|----------|-------|----------|-------|----------|---------|
| D | Us | V | Us | D | V |
| 14,29 | 62,99 | 900,00 | 62,99 | 14,29 | 900,00 |
| 16,13 | 61,39 | 990,00 | 61,39 | 16,13 | 990,00 |
| 20,75 | 57,82 | 1200,00 | 57,82 | 20,75 | 1200,00 |
| 22,76 | 56,68 | 1290,00 | 56,68 | 22,76 | 1290,00 |
| 15,99 | 61,93 | 990,00 | 61,93 | 15,99 | 990,00 |
| 18,52 | 59,94 | 1110,00 | 59,94 | 18,52 | 1110,00 |
| 10,26 | 67,26 | 690,00 | 67,26 | 10,26 | 690,00 |
| 17,18 | 61,10 | 1050,00 | 61,10 | 17,18 | 1050,00 |
| 16,46 | 61,98 | 1020,00 | 61,98 | 16,46 | 1020,00 |
| 8,30 | 68,64 | 570,00 | 68,64 | 8,30 | 570,00 |
| 11,82 | 66,00 | 780,00 | 66,00 | 11,82 | 780,00 |
| 8,31 | 68,60 | 570,00 | 68,60 | 8,31 | 570,00 |
| 10,30 | 66,98 | 690,00 | 66,98 | 10,30 | 690,00 |
| 5,62 | 69,38 | 390,00 | 69,38 | 5,62 | 390,00 |
| 14,66 | 63,42 | 930,00 | 63,42 | 14,66 | 930,00 |
| 8,82 | 68,03 | 600,00 | 68,03 | 8,82 | 600,00 |
| 12,45 | 65,08 | 810,00 | 65,08 | 12,45 | 810,00 |
| 13,99 | 64,35 | 900,00 | 64,35 | 13,99 | 900,00 |
| 16,32 | 62,51 | 1020,00 | 62,51 | 16,32 | 1020,00 |
| 13,37 | 65,08 | 870,00 | 65,08 | 13,37 | 870,00 |
| 10,39 | 66,42 | 690,00 | 66,42 | 10,39 | 690,00 |
| 15,11 | 63,53 | 960,00 | 63,53 | 15,11 | 960,00 |
| 13,36 | 65,14 | 870,00 | 65,14 | 13,36 | 870,00 |
| 12,95 | 64,86 | 840,00 | 64,86 | 12,95 | 840,00 |
| 9,35 | 67,36 | 630,00 | 67,36 | 9,35 | 630,00 |
| 7,89 | 68,46 | 540,00 | 68,46 | 7,89 | 540,00 |
| 11,00 | 65,47 | 720,00 | 65,47 | 11,00 | 720,00 |
| 13,95 | 64,53 | 900,00 | 64,53 | 13,95 | 900,00 |
| 15,08 | 63,66 | 960,00 | 63,66 | 15,08 | 960,00 |
| 15,49 | 63,91 | 990,00 | 63,91 | 15,49 | 990,00 |
| 13,36 | 65,11 | 870,00 | 65,11 | 13,36 | 870,00 |
| 17,13 | 63,04 | 1080,00 | 63,04 | 17,13 | 1080,00 |
| 10,96 | 65,71 | 720,00 | 65,71 | 10,96 | 720,00 |

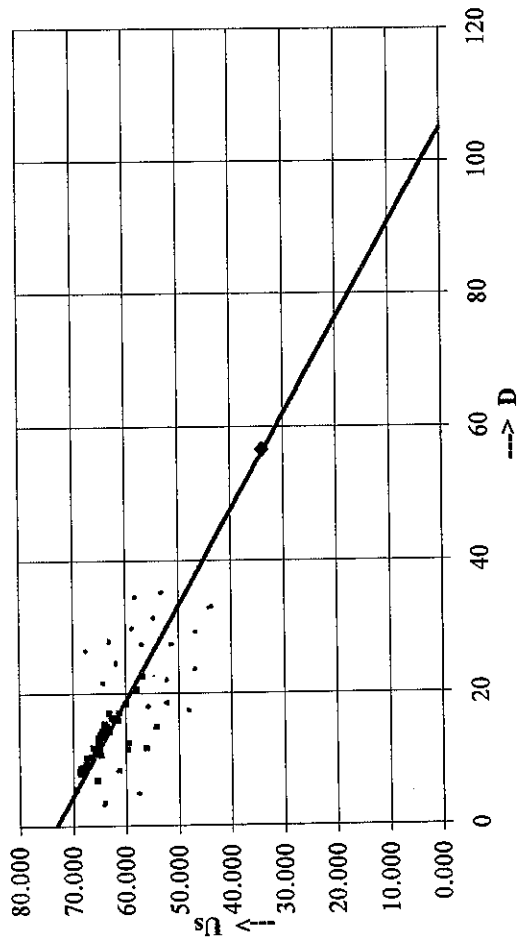
**DATA LALU LINTAS TERMASUK KENDARAAN BERAT / TRAILLER
ANGKUTAN PETI KEMAS
(SATU ARAH)**

A. GREENSHIELDS

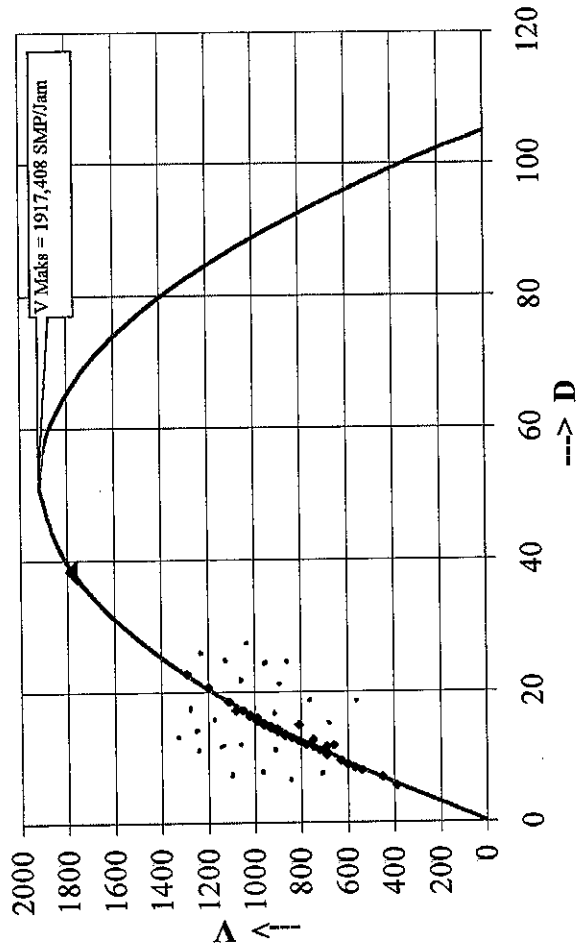
TABEL : 5.3b
DATA SEBARAN / SCATTER

| Grafik 1 | | Grafik 2 | | Grafik 3 | |
|----------|-------|----------|-------|----------|--------|
| D | Us | V | Us | D | V |
| 14,99 | 64,04 | 960,00 | 64,04 | 14,99 | 960,00 |
| 13,96 | 64,48 | 900,00 | 64,48 | 13,96 | 900,00 |
| 14,45 | 64,37 | 930,00 | 64,37 | 14,45 | 930,00 |
| 14,44 | 64,42 | 930,00 | 64,42 | 14,44 | 930,00 |
| 8,78 | 68,36 | 600,00 | 68,36 | 8,78 | 600,00 |
| 13,90 | 64,76 | 900,00 | 64,76 | 13,90 | 900,00 |
| 11,57 | 64,85 | 750,00 | 64,85 | 11,57 | 750,00 |
| 12,63 | 59,41 | 750,00 | 59,41 | 12,63 | 750,00 |
| 11,58 | 59,57 | 690,00 | 59,57 | 11,58 | 690,00 |
| 14,99 | 54,02 | 810,00 | 54,02 | 14,99 | 810,00 |
| 10,68 | 64,63 | 690,00 | 64,63 | 10,68 | 690,00 |
| 11,78 | 56,05 | 660,00 | 56,05 | 11,78 | 660,00 |
| 6,89 | 65,35 | 450,00 | 65,35 | 6,89 | 450,00 |

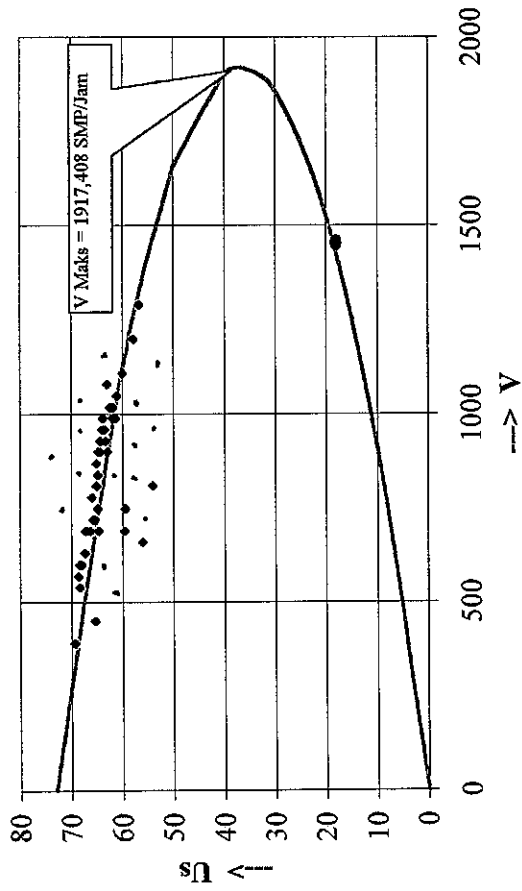
HUBUNGAN KECEPATAN (Us) - KEPADATAN (D)
 Grafik I : $Us = 73,045 - 0,696 \cdot D$



HUBUNGAN VOLUME (V) - KEPADATAN (D)
 Grafik III : $V = 73,045 \cdot D - 0,696 \cdot D^2$



HUBUNGAN VOLUME (V) - KECEPATAN (Us)
 Grafik II : $V = 104,998 \cdot Us - 1,437 \cdot Us^2$



Keterangan :

- = $Us = 73,045 - 0,696 \cdot D$
- = $V = 104,998 \cdot Us - 1,437 \cdot Us^2$
- ▲— = $V = 73,045 \cdot D - 0,696 \cdot D^2$
- = Data

Gambar 5.1 Grafik Hubungan antara variabel kecepatan, volume dan kepadatan model Greenshields (termasuk trailer/angkutan peti kemas)

III. MODEL EXPONENSIAL UNDERWOOD

III.1. HUBUNGAN KECEPATAN DAN KEPADATAN

Underwood mengemukakan bahwa hubungan antara kecepatan dan kepadatan adalah eksponensial dengan bentuk persamaan sebagai berikut :

$$U_s = U_f \cdot \exp(-D / D_m) \dots\dots\dots (15)$$

Dimana : U_f = Kecepatan pada kondisi bebas
 D_m = Kepadatan pada saat volume maksimum

| No. | U_s | D X | $\ln(U_s)$ Y | X^2 | Y^2 | X.Y |
|-----|-------|--------|-----------------|---------|---------|---------|
| 1 | 2 | 3 | $4=\ln(3)$ | $5=3^2$ | $6=4^2$ | $7=3.4$ |
| 1 | 62,99 | 14,29 | 4,143 | 204,15 | 17,164 | 59,1956 |
| 2 | 61,39 | 16,13 | 4,117 | 260,031 | 16,95 | 66,3886 |
| 3 | 57,82 | 20,75 | 4,057 | 430,722 | 16,459 | 84,1984 |
| 4 | 56,68 | 22,76 | 4,037 | 518,078 | 16,297 | 91,8875 |
| 5 | 61,93 | 15,99 | 4,126 | 255,574 | 17,024 | 65,9610 |
| 6 | 59,94 | 18,52 | 4,093 | 342,952 | 16,753 | 75,7982 |
| 7 | 67,26 | 10,26 | 4,208 | 105,255 | 17,707 | 43,1715 |
| 8 | 61,10 | 17,18 | 4,113 | 295,291 | 16,917 | 70,6779 |
| 9 | 61,98 | 16,46 | 4,127 | 270,865 | 17,032 | 67,9220 |
| 10 | 68,64 | 8,30 | 4,229 | 68,951 | 17,884 | 35,1164 |
| 11 | 66,00 | 11,82 | 4,190 | 139,656 | 17,556 | 49,5158 |
| 12 | 68,60 | 8,31 | 4,228 | 69,037 | 17,876 | 35,1298 |
| 13 | 66,98 | 10,30 | 4,204 | 106,133 | 17,674 | 43,3100 |
| 14 | 69,38 | 5,62 | 4,240 | 31,599 | 17,978 | 23,8343 |
| 15 | 63,42 | 14,66 | 4,150 | 215,004 | 17,223 | 60,8515 |
| 16 | 68,03 | 8,82 | 4,220 | 77,792 | 17,808 | 37,2204 |
| 17 | 65,08 | 12,45 | 4,176 | 154,928 | 17,439 | 51,9787 |
| 18 | 64,35 | 13,99 | 4,164 | 195,588 | 17,339 | 58,2348 |
| 19 | 62,51 | 16,32 | 4,135 | 266,254 | 17,098 | 67,4720 |
| 20 | 65,08 | 13,37 | 4,176 | 178,73 | 17,439 | 55,8289 |
| 21 | 66,42 | 10,39 | 4,196 | 107,917 | 17,606 | 43,5894 |
| 22 | 63,53 | 15,11 | 4,152 | 228,317 | 17,239 | 62,7374 |
| 23 | 65,14 | 13,36 | 4,177 | 178,359 | 17,447 | 55,7843 |
| 24 | 64,86 | 12,95 | 4,172 | 167,743 | 17,406 | 54,0339 |
| 25 | 67,36 | 9,35 | 4,210 | 87,48 | 17,724 | 39,3765 |
| 26 | 68,46 | 7,89 | 4,226 | 62,209 | 17,859 | 33,3316 |

| No. | Us | D X | ln(Us) Y | X ² | Y ² | X.Y |
|-----|---------|--------|-------------|------------------|------------------|-----------|
| 1 | 2 | 3 | 4=ln(3) | 5=3 ² | 6=4 ² | 7=3.4 |
| 27 | 65,47 | 11,00 | 4,182 | 120,941 | 17,489 | 45,9908 |
| 28 | 64,53 | 13,95 | 4,167 | 194,52 | 17,364 | 58,1174 |
| 29 | 63,66 | 15,08 | 4,154 | 227,43 | 17,256 | 62,6456 |
| 30 | 63,91 | 15,49 | 4,157 | 239,963 | 17,281 | 64,3950 |
| 31 | 65,11 | 13,36 | 4,176 | 178,563 | 17,439 | 55,8028 |
| 32 | 63,04 | 17,13 | 4,144 | 293,551 | 17,173 | 71,0005 |
| 33 | 65,71 | 10,96 | 4,185 | 120,059 | 17,514 | 45,8556 |
| 34 | 64,04 | 14,99 | 4,160 | 224,689 | 17,306 | 62,3569 |
| 35 | 64,48 | 13,96 | 4,166 | 194,849 | 17,356 | 58,1525 |
| 36 | 64,37 | 14,45 | 4,165 | 208,762 | 17,347 | 60,1783 |
| 37 | 64,42 | 14,44 | 4,165 | 208,42 | 17,347 | 60,1291 |
| 38 | 68,36 | 8,78 | 4,225 | 77,034 | 17,851 | 37,0825 |
| 39 | 64,76 | 13,90 | 4,171 | 193,128 | 17,397 | 57,9646 |
| 40 | 64,85 | 11,57 | 4,172 | 133,752 | 17,406 | 48,2496 |
| 41 | 59,41 | 12,63 | 4,084 | 159,391 | 16,679 | 51,5605 |
| 42 | 59,57 | 11,58 | 4,087 | 134,167 | 16,704 | 47,3399 |
| 43 | 54,02 | 14,99 | 3,989 | 224,803 | 15,912 | 59,8088 |
| 44 | 64,63 | 10,68 | 4,169 | 113,973 | 17,381 | 44,5075 |
| 45 | 56,05 | 11,78 | 4,026 | 138,666 | 16,209 | 47,4087 |
| 46 | 65,35 | 6,89 | 4,180 | 47,419 | 17,472 | 28,7839 |
| | 2942,65 | 602,92 | 191,190 | 8452,695 | 794,781 | 2499,8771 |

$$Us = Uf \cdot \exp(-D / Dm) \dots\dots\dots (15)$$

Untuk mendapatkan nilai konstanta Uf dan Dm maka persamaan (15) diubah menjadi persamaan linier :

$$\ln(Us) = \ln(Uf) - D / Dm \dots\dots\dots (16)$$

$$y = a + bx, \text{ dimana } \begin{aligned} y &= \ln(Us) \\ a &= \ln(Uf) \\ b &= (-1/Dm) \\ x &= D \end{aligned}$$

Dari persamaan Least Square diperoleh :

$$\begin{aligned} a &= 4,300 & \text{----->} & Uf = e^a = 73,697 & \text{ Km/Jam} \\ b &= -0,011 & \text{----->} & Dm = -1/b = 91,237 & \text{ SMP/Km} \end{aligned}$$

maka persamaan eksponensialnya diperoleh :

$$U_s = U_f \cdot \exp(-D / D_m)$$

$$U_s = 73,697 \cdot \exp(-D / 91,237)$$

Koefisien korelasi (r) :

$$r = \frac{n \sum xy - \sum x \cdot \sum y}{\sqrt{[n \sum x^2 - (\sum x)^2] \cdot [n \sum y^2 - (\sum y)^2]}}$$

$$r = -0,9949$$

$$r^2 = 0,989734$$

III.2. HUBUNGAN VOLUME DAN KECEPATAN

Hubungan volume dan kecepatan berlaku persamaan sebagai berikut :

$$V = D_m \cdot U_s \cdot \ln(U_f / U_s) \dots\dots\dots(17)$$

$$V = 91,237 \cdot U_s \cdot \ln(73,697 / U_s)$$

III.3. HUBUNGAN VOLUME DAN KEPADATAN

Dan hubungan volume dan kepadatan berlaku persamaan :

$$V = U_f \cdot D \cdot \exp(-D / D_m) \dots\dots\dots(18)$$

$$V = 73,697 \cdot D \cdot \exp(-D / 91,237)$$

PERHITUNGAN VOLUME MAKSIMUM

Untuk model Underwood volume maksimum (kapasitas) didapat dengan menggunakan menggunakan persamaan sebagai berikut :

$$V_{maks} = (D_m \cdot U_f) / 4 \text{ SMP / Jam}$$

$$= (91,237 \cdot U_f) / 4 \text{ SMP / Jam}$$

$$= (91,237 \cdot 73,697) / 4 \text{ SMP / Jam}$$

$$= 2473,58 \text{ SMP / Jam}$$

Hubungan antara kecepatan, volume dan kepadatan moment model Underwood dapat digambarkan dalam tabel sebagai berikut :

Tabel 5.4a. Menunjukkan adanya hubungan antara kecepatan, volume dan kepadatan model Underwood.

Tabel 5.4b menunjukkan Data sebaran / Scatter model Underwood.

TABEL : 5.4a.
DATA UNTUK MENGGAMBAR GRAFIK HUBUNGAN
KECEPATAN, VOLUME DAN KEPADATAN

| No. | Grafik I | | Grafik II | | Grafik III | |
|-----|---|--------|---|---------|--|----------|
| | $U_s = 73,6970 \cdot \exp(-D/ 91,2370)$ | | $V = 91,2370 \cdot U_s \cdot \ln(73,6970 / U_s)$ | | $V = 73,697 \cdot D \cdot \exp(-D/ 91,2370)$ | |
| | D | U_s | V | U_s | D | V |
| 1 | 0 | 73,697 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 2 | 20 | 59,190 | 2379,880 | 20 | 20 | 1183,800 |
| 3 | 40 | 47,539 | 2230,134 | 40 | 40 | 1901,547 |
| 4 | 45,6185 | 44,699 | 2039,124 | 44,699 | 60 | 2290,851 |
| 5 | 60 | 38,181 | 1125,596 | 60 | 80 | 2453,207 |
| 6 | 80 | 30,665 | 0,000 | 73,6970 | 91,237 | 2473,582 |
| 7 | 100 | 24,629 | | | 100 | 2462,878 |
| 8 | 120 | 19,781 | | | 120 | 2373,683 |
| 9 | 140 | 15,887 | | | 140 | 2224,171 |
| 10 | 160 | 12,760 | | | 160 | 2041,543 |
| 11 | 180 | 10,248 | | | 180 | 1844,632 |
| 12 | 200 | 8,231 | | | 200 | 1646,137 |
| 13 | 220 | 6,611 | | | 220 | 1454,311 |
| 14 | 240 | 5,309 | | | 240 | 1274,220 |
| 15 | 260 | 4,264 | | | 260 | 1108,677 |
| 16 | 280 | 3,425 | | | 280 | 958,933 |
| 17 | 300 | 2,751 | | | 300 | 825,183 |
| 18 | 320 | 2,209 | | | 320 | 706,932 |
| 19 | 340 | 1,774 | | | 340 | 603,261 |
| 20 | 360 | 1,425 | | | 360 | 513,012 |
| 21 | 380 | 1,145 | | | 380 | 434,918 |
| 22 | 400 | 0,919 | | | 400 | 367,690 |
| 23 | 420 | 0,738 | | | 420 | 310,077 |
| 24 | 440 | 0,593 | | | 440 | 260,899 |
| 25 | 460 | 0,476 | | | 460 | 219,066 |
| 26 | 480 | 0,382 | | | 480 | 183,594 |
| 27 | 500 | 0,307 | | | 500 | 153,598 |
| 28 | 520 | 0,247 | | | 520 | 128,297 |
| 29 | 540 | 0,198 | | | 540 | 107,005 |
| 30 | 560 | 0,159 | | | 560 | 89,125 |
| 31 | 580 | 0,128 | | | 580 | 74,137 |
| 32 | 600 | 0,103 | | | 600 | 61,597 |
| 33 | 620 | 0,082 | | | 620 | 51,121 |
| 34 | 640 | 0,066 | | | 640 | 42,382 |
| 35 | 660 | 0,053 | | | 660 | 35,103 |
| 36 | 680 | 0,043 | | | 680 | 29,048 |
| 37 | 700 | 0,034 | | | 700 | 24,016 |
| 38 | 720 | 0,028 | | | 720 | 19,840 |

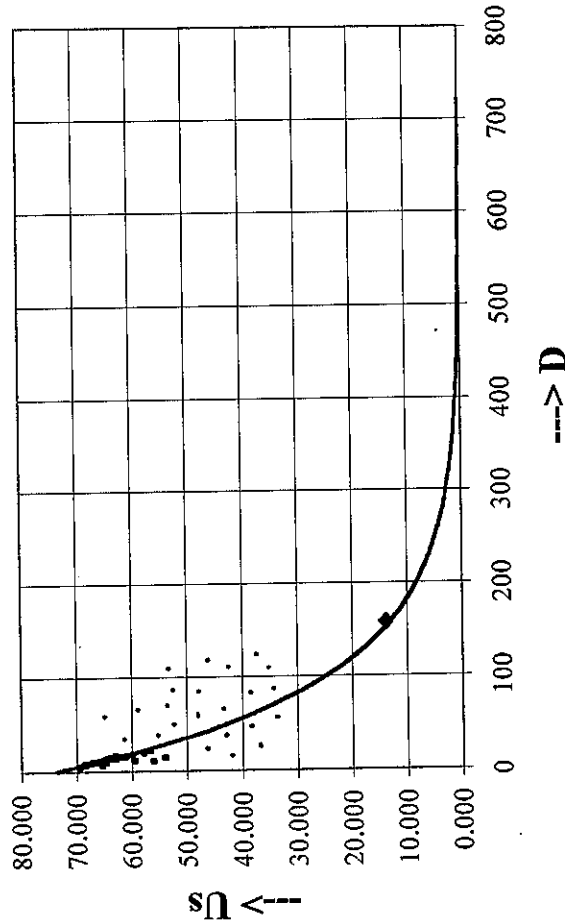
**DATA LALU LINTAS TERMASUK KENDARAAN BERAT / TRAILLER
ANGKUTAN PETI KEMAS / TRAILLER
(SATU ARAH)**

B. UNDERWOOD

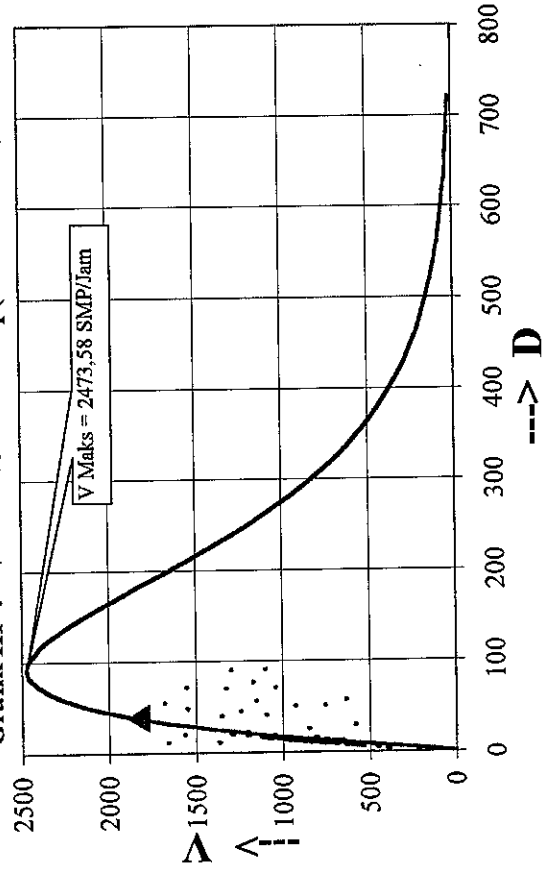
TABEL : 5.4 b
DATA SEBARAN / SCATTER

| Grafik 1 | | Grafik 2 | | Grafik 3 | |
|----------|-------|----------|-------|----------|---------|
| D | Us | V | Us | D | V |
| 14,29 | 62,99 | 900,00 | 62,99 | 14,29 | 900,00 |
| 16,13 | 61,39 | 990,00 | 61,39 | 16,13 | 990,00 |
| 20,75 | 57,82 | 1200,00 | 57,82 | 20,75 | 1200,00 |
| 22,76 | 56,68 | 1290,00 | 56,68 | 22,76 | 1290,00 |
| 15,99 | 61,93 | 990,00 | 61,93 | 15,99 | 990,00 |
| 18,52 | 59,94 | 1110,00 | 59,94 | 18,52 | 1110,00 |
| 10,26 | 67,26 | 690,00 | 67,26 | 10,26 | 690,00 |
| 17,18 | 61,10 | 1050,00 | 61,10 | 17,18 | 1050,00 |
| 16,46 | 61,98 | 1020,00 | 61,98 | 16,46 | 1020,00 |
| 8,30 | 68,64 | 570,00 | 68,64 | 8,30 | 570,00 |
| 11,82 | 66,00 | 780,00 | 66,00 | 11,82 | 780,00 |
| 8,31 | 68,60 | 570,00 | 68,60 | 8,31 | 570,00 |
| 10,30 | 66,98 | 690,00 | 66,98 | 10,30 | 690,00 |
| 5,62 | 69,38 | 390,00 | 69,38 | 5,62 | 390,00 |
| 14,66 | 63,42 | 930,00 | 63,42 | 14,66 | 930,00 |
| 8,82 | 68,03 | 600,00 | 68,03 | 8,82 | 600,00 |
| 12,45 | 65,08 | 810,00 | 65,08 | 12,45 | 810,00 |
| 13,99 | 64,35 | 900,00 | 64,35 | 13,99 | 900,00 |
| 16,32 | 62,51 | 1020,00 | 62,51 | 16,32 | 1020,00 |
| 13,37 | 65,08 | 870,00 | 65,08 | 13,37 | 870,00 |
| 10,39 | 66,42 | 690,00 | 66,42 | 10,39 | 690,00 |
| 15,11 | 63,53 | 960,00 | 63,53 | 15,11 | 960,00 |
| 13,36 | 65,14 | 870,00 | 65,14 | 13,36 | 870,00 |
| 12,95 | 64,86 | 840,00 | 64,86 | 12,95 | 840,00 |
| 9,35 | 67,36 | 630,00 | 67,36 | 9,35 | 630,00 |
| 7,89 | 68,46 | 540,00 | 68,46 | 7,89 | 540,00 |
| 11,00 | 65,47 | 720,00 | 65,47 | 11,00 | 720,00 |
| 13,95 | 64,53 | 900,00 | 64,53 | 13,95 | 900,00 |
| 15,08 | 63,66 | 960,00 | 63,66 | 15,08 | 960,00 |
| 15,49 | 63,91 | 990,00 | 63,91 | 15,49 | 990,00 |
| 13,36 | 65,11 | 870,00 | 65,11 | 13,36 | 870,00 |
| 17,13 | 63,04 | 1080,00 | 63,04 | 17,13 | 1080,00 |
| 10,96 | 65,71 | 720,00 | 65,71 | 10,96 | 720,00 |
| 14,99 | 64,04 | 960,00 | 64,04 | 14,99 | 960,00 |
| 13,96 | 64,48 | 900,00 | 64,48 | 13,96 | 900,00 |
| 14,45 | 64,37 | 930,00 | 64,37 | 14,45 | 930,00 |
| 14,44 | 64,42 | 930,00 | 64,42 | 14,44 | 930,00 |
| 8,78 | 68,36 | 600,00 | 68,36 | 8,78 | 600,00 |
| 13,90 | 64,76 | 900,00 | 64,76 | 13,90 | 900,00 |
| 11,57 | 64,85 | 750,00 | 64,85 | 11,57 | 750,00 |
| 12,63 | 59,41 | 750,00 | 59,41 | 12,63 | 750,00 |
| 11,58 | 59,57 | 690,00 | 59,57 | 11,58 | 690,00 |
| 14,99 | 54,02 | 810,00 | 54,02 | 14,99 | 810,00 |
| 10,68 | 64,63 | 690,00 | 64,63 | 10,68 | 690,00 |
| 11,78 | 56,05 | 660,00 | 56,05 | 11,78 | 660,00 |
| 6,89 | 65,35 | 450,00 | 65,35 | 6,89 | 450,00 |

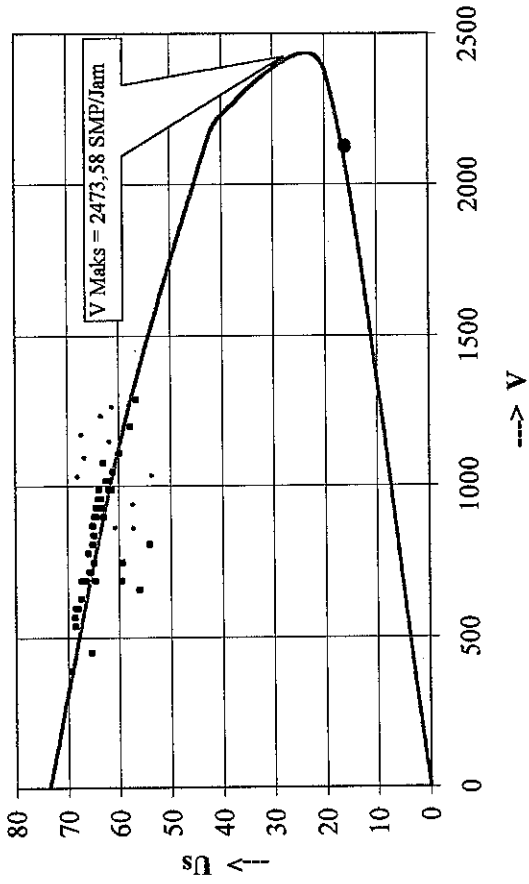
HUBUNGAN KECEPATAN (Us) - KEPADATAN (D)
 Grafik I : $Us = 73.697 \cdot \exp(-D/ 91.237)$



HUBUNGAN VOLUME (V) - KEPADATAN (D)
 Grafik III : $V = 73.697 \cdot D \cdot \exp(-D/ 91.237)$



HUBUNGAN VOLUME (V) - KECEPATAN (Us)
 Grafik II : $V = Us \cdot \ln(73.697 / Us)$



Keterangan :

- ◆ = $Us = 73,697 \cdot \exp (-D/91,237)$
- = $V = 91,237 \cdot Us \cdot \ln (73,697/Us)$
- ▲ = $V = 73,697 \cdot D \cdot \exp (-D/91,237)$
- = Data

Gambar 5.2 Grafik Hubungan antara variabel kecepatan, volume dan kepadatan model Underwood (termasuk trailer/angkutan peti kemas)

B. DATA LALU LINTAS TIDAK TERMASUK KENDARAAN BERAT/TRAILLER ANGKUTAN PETI KEMAS

a. MODEL LINIER GREENSHIELDS

a.1. HUBUNGAN KECEPATAN DAN KEPADATAN

Greenshields mengemukakan bahwa hubungan antara kecepatan dan kepadatan adalah berbentuk fungsi linier dengan persamaan :

$$U_s = U_f - (U_f / D_j) \cdot D \dots\dots\dots (9)$$

Dimana :

U_f = Kecepatan rata - rata ruang arus bebas

D_j = Kepadatan macet (jam density)

| No. | U_s Y | D X | Y^2 | X^2 | X.Y |
|-----|------------|--------|------------------|------------------|----------|
| 1 | 2 | 3 | 4=2 ² | 5=3 ² | 6=2.3 |
| 1 | 68,59 | 7,00 | 4704,601 | 49,000 | 480,131 |
| 2 | 72,97 | 3,70 | 5325,055 | 13,690 | 270,000 |
| 3 | 57,76 | 20,78 | 3336,319 | 431,613 | 1200,000 |
| 4 | 57,11 | 20,49 | 3260,991 | 419,840 | 1170,083 |
| 5 | 69,19 | 4,77 | 4787,637 | 22,753 | 330,049 |
| 6 | 67,09 | 10,29 | 4500,525 | 105,884 | 690,314 |
| 7 | 67,62 | 7,10 | 4572,863 | 50,410 | 480,123 |
| 8 | 58,25 | 20,60 | 3393,345 | 424,360 | 1200,000 |
| 9 | 62,61 | 17,73 | 3919,849 | 314,353 | 1110,052 |
| 10 | 64,32 | 13,06 | 4137,577 | 170,564 | 840,071 |
| 11 | 62,96 | 15,72 | 3963,845 | 247,118 | 989,717 |
| 12 | 68,57 | 8,75 | 4702,041 | 76,563 | 600,000 |
| 13 | 68,53 | 6,13 | 4696,076 | 37,577 | 420,076 |
| 14 | 68,41 | 6,58 | 4679,730 | 43,296 | 450,128 |
| 15 | 64,90 | 12,94 | 4211,444 | 167,444 | 839,750 |
| 16 | 68,67 | 6,12 | 4716,004 | 37,454 | 420,280 |
| 17 | 68,38 | 7,90 | 4676,274 | 62,410 | 540,228 |
| 18 | 68,41 | 7,89 | 4679,433 | 62,252 | 539,726 |
| 19 | 64,55 | 12,08 | 4166,597 | 145,926 | 779,754 |
| 20 | 65,34 | 11,02 | 4268,761 | 121,440 | 720,000 |
| 21 | 64,60 | 13,00 | 4173,345 | 169,000 | 839,819 |
| 22 | 69,50 | 5,18 | 4829,982 | 26,832 | 360,000 |
| 23 | 72,29 | 3,74 | 5225,722 | 13,988 | 270,361 |
| 24 | 68,34 | 7,90 | 4669,963 | 62,410 | 539,863 |
| 25 | 72,80 | 3,30 | 5299,958 | 10,890 | 240,243 |
| 26 | 68,44 | 7,01 | 4684,179 | 49,140 | 479,772 |
| 27 | 72,00 | 4,17 | 5184,000 | 17,389 | 300,240 |
| 28 | 69,04 | 7,39 | 4767,195 | 54,612 | 510,242 |

| No. | Us Y | D X | Y ² 4=2 ² | X ² 5=3 ² | X.Y 6=2.3 |
|-----|---------|--------|------------------------------------|------------------------------------|--------------|
| 1 | 2 | 3 | 4=2 ² | 5=3 ² | 6=2.3 |
| 29 | 65,41 | 11,01 | 4279,109 | 121,220 | 720,218 |
| 30 | 68,53 | 6,13 | 4696,076 | 37,577 | 420,076 |
| 31 | 68,02 | 7,06 | 4626,430 | 49,844 | 480,206 |
| 32 | 71,78 | 4,60 | 5153,035 | 21,160 | 330,209 |
| 33 | 64,27 | 12,60 | 4131,014 | 158,760 | 809,839 |
| 34 | 68,28 | 6,15 | 4661,995 | 37,823 | 419,915 |
| 35 | 68,01 | 9,26 | 4625,370 | 85,748 | 629,773 |
| 36 | 68,47 | 6,57 | 4687,743 | 43,165 | 449,829 |
| 37 | 68,53 | 7,44 | 4696,076 | 55,354 | 509,848 |
| 38 | 68,08 | 7,05 | 4634,705 | 49,703 | 479,955 |
| 39 | 68,60 | 7,87 | 4706,177 | 61,937 | 539,894 |
| 40 | 68,42 | 6,58 | 4680,943 | 43,296 | 450,187 |
| 41 | 68,01 | 8,38 | 4625,370 | 70,224 | 569,924 |
| 42 | 68,47 | 6,57 | 4688,635 | 43,165 | 449,872 |
| 43 | 62,54 | 14,39 | 3911,681 | 207,072 | 900,000 |
| 44 | 69,36 | 5,19 | 4811,387 | 26,936 | 360,000 |
| 45 | 67,33 | 9,80 | 4533,554 | 96,040 | 659,850 |
| 46 | 64,81 | 12,96 | 4200,720 | 167,962 | 839,976 |
| 47 | 65,85 | 11,84 | 4336,704 | 140,186 | 779,707 |
| 48 | 68,55 | 7,44 | 4699,057 | 55,354 | 510,010 |
| 49 | 68,26 | 8,79 | 4659,616 | 77,264 | 600,018 |
| 50 | 66,51 | 9,92 | 4423,356 | 98,406 | 659,762 |
| 51 | 72,25 | 4,15 | 5219,731 | 17,223 | 299,828 |
| 52 | 66,40 | 10,39 | 4409,380 | 107,952 | 689,929 |
| 53 | 68,73 | 6,11 | 4724,011 | 37,332 | 419,949 |
| 54 | 66,54 | 9,92 | 4426,938 | 98,406 | 660,030 |
| 55 | 65,00 | 12,92 | 4225,559 | 166,926 | 839,856 |
| 56 | 65,23 | 11,50 | 4255,235 | 132,250 | 750,170 |
| 57 | 69,10 | 5,64 | 4774,518 | 31,810 | 389,712 |
| 58 | 65,29 | 11,49 | 4262,956 | 132,020 | 750,197 |
| 59 | 68,62 | 7,43 | 4708,938 | 55,205 | 509,859 |
| 60 | 67,99 | 7,06 | 4622,459 | 49,844 | 480,000 |
| 61 | 68,13 | 7,04 | 4642,364 | 49,562 | 479,670 |
| 62 | 69,06 | 6,08 | 4769,524 | 36,966 | 419,895 |
| 63 | 67,90 | 8,39 | 4610,578 | 70,392 | 569,691 |
| 64 | 64,60 | 12,07 | 4172,882 | 145,685 | 779,696 |
| 65 | 62,47 | 13,93 | 3901,970 | 194,045 | 870,148 |
| 66 | 67,15 | 9,38 | 4508,623 | 87,984 | 629,832 |
| 67 | 67,31 | 8,91 | 4530,729 | 79,388 | 599,738 |
| 68 | 65,36 | 11,47 | 4272,206 | 131,561 | 749,703 |
| 69 | 68,65 | 6,56 | 4712,807 | 43,034 | 450,343 |

| No. | Us Y | D X | Y ² | X ² | X.Y |
|-----|---------|--------|------------------|------------------|----------|
| 1 | 2 | 3 | 4=2 ² | 5=3 ² | 6=2.3 |
| 70 | 67,90 | 7,51 | 4611,064 | 56,400 | 509,965 |
| 71 | 67,67 | 8,87 | 4579,117 | 78,677 | 600,226 |
| 72 | 66,95 | 9,86 | 4481,992 | 97,220 | 660,104 |
| 73 | 62,61 | 13,89 | 3920,566 | 192,932 | 869,714 |
| 74 | 67,92 | 7,95 | 4613,742 | 63,203 | 540,000 |
| 75 | 67,20 | 9,82 | 4515,519 | 96,432 | 659,881 |
| 76 | 67,96 | 7,50 | 4619,103 | 56,250 | 509,730 |
| 77 | 67,49 | 8,45 | 4555,374 | 71,403 | 570,320 |
| 78 | 65,95 | 10,46 | 4349,292 | 109,412 | 689,828 |
| 79 | 65,50 | 10,99 | 4289,801 | 120,780 | 719,807 |
| 80 | 68,02 | 8,38 | 4627,163 | 70,224 | 570,035 |
| 81 | 66,58 | 10,36 | 4433,491 | 107,330 | 689,815 |
| 82 | 66,44 | 10,39 | 4413,876 | 107,952 | 690,281 |
| 83 | 69,10 | 6,51 | 4774,518 | 42,380 | 449,827 |
| 84 | 67,02 | 9,40 | 4491,852 | 88,360 | 630,000 |
| 85 | 65,13 | 11,52 | 4241,347 | 132,710 | 750,247 |
| 86 | 66,40 | 9,94 | 4408,993 | 98,804 | 660,018 |
| 87 | 65,24 | 11,50 | 4256,735 | 132,250 | 750,302 |
| 88 | 64,23 | 14,01 | 4124,896 | 196,280 | 899,797 |
| 89 | 66,91 | 9,86 | 4477,550 | 97,220 | 659,777 |
| 90 | 67,04 | 9,85 | 4494,242 | 97,023 | 660,335 |
| 91 | 67,88 | 7,51 | 4607,417 | 56,400 | 509,763 |
| 92 | 67,52 | 8,89 | 4559,506 | 79,032 | 600,289 |
| 93 | 66,74 | 9,89 | 4454,592 | 97,812 | 660,086 |
| 94 | 65,38 | 11,93 | 4273,930 | 142,325 | 779,927 |
| 95 | 67,27 | 9,37 | 4525,489 | 87,797 | 630,336 |
| 96 | 67,11 | 10,28 | 4503,822 | 105,678 | 689,896 |
| 97 | 67,07 | 10,29 | 4497,964 | 105,884 | 690,118 |
| 98 | 65,33 | 11,48 | 4267,849 | 131,790 | 749,974 |
| 99 | 65,29 | 11,49 | 4262,388 | 132,020 | 750,147 |
| 100 | 65,87 | 10,93 | 4339,350 | 119,465 | 720,000 |
| 101 | 65,05 | 12,45 | 4231,635 | 155,003 | 809,885 |
| 102 | 65,27 | 11,95 | 4259,804 | 142,803 | 779,943 |
| 103 | 65,71 | 10,96 | 4318,051 | 120,122 | 720,202 |
| 104 | 62,44 | 16,82 | 3899,183 | 282,912 | 1050,299 |
| 105 | 65,10 | 12,44 | 4237,939 | 154,754 | 809,837 |
| 106 | 65,38 | 11,47 | 4274,577 | 131,561 | 749,911 |
| 107 | 68,99 | 7,83 | 4759,281 | 61,309 | 540,172 |
| 108 | 68,47 | 6,13 | 4687,743 | 37,577 | 419,703 |
| 109 | 66,42 | 11,29 | 4411,705 | 127,464 | 749,889 |
| 110 | 67,05 | 9,40 | 4495,530 | 88,360 | 630,258 |

| No. | Us Y | D X | Y ² | X ² | X.Y |
|-----|---------|---------|------------------|------------------|----------|
| 1 | 2 | 3 | 4=2 ² | 5=3 ² | 6=2.3 |
| 111 | 65,59 | 11,43 | 4302,158 | 130,645 | 749,703 |
| 112 | 66,84 | 9,87 | 4468,054 | 97,417 | 659,745 |
| 113 | 66,42 | 9,49 | 4411,705 | 90,060 | 630,332 |
| 114 | 65,11 | 11,06 | 4238,961 | 122,324 | 720,087 |
| 115 | 68,77 | 8,73 | 4729,025 | 76,213 | 600,344 |
| 116 | 66,84 | 10,32 | 4468,054 | 106,502 | 689,825 |
| 117 | 65,92 | 10,92 | 4345,311 | 119,246 | 719,835 |
| 118 | 65,39 | 11,47 | 4275,409 | 131,561 | 749,984 |
| 119 | 65,65 | 10,51 | 4309,334 | 110,460 | 689,934 |
| 120 | 66,81 | 10,33 | 4463,711 | 106,709 | 690,158 |
| 121 | 69,12 | 6,51 | 4778,186 | 42,380 | 450,000 |
| 122 | 68,68 | 6,99 | 4716,404 | 48,860 | 480,046 |
| 123 | 66,98 | 9,41 | 4485,884 | 88,548 | 630,251 |
| 124 | 68,48 | 8,76 | 4689,664 | 76,738 | 599,895 |
| 125 | 68,58 | 8,31 | 4703,670 | 69,056 | 569,927 |
| 126 | 69,65 | 4,74 | 4851,365 | 22,468 | 330,149 |
| 127 | 68,44 | 7,89 | 4684,179 | 62,252 | 540,000 |
| | 8501,01 | 1206,94 | 569822,53 | 12798,74 | 79839,20 |

$$U_s = U_f - (U_f / D_j) \cdot D \dots\dots\dots$$

Untuk mendapatkan nilai konstanta U_f dan D_j maka persamaan diubah menjadi persamaan linier :

$$Y = a + bx \quad \text{----->} \quad \text{dimana } U_s = y$$

$$U_f = a$$

$$b = (-U_f/D_j)$$

$$x = D$$

Dari persamaan Least Square diperoleh :

$$a = 73,729 \quad \text{----->} \quad U_f = a = 73,729 \quad \text{Km/Jam}$$

$$b = -0,715 \quad \text{----->} \quad D_j = U_f/b = 103,170 \quad \text{SMP/Km}$$

maka persamaan regresinya :

$$U_s = U_f - (U_f / D_j) \cdot D$$

$$U_s = 73,729 - 0,715 \cdot D$$

Koefisien korelasi (r) :

$$r = \frac{n \sum xy - \sum x \cdot \sum y}{\sqrt{[n \sum x^2 - (\sum x)^2] \cdot [n \sum y^2 - (\sum y)^2]}}$$

$$r = -0,9718$$

$$r^2 = 0,9444$$

a.2. HUBUNGAN VOLUME DAN KECEPATAN

Hubungan volume dan kecepatan merupakan fungsi parabolik dengan bentuk persamaan sebagai berikut :

$$V = D_j \cdot U_s - (D_j/U_f) \cdot U_s^2 \dots\dots\dots(10)$$

$$V = 103,170 \cdot U_s - 1,399 \cdot U_s^2$$

Hubungan volume dan kepadatan juga merupakan fungsi parabolik dengan bentuk persamaan sebagai berikut :

$$V = U_f \cdot D - (U_f/D_j) \cdot D^2 \dots\dots\dots(11)$$

$$V = 73,729 \cdot D - 0,715 \cdot D^2$$

a.3. HUBUNGAN VOLUME DAN KEPADATAN PERHITUNGAN VOLUME MAKSIMUM

Volume maksimum (kapasitas) didapat dengan menggunakan persamaan sebagai berikut :

$$\begin{aligned} V_{\text{maks}} &= (U_f \cdot D_j) / 4 \text{ SMP/Jam} \\ &= (73,729 \cdot D_j) / 4 \text{ SMP/Jam} \\ &= (73,729 \cdot 103,170) / 4 \text{ SMP / Jam} \\ &= 1901,637 \text{ SMP / Jam} \end{aligned}$$

Hubungan antara variabel kecepatan, volume dan kepadatan menurut model Greenshields persamaan 9 s/d 11 bab II, sebagai berikut :

- Hubungan kecepatan (U_s) – kepadatan (D)

$$U_s = 73,729 - 0,715 \cdot D$$

- Hubungan Volume (V) – kecepatan (U_s)

$$V = 103,170 \cdot U_s - 1,399 \cdot U_s^2$$

- Hubungan volume (V) – kepadatan (D)

$$V = 73,729 \cdot D - 0,715 \cdot D^2$$

- Volume maksimal = 1901,637 SMP/Jam

$$\text{Tingkat akurasi regresinya } (r^2) = 0,9444$$

Tabel 5.5a menunjukkan adanya hubungan kecepatan, volume dan kepadatan model Greenshields.

Tabel 5.5b menunjukkan data sebaran/Scatter model Greenshields.

Tabel 5.5a
DATA UNTUK MENGGAMBAR GRAFIK HUBUNGAN
KECEPATAN, VOLUME DAN KEPADATAN

| No. | Grafik I | | Grafik II | | Grafik III | |
|-----|--------------------------------|--------|---|---------|--|----------|
| | $U_s = 73,729 - 0,715 \cdot D$ | | $V = 103,170 \cdot U_s - 1,399 \cdot U_s^2$ | | $V = 73,729 \cdot D - 0,715 \cdot D^2$ | |
| | D | U_s | V | U_s | D | V |
| 1 | 0 | 73,729 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 2 | 10 | 66,582 | 891,764 | 10 | 10 | 665,822 |
| 3 | 20 | 59,436 | 1503,666 | 20 | 20 | 1188,718 |
| 4 | 30 | 52,290 | 1835,704 | 30 | 30 | 1568,686 |
| 5 | 40 | 45,143 | 1901,637 | 36,864 | 40 | 1805,728 |
| 6 | 50 | 37,997 | 1887,878 | 40 | 50 | 1899,842 |
| 7 | 51,585 | 36,864 | 1660,189 | 50 | 51,585 | 1901,637 |
| 8 | 60 | 30,850 | 1660,189 | 50 | 60 | 1851,030 |
| 9 | 70 | 23,704 | 1152,638 | 60 | 70 | 1659,291 |
| 10 | 80 | 16,558 | 174,156 | 72 | 80 | 1324,624 |
| 11 | 90 | 9,411 | 0,000 | 73,7286 | 90 | 847,031 |
| 12 | 100 | 2,265 | | | 100 | 226,511 |
| 13 | 103,170 | 0,000 | | | 103,170 | 0,000 |

**DATA LALU LINTAS TIDAK TERMASUK KENDARAAN BERAT / TRAILLER
ANGKUTAN PETI KEMAS
(SATU ARAH)**

A. GREENSHIELDS

TABEL : 5.5b
DATA SEBARAN / SCATTER

| Grafik 1 | | Grafik 2 | | Grafik 3 | |
|----------|-------|----------|-------|----------|----------|
| D | Us | V | Us | D | V |
| 7,00 | 68,59 | 480,00 | 68,59 | 7,00 | 480,00 |
| 3,70 | 72,97 | 270,00 | 72,97 | 3,70 | 270,00 |
| 20,78 | 57,76 | 1.200,00 | 57,76 | 20,78 | 1.200,00 |
| 20,49 | 57,11 | 1.170,00 | 57,11 | 20,49 | 1.170,00 |
| 4,77 | 69,19 | 330,00 | 69,19 | 4,77 | 330,00 |
| 10,29 | 67,09 | 690,00 | 67,09 | 10,29 | 690,00 |
| 7,10 | 67,62 | 480,00 | 67,62 | 7,10 | 480,00 |
| 20,60 | 58,25 | 1.200,00 | 58,25 | 20,60 | 1.200,00 |
| 17,73 | 62,61 | 1.110,00 | 62,61 | 17,73 | 1.110,00 |
| 13,06 | 64,32 | 840,00 | 64,32 | 13,06 | 840,00 |
| 15,72 | 62,96 | 990,00 | 62,96 | 15,72 | 990,00 |
| 8,75 | 68,57 | 600,00 | 68,57 | 8,75 | 600,00 |
| 6,13 | 68,53 | 420,00 | 68,53 | 6,13 | 420,00 |
| 6,58 | 68,41 | 450,00 | 68,41 | 6,58 | 450,00 |
| 12,94 | 64,90 | 840,00 | 64,90 | 12,94 | 840,00 |
| 6,12 | 68,67 | 420,00 | 68,67 | 6,12 | 420,00 |
| 7,90 | 68,38 | 540,00 | 68,38 | 7,90 | 540,00 |
| 7,89 | 68,41 | 540,00 | 68,41 | 7,89 | 540,00 |
| 12,08 | 64,55 | 780,00 | 64,55 | 12,08 | 780,00 |
| 11,02 | 65,34 | 720,00 | 65,34 | 11,02 | 720,00 |
| 13,00 | 64,60 | 840,00 | 64,60 | 13,00 | 840,00 |
| 5,18 | 69,50 | 360,00 | 69,50 | 5,18 | 360,00 |
| 3,74 | 72,29 | 270,00 | 72,29 | 3,74 | 270,00 |
| 7,90 | 68,34 | 540,00 | 68,34 | 7,90 | 540,00 |
| 3,30 | 72,80 | 240,00 | 72,80 | 3,30 | 240,00 |
| 7,01 | 68,44 | 480,00 | 68,44 | 7,01 | 480,00 |
| 4,17 | 72,00 | 300,00 | 72,00 | 4,17 | 300,00 |
| 7,39 | 69,04 | 510,00 | 69,04 | 7,39 | 510,00 |
| 11,01 | 65,41 | 720,00 | 65,41 | 11,01 | 720,00 |
| 6,13 | 68,53 | 420,00 | 68,53 | 6,13 | 420,00 |
| 7,06 | 68,02 | 480,00 | 68,02 | 7,06 | 480,00 |
| 4,60 | 71,78 | 330,00 | 71,78 | 4,60 | 330,00 |
| 12,60 | 64,27 | 810,00 | 64,27 | 12,60 | 810,00 |
| 6,15 | 68,28 | 420,00 | 68,28 | 6,15 | 420,00 |
| 9,26 | 68,01 | 630,00 | 68,01 | 9,26 | 630,00 |
| 6,57 | 68,47 | 450,00 | 68,47 | 6,57 | 450,00 |
| 7,44 | 68,53 | 510,00 | 68,53 | 7,44 | 510,00 |

**DATA LALU LINTAS TIDAK TERMASUK KENDARAAN BERAT / TRAILLER
ANGKUTAN PETI KEMAS
(SATU ARAH)**

A. GREENSHIELDS

TABEL : 5.5b (Lanjutan)
DATA SEBARAN / SCATTER

| Grafik 1 | | Grafik 2 | | Grafik 3 | |
|----------|-------|----------|-------|----------|--------|
| D | Us | V | Us | D | V |
| 7,05 | 68,08 | 480,00 | 68,08 | 7,05 | 480,00 |
| 7,87 | 68,60 | 540,00 | 68,60 | 7,87 | 540,00 |
| 6,58 | 68,42 | 450,00 | 68,42 | 6,58 | 450,00 |
| 8,38 | 68,01 | 570,00 | 68,01 | 8,38 | 570,00 |
| 6,57 | 68,47 | 450,00 | 68,47 | 6,57 | 450,00 |
| 14,39 | 62,54 | 900,00 | 62,54 | 14,39 | 900,00 |
| 5,19 | 69,36 | 360,00 | 69,36 | 5,19 | 360,00 |
| 9,80 | 67,33 | 660,00 | 67,33 | 9,80 | 660,00 |
| 12,96 | 64,81 | 840,00 | 64,81 | 12,96 | 840,00 |
| 11,84 | 65,85 | 780,00 | 65,85 | 11,84 | 780,00 |
| 7,44 | 68,55 | 510,00 | 68,55 | 7,44 | 510,00 |
| 8,79 | 68,26 | 600,00 | 68,26 | 8,79 | 600,00 |
| 9,92 | 66,51 | 660,00 | 66,51 | 9,92 | 660,00 |
| 4,15 | 72,25 | 300,00 | 72,25 | 4,15 | 300,00 |
| 10,39 | 66,40 | 690,00 | 66,40 | 10,39 | 690,00 |
| 6,11 | 68,73 | 420,00 | 68,73 | 6,11 | 420,00 |
| 9,92 | 66,54 | 660,00 | 66,54 | 9,92 | 660,00 |
| 12,92 | 65,00 | 840,00 | 65,00 | 12,92 | 840,00 |
| 11,50 | 65,23 | 750,00 | 65,23 | 11,50 | 750,00 |
| 5,64 | 69,10 | 390,00 | 69,10 | 5,64 | 390,00 |
| 11,49 | 65,29 | 750,00 | 65,29 | 11,49 | 750,00 |
| 7,43 | 68,62 | 510,00 | 68,62 | 7,43 | 510,00 |
| 7,06 | 67,99 | 480,00 | 67,99 | 7,06 | 480,00 |
| 7,04 | 68,13 | 480,00 | 68,13 | 7,04 | 480,00 |
| 6,08 | 69,06 | 420,00 | 69,06 | 6,08 | 420,00 |
| 8,39 | 67,90 | 570,00 | 67,90 | 8,39 | 570,00 |
| 12,07 | 64,60 | 780,00 | 64,60 | 12,07 | 780,00 |
| 13,93 | 62,47 | 870,00 | 62,47 | 13,93 | 870,00 |
| 9,38 | 67,15 | 630,00 | 67,15 | 9,38 | 630,00 |
| 8,91 | 67,31 | 600,00 | 67,31 | 8,91 | 600,00 |
| 11,47 | 65,36 | 750,00 | 65,36 | 11,47 | 750,00 |
| 6,56 | 68,65 | 450,00 | 68,65 | 6,56 | 450,00 |
| 7,51 | 67,90 | 510,00 | 67,90 | 7,51 | 510,00 |
| 8,87 | 67,67 | 600,00 | 67,67 | 8,87 | 600,00 |
| 9,86 | 66,95 | 660,00 | 66,95 | 9,86 | 660,00 |
| 13,89 | 62,61 | 870,00 | 62,61 | 13,89 | 870,00 |
| 7,95 | 67,92 | 540,00 | 67,92 | 7,95 | 540,00 |

**DATA LALU LINTAS TIDAK TERMASUK KENDARAAN BERAT / TRAILLER
ANGKUTAN PETI KEMAS
(SATU ARAH)**

A. GREENSHIELDS

TABEL : 5.5b (Lanjutan)
DATA SEBARAN / SCATTER

| Grafik 1 | | Grafik 2 | | Grafik 3 | |
|----------|-------|----------|-------|----------|----------|
| D | Us | V | Us | D | V |
| 9,82 | 67,20 | 660,00 | 67,20 | 9,82 | 660,00 |
| 7,50 | 67,96 | 510,00 | 67,96 | 7,50 | 510,00 |
| 8,45 | 67,49 | 570,00 | 67,49 | 8,45 | 570,00 |
| 10,46 | 65,95 | 690,00 | 65,95 | 10,46 | 690,00 |
| 10,99 | 65,50 | 720,00 | 65,50 | 10,99 | 720,00 |
| 8,38 | 68,02 | 570,00 | 68,02 | 8,38 | 570,00 |
| 10,36 | 66,58 | 690,00 | 66,58 | 10,36 | 690,00 |
| 10,39 | 66,44 | 690,00 | 66,44 | 10,39 | 690,00 |
| 6,51 | 69,10 | 450,00 | 69,10 | 6,51 | 450,00 |
| 9,40 | 67,02 | 630,00 | 67,02 | 9,40 | 630,00 |
| 11,52 | 65,13 | 750,00 | 65,13 | 11,52 | 750,00 |
| 9,94 | 66,40 | 660,00 | 66,40 | 9,94 | 660,00 |
| 11,50 | 65,24 | 750,00 | 65,24 | 11,50 | 750,00 |
| 14,01 | 64,23 | 900,00 | 64,23 | 14,01 | 900,00 |
| 9,86 | 66,91 | 660,00 | 66,91 | 9,86 | 660,00 |
| 9,85 | 67,04 | 660,00 | 67,04 | 9,85 | 660,00 |
| 7,51 | 67,88 | 510,00 | 67,88 | 7,51 | 510,00 |
| 8,89 | 67,52 | 600,00 | 67,52 | 8,89 | 600,00 |
| 9,89 | 66,74 | 660,00 | 66,74 | 9,89 | 660,00 |
| 11,93 | 65,38 | 780,00 | 65,38 | 11,93 | 780,00 |
| 9,37 | 67,27 | 630,00 | 67,27 | 9,37 | 630,00 |
| 10,28 | 67,11 | 690,00 | 67,11 | 10,28 | 690,00 |
| 10,29 | 67,07 | 690,00 | 67,07 | 10,29 | 690,00 |
| 11,48 | 65,33 | 750,00 | 65,33 | 11,48 | 750,00 |
| 11,49 | 65,29 | 750,00 | 65,29 | 11,49 | 750,00 |
| 10,93 | 65,87 | 720,00 | 65,87 | 10,93 | 720,00 |
| 12,45 | 65,05 | 810,00 | 65,05 | 12,45 | 810,00 |
| 11,95 | 65,27 | 780,00 | 65,27 | 11,95 | 780,00 |
| 10,96 | 65,71 | 720,00 | 65,71 | 10,96 | 720,00 |
| 16,82 | 62,44 | 1.050,00 | 62,44 | 16,82 | 1.050,00 |
| 12,44 | 65,10 | 810,00 | 65,10 | 12,44 | 810,00 |
| 11,47 | 65,38 | 750,00 | 65,38 | 11,47 | 750,00 |
| 7,83 | 68,99 | 540,00 | 68,99 | 7,83 | 540,00 |
| 6,13 | 68,47 | 420,00 | 68,47 | 6,13 | 420,00 |
| 11,29 | 66,42 | 750,00 | 66,42 | 11,29 | 750,00 |
| 9,40 | 67,05 | 630,00 | 67,05 | 9,40 | 630,00 |
| 11,43 | 65,59 | 750,00 | 65,59 | 11,43 | 750,00 |

**DATA LALU LINTAS TIDAK TERMASUK KENDARAAN BERAT / TRAILLER
ANGKUTAN PETI KEMAS
(SATU ARAH)**

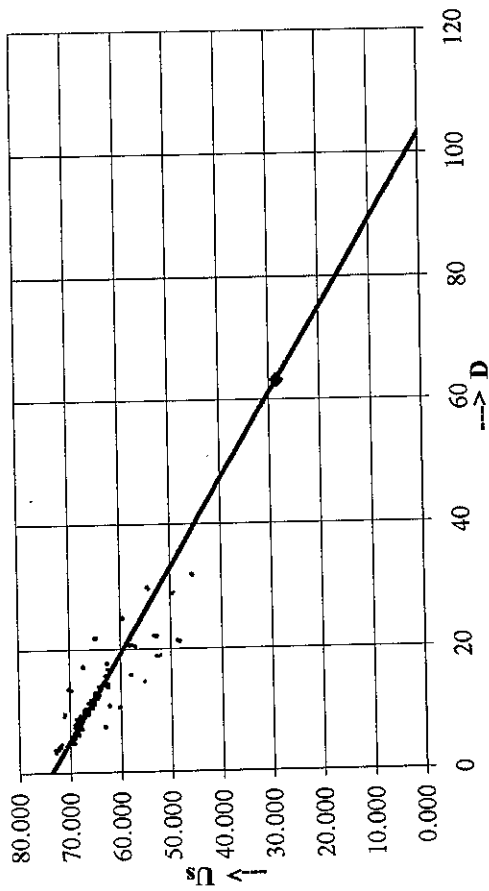
A. GREENSHIELDS

TABEL : 5.5b (Lanjutan)
DATA SEBARAN / SCATTER

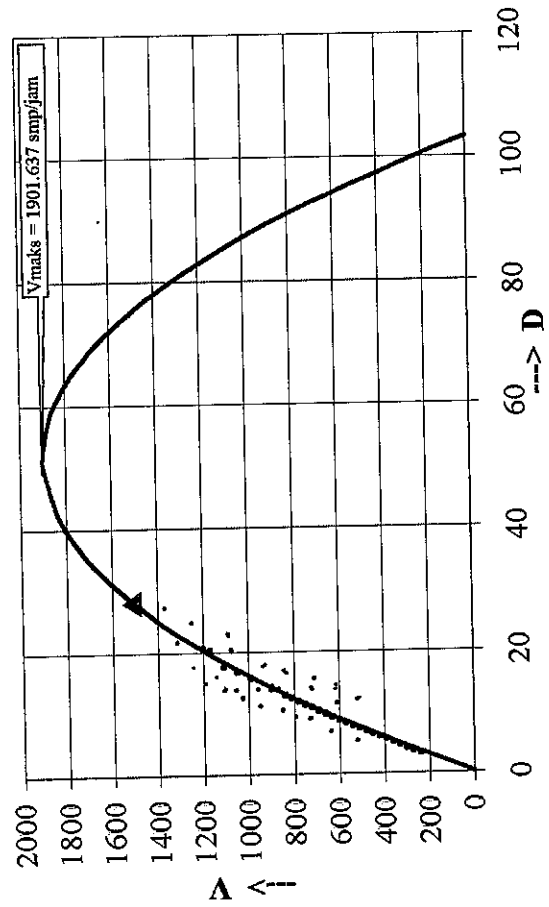
| Grafik 1 | | Grafik 2 | | Grafik 3 | |
|----------|-------|----------|-------|----------|--------|
| D | Us | V | Us | D | V |
| 9,87 | 66,84 | 660,00 | 66,84 | 9,87 | 660,00 |
| 9,49 | 66,42 | 630,00 | 66,42 | 9,49 | 630,00 |
| 11,06 | 65,11 | 720,00 | 65,11 | 11,06 | 720,00 |
| 8,73 | 68,77 | 600,00 | 68,77 | 8,73 | 600,00 |
| 10,32 | 66,84 | 690,00 | 66,84 | 10,32 | 690,00 |
| 10,92 | 65,92 | 720,00 | 65,92 | 10,92 | 720,00 |
| 11,47 | 65,39 | 750,00 | 65,39 | 11,47 | 750,00 |
| 10,51 | 65,65 | 690,00 | 65,65 | 10,51 | 690,00 |
| 10,33 | 66,81 | 690,00 | 66,81 | 10,33 | 690,00 |
| 6,51 | 69,12 | 450,00 | 69,12 | 6,51 | 450,00 |
| 6,99 | 68,68 | 480,00 | 68,68 | 6,99 | 480,00 |
| 9,41 | 66,98 | 630,00 | 66,98 | 9,41 | 630,00 |
| 8,76 | 68,48 | 600,00 | 68,48 | 8,76 | 600,00 |
| 8,31 | 68,58 | 570,00 | 68,58 | 8,31 | 570,00 |
| 4,74 | 69,65 | 330,00 | 69,65 | 4,74 | 330,00 |
| 7,89 | 68,44 | 540,00 | 68,44 | 7,89 | 540,00 |

UPT-PUSTAK-UNDIP

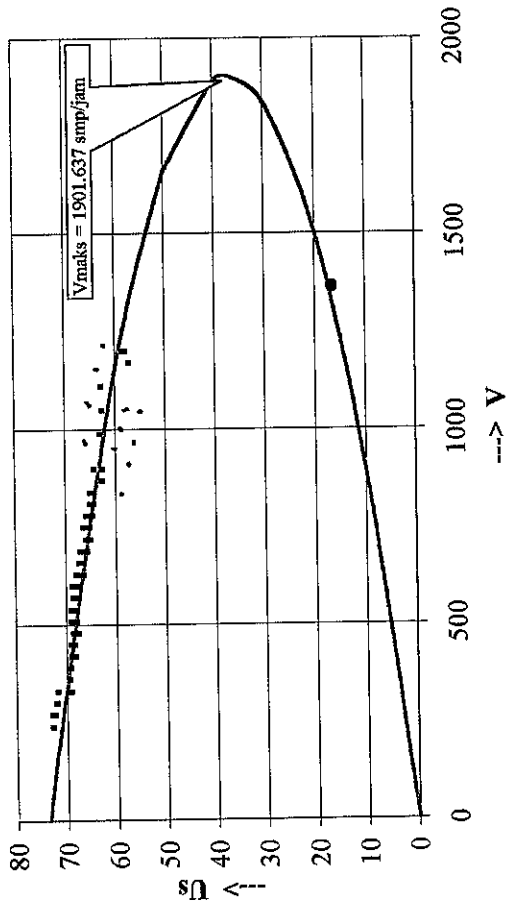
HUBUNGAN KECEPATAN (Us) - KEPADATAN (D)
 Grafik I : $Us = 73.729 - 0.715 \cdot D$



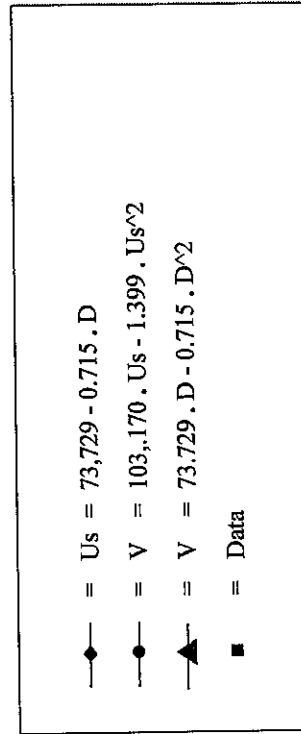
HUBUNGAN VOLUME (V) - KEPADATAN (D)
 Grafik III $V = 73.729 \cdot D - 0.715 \cdot D^2$



HUBUNGAN VOLUME (V) - KECEPATAN (Us)
 Grafik II : $V = 103.170 \cdot Us - 1.399 \cdot Us^2$



KETERANGAN :



Gambar 5.3 Grafik hubungan antara variabel kecepatan, volume dan kepadatan model Greenshields (tidak termasuk trallier/angkutan peti kemas)

b. MODEL EXPONENSIAL UNDERWOOD

b.1. HUBUNGAN KECEPATAN DAN KEPADATAN

Underwood mengemukakan bahwa hubungan antara kecepatan dan kepadatan adalah eksponensial dengan bentuk persamaan sebagai berikut :

$$U_s = U_f \cdot \exp(-D / D_m) \dots\dots\dots (15)$$

Dimana : U_f = Kecepatan pada kondisi bebas
 D_m = Kepadatan pada saat volume maksimum

| No. | U_s | D X | $\ln(U_s)$ Y | X^2 | Y^2 | X.Y |
|-----|-------|--------|-----------------|---------|---------|---------|
| 1 | 2 | 3 | $4=\ln(3)$ | $5=3^2$ | $6=4^2$ | $7=3.4$ |
| 1 | 68,59 | 7,00 | 4,228 | 49 | 17,876 | 29,5960 |
| 2 | 72,97 | 3,70 | 4,290 | 13,69 | 18,404 | 15,8730 |
| 3 | 57,76 | 20,78 | 4,056 | 431,613 | 16,451 | 84,2647 |
| 4 | 57,11 | 20,49 | 4,045 | 419,84 | 16,362 | 82,8821 |
| 5 | 69,19 | 4,77 | 4,237 | 22,753 | 17,952 | 20,2105 |
| 6 | 67,09 | 10,29 | 4,206 | 105,884 | 17,69 | 43,2797 |
| 7 | 67,62 | 7,10 | 4,214 | 50,41 | 17,758 | 29,9194 |
| 8 | 58,25 | 20,60 | 4,065 | 424,36 | 16,524 | 83,7390 |
| 9 | 62,61 | 17,73 | 4,137 | 314,353 | 17,115 | 73,3490 |
| 10 | 64,32 | 13,06 | 4,164 | 170,564 | 17,339 | 54,3818 |
| 11 | 62,96 | 15,72 | 4,142 | 247,118 | 17,156 | 65,1122 |
| 12 | 68,57 | 8,75 | 4,228 | 76,563 | 17,876 | 36,9950 |
| 13 | 68,53 | 6,13 | 4,227 | 37,577 | 17,868 | 25,9115 |
| 14 | 68,41 | 6,58 | 4,225 | 43,296 | 17,851 | 27,8005 |
| 15 | 64,90 | 12,94 | 4,173 | 167,444 | 17,414 | 53,9986 |
| 16 | 68,67 | 6,12 | 4,229 | 37,454 | 17,884 | 25,8815 |
| 17 | 68,38 | 7,90 | 4,225 | 62,41 | 17,851 | 33,3775 |
| 18 | 68,41 | 7,89 | 4,225 | 62,252 | 17,851 | 33,3353 |
| 19 | 64,55 | 12,08 | 4,167 | 145,926 | 17,364 | 50,3374 |
| 20 | 65,34 | 11,02 | 4,180 | 121,44 | 17,472 | 46,0636 |
| 21 | 64,60 | 13,00 | 4,168 | 169 | 17,372 | 54,1840 |
| 22 | 69,50 | 5,18 | 4,241 | 26,832 | 17,986 | 21,9684 |
| 23 | 72,29 | 3,74 | 4,281 | 13,988 | 18,327 | 16,0109 |
| 24 | 68,34 | 7,90 | 4,224 | 62,41 | 17,842 | 33,3696 |
| 25 | 72,80 | 3,30 | 4,288 | 10,89 | 18,387 | 14,1504 |
| 26 | 68,44 | 7,01 | 4,226 | 49,14 | 17,859 | 29,6243 |
| 27 | 72,00 | 4,17 | 4,277 | 17,389 | 18,293 | 17,8351 |
| 28 | 69,04 | 7,39 | 4,235 | 54,612 | 17,935 | 31,2967 |

| No. | Us | D X | ln(Us) Y | X ² | Y ² | X.Y |
|-----|-------|--------|-------------|------------------|------------------|---------|
| 1 | 2 | 3 | 4=ln(3) | 5=3 ² | 6=4 ² | 7=3.4 |
| 29 | 65,41 | 11,01 | 4,181 | 121,22 | 17,481 | 46,0328 |
| 30 | 68,53 | 6,13 | 4,227 | 37,577 | 17,868 | 25,9115 |
| 31 | 68,02 | 7,06 | 4,220 | 49,844 | 17,808 | 29,7932 |
| 32 | 71,78 | 4,60 | 4,274 | 21,16 | 18,267 | 19,6604 |
| 33 | 64,27 | 12,60 | 4,163 | 158,76 | 17,331 | 52,4538 |
| 34 | 68,28 | 6,15 | 4,224 | 37,823 | 17,842 | 25,9776 |
| 35 | 68,01 | 9,26 | 4,220 | 85,748 | 17,808 | 39,0772 |
| 36 | 68,47 | 6,57 | 4,226 | 43,165 | 17,859 | 27,7648 |
| 37 | 68,53 | 7,44 | 4,227 | 55,354 | 17,868 | 31,4489 |
| 38 | 68,08 | 7,05 | 4,221 | 49,703 | 17,817 | 29,7581 |
| 39 | 68,60 | 7,87 | 4,228 | 61,937 | 17,876 | 33,2744 |
| 40 | 68,42 | 6,58 | 4,226 | 43,296 | 17,859 | 27,8071 |
| 41 | 68,01 | 8,38 | 4,220 | 70,224 | 17,808 | 35,3636 |
| 42 | 68,47 | 6,57 | 4,226 | 43,165 | 17,859 | 27,7648 |
| 43 | 62,54 | 14,39 | 4,136 | 207,072 | 17,106 | 59,5170 |
| 44 | 69,36 | 5,19 | 4,239 | 26,936 | 17,969 | 22,0004 |
| 45 | 67,33 | 9,80 | 4,210 | 96,04 | 17,724 | 41,2580 |
| 46 | 64,81 | 12,96 | 4,172 | 167,962 | 17,406 | 54,0691 |
| 47 | 65,85 | 11,84 | 4,187 | 140,186 | 17,531 | 49,5741 |
| 48 | 68,55 | 7,44 | 4,228 | 55,354 | 17,876 | 31,4563 |
| 49 | 68,26 | 8,79 | 4,223 | 77,264 | 17,834 | 37,1202 |
| 50 | 66,51 | 9,92 | 4,197 | 98,406 | 17,615 | 41,6342 |
| 51 | 72,25 | 4,15 | 4,280 | 17,223 | 18,318 | 17,7620 |
| 52 | 66,40 | 10,39 | 4,196 | 107,952 | 17,606 | 43,5964 |
| 53 | 68,73 | 6,11 | 4,230 | 37,332 | 17,893 | 25,8453 |
| 54 | 66,54 | 9,92 | 4,198 | 98,406 | 17,623 | 41,6442 |
| 55 | 65,00 | 12,92 | 4,174 | 166,926 | 17,422 | 53,9281 |
| 56 | 65,23 | 11,50 | 4,178 | 132,25 | 17,456 | 48,0470 |
| 57 | 69,10 | 5,64 | 4,236 | 31,81 | 17,944 | 23,8910 |
| 58 | 65,29 | 11,49 | 4,179 | 132,02 | 17,464 | 48,0167 |
| 59 | 68,62 | 7,43 | 4,229 | 55,205 | 17,884 | 31,4215 |
| 60 | 67,99 | 7,06 | 4,219 | 49,844 | 17,8 | 29,7861 |
| 61 | 68,13 | 7,04 | 4,221 | 49,562 | 17,817 | 29,7158 |
| 62 | 69,06 | 6,08 | 4,235 | 36,966 | 17,935 | 25,7488 |
| 63 | 67,90 | 8,39 | 4,218 | 70,392 | 17,792 | 35,3890 |
| 64 | 64,60 | 12,07 | 4,168 | 145,685 | 17,372 | 50,3078 |
| 65 | 62,47 | 13,93 | 4,135 | 194,045 | 17,098 | 57,6006 |
| 66 | 67,15 | 9,38 | 4,207 | 87,984 | 17,699 | 39,4617 |
| 67 | 67,31 | 8,91 | 4,209 | 79,388 | 17,716 | 37,5022 |
| 68 | 65,36 | 11,47 | 4,180 | 131,561 | 17,472 | 47,9446 |

| No. | Us | D X | ln(Us) Y | X ² | Y ² | X.Y |
|-----|-------|--------|-------------|------------------|------------------|---------|
| 1 | 2 | 3 | 4=ln(3) | 5=3 ² | 6=4 ² | 7=3.4 |
| 69 | 68,65 | 6,56 | 4,229 | 43,034 | 17,884 | 27,7422 |
| 70 | 67,90 | 7,51 | 4,218 | 56,4 | 17,792 | 31,6772 |
| 71 | 67,67 | 8,87 | 4,215 | 78,677 | 17,766 | 37,3871 |
| 72 | 66,95 | 9,86 | 4,204 | 97,22 | 17,674 | 41,4514 |
| 73 | 62,61 | 13,89 | 4,137 | 192,932 | 17,115 | 57,4629 |
| 74 | 67,92 | 7,95 | 4,218 | 63,203 | 17,792 | 33,5331 |
| 75 | 67,20 | 9,82 | 4,208 | 96,432 | 17,707 | 41,3226 |
| 76 | 67,96 | 7,50 | 4,219 | 56,25 | 17,8 | 31,6425 |
| 77 | 67,49 | 8,45 | 4,212 | 71,403 | 17,741 | 35,5914 |
| 78 | 65,95 | 10,46 | 4,189 | 109,412 | 17,548 | 43,8169 |
| 79 | 65,50 | 10,99 | 4,182 | 120,78 | 17,489 | 45,9602 |
| 80 | 68,02 | 8,38 | 4,220 | 70,224 | 17,808 | 35,3636 |
| 81 | 66,58 | 10,36 | 4,198 | 107,33 | 17,623 | 43,4913 |
| 82 | 66,44 | 10,39 | 4,196 | 107,952 | 17,606 | 43,5964 |
| 83 | 69,10 | 6,51 | 4,236 | 42,38 | 17,944 | 27,5764 |
| 84 | 67,02 | 9,40 | 4,205 | 88,36 | 17,682 | 39,5270 |
| 85 | 65,13 | 11,52 | 4,176 | 132,71 | 17,439 | 48,1075 |
| 86 | 66,40 | 9,94 | 4,196 | 98,804 | 17,606 | 41,7082 |
| 87 | 65,24 | 11,50 | 4,178 | 132,25 | 17,456 | 48,0470 |
| 88 | 64,23 | 14,01 | 4,162 | 196,28 | 17,322 | 58,3096 |
| 89 | 66,91 | 9,86 | 4,203 | 97,22 | 17,665 | 41,4416 |
| 90 | 67,04 | 9,85 | 4,205 | 97,023 | 17,682 | 41,4193 |
| 91 | 67,88 | 7,51 | 4,218 | 56,4 | 17,792 | 31,6772 |
| 92 | 67,52 | 8,89 | 4,212 | 79,032 | 17,741 | 37,4447 |
| 93 | 66,74 | 9,89 | 4,201 | 97,812 | 17,648 | 41,5479 |
| 94 | 65,38 | 11,93 | 4,180 | 142,325 | 17,472 | 49,8674 |
| 95 | 67,27 | 9,37 | 4,209 | 87,797 | 17,716 | 39,4383 |
| 96 | 67,11 | 10,28 | 4,206 | 105,678 | 17,69 | 43,2377 |
| 97 | 67,07 | 10,29 | 4,206 | 105,884 | 17,69 | 43,2797 |
| 98 | 65,33 | 11,48 | 4,179 | 131,79 | 17,464 | 47,9749 |
| 99 | 65,29 | 11,49 | 4,179 | 132,02 | 17,464 | 48,0167 |
| 100 | 65,87 | 10,93 | 4,188 | 119,465 | 17,539 | 45,7748 |
| 101 | 65,05 | 12,45 | 4,175 | 155,003 | 17,431 | 51,9788 |
| 102 | 65,27 | 11,95 | 4,178 | 142,803 | 17,456 | 49,9271 |
| 103 | 65,71 | 10,96 | 4,185 | 120,122 | 17,514 | 45,8676 |
| 104 | 62,44 | 16,82 | 4,134 | 282,912 | 17,09 | 69,5339 |
| 105 | 65,10 | 12,44 | 4,176 | 154,754 | 17,439 | 51,9494 |
| 106 | 65,38 | 11,47 | 4,180 | 131,561 | 17,472 | 47,9446 |
| 107 | 68,99 | 7,83 | 4,234 | 61,309 | 17,927 | 33,1522 |
| 108 | 68,47 | 6,13 | 4,226 | 37,577 | 17,859 | 25,9054 |

| No. | Us | D X | ln(Us) Y | X ² | Y ² | X.Y |
|-----|---------|---------|-------------|------------------|------------------|-----------|
| 1 | 2 | 3 | 4=ln(3) | 5=3 ² | 6=4 ² | 7=3.4 |
| 109 | 66,42 | 11,29 | 4,196 | 127,464 | 17,606 | 47,3728 |
| 110 | 67,05 | 9,40 | 4,205 | 88,36 | 17,682 | 39,5270 |
| 111 | 65,59 | 11,43 | 4,183 | 130,645 | 17,497 | 47,8117 |
| 112 | 66,84 | 9,87 | 4,202 | 97,417 | 17,657 | 41,4737 |
| 113 | 66,42 | 9,49 | 4,196 | 90,06 | 17,606 | 39,8200 |
| 114 | 65,11 | 11,06 | 4,176 | 122,324 | 17,439 | 46,1866 |
| 115 | 68,77 | 8,73 | 4,231 | 76,213 | 17,901 | 36,9366 |
| 116 | 66,84 | 10,32 | 4,202 | 106,502 | 17,657 | 43,3646 |
| 117 | 65,92 | 10,92 | 4,188 | 119,246 | 17,539 | 45,7330 |
| 118 | 65,39 | 11,47 | 4,180 | 131,561 | 17,472 | 47,9446 |
| 119 | 65,65 | 10,51 | 4,184 | 110,46 | 17,506 | 43,9738 |
| 120 | 66,81 | 10,33 | 4,202 | 106,709 | 17,657 | 43,4067 |
| 121 | 69,12 | 6,51 | 4,236 | 42,38 | 17,944 | 27,5764 |
| 122 | 68,68 | 6,99 | 4,229 | 48,86 | 17,884 | 29,5607 |
| 123 | 66,98 | 9,41 | 4,204 | 88,548 | 17,674 | 39,5596 |
| 124 | 68,48 | 8,76 | 4,227 | 76,738 | 17,868 | 37,0285 |
| 125 | 68,58 | 8,31 | 4,228 | 69,056 | 17,876 | 35,1347 |
| 126 | 69,65 | 4,74 | 4,244 | 22,468 | 18,012 | 20,1166 |
| 127 | 68,44 | 7,89 | 4,226 | 62,252 | 17,859 | 33,3431 |
| | 8501,01 | 1206,94 | 533,781 | 12798,738 | 2243,663 | 5057,6384 |

$$Us = Uf \cdot \exp(-D / Dm) \dots\dots\dots (15)$$

Untuk mendapatkan nilai konstanta Uf dan Dm maka persamaan (15) diubah menjadi persamaan linier :

$$\ln(Us) = \ln(Uf) - D / Dm \dots\dots\dots (16)$$

y = a + bx ; dimana

- y = ln(Us)
- a = ln(Uf)
- b = (- 1/Dm)
- x = D

Dari persamaan Least Square diperoleh :

$$a = 4,311 \quad \text{----->} \quad Uf=e^a = 74,5207 \quad \text{Km/Jam}$$

$$b = -0,011 \quad \text{----->} \quad Dm= - 1/b = 87,932 \quad \text{SMP/Km}$$

maka persamaan eksponensialnya diperoleh :

$$U_s = U_f \cdot \exp(-D / D_m)$$

$$U_s = 74,5207 \cdot \exp(-D / 87,932)$$

Koefisien korelasi (r) :

$$r = \frac{n \sum xy - \sum x \cdot \sum y}{\sqrt{[n \sum x^2 - (\sum x)^2] \cdot [n \sum y^2 - (\sum y)^2]}}$$

$$r = -0,9880$$

$$r^2 = 0,976211$$

b.2. HUBUNGAN VOLUME DAN KECEPATAN

Hubungan volume dan kecepatan berlaku persamaan sebagai berikut :

$$V = D_m \cdot U_s \cdot \ln(U_f / U_s) \dots \dots \dots (17)$$

$$V = 87,932 \cdot U_s \cdot \ln(74,5207 / U_s)$$

b.3. HUBUNGAN VOLUME DAN KEPADATAN

Dan hubungan volume dan kepadatan berlaku persamaan :

$$V = U_f \cdot D \cdot \exp(-D / D_m) \dots \dots \dots (18)$$

$$V = 74,5207 \cdot D \cdot \exp(-D / 87,932)$$

PERHITUNGAN VOLUME MAKSIMUM

Untuk model Underwood volume maksimum (kapasitas) didapat dengan menggunakan persamaan sebagai berikut :

$$\begin{aligned} V_{\text{maks}} &= D_m \cdot U_f / 4 \text{ SMP / Jam} \\ &= 87,932 \cdot U_f / 4 \text{ SMP / Jam} \\ &= 87,932 \cdot 74,5207 / 4 \text{ SMP / Jam} \\ &= 2410,62 \text{ SMP / Jam} \end{aligned}$$

Hubungan antara variabel kecepatan volume, kepadatan moment model Underwood dapat digambarkan dalam dalam tabel sebagai berikut :

Tabel 5.6a menunjukkan adanya hubungan antara kecepatan, volume dan kepadatan model Underwood.

Tabel 5.6b menunjukkan data sebaran / Scatter model Underwood.

TABEL : 5.6a
DATA UNTUK MENGGAMBAR GRAFIK HUBUNGAN
KECEPATAN, VOLUME DAN KEPADATAN

| No. | Grafik I | | Grafik II | | Grafik III | |
|-----|---|--------|---|---------|---|----------|
| | $U_s = 74,5207 \cdot \exp(-D/ 87,9320)$ | | $V = 87,9320 \cdot U_s \cdot \ln(74,5207 / U_s)$ | | $V = 74,52 \cdot D \cdot \exp(-D/ 87,9320)$ | |
| | D | Us | V | Us | D | V |
| 1 | 0 | 74,521 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 2 | 20 | 59,360 | 2313,218 | 20 | 20 | 1187,209 |
| 3 | 40 | 47,284 | 2436,290 | 24,856 | 40 | 1891,375 |
| 4 | 43,966 | 45,199 | 2188,443 | 40 | 60 | 2259,900 |
| 5 | 60 | 37,665 | 1987,223 | 45,199 | 80 | 2400,206 |
| 6 | 80 | 30,003 | 1143,463 | 60 | 87,932 | 2410,624 |
| 7 | 100 | 23,899 | 0,000 | 74,5207 | 100 | 2389,895 |
| 8 | 120 | 19,037 | | | 120 | 2284,444 |
| 9 | 140 | 15,164 | | | 140 | 2122,988 |
| 10 | 160 | 12,079 | | | 160 | 1932,680 |
| 11 | 180 | 9,622 | | | 180 | 1731,940 |
| 12 | 200 | 7,664 | | | 200 | 1532,889 |
| 13 | 220 | 6,105 | | | 220 | 1343,148 |
| 14 | 240 | 4,863 | | | 240 | 1167,166 |
| 15 | 260 | 3,874 | | | 260 | 1007,199 |
| 16 | 280 | 3,086 | | | 280 | 864,013 |
| 17 | 300 | 2,458 | | | 300 | 737,401 |
| 18 | 320 | 1,958 | | | 320 | 626,546 |
| 19 | 340 | 1,560 | | | 340 | 530,276 |
| 20 | 360 | 1,242 | | | 360 | 447,246 |
| 21 | 380 | 0,990 | | | 380 | 376,052 |
| 22 | 400 | 0,788 | | | 400 | 315,315 |
| 23 | 420 | 0,628 | | | 420 | 263,727 |
| 24 | 440 | 0,500 | | | 440 | 220,079 |
| 25 | 460 | 0,398 | | | 460 | 183,275 |
| 26 | 480 | 0,317 | | | 480 | 152,338 |
| 27 | 500 | 0,253 | | | 500 | 126,403 |
| 28 | 520 | 0,201 | | | 520 | 104,715 |
| 29 | 540 | 0,160 | | | 540 | 86,621 |
| 30 | 560 | 0,128 | | | 560 | 71,554 |
| 31 | 580 | 0,102 | | | 580 | 59,033 |
| 32 | 600 | 0,081 | | | 600 | 48,645 |
| 33 | 620 | 0,065 | | | 620 | 40,041 |
| 34 | 640 | 0,051 | | | 640 | 32,924 |
| 35 | 660 | 0,041 | | | 660 | 27,045 |
| 36 | 680 | 0,033 | | | 680 | 22,196 |
| 37 | 700 | 0,026 | | | 700 | 18,201 |
| 38 | 720 | 0,021 | | | 720 | 14,912 |

**DATA LALU LINTAS TIDAK TERMASUK KENDARAAN BERAT/TRAILLER
ANGKUTAN PETI KEMAS
(SATU ARAH)**

B. UNDERWOOD

TABEL : 5.6b
DATA SEBARAN / SCATTER

| Grafik 1 | | Grafik 2 | | Grafik 3 | |
|----------|-------|----------|-------|----------|----------|
| D | Us | V | Us | D | V |
| 7,00 | 68,59 | 480,00 | 68,59 | 7,00 | 480,00 |
| 3,70 | 72,97 | 270,00 | 72,97 | 3,70 | 270,00 |
| 20,78 | 57,76 | 1.200,00 | 57,76 | 20,78 | 1.200,00 |
| 20,49 | 57,11 | 1.170,00 | 57,11 | 20,49 | 1.170,00 |
| 4,77 | 69,19 | 330,00 | 69,19 | 4,77 | 330,00 |
| 10,29 | 67,09 | 690,00 | 67,09 | 10,29 | 690,00 |
| 7,10 | 67,62 | 480,00 | 67,62 | 7,10 | 480,00 |
| 20,60 | 58,25 | 1.200,00 | 58,25 | 20,60 | 1.200,00 |
| 17,73 | 62,61 | 1.110,00 | 62,61 | 17,73 | 1.110,00 |
| 13,06 | 64,32 | 840,00 | 64,32 | 13,06 | 840,00 |
| 15,72 | 62,96 | 990,00 | 62,96 | 15,72 | 990,00 |
| 8,75 | 68,57 | 600,00 | 68,57 | 8,75 | 600,00 |
| 6,13 | 68,53 | 420,00 | 68,53 | 6,13 | 420,00 |
| 6,58 | 68,41 | 450,00 | 68,41 | 6,58 | 450,00 |
| 12,94 | 64,90 | 840,00 | 64,90 | 12,94 | 840,00 |
| 6,12 | 68,67 | 420,00 | 68,67 | 6,12 | 420,00 |
| 7,90 | 68,38 | 540,00 | 68,38 | 7,90 | 540,00 |
| 7,89 | 68,41 | 540,00 | 68,41 | 7,89 | 540,00 |
| 12,08 | 64,55 | 780,00 | 64,55 | 12,08 | 780,00 |
| 11,02 | 65,34 | 720,00 | 65,34 | 11,02 | 720,00 |
| 13,00 | 64,60 | 840,00 | 64,60 | 13,00 | 840,00 |
| 5,18 | 69,50 | 360,00 | 69,50 | 5,18 | 360,00 |
| 3,74 | 72,29 | 270,00 | 72,29 | 3,74 | 270,00 |
| 7,90 | 68,34 | 540,00 | 68,34 | 7,90 | 540,00 |
| 3,30 | 72,80 | 240,00 | 72,80 | 3,30 | 240,00 |
| 7,01 | 68,44 | 480,00 | 68,44 | 7,01 | 480,00 |
| 4,17 | 72,00 | 300,00 | 72,00 | 4,17 | 300,00 |
| 7,39 | 69,04 | 510,00 | 69,04 | 7,39 | 510,00 |
| 11,01 | 65,41 | 720,00 | 65,41 | 11,01 | 720,00 |
| 6,13 | 68,53 | 420,00 | 68,53 | 6,13 | 420,00 |
| 7,06 | 68,02 | 480,00 | 68,02 | 7,06 | 480,00 |
| 4,60 | 71,78 | 330,00 | 71,78 | 4,60 | 330,00 |
| 12,60 | 64,27 | 810,00 | 64,27 | 12,60 | 810,00 |
| 6,15 | 68,28 | 420,00 | 68,28 | 6,15 | 420,00 |

**DATA LALU LINTAS TIDAK TERMASUK KENDARAAN BERAT/TRAILLER
ANGKUTAN PETI KEMAS
(SATU ARAH)**

B. UNDERWOOD

TABEL : 5.6b (Lanjutan)
DATA SEBARAN / SCATTER

| Grafik 1 | | Grafik 2 | | Grafik 3 | |
|----------|-------|----------|-------|----------|--------|
| D | Us | V | Us | D | V |
| 9,26 | 68,01 | 630,00 | 68,01 | 9,26 | 630,00 |
| 6,57 | 68,47 | 450,00 | 68,47 | 6,57 | 450,00 |
| 7,44 | 68,53 | 510,00 | 68,53 | 7,44 | 510,00 |
| 7,05 | 68,08 | 480,00 | 68,08 | 7,05 | 480,00 |
| 7,87 | 68,60 | 540,00 | 68,60 | 7,87 | 540,00 |
| 6,58 | 68,42 | 450,00 | 68,42 | 6,58 | 450,00 |
| 8,38 | 68,01 | 570,00 | 68,01 | 8,38 | 570,00 |
| 6,57 | 68,47 | 450,00 | 68,47 | 6,57 | 450,00 |
| 14,39 | 62,54 | 900,00 | 62,54 | 14,39 | 900,00 |
| 5,19 | 69,36 | 360,00 | 69,36 | 5,19 | 360,00 |
| 9,80 | 67,33 | 660,00 | 67,33 | 9,80 | 660,00 |
| 12,96 | 64,81 | 840,00 | 64,81 | 12,96 | 840,00 |
| 11,84 | 65,85 | 780,00 | 65,85 | 11,84 | 780,00 |
| 7,44 | 68,55 | 510,00 | 68,55 | 7,44 | 510,00 |
| 8,79 | 68,26 | 600,00 | 68,26 | 8,79 | 600,00 |
| 9,92 | 66,51 | 660,00 | 66,51 | 9,92 | 660,00 |
| 4,15 | 72,25 | 300,00 | 72,25 | 4,15 | 300,00 |
| 10,39 | 66,40 | 690,00 | 66,40 | 10,39 | 690,00 |
| 6,11 | 68,73 | 420,00 | 68,73 | 6,11 | 420,00 |
| 9,92 | 66,54 | 660,00 | 66,54 | 9,92 | 660,00 |
| 12,92 | 65,00 | 840,00 | 65,00 | 12,92 | 840,00 |
| 11,50 | 65,23 | 750,00 | 65,23 | 11,50 | 750,00 |
| 5,64 | 69,10 | 390,00 | 69,10 | 5,64 | 390,00 |
| 11,49 | 65,29 | 750,00 | 65,29 | 11,49 | 750,00 |
| 7,43 | 68,62 | 510,00 | 68,62 | 7,43 | 510,00 |
| 7,06 | 67,99 | 480,00 | 67,99 | 7,06 | 480,00 |
| 7,04 | 68,13 | 480,00 | 68,13 | 7,04 | 480,00 |
| 6,08 | 69,06 | 420,00 | 69,06 | 6,08 | 420,00 |
| 8,39 | 67,90 | 570,00 | 67,90 | 8,39 | 570,00 |
| 12,07 | 64,60 | 780,00 | 64,60 | 12,07 | 780,00 |
| 13,93 | 62,47 | 870,00 | 62,47 | 13,93 | 870,00 |
| 9,38 | 67,15 | 630,00 | 67,15 | 9,38 | 630,00 |
| 8,91 | 67,31 | 600,00 | 67,31 | 8,91 | 600,00 |
| 11,47 | 65,36 | 750,00 | 65,36 | 11,47 | 750,00 |

**DATA LALU LINTAS TIDAK TERMASUK KENDARAAN BERAT/TRAILLER
ANGKUTAN PETI KEMAS
(SATU ARAH)**

B. UNDERWOOD

TABEL : 5.6b (Lanjutan)
DATA SEBARAN / SCATTER

| Grafik 1 | | Grafik 2 | | Grafik 3 | |
|----------|-------|----------|-------|----------|--------|
| D | Us | V | Us | D | V |
| 6,56 | 68,65 | 450,00 | 68,65 | 6,56 | 450,00 |
| 7,51 | 67,90 | 510,00 | 67,90 | 7,51 | 510,00 |
| 8,87 | 67,67 | 600,00 | 67,67 | 8,87 | 600,00 |
| 9,86 | 66,95 | 660,00 | 66,95 | 9,86 | 660,00 |
| 13,89 | 62,61 | 870,00 | 62,61 | 13,89 | 870,00 |
| 7,95 | 67,92 | 540,00 | 67,92 | 7,95 | 540,00 |
| 9,82 | 67,20 | 660,00 | 67,20 | 9,82 | 660,00 |
| 7,50 | 67,96 | 510,00 | 67,96 | 7,50 | 510,00 |
| 8,45 | 67,49 | 570,00 | 67,49 | 8,45 | 570,00 |
| 10,46 | 65,95 | 690,00 | 65,95 | 10,46 | 690,00 |
| 10,99 | 65,50 | 720,00 | 65,50 | 10,99 | 720,00 |
| 8,38 | 68,02 | 570,00 | 68,02 | 8,38 | 570,00 |
| 10,36 | 66,58 | 690,00 | 66,58 | 10,36 | 690,00 |
| 10,39 | 66,44 | 690,00 | 66,44 | 10,39 | 690,00 |
| 6,51 | 69,10 | 450,00 | 69,10 | 6,51 | 450,00 |
| 9,40 | 67,02 | 630,00 | 67,02 | 9,40 | 630,00 |
| 11,52 | 65,13 | 750,00 | 65,13 | 11,52 | 750,00 |
| 9,94 | 66,40 | 660,00 | 66,40 | 9,94 | 660,00 |
| 11,50 | 65,24 | 750,00 | 65,24 | 11,50 | 750,00 |
| 14,01 | 64,23 | 900,00 | 64,23 | 14,01 | 900,00 |
| 9,86 | 66,91 | 660,00 | 66,91 | 9,86 | 660,00 |
| 9,85 | 67,04 | 660,00 | 67,04 | 9,85 | 660,00 |
| 7,51 | 67,88 | 510,00 | 67,88 | 7,51 | 510,00 |
| 8,89 | 67,52 | 600,00 | 67,52 | 8,89 | 600,00 |
| 9,89 | 66,74 | 660,00 | 66,74 | 9,89 | 660,00 |
| 11,93 | 65,38 | 780,00 | 65,38 | 11,93 | 780,00 |
| 9,37 | 67,27 | 630,00 | 67,27 | 9,37 | 630,00 |
| 10,28 | 67,11 | 690,00 | 67,11 | 10,28 | 690,00 |
| 10,29 | 67,07 | 690,00 | 67,07 | 10,29 | 690,00 |
| 11,48 | 65,33 | 750,00 | 65,33 | 11,48 | 750,00 |
| 11,49 | 65,29 | 750,00 | 65,29 | 11,49 | 750,00 |
| 10,93 | 65,87 | 720,00 | 65,87 | 10,93 | 720,00 |
| 12,45 | 65,05 | 810,00 | 65,05 | 12,45 | 810,00 |
| 11,95 | 65,27 | 780,00 | 65,27 | 11,95 | 780,00 |

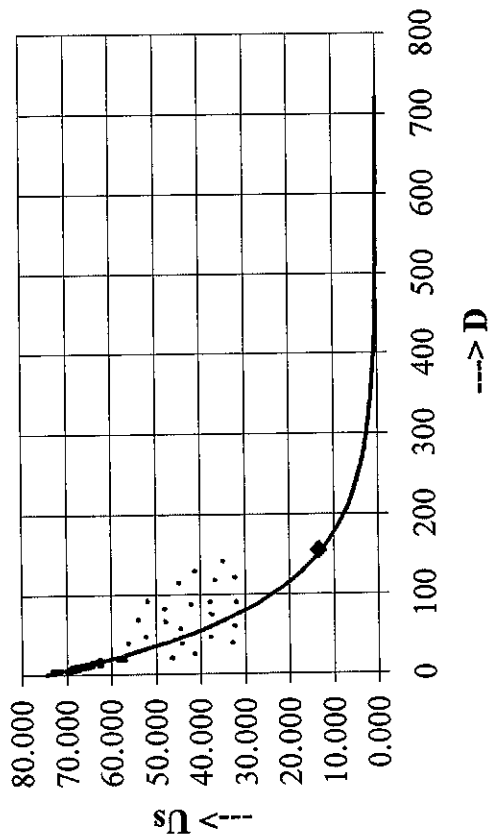
**DATA LALU LINTAS TIDAK TERMASUK KENDARAAN BERAT/TRAILLER
ANGKUTAN PETI KEMAS
(SATU ARAH)**

B. UNDERWOOD

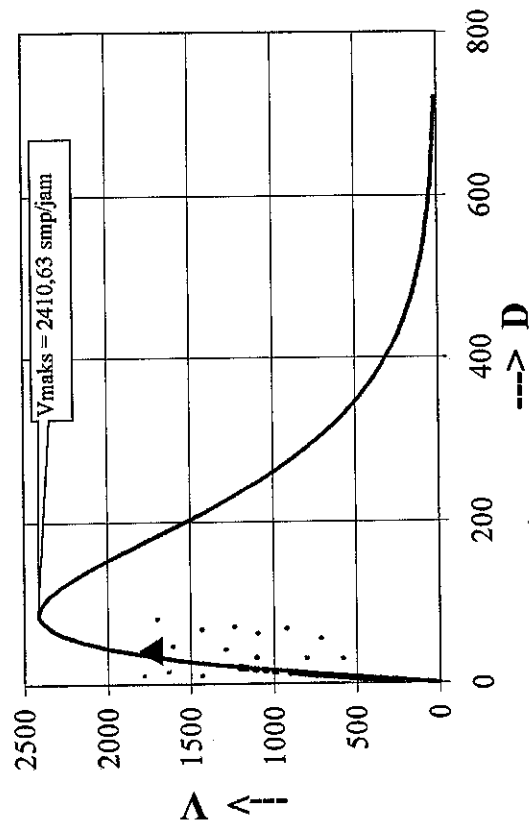
TABEL : 5.6b (Lanjutan)
DATA SEBARAN / SCATTER

| Grafik 1 | | Grafik 2 | | Grafik 3 | |
|----------|-------|----------|-------|----------|----------|
| D | Us | V | Us | D | V |
| 10,96 | 65,71 | 720,00 | 65,71 | 10,96 | 720,00 |
| 16,82 | 62,44 | 1.050,00 | 62,44 | 16,82 | 1.050,00 |
| 12,44 | 65,10 | 810,00 | 65,10 | 12,44 | 810,00 |
| 11,47 | 65,38 | 750,00 | 65,38 | 11,47 | 750,00 |
| 7,83 | 68,99 | 540,00 | 68,99 | 7,83 | 540,00 |
| 6,13 | 68,47 | 420,00 | 68,47 | 6,13 | 420,00 |
| 11,29 | 66,42 | 750,00 | 66,42 | 11,29 | 750,00 |
| 9,40 | 67,05 | 630,00 | 67,05 | 9,40 | 630,00 |
| 11,43 | 65,59 | 750,00 | 65,59 | 11,43 | 750,00 |
| 9,87 | 66,84 | 660,00 | 66,84 | 9,87 | 660,00 |
| 9,49 | 66,42 | 630,00 | 66,42 | 9,49 | 630,00 |
| 11,06 | 65,11 | 720,00 | 65,11 | 11,06 | 720,00 |
| 8,73 | 68,77 | 600,00 | 68,77 | 8,73 | 600,00 |
| 10,32 | 66,84 | 690,00 | 66,84 | 10,32 | 690,00 |
| 10,92 | 65,92 | 720,00 | 65,92 | 10,92 | 720,00 |
| 11,47 | 65,39 | 750,00 | 65,39 | 11,47 | 750,00 |
| 10,51 | 65,65 | 690,00 | 65,65 | 10,51 | 690,00 |
| 10,33 | 66,81 | 690,00 | 66,81 | 10,33 | 690,00 |
| 6,51 | 69,12 | 450,00 | 69,12 | 6,51 | 450,00 |
| 6,99 | 68,68 | 480,00 | 68,68 | 6,99 | 480,00 |
| 9,41 | 66,98 | 630,00 | 66,98 | 9,41 | 630,00 |
| 8,76 | 68,48 | 600,00 | 68,48 | 8,76 | 600,00 |
| 8,31 | 68,58 | 570,00 | 68,58 | 8,31 | 570,00 |
| 4,74 | 69,65 | 330,00 | 69,65 | 4,74 | 330,00 |
| 7,89 | 68,44 | 540,00 | 68,44 | 7,89 | 540,00 |

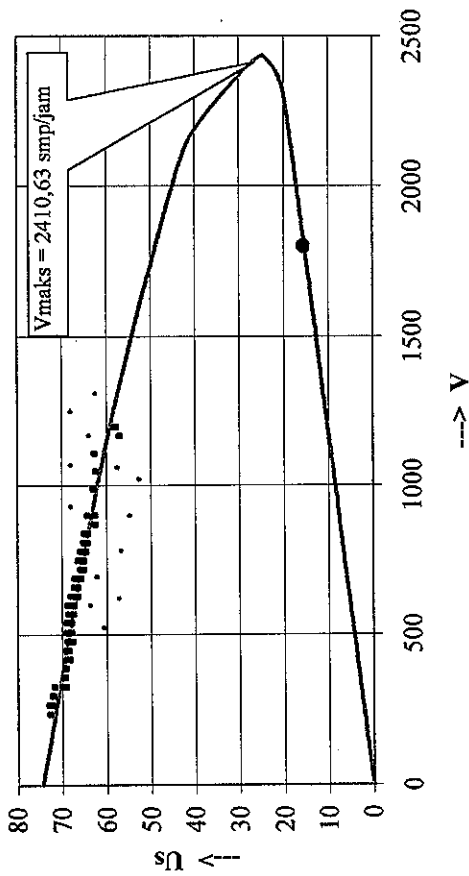
HUBUNGAN KECEPATAN (Us) - KEPADATAN (D)
Grafik I : $Us = 74.5207 \cdot \exp(-D/ 87.9320)$



HUBUNGAN VOLUME (V) - KEPADATAN (D)
Grafik III : $V = 74.5207 \cdot D \cdot \exp(-D/ 87.9320)$



HUBUNGAN VOLUME (V) - KECEPATAN (Us)
Grafik II : $V = 87.9320 \cdot Us \cdot \ln(74.5207 / Us)$



KETERANGAN :

- ◆— = $Us = 74.7354 \times \exp(-D/88.6131)$
- = $V = 88.6131 \times Us \times \ln(74.7354/Us)$
- ▲— = $V = 74.7354 \times D \times \exp(-D/88.6131)$
- = Data

Gambar 5.4 Grafik hubungan antara variabel kecepatan, volume dan kepadatan model Underwood (tidak termasuk trailer/angkutan peti kemas)

BAB VI

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

1. Hubungan variabel kecepatan (μ_s), volume (V) dan kepadatan (D) dinyatakan dengan 2 buah model yaitu Greenshields dan model Underwood. Dari kedua model tersebut terlihat memberikan tingkat akurasi yang baik (r^2) pada pengamatan yang ditinjau.
2. Hasil analisis diperoleh bahwa :
 - a. Besaran volume (V_{max}) dan kepadatan pada saat volume max (D_m) dari data lalu lintas termasuk kendaraan berat / trailer angkutan peti kemas lebih besar dibandingkan bila dianalisis untuk data lalu lintas tidak termasuk kendaraan berat / trailer angkutan peti kemas .
 - b. Besaran kecepatan pada saat volume maksimal (μ_m) dan kecepatan bebas (μ_f) dari data lalu lintas termasuk kendaraan berat / trailer angkutan peti kemas lebih kecil dibanding bila dianalisis untuk data lalu lintas tidak termasuk kendaraan berat / trailer angkutan peti kemas.

Besaran - besaran tersebut dapat digambarkan sebagai berikut :

Data lalu lintas dengan kendaraan berat/
trailer angkutan peti kemas

Data lalu lintas tanpa kendaraan berat/
trailer angkutan peti kemas

a. Greenshields

$$V_{Max} = 1.917,407 \text{ SMP/Jam/Lajur/Arah}$$

$$D_m = 104,998 \text{ SMP/Jam/Lajur/Arah}$$

$$U_m = 36,523 \text{ Km/Jam}$$

$$U_f = 73,045 \text{ Km/Jam}$$

$$V_{Max} = 1.901,637 \text{ SMP/Jam/Lajur/Arah}$$

$$D_m = 103,170 \text{ SMP/Jam/Lajur/Arah}$$

$$U_m = 36,864 \text{ Km/Jam}$$

$$U_f = 73,729 \text{ Km/Jam}$$

b. Underwood

| | |
|-------------------------------------|-------------------------------------|
| V Max = 2.473,58 SMP/Jam/Lajur/Arah | V Max = 2.410,62 SMP/Jam/Lajur/Arah |
| Dm = 91,237 SMP/Jam/Lajur/Arah | Dm = 87,932 SMP/Jam/Lajur/Arah |
| Um = 20,000 Km/Jam | Um = 24,856 Km/Jam |
| Uf = 73,697 Km/Jam | Uf = 74,5207 Km/Jam |

3. Dengan melihat selisih nilai besaran hasil analisis data lalu lintas termasuk kendaraan berat / trailer angkutan peti kemas terhadap nilai besaran hasil analisis data lalu lintas tidak termasuk kendaraan berat / trailer angkutan peti kemas adalah relatif kecil, maka pengaruh kendaraan berat / trailer angkutan peti kemas terhadap karakteristik arus lalu lintas pada ruas Trengguli – Kudus untuk saat ini belum signifikan.

Saran

1. Penambahan titik survai pada lokasi ruas yang ditinjau dengan kondisi mendekati kapasitas maximum, akan dapat memberikan gambaran yang lebih nyata tentang keadaan lalu lintas.
2. Arus lalu lintas campuran dengan kendaraan berat angkutan peti kemas untuk saat ini tidak ada pengaruh terhadap ketidak lancaran lalu lintas, sehingga belum perlu dibuat jalur khusus kendaraan berat angkutan peti kemas dengan lebar jalur yang lebih longgar.
3. Untuk waktu 5 (lima) tahun mendatang dengan mempertimbangkan pertumbuhan lalu lintas tiap tahunnya yang selalu meningkat, maka perlu dilakukan pemilihan kembali kemungkinan tambahan jalur khusus.

Rumusan karakteristik arus lalu lintas dengan kendaraan berat / trailer angkutan peti kemas dapat digunakan untuk memprediksi kapasitas jalur jalan angkutan lalu lintas pada ruas – ruas jalan yang lain dengan karakteristik yang sama.

DAFTAR PUSTAKA

1. Adolf D. May, (1990) *Traffic Flow Fundamentals* Prentice Hall, Englewood Cliffs, New Jersey 07632.
2. Benson D and G. Whiethead, (1975). *Transport and Distribution Made Sample* WH Allek.
3. Departemen Pek Umum (1997) Manual Kapasitas Jalan Indonesia, Direktorat Jenderal Bina Marga.
4. Edward K. Morlok & Johan K. Hainim, (1985) Pengantar Teknis dan Perencanaan Transportasi, Erlangga.
5. H.M.N. Nasution (1996). Manajemen Transportasi.
6. J. Supranto (1997) Statistik Teori dan dan Aplikasi Jakarta.
7. M. Iqbal Hasan. (1999) Pokok-Pokok Statistik Jakarta.
8. Modul Pelatihan (1990) Manajemen Lalu Lintas Perkotaan Universitas Soegjapranata.
9. Ofyar Z. Tamin, (1997) Perencanaan dan Permodelan Transportasi ltb.
10. Ricard C. Larson & Amedeo R. Odani, (1981) *Urban Operations Research*, Prentice Hall, Englewood Cliffs, New Jersey 07632.
11. Sujana, (1996) Metoda Statistika.
12. Suwardjoko, Warpani. (1990), Merencanakan Sistem Pengangkutan Bandung ITB.
13. Taylor, MAP and Young, W (1998) *Traffic Analisis : New Technology and New Solution* harapan Publising Company, Australia.
14. Widyahartono, (1986) Manajemen Transportasi. Jakarta Depdikbud Universitas Terbuka.

15. William R. Mc. Shane & Roger P. Roess, (1990) *Traffic Engineering, Prentice Hall, Englewood Cliffs, New Jersey 07632.*
16. William W. Hines & Douglas C. Montgomery, (1990) Probabilita dan Statistika dalam Ilmu Rekayasa dan Manajamen Universitas Indonesia.