

**PANDUAN SURVEI TRANSPORTASI  
LABORATORIUM TEKNIK LALU LINTAS DAN PERENCANAAN TRANSPORTASI  
UNIVERSITAS KRISTEN PETRA**

**BERDASARKAN OVERSEAS  
ROAD NOTE 11 OVERSEAS  
CENTRE  
TRANSPORT RESEARCH LABORATORY, CROWTHORNE, BERKSHIRE, UNITED KINGDOM**

**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL**



**FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN  
UNIVERSITAS KRISTEN PETRA  
SURABAYA  
2022**

## KATA PENGANTAR

Transportasi dan lalu lintas merupakan topik yang terus berkembang seiring dengan berjalannya waktu. Jumlah kendaraan dan populasi manusia yang terus meningkat mengharuskan perencanaan transportasi dan lalu lintas yang berkelanjutan dan efisien. Dalam merencanakan sistem transportasi dan lalu lintas diperlukan data lalu lintas yang *valid* dan dapat digunakan sebagai acuan dalam perencanaan.

Panduan ini bertujuan untuk memberikan petunjuk mengenai berbagai pelaksanaan survei yang dapat dilakukan untuk mendukung perencanaan transportasi dan lalu lintas dimulai dari penjelasan hingga metode pelaksanaan dan form yang dapat digunakan. Buku ini dibuat mengacu pada buku panduan mengenai survei lalu lintas jalan perkotaan yang dibuat oleh Transport Research Laboratory pada tahun 1993 (TRRL, 1993). Selanjutnya bagian dari buku ini juga dapat digunakan sebagai acuan dalam pelaksanaan praktikum mata kuliah yang terdapat pada Laboratorium Teknik Lalu Lintas dan Perencanaan Transportasi Universitas Kristen Petra serta sebagai dasar dan gambaran umum dalam melaksanakan survei transportasi untuk kebutuhan lainnya.

Panduan ini pertama kali diterjemahkan oleh Franky (asisten laboratorium Teknik Lalu Lintas dan Perencanaan Transportasi). Pembaca disarankan untuk membaca sumber buku panduan ini apabila terdapat ambiguitas ataupun hal yang dirasa membingungkan (TRRL,1993). Apabila diperlukan, panduan ini dapat dilengkapi sesuai dengan kebutuhan Laboratorium Teknik Lalu Lintas dan Perencanaan Transportasi Universitas Kristen Petra.

# **BAB 1**

## **PENDAHULUAN**

### **1.1. Lingkup dan Tujuan**

Buku petunjuk ini memberikan panduan bagi insinyur transportasi untuk melakukan survei transportasi yang sederhana, dapat dipercaya, dan sesuai dengan kondisi lalu lintas khususnya pada negara berkembang. Buku ini mencakup survei untuk rekayasa lalu lintas perkotaan namun tidak mencakup perencanaan transportasi dan keamanan lalu lintas. Survei transportasi publik dijelaskan pada *Overseas Road Note No 4* (TRRL, 1987) dan keamanan lalu lintas pada TRRL (1990).

Panduan ini terdiri dari 3 bagian: Pada bab 2 dibahas permasalahan umum mengenai survei transportasi; bab 3 hingga 9 masing – masing menjelaskan jenis – jenis survey secara spesifik beserta dengan lampiran mengenai instruksi proses survei secara detail termasuk dengan format survei bagi pengawas dan pelaksana survei. Meskipun panduan ini ditulis untuk jalan dengan aturan tangan kiri, panduan ini juga dapat digunakan pada negara dengan aturan tangan kanan meskipun diagram dan penjelasannya perlu disesuaikan. Survei yang dijelaskan pada panduan ini dianggap telah cukup sesuai pada kebanyakan kondisi perkotaan walaupun masih diperlukan sedikit penyesuaian untuk memenuhi kebutuhan dan kondisi lapangan. Perhatian harus diberikan pada peraturan dan panduan pemerintah yang berlaku di lapangan termasuk dengan ketentuan hukum yang dapat mempengaruhi pelaksanaan dari survei transportasi.

### **1.2. Kebutuhan Survei**

Survei dibutuhkan pada isu lalu lintas nasional dan strategis, serta untuk keperluan perencanaan lalu lintas lokal, rekayasa, dan manajemen. Data lalu lintas merupakan informasi penting untuk proses pengambilan keputusan dalam perencanaan, konstruksi, operasional, dan perawatan dari suatu sistem transportasi. Informasi diperlukan tidak hanya sebagai pendukung untuk isu investasi transportasi (perencanaan infrastruktur, desain dan konstruksi), namun juga sebagai indikator bagaimana cara memanfaatkan fasilitas jalan yang sudah tersedia secara efektif (kebijakan manajemen dan perawatan lalu lintas).

Data lalu lintas yang diperlukan dalam survei adalah pasokan transportasi (persediaan dan karakteristik kendaraan serta infrastruktur yang mempengaruhi sistem), permintaan transportasi (jumlah dan pola gerakan dari sistem) atau performa (seberapa baik sistem mengakomodasi permintaan yang diberikan diukur dari kecepatan lalu lintas, waktu tempuh, dan hambatan). Tipe survei yang dijelaskan

pada bab berikutnya dapat dilihat pada Tabel 1.1. Pengumpulan data lalu lintas dapat dianggap sebagai bagian dari pemantauan dari perkembangan lalu lintas secara umum maupun sebagai bagian dari analisa terperinci lalu lintas.

Pemantauan lalu lintas merupakan suatu survei dari data lalu lintas secara konsisten dan teratur (periodik atau kontinu) baik nasional maupun global untuk berbagai tujuan perencanaan antara lain: menghitung kecenderungan (*trend*) dari persediaan, permintaan dan performa; menghitung faktor variasi lalu lintas dalam jam maupun hari; menyediakan rangkuman dari sistem yang tersedia meliputi persediaan, permintaan dan performa, dan mengidentifikasi permasalahan yang terjadi; menentukan pemilihan waktu dan jumlah sampel untuk survei selanjutnya; sebagai dasar dalam memprediksi permintaan dan performa pada masa yang akan datang dalam rangka untuk merencanakan pengembangan sistem.

Pengumpulan data secara detail diperlukan pada investigasi suatu permasalahan spesifik, desain untuk pengembangan, dan evaluasi '*before and after*' untuk mengukur pengaruh dari suatu perubahan. Survei '*before and after*' merupakan suatu tipe pemantauan untuk mengukur efek dari suatu tindakan spesifik. Survei '*after*' harus dilakukan cukup lama setelah implementasi suatu tindakan agar suatu pola lalu lintas yang baru dapat terbentuk sepenuhnya (umumnya 2 – 4 minggu), namun tidak cukup lama hingga mengijinkan tren lalu lintas yang terbentuk mempengaruhi hasil akhir dari suatu tindakan. Direkomendasikan untuk juga melakukan survei kontrol secara bersamaan pada bagian lain dari kota, untuk mengungkap adanya perbedaan dari kondisi lalu lintas.

Tabel 1.1. Tipe survei

Tipe Survei			
Tipe (Bab)	Informasi	Metode	Hasil
Inventaris Jalan (3)	Karakteristik jaringan jalan	Observasi	Geometri, <i>land-use</i>
Inventaris Parkir (4)	Ketersediaan parkir	Observasi	Tipe parkir, jumlah lahan parkir
Penggunaan Parkir (4)	Kebutuhan tempat parkir	Survei parkir	Waktu okupansi parkir, penggunaan parkir
<i>Origin-destination</i> (5)	Prediksi permintaan lalu lintas	Metode plat nomor	Rute pilihan, waktu tempuh
Volume lalu lintas (6)	Permintaan	Perhitungan manual	Aliran kendaraan pada <i>link</i> , Pergerakan persimpangan jalan, Aliran penumpang, Variasi lalu lintas, Faktor <i>peak-hour</i> , AADT
Titik kecepatan (7)	Performa kendaraan pada <i>link</i>	Observasi radar, metode <i>short-base</i>	Kecepatan kendaraan pada <i>link</i> , Pengukuran kecepatan aliran
Kecepatan dan hambatan jaringan (8)	Performa jaringan jalan	Metode <i>floating car</i>	Kecepatan jaringan, Kecepatan <i>link</i> , Hambatan jaringan, Titik penyumbatan
Hambatan persimpangan jalan (9)	Performa persimpangan jalan	Metode perhitungan mobil yang berhenti	Total hambatan Penyebab hambatan

## **BAB 2**

### **PERENCANAAN SURVEI**

#### **2.1 Pertimbangan Umum**

##### **2.1.1 Sistem Klasifikasi Jalan**

Jalan memiliki dua fungsi dasar yang boleh jadi saling bertolak belakang yaitu: untuk menggerakkan lalu lintas secara lancar dan tanpa interupsi, serta untuk menyediakan akses. Penyediaan akses seringkali memerlukan interupsi pada aliran lalu lintas sehingga dapat memunculkan konflik. Maka dari itu, fungsi dari jalan adalah keseimbangan dari dua ekstrim tersebut dan didefinisikan sebagai hierarki jalan (lihat Gambar 2.1). Konsep dari hierarki jalan merupakan suatu fundamental untuk operasional dan perencanaan lalu lintas yang aman dan efisien. Klasifikasi dari fungsi jalan pada hierarki harus memiliki efek yang signifikan pada standar desain (geometri, struktur, dll). Maka dari itu, studi pada jaringan lalu lintas untuk menjelaskan *road link* dalam rangka mengklasifikannya pada hierarki menjadi sangat penting. Gambar 2.2 menunjukkan sistem klasifikasi yang memungkinkan dimana sistem klasifikasi tersebut harus disesuaikan dengan kondisi lokal (Institution of Highways and Transportation and the Department of Transport, 1987).

##### **2.1.2 Sistem Klasifikasi Kendaraan**

Klasifikasi jenis kendaraan yang komprehensif dapat dibuat hingga 20 jenis kendaraan yang berbeda. Sangat jarang klasifikasi dibuat hingga sebanyak itu. Namun, untuk mengurangi kesulitan saat proses survei, 5 klasifikasi kendaraan umumnya sudah cukup berdasarkan sub-klasifikasi seperti pada Gambar 2.3. Klasifikasi atau kategori didasarkan pada jumlah roda pada kendaraan.

Sub-klasifikasi harus ditentukan berdasarkan kebutuhan dari survei; untuk studi kerusakan jalan, klasifikasi kendaraan dapat ditentukan berdasarkan berat kendaraan sedangkan untuk studi lampu lalu lintas maka klasifikasi kendaraan dapat ditentukan berdasarkan jumlah penumpang dalam suatu kendaraan). Tiap klasifikasi harus dapat dibedakan dari yang lainnya berdasarkan suatu karakteristik unik yang dapat dilihat dengan mudah pada aliran lalu lintas yang bergerak pada suatu jalan. Sebagai contoh, metode klasifikasi yang menggunakan perhitungan jumlah roda kendaraan merupakan klasifikasi yang lebih dapat diandalkan dibandingkan klasifikasi yang memerlukan panjang atau berat kendaraan. Untuk klarifikasi, skets atau foto dari tiap klasifikasi kendaraan harus diberikan pada staf survei.

### **2.1.3 Sampling dan Variasi Lalu Lintas**

Variasi lalu lintas umumnya terjadi secara siklus dan dapat berubah tiap jam, hari, ataupun musim. Hari dan waktu yang paling tepat untuk melakukan survei tergantung pada tujuan dari survei tersebut (misalnya, apakah nilai rata – rata atau maksimum yang diperlukan?). Survei tidak boleh dilakukan ketika aliran lalu lintas dipengaruhi oleh kondisi abnormal misalnya kecelakaan, perbaikan jalan, libur, acara umum, dan cuaca ekstrim (utamanya hujan lebat). Pengukuran secara terpisah mungkin diperlukan untuk musim kemarau dan hujan. Permasalahan khusus yang sering terjadi pada negara berkembang adalah disrupsi dari aliran lalu lintas yang sangat umum terjadi sehingga dianggap sebagai keadaan yang normal dalam aliran lalu lintas. Pada kasus ini, pengaruh disrupsi harus diperhatikan dan menjadi suatu pertimbangan dalam menilai performa suatu lalu lintas.

Tujuan dari survei adalah mendapatkan data yang cukup untuk memberikan estimasi sesuai dengan tingkat akurasi yang diharapkan. Lampiran A memberikan panduan detail mengenai penggunaan statistik untuk menentukan jumlah sampel yang diperlukan.

## **2.2 Persiapan Lapangan**

### **2.2.1 Sumber Daya Manusia**

Seorang insinyur lalu lintas mengembangkan persyaratan umum menjadi rencana kerja dan program. Ia harus menentukan metode survey yang sesuai dengan tugas dan kondisi lapangan serta menentukan lokasi dan waktu pelaksanaan survei. Ia juga harus memastikan persiapan dan pelatihan yang tepat bagi pengawas dan pelaksana survei.

Pengawas melakukan survei bersama dengan tim pelaksana. Tiap pengawas maksimal mengepalangi 10 pelaksana karena semakin besar tim maka akan semakin sulit untuk mengaturnya. Pengawas harus memastikan akurasi dari hasil perekaman dan observasi, ketepatan waktu, dan keberhasilan survei. Ia juga harus mendukung tim pelaksana secara umum dengan cara menjaga persediaan formulir, material, dan peralatan. Pengawas harus mencatat perubahan kondisi lalu lintas (misalnya kecelakaan, cuaca, dan kontrol lalu lintas) menggunakan panduan yang terdapat pada Lampiran B.

Durasi tiap regu survei ditentukan berdasarkan intensitas pekerjaan dan segala persyaratan hukum atau peraturan pemerintah yang berlaku mengenai lama waktu kerja. Pada survei dengan intensitas kerja yang tinggi (misalnya mencatat plat nomor kendaraan) rentang perhatian cukup pendek sehingga tiap regu dapat dibagi menjadi beberapa sesi selama setengah hingga 1 jam dengan jeda singkat

didalamnya. Secara umum, sesi tiap regu lebih baik terlalu pendek dibandingkan terlalu panjang; Pelaksana sebaiknya tidak diminta untuk bekerja lebih dari yang seharusnya dilakukan.

Tiap pelaksana tidak boleh diperintahkan untuk mencatat lebih dari 12 item (misalnya, 3 jenis kendaraan dan 4 gerakan berbelok). Lalu lintas dua arah dianggap sebagai 2 item meskipun tidak dicatat terpisah. Sebagai aturan praktis, satu pelaksana berpengalaman menggunakan pensil dan formulir yang sesuai dapat mencatat secara bersama sama:

- 12 item dengan aliran mencapai 300 kendaraan/jam
- 4 item dengan aliran mencapai 600 kendaraan/jam
- 2 item dengan aliran mencapai 1200 kendaraan/jam
- 1 item dengan aliran mencapai 1800 kendaraan/jam

Produktifitas untuk pelaksana yang belum berpengalaman biasanya adalah  $2/3$  dari nilai yang sudah dijabarkan diatas. Untuk volume aliran lebih dari 1800 kendaraan/jam dapat menggunakan mesin hitung. Cara lainnya yang kurang efektif adalah dengan menggunakan sebuah grup berisi 10 orang yang dibagi menjadi sub-divisi untuk tiap item yang disurvei dan tiap pelaksana ditugaskan untuk mencatat 1 item tersebut (contoh: menghitung berdasarkan lajur atau menghitung berdasarkan kategori kendaraan).

Durasi survey harus diratakan sehingga anomali bisa diidentifikasi dengan membandingkan data hasil survei dengan data survei dalam jangka waktu yang pendek serta dapat didiskusikan dengan pelaksana yang bertugas. Sebagai contoh, walaupun data survei yang perlukan adalah 1 jam, durasi tiap sesi harus dibagi menjadi tiap 15 menit.

### **2.2.2 Peralatan**

Daftar peralatan dan material yang diperlukan harus dimasukkan kedalam instruksi yang diberikan pada tiap survei. Pengawas harus menentukan peralatan yang diperlukan tiap pelaksana dengan menuliskannya pada panduan pengawas yang terdapat pada Lampiran B.

Jam tangan banyak digunakan dalam survei lalu lintas. Direkomendasikan untuk menggunakan jam digital dimana bisa menunjukkan jam, menit, dan detik secara simultan agar dapat menentukan waktu dengan tepat. *Stopwatch* tidak direkomendasikan untuk digunakan karena rawan terjadi kesalahan akibat penggunaan. Semua jam tangan harus diberi nomor dan harus dicek keakurasiannya dari waktu ke waktu.

### **2.2.3 Instruksi dan Formulir Survei**

Desain formulir survei harus sederhana dengan cukup tempat untuk mencatat data dengan mudah. Garis tepi pada kiri, kanan, dan bawah formulir harus cukup besar agar formulir dapat diklip pada papan klip tanpa menutupi informasi yang tersedia. Bagian atas pada formulir harus menunjukkan informasi seperti nama proyek, jenis survei, dan tempat kosong bagi pelaksana untuk mengisi lokasi

(misalnya nama jalan), sketsa lokasi dan lokasi pelaksana saat melakukan survei (dengan akurasi 50 m), tanggal dan waktu survei, nama pelaksana, kondisi cuaca saat survei, dan informasi lain yang menunjukkan adanya kondisi lalu lintas yang tidak normal.

Tiap pelaksana dan pengawas harus mempunyai instruksi dan pelatihan yang jelas, detail, dan tertulis untuk tiap survei yang dilakukan beserta dengan formulirnya. Hal ini termasuk dengan deskripsi detail mengenai tugas dari tiap individu dan bagaimana cara mengisi form survei yang tersedia beserta dengan contohnya. Mereka juga harus diingatkan untuk mengisi informasi pada bagian atas formulir sebelum mengisi data pada formulir. Untuk menghindari ambiguitas maka harus ditekankan bahwa tidak boleh ada kolom pengisian data yang dikosongkan; nilai nol ditunjukkan dengan angka nol bukan dengan '-', dan singkatan yang sesuai harus digunakan untuk 'tidak tersedia' (n/a), atau 'tidak dapat digunakan' (n/app). Lampiran C berisi formulir kosong yang dapat digunakan untuk tiap survei yang dijelaskan pada tiap bab.

#### **2.2.4 Survei Pendahuluan (*Pilot Survey*)**

Survei pendahuluan merupakan sebuah simulasi atau pengetesan metode survei yang disarankan dilakukan langsung pada lokasi survei. Walaupun seringkali dihilangkan karena alasan ekonomi, pengalaman mengatakan bahwa survei pendahuluan merupakan bagian penting dalam menjamin kualitas data yang didapatkan. Survei pendahuluan juga dapat membantu merencanakan durasi survei dan jumlah data sehingga dapat didapatkan survei yang efektif sesuai dengan uang dan waktu yang tersedia. Apabila survei pendahuluan dipersiapkan dengan baik dan terbukti berjalan dengan lancar, data dari survei pendahuluan dapat digunakan sebagai bagian dari data survei utama.

#### **2.2.5 Hubungan Dengan Pihak Lain**

Persetujuan kepolisian mungkin diperlukan pada aktifitas yang dilakukan pada jalan bebas hambatan dan keberadaan mereka secara permanen mungkin diperlukan pada beberapa jenis survei. Namun, kepolisian harus diberitahu bahwa diusahakan tidak ada kegiatan kepolisian yang tidak normal pada lokasi survei yang dapat mempengaruhi karakteristik lalu lintas yang sedang diukur dalam survei (misalnya pengetatan batas kecepatan pada jalan bebas hambatan).

#### **2.2.6 Keamanan Pelaksana**

Pekerjaan yang berada dekat dengan lalu lintas memiliki potensi bahaya. Semua pegawai survei harus mempunyai perlindungan asuransi yang sesuai dan tiap individu harus diberikan arahan verbal mengenai tindakan pencegahan yang dapat dilakukan untuk menjaga keamanan saat melakukan survei beserta dengan fotokopi dari *safety card* (Gambar 2.4). Dimungkinkan terdapat kewajiban hukum dari pelaksana survei terkait dengan keamanan yang harus dilaksanakan dan ditaati.

## 2.3 Pengolahan Data

Pengolahan data mengubah data mentah hasil survei menjadi data yang dapat diolah menjadi rangkuman, statistik, tabel, dan grafik. Analisis adalah proses menentukan kesimpulan dari data yang tersedia. Pengolahan dan analisis harus dilakukan sesegera mungkin karena kemungkinan terdapat kesalahan dapat dengan mudah diidentifikasi dan diperbaiki apabila pelaksana yang bertugas dapat diminta penjelasan. Selain itu, survei tambahan dapat lebih mudah dilakukan apabila diperlukan. Kesalahan yang sering terjadi adalah kesalahan dalam mengaplikasikan penarikan contoh (*sampling*) acak, kesalahan pengukuran (salah baca atau pengukuran, biasanya terjadi karena pelaksana diminta untuk mencatat informasi lebih dari kapasitasnya, penjelasan yang kurang jelas ataupun pelatihan yang kurang baik), dan kesalahan lainnya akibat kesalahan manusia (*human error*). Kesalahan pengambilan data seringkali sulit untuk dideteksi. Kesalahan fatal biasanya dapat dideteksi apabila prosedur pengecekan data dilakukan dengan baik. Namun, harus tetap dilakukan upaya untuk mengurangi terjadinya kesalahan sejak awal karena seringkali kesalahan tidak dapat diidentifikasi setelah data telah didapatkan.

### 2.3.1 Pengolahan dan Pengecekan Kekeliruan

Pengolahan data umumnya melibatkan transfer data mentah dari formulir survei menuju kertas kesimpulan atau kedalam file komputer. Proses transkripsi ini dapat menjadi sumber kesalahan dan harus dilakukan dengan baik. Orang yang bertugas mentranskripsi data harus waspada terhadap kemungkinan bahwa terdapat kesalahan dalam data dan harus memberi laporan dari hasil kesalahan tersebut. Dengan data yang tersimpan di komputer, sangat mudah melakukan pengecekan kesalahan secara spesifik pada tahap awal pengolahan data. Cara yang paling mudah adalah dengan memasukkan data kedalam komputer dua kali, secara terpisah, dan mencari perbedaannya.

Insinyur transportasi harus mencari nilai atau pola yang tidak lazim pada daftar, tabel, diagram dan grafik. Diskusi mengenai hasil yang tidak lazim dengan pengawas seringkali sangatlah produktif. Sebagai contoh, histogram volume lalu lintas mungkin menunjukkan fluktuasi yang besar dari jangka waktu 15 menit pertama dengan jangka waktu 15 menit selanjutnya. Tidak ada aturan baku, namun penyelidikan dapat dilakukan sebagai berikut:

- Pikirkan alasan yang mungkin dapat menyebabkan fluktuasi
- Pertimbangkan mengenai kemungkinan pelaksana lupa untuk mengganti jangka waktu survei setiap 15 menit yang menyebabkan jangka waktu survei lebih cepat atau lebih lambat dari 15 menit. Pelaksana harus ditanya mengenai hal ini dan formulir survei yang digunakan harus dicek. Apabila hal ini adalah penyebabnya, efek dari kesalahan ini dapat dikurangi dengan menggabung

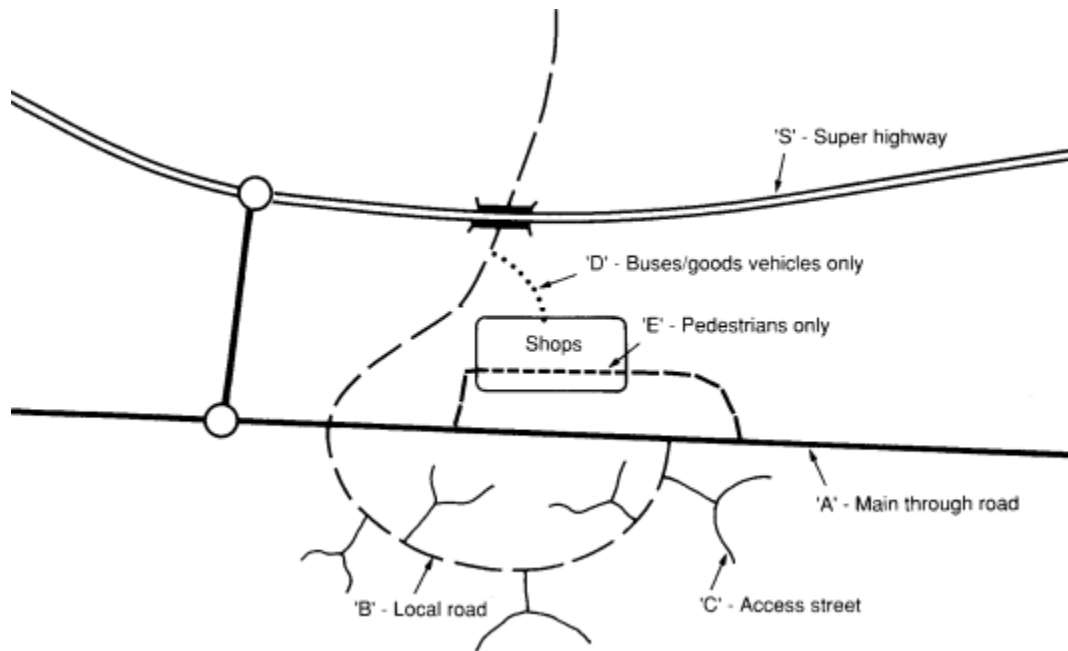
data tiap 15 menit menjadi misalnya tiap 1 jam.

- Bandingkan data yang didapatkan dengan survei lainnya untuk melihat apakah fenomena tersebut juga terjadi pada lokasi yang sama dan waktu yang sama; lokasi yang bersebelahan dengan waktu yang sama; lokasi yang sama dengan waktu yang berbeda.
- Apabila tidak ada data dari survei lainnya, harus dilakukan survei singkat tambahan pada lokasi dan waktu yang sama
- Apabila tidak ada kesimpulan yang jelas, harus dilakukan *engineering judgment* apakah data tersebut digunakan dalam analisa. Apabila kesalahan diduga berasal dari kesalahan pengukuran individu, nilai tersebut dapat diperbaiki lalu digunakan atau dapat dibuang dalam analisis. Nilai tersebut boleh diperbaiki apabila nilai yang tepat telah diketahui dengan kepastian yang jelas. Sangatlah penting untuk tidak langsung menghapus data apabila diduga terdapat kesalahan: harus terdapat bukti yang kuat. Pada mayoritas survei, sedikit nilai ekstrim umumnya tidak mempengaruhi hasil survei. Namun, pada survei yang mempelajari nilai ekstrim (misalnya, observasi mengenai batas kecepatan), perlakuan terhadap nilai ekstrim harus lebih mendalam dan memuat penilaian secara visual dari histogram seluruh data yang tersedia.

Sumber daya untuk memproses data (tidak termasuk analisa) sangatlah bervariasi sesuai dengan jenis survei. Sebagai aturan praktis, waktu pemrosesan data dapat memerlukan waktu dua kali lebih lama dari pengumpulan data pada lapangan. Komputer tidak secara langsung berpengaruh dalam mempercepat prosedur pemrosesan data walaupun memasukkan data lapangan secara jelas dapat mempercepat pemrosesan data.

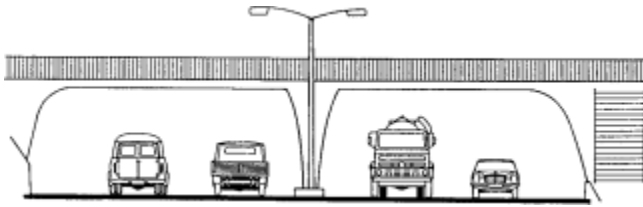
### **2.3.2 Analisis**

Analisis merupakan proses untuk menyimpulkan tujuan survei berdasarkan karakteristik dan kecenderungan yang terbentuk dari data yang didapatkan. Ilmu statistik dapat digunakan untuk mengindikasikan, misalnya, apakah ada hubungan antara variabel yang sedang dipelajari atau apakah terdapat perbedaan yang signifikan akibat perubahan yang terjadi pada lalu lintas. Namun, hasil analisis tidak mampu menunjukkan sebabnya; mengapa satu variabel dapat mempengaruhi perubahan atau mengapa suatu perubahan dapat berhasil? Hal ini merupakan tugas dari seorang insinyur lalu lintas untuk mendesain suatu survei yang dapat menghasilkan data yang bisa menguji dan mengkuantifikasi hipotesis yang ada. Misalnya, peningkatan kecepatan kendaraan yang disebabkan oleh pelebaran jalan. Survei harus didesain untuk menyaring semua faktor alternatif yang mungkin terjadi misalnya perbedaan aliran lalu lintas, keadaan cuaca, dll. Penggunaan data survei kontrol mungkin merupakan alat yang manjur dalam proses analisis ini.

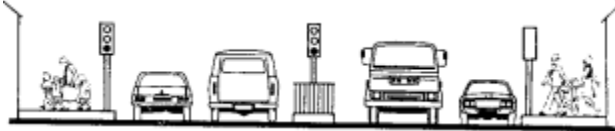


Gambar 2.1 Contoh hirarki jalan (TRRL, 1993)

S = Jalan Bebas Hambatan (Toll)



A = Jalan Utama



B = Jalan Lokal



C = Jalur Akses

(D = Jalur Akses Khusus, misalnya Jalur Khusus Bus (Busway), dan yang serupa)
























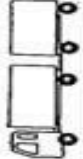






E = Jalur Pejalan Kaki



(diadopsi berdasarkan *Institution of Highways and Transportation and the Department of Transport, 1987*)

Gambar 2.2 Fungsi dan kategori jalan (TRRL, 1993)

Kategori	Sub-Kategori	Nama	Contoh
2	S	Sepeda	Dewasa  Anak  Dili 
	M	Motor	Sepeda Motor  Motor Bebek  Skuter 
3	B	Becak	Didorong  Ditarik  Angkutan Barang 
	BM	Becak Motor	Skuter  Lainnya 
4	MV	Mobil dan Van	Mobil  Jeep  Private Mini-Bus  Van dengan 4 Roda 
	TA	Taksi dan Angkutan Umum	Taksi  Mini-Bus  Angkot  Pickup 
5	TP	Transportasi Publik	Bus  Kendaraan Penumpang Dengan Jumlah Roda >4 
	AB	Angkutan Barang	Truk Angkutan   
6	TM	Tenaga Manusia	Gerobak  Delman 
7	L	Lainnya	Traktor  Alat Berat 

Gambar 2.3 Contoh Klasifikasi Kendaraan

## KARTU KEAMANAN

Walaupun anda sedang mengerjakan proyek penting, ingat bahwa keselamatan anda adalah yang utama

### SELALU

- Berdiri di lokasi dimana tidak ada kendaraan yang bisa menubruk anda



- Jangan menyeberang jalan sebelum melihat kondisi lalu lintas



- Cari tempat berteduh dari cuaca ekstrim



- Minum Cukup Air



- Hindari Konfrontasi



Saya telah membaca kartu ini dan bertanggung jawab atas keselamatan saya sendiri

Surabaya, dd mm yyyy

\*nama pelaksana\*

Gambar 2.4 Kartu keamanan

### BAB 3

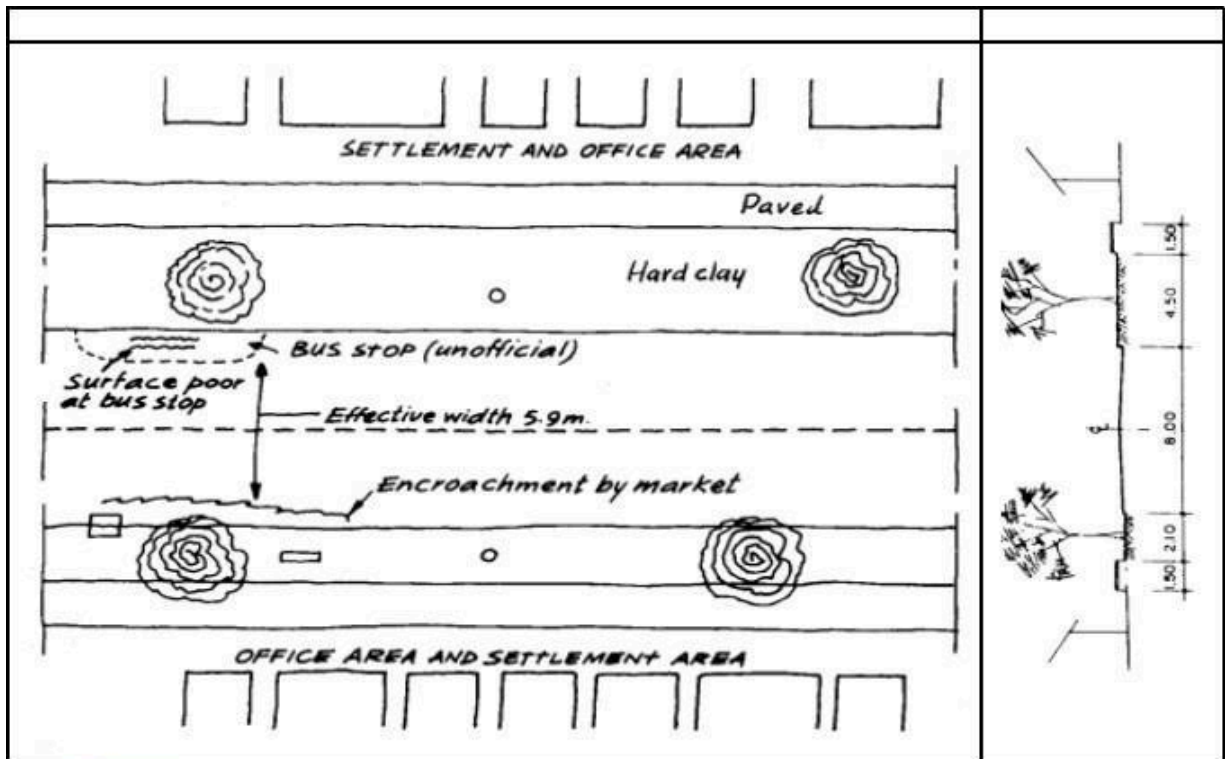
#### SURVEI INVENTARIS JALAN

Infrastruktur jalan terdiri dari *links*, persimpangan, tempat parkir dan terminal. Karakteristik fisik yang mempengaruhi penggunaannya antara lain adalah kondisi geometri dan struktur permukaan jalan, kontrol lalu lintas (rambu – rambu, larangan parkir, lampu lalu lintas), trotoar, bahu jalan, lahan didekatnya, layanan yang tersedia (gas, air, listrik, telepon) dan intensitas dari aktifitas non lalu lintas yang dapat mengganggu (gerobak, material bangunan, toko, dll). Tujuan dari survei inventaris jalan adalah mencatat informasi ini.

Detail dari survei inventaris jalan dapat disesuaikan dengan kebutuhan. Form B dapat disesuaikan untuk memenuhi berbagai tingkat kedetailan yang diharapkan. Salah satu metode untuk melakukan survei ini adalah dengan pelaksana berjalan atau mengemudikan kendaraan pada *link*, dan memetakan objek atau titik berdasarkan jarak dari titik pusat jalan atau jalur imajiner yang ditentukan (*chainage*) sepanjang *link*. Jalur imajiner dapat diambil berdasarkan odometer kendaraan atau diukur dari roda pengukur serta dapat juga diambil berdasarkan langkah dari pelaksana. Sebisa mungkin, pelaksana survei hanya diperlukan untuk mengobservasi dan mengukur, tidak melakukan penilaian apapun. Gambar 3.1 menunjukkan contoh dari sebuah form survei yang mendemonstrasikan tingkat detail yang dapat dicatat.

Kecepatan pengerjaan survei inventaris jalan ditentukan berdasarkan banyak jenis data yang ingin dicatat dan tingkat akurasi pengamatannya. Untuk survei inventaris jalan pada *link* sederhana sebagai data untuk perencanaan lalu lintas, kecepatan pengerjaan dapat dilakukan kurang lebih 0.5 – 1 km/jam. Survei inventaris jalan pada *link* dapat dilakukan oleh sepasang pelaksana, 1 pada sisi kiri dari titik pusat dan 1 pada sisi kanan dari titik pusat.

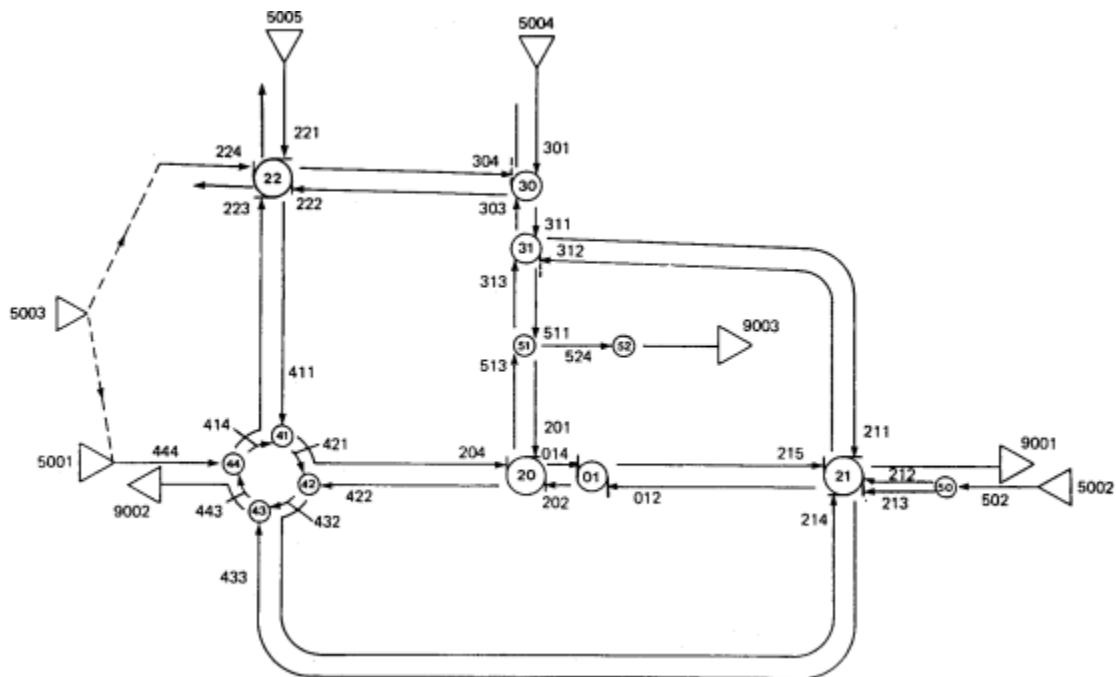
Form survei lapangan adalah hasil dari survei. Form ini harus diisi dan direferensikan pada peta utama yang menunjukkan daerah yang dicakup oleh tiap form survei. Tiap *link* jalan dan persimpangan dapat dihubungkan melalui jaringan dengan sistem penomoran *link* dan *node*. Nomor *link/node* dapat digunakan apabila terdapat abnormalitas saat survei misalnya kecelakaan atau perbaikan rambu dan lampu lalu lintas sehingga dapat dilakukan pengecekan silang dengan material survei lainnya. Gambar 3.2 menunjukkan contoh dari sebuah sistem yang menggunakan 2 digit nomor untuk *node*, dan 3 digit nomor untuk *link*; ini memungkinkan penggunaan *node* tambahan (51 & 53 misalnya) untuk ditambahkan apabila diperlukan.



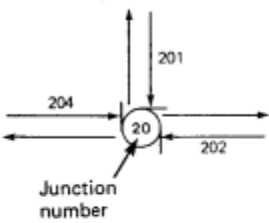
Daftar Periksa

<p>Fasilitas pedestrian - pulau, jembatan, dll</p>	<p>Tidak ada</p>
<p>Transportasi publik - lokasi berhenti (termasuk yang <i>informal</i>)</p>	<p>Sesuai gambar - umumnya <i>paratransit</i></p>
<p>Lampu lalu lintas - tinggi dan warna lampu</p>	<p>Beberapa terdapat didepan kantor</p>
<p>Gangguan - permanen ataupun sementara</p>	<p>Sesuai gambar - dari toko kelontong</p>

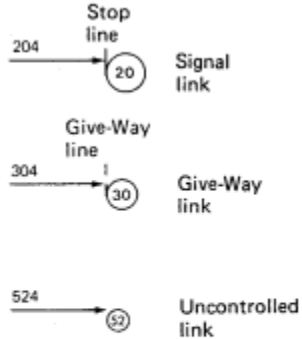
Gambar 3.1 Contoh form survei inventaris jalan yang sudah terisi lengkap



**LINK NUMBERING SYSTEM**



**REPRESENTATION OF JUNCTIONS**



**ORIGINS AND DESTINATIONS**



Gambar 3.2 Contoh Penomoran Jaringan (dari Leonard dan Gower, 1982)

## BAB 4

### SURVEI PARKIR

Survei parkir memberikan data yang berguna untuk menentukan kebijakan mengenai area parkir dari suatu daerah. Ketentuan parkir merupakan faktor penting utamanya untuk kendaraan pribadi dalam mempengaruhi aksesibilitas suatu daerah. Manajemen parkir juga merupakan salah satu instrumen kebijakan lalu lintas dengan biaya rendah yang paling efektif.

Tempat parkir mobil dapat dibedakan menjadi: di pinggir jalan atau di luar jalan; publik atau privat; resmi (terdapat batas dan diatur) atau tidak resmi. Tempat parkir dan berhenti juga harus menyediakan tempat untuk kendaraan komersial (utamanya pengiriman dan pengambilan kargo) dan kendaraan transportasi publik (untuk menaikkan dan menurunkan penumpang). Karakteristik parkir lainnya adalah: dimensi dan tata letak (termasuk jalur aksesnya); kontrol waktu; biaya dan harga; lokasi terbatas dan lokasi dilarang.

Karakteristik permintaan parkir antara lain:

- Akumulasi: jumlah kendaraan yang diparkir di suatu daerah pada waktu tertentu. Sebuah grafik yang menunjukkan variasi akumulasi kendaraan pada pusat kota, dapat dibandingkan dengan kapasitas parkir untuk menunjukkan apakah terdapat kelebihan atau kekurangan persediaan tempat parkir.
- Durasi parkir: lama waktu suatu kendaraan terparkir dalam suatu tempat parkir
- Beban parkir: jumlah permintaan parkir di suatu daerah pada jangka waktu tertentu, diukur dalam satuan kendaraan-jam. Merupakan penjumlahan dari semua durasi parkir kendaraan (setara dengan luasan dibawah grafik akumulasi)
- Volume parkir: jumlah kendaraan yang menggunakan fasilitas parkir pada periode waktu tertentu (biasanya dalam 1 hari)
- *Turnover*: tingkat penggunaan tempat parkir, dihitung dengan membagi volume parkir dengan jumlah lahan parkir yang tersedia
- Tingkat kedatangan dan keberangkatan: menentukan desain dari lokasi masuk dan keluar fasilitas parkir, umumnya untuk parkir mobil di luar jalan.

Dua jenis survei parkir dijelaskan pada bagian ini: survei inventaris parkir, yang menentukan persediaan lahan parkir dengan mencatat jumlah dan lokasi tiap lahan dan survei penggunaan parkir yang mencatat permintaan parkir yang umumnya digunakan untuk parkir di pinggir jalan namun dapat juga digunakan untuk parkir di luar jalan. Kedua survei ini biasanya dilakukan bersama – sama.

#### **4.1 Survei Inventaris Parkir**

Survei ini memerlukan peta situasi dimana pelaksana dapat memberi tanda lokasi dan jumlah tempat parkir yang tersedia. Peta situasi dapat menggunakan skala 1:500 atau sesuai dengan tingkat kedetailan informasi yang ingin didapatkan. Sketsa dari peta situasi umumnya sudah cukup (contohnya pada Gambar 4.1) namun peta situasi yang diterbitkan secara resmi lebih disukai. Inventaris parkir dapat juga digabungkan dengan peta *link* dan persimpangan jalan. Apabila terdapat lebih dari 1 formulir yang diperlukan pada lokasi studi, peta referensi pada lokasi studi tersebut diperlukan dimana peta tersebut menunjukkan daerah yang dicakup pada tiap lembar sketsa.

Lokasi dan jumlah tempat parkir resmi biasanya dapat ditentukan dengan mudah apabila lahan parkir diberi tanda. Jumlah tempat parkir tidak resmi memerlukan sedikit penilaian. Parkir mobil pada pinggir jalan dapat diasumsikan memiliki panjang 6 meter dan lebar 2.5 meter. Untuk daerah tidak resmi, penting untuk menghitung jumlah aktual mobil yang terparkir pada waktu puncak permintaan parkir.

#### **4.2 Survei Penggunaan Parkir**

Pelaksana melakukan patroli pada rute yang ditentukan dengan jumlah tempat parkir yang juga sudah ditentukan. Patroli dibagi menjadi beberapa bagian. Pelaksana mencatat lokasi dari semua kendaraan yang parkir, termasuk dengan plat nomor dan jenis kendaraan menggunakan Formulir D yang bisa dimodifikasi untuk menyesuaikan jenis parkir yang akan dicatat pada formulir dengan memberikan kolom tambahan disebelah tempat mengisi plat nomor kendaraan.

Daerah yang akan disurvei ditentukan berdasarkan tujuan dari survei dan lokasi tempat parkir yang terdapat disekitar daerah tersebut yang sudah diidentifikasi melalui survei inventaris parkir. Selain lokasi umum, survei juga dapat mendefinisikan lokasi privat, tidak resmi (misalnya lahan pembuangan), dan lokasi dilarang parkir sesuai dengan kebutuhan.

Selang waktu antar patroli ditentukan berdasarkan karakteristik parkir di lokasi tersebut apakah umumnya lama atau cepat, namun umumnya digunakan selang waktu 15 menit. Apabila lokasi tersebut sepi, selang waktu patroli dapat dilakukan tiap 45 – 60 menit. Apabila lokasi tersebut ramai, 15 -20 menit. Data awal dapat didapatkan melalui survei pendahuluan (*pilot survey*). Selang waktu patroli harus memiliki kelonggaran 5 menit untuk istirahat dan kebutuhan tidak terduga.

Panjang rute patroli ditentukan dari selang waktu antar patroli dan kecepatan berjalan pelaksana. Kecepatan berjalan umumnya adalah 20 meter/menit, namun hal ini juga dipengaruhi oleh jumlah data yang harus dicatat oleh pelaksana; apabila tempat tersebut ramai maka data yang dicatat lebih banyak dan kecepatan berjalan akan berkurang. Apabila akumulasi parkir saja yang diperlukan tanpa

memperhatikan durasi, hanya jumlah kendaraan dan tipenya saja yang perlu dicatat pada tiap patroli. Apabila data yang dicatat lebih sedikit, maka kecepatan berjalan akan meningkat dan rute yang lebih panjang akan memungkinkan. Sebagai alternatif, data dapat dicatat melalui kendaraan namun hal ini memerlukan supir.

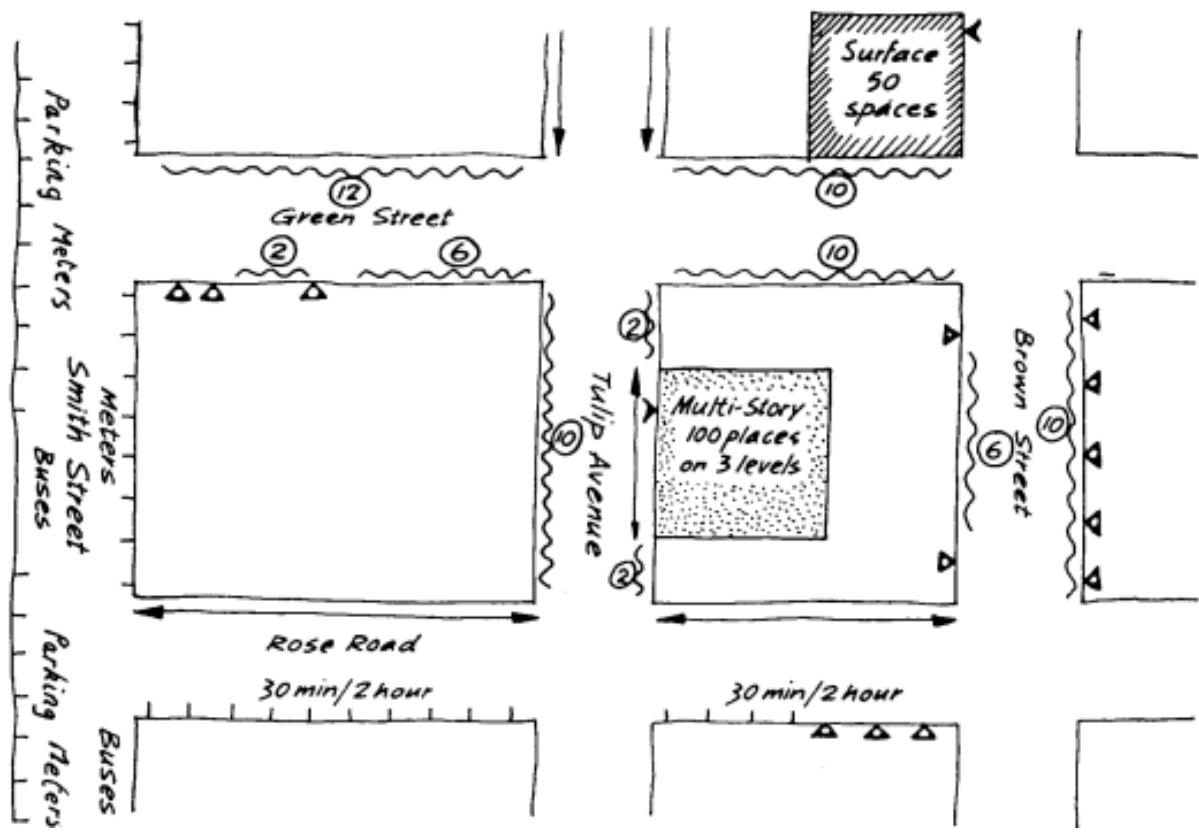
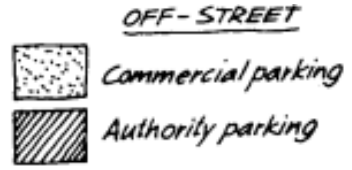
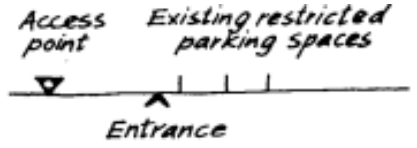
Rute harus ditentukan untuk selesai pada titik awal, sehingga pelaksana tidak menghabiskan waktu untuk kembali ke titik awal. Sebuah rute sederhana yang dapat dilakukan adalah dengan berjalan pada satu sisi jalan lalu kembali pada sisi jalan lainnya. Rute dapat dibagi menjadi beberapa bagian, umumnya hingga 20, untuk mengidentifikasi bagian dengan karakteristik yang berbeda (misalnya durasi dan tingkat keramaian). Batas tiap bagian harus ditentukan pada lokasi terdapat perbedaan karakteristik misalnya perbedaan penggunaan lahan dari toko menuju perkantoran. Data kemudian dikumpulkan berdasarkan pembagian tiap bagian tersebut.

#### **4.2 Hasil**

Kedatangan, keberangkatan, dan akumulasi kendaraan dapat dihitung dan dimasukkan kedalam kotak pada formulir survei dan disimpulkan menggunakan Formulir E. Durasi parkir dapat diestimasi dengan memperhatikan waktu saat patroli dimana suatu plat nomor pertama kali terlihat dan waktu pada saat plat nomor tersebut terakhir terlihat. Hasil yang sama juga dapat didapatkan dengan menghitung jumlah munculnya suatu plat nomor dan mengalikannya dengan selang waktu patroli. Namun, hal ini tidak dapat dilakukan apabila kendaraan hanya muncul pada patroli pertama atau patroli terakhir. Jenis kendaraan atau jenis parkir yang berbeda dapat didata secara terpisah. Gambar 4.2 dan Gambar 4.3 menunjukkan contoh formulir survei parkir yang sudah terisi.

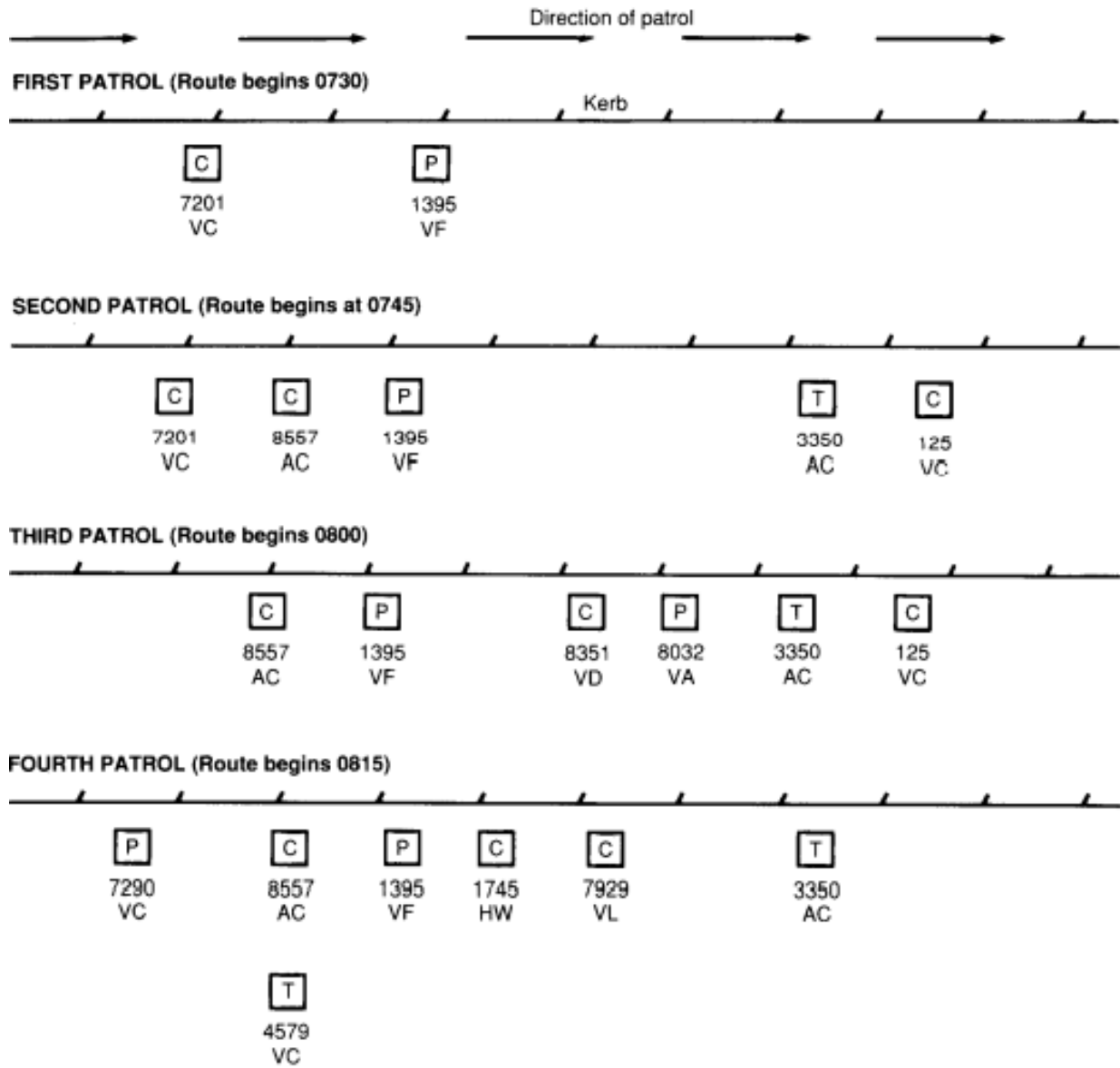
Grafik batang dapat digambar untuk menyimpulkan pola durasi parkir, apabila perlu dapat diklasifikasikan berdasarkan jenis kendaraan. Apabila penyelidikan mengindikasikan bahwa data yang dihasilkan benar, grafik batang untuk tiap bagian jalan dapat digabung.

Unrestricted parking space  
 No. of spaces: ⑩  
 Parking prohibited or totally unsuitable



Gambar 4.1 Contoh Survei Inventaris Parkir (dari Wells, Traffic Engineering – An Introduction)

EXAMPLE PLAN OF FOUR SUCCESSIVE PATROLS ALONG THE SAME SECTION OF STREET



Notes: Vehicle types: Car = C; Pick-up = P; Truck = T;

Gambar 4.2 Contoh Arah Patroli Survei Penggunaan Parkir (TRRL, 1993)

		Waktu Patroli																		
		hh mm			hh mm			hh mm			hh mm			hh mm			hh mm			
		07	30	v	07	45	v	08	00	v	08	15	v	08	30	v	08	45	v	09
Plat Nomor	1	7201VC	C	7201VC	C	8557AC	C	7290VC	P	7290VC	P	7290VC	P	7290VC	P	7290VC	P			
	2	1395VF	P	8557AC	C	1395VF	P	8557AC	C	8557AC	C	8557AC	C	4579VC	T*					
	3			1395VF	P	8351VD	C	4579VC	T*	4579VC	T*	4579VC	T*	2223VL	C					
	4			3350AC	T	8032VA	P	1395VF	P	1395VF	P	1395VF	P	3350AC	T					
	5			125VC	C	3350AC	T	1745HW	C	2223VL	C	2223VL	C	1395VF	P					
	6					125VC	C	7929VL	C	7929VL	C	3350AC	T							
	7							3350AC	T	3350AC	T	1234VD	P							
	8																			
	9																			
	10																			
<b>Total</b>		2			5			6			7			7			5			
<b>Datang</b>		N/A			3			2			4			1			0			
<b>Berangkat</b>		N/A			0			1			3			1			2			
<b>Catatan</b>		Hujan			Hujan			Hujan			Hujan			Hujan Berhenti			Hujan Berhenti			

\* = Kendaraan Diparkir Secara Parkir Ganda / Parkir Paralel

C = Mobil P = Pickup T = Truk

Contoh Form Survei Penggunaan Parkir Tereduksi							
Plat Nomor	Tipe Kendaraan	Disana Pada Saat*		Pertama Terlihat	Jumlah Terlihat	Durasi**(menit)	
		Awal Survei	Akhir Survei			Diketahui	Tidak Diketahui
7201VC	C	Ya	Tidak	0730	2		>15
1395VF	P	Ya	Ya	0730	7		>90
8557AC	C	Tidak	Tidak	0745	5	75	
3350AC	T	Tidak	Ya	0745	6		>75
125VC	C	Tidak	Tidak	0745	2	30	
8351VD	C	Tidak	Tidak	0800	1	15	
2223VL	C	Tidak	Ya	0830	3		>30
1234VD	P	Tidak	Tidak	0845	1	15	
<b>Total</b>					27	135	

\*bila terdapat Ya pada salah satu kolom, durasi menjadi tidak diketahui dan dihitung dengan rumus : (jumlah terlihat - 1) x Durasi tiap observasi

\*\*jumlah terlihat x durasi tiap observasi

Total jumlah kendaraan 8  
Rata - Rata Durasi yang diketahui (menit) 33.75

Persentase > 60 menit 37.5 %  
Persentase < 30 menit 37.5 %

Gambar 4.3 Contoh Form Survei Penggunaan Parkir

## BAB 5

### SURVEI ASAL – TUJUAN: METODE PLAT NOMOR KENDARAAN

Data asal – tujuan (O-D) digunakan untuk menganalisa efek dari sebuah perubahan atau kebijakan (contohnya, sebuah skema manajemen lalu lintas yang baru, atau jalan baru) pada suatu jaringan jalan. Data O-D diambil konstan, namun rute dan waktu tempuh dapat diubah – ubah sehingga efek dari suatu usulan dapat dinilai seperti waktu perjalanan, biaya, dan volume kendaraan. Data O-D umumnya digambarkan sebagai matriks volume perjalanan pada tiap asal – tujuan. Titik asal dan tujuan merupakan awal dan akhir dari suatu perjalanan namun dapat juga menjadi batas dari daerah yang disurvei.

Informasi mengenai O-D dapat didapatkan melalui wawancara pengguna jalan, survei stiker, dan menggunakan metode survei plat nomor kendaraan. Untuk studi perencanaan lalu lintas jangka panjang pada daerah perkotaan yang luas dimana sangat penting untuk mengetahui karakteristik ekonomi dan sosial dari pengguna jalan, survei dengan mewawancarai pengguna jalan adalah cara paling baik. Survei plat nomor kendaraan menghasilkan informasi yang lebih sedikit, namun mudah untuk dilakukan dan cocok untuk menentukan pola pergerakan yang sudah terbentuk pada lokasi survei.

Pada panduan ini, survei yang hanya menghadapi lalu lintas lokal saja yang diperhitungkan. Metode survei plat nomor adalah survei observasi yang mencocokkan jumlah plat nomor kendaraan yang masuk dan keluar dari suatu lokasi survey untuk menentukan matriks O-D. Apabila pelaksana tersebar diseluruh daerah survei termasuk pada batas dari daerah yang disurvei, metode ini juga dapat digunakan untuk mendapatkan data waktu tempuh kendaraan antara titik observasi untuk mempelajari rute yang digunakan oleh tiap kendaraan. Permasalahan utama dari metode survei plat nomor kendaraan adalah diperlukannya pelaksana yang handal, perencanaan dan koordinasi survei yang kompleks serta pengolahan data yang sangat banyak dan rumit.

#### 5.1 Metode

Pelaksana mencatat plat nomor kendaraan yang masuk dan keluar dari lokasi survei termasuk dengan waktu observasi dan jenis kendaraan apabila diperlukan. Dua pelaksana diperlukan pada tiap titik observasi, satu pada tiap arah aliran lalu lintas. Pelaksana tambahan dapat diposisikan pada pertengahan antara titik observasi untuk memberikan informasi tambahan mengenai waktu tempuh dan rute kendaraan. Tiap pengamatan suatu kendaraan memberikan informasi mengenai waktu tempuh dan rute yang digunakan serta kemungkinan berhenti didalam lokasi survei.

Lokasi survei diusahakan sekecil mungkin dengan tujuan survei yang konsisten untuk mengurangi jumlah pelaksana yang dibutuhkan dan pengolahan data. Lokasi studi didefinisikan berdasarkan batas yang sudah ditentukan agar kendaraan hanya dapat masuk atau keluar dari lokasi survei satu kali saja.

Umumnya sangat sulit untuk mencatat semua plat nomor kendaraan yang lewat sehingga dalam pelaksanaannya hanya sebagian dari data aliran total yang dipilih. Sangat penting untuk menentukan sebagian dari data aliran total yang dipilih memiliki pencatatan data yang komplit pada bagian tersebut; lebih baik mencatat 100 persen pada suatu bagian data aliran total dibandingkan 85 persen pada keseluruhan data. Proporsi dari tiap bagian dari data aliran total harus diketahui.

Metode yang paling umum digunakan untuk menentukan bagian yang akan digunakan adalah angka terakhir dari plat nomor kendaraan. Apabila angka antara 0 hingga 9 memiliki kemungkinan yang sama untuk muncul, maka pemilihan nomor berapapun secara otomatis akan menghasilkan 10 persen dari suatu data. Apabila dua nomor dipilih, maka 20 persen dari suatu data yang diambil. Angka terakhir ditentukan karena besar kemungkinan nilai tersebut adalah nilai acak. Metode ini sederhana, namun memerlukan semua plat nomor kendaraan untuk didata sebelum menentukan apakah data tersebut harus disimpan.

Untuk menghindari ketidakpastian, direkomendasikan untuk mencatat seluruh bagian dari plat nomor (angka dan huruf). Form F dapat digunakan untuk mencatat hal tersebut. Selain itu pencatatan data juga dapat dilakukan menggunakan *tape recorder* atau *microcomputer*. Untuk *tape recorder* pencatatan informasi dilakukan secara verbal sehingga meningkatkan pencatatan data karena pelaksana selalu dapat melihat lalu lintas. Namun, proses pencatatan dapat lebih lama dibandingkan survei itu sendiri dan dapat muncul permasalahan lain seperti misalnya rusaknya alat.

Pelaksana yang berpengalaman dapat mencatat lebih dari 300 plat nomor kendaraan dengan 4 nomor dan 3 huruf per jam menggunakan kertas dan pensil. Nilai ini dapat bervariasi berdasarkan kondisi survei, tipe plat nomor, ukuran plat dan tulisannya, dll. Nilai ini dapat lebih rendah pada pelaksana yang belum berpengalaman dan apabila ada data lain yang dicatat misalnya waktu observasi dan jenis kendaraan. Survei pendahuluan akan membantu menentukan kapasitas seorang pelaksana.

## **5.2 Hasil**

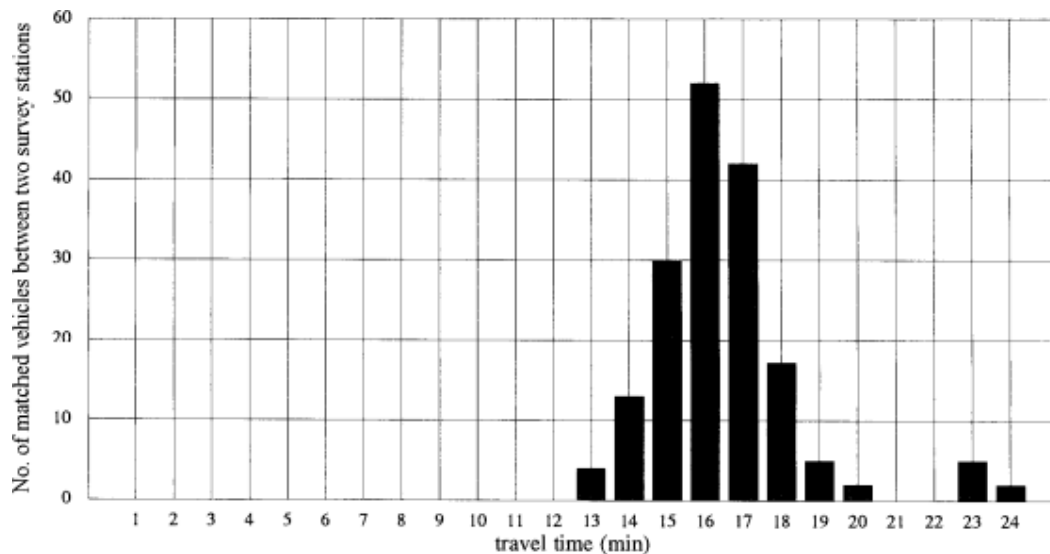
Survei dimulai pada waktu yang sama pada semua lokasi sehingga kendaraan yang tidak tercatat masuk pada daerah tersebut mulai keluar dari daerah tersebut begitu juga sebaliknya saat akhir survei. Kendaraan ini harus diabaikan untuk mendapatkan gambaran yang jelas mengenai proporsi lalu lintas. Cara paling mudah untuk menghilangkan kendaraan tersebut dari data adalah mengestimasi rata – rata

waktu yang diperlukan untuk melewati lokasi survei tanpa berhenti ('n' menit) dan menghapus plat nomor kendaraan yang keluar atau masuk daerah survei pada waktu 'n' menit diawal atau akhir survei.

Pengolahan data menggunakan komputer sangat direkomendasikan untuk mencocokkan data plat nomor kendaraan pada tiap titik masuk dan keluar yang memiliki waktu tempuh positif. Hasil data harus mencatat titik asal, titik tujuan, dan plat nomor. Apabila diperlukan maka tipe kendaraan dan waktu tempuh juga dapat dicatat. Apabila tidak ada kesalahan maka semua kendaraan yang masuk lokasi survei akan keluar melalui titik tujuan kecuali kendaraan yang masuk pada saat survei dan tidak keluar hingga survei selesai ataupun kendaraan yang sudah berada di daerah survei sebelum survei dimulai namun keluar saat survei berlangsung. Kendaraan ini diklasifikasikan sebagai kendaraan "stopping".

Untuk mengidentifikasi kendaraan *stopping* maka dapat digambarkan histogram (Gambar 5.1) yang menggambarkan waktu tempuh diantara titik asal dan titik tujuan. Kendaraan dengan waktu tempuh yang pendek menggambarkan kendaraan yang tidak *stopping* dan "ujung" dari data kendaraan dengan waktu tempuh yang besar merupakan kendaraan yang berhenti pada daerah survei. Sangat penting untuk menentukan batas dari dua tipe ini. Aturan yang sederhana dan paling baik untuk dilakukan adalah dengan menggunakan jeda pertama pada histogram lebih lama dari satu menit.

Untuk keseluruhan daerah survei, kendaraan yang tidak *stopping* dapat digambarkan sebagai proporsi dari seluruh lalu lintas pada waktu survei dimana seluruh lalu lintas didefinisikan sebagai kendaraan tidak *stopping* dan *stopping* yang sudah dicocokkan plat nomornya. Dengan mengetahui proporsi sampel data, sangat mudah untuk menguraikan data untuk mendapatkan estimasi total aliran kendaraan yang tidak *stopping*.



Gambar 5.1 Contoh Data Plat Nomor Kendaraan yang Telah Dicocokkan Dengan Data Survei (TRRL, 1993)

## BAB 6

### SURVEI KLASIFIKASI DAN VOLUME LALU LINTAS

Tujuan dari survei ini adalah untuk mencatat data jumlah dan tipe kendaraan yang melewati suatu titik pada *link* atau melakukan pergerakan pada suatu persimpangan (jumlah belok). Jumlah penumpang pada tiap kendaraan juga dapat dicatat untuk menyediakan data mengenai volume orang yang menggunakan ruang jalan. Volume lalu lintas dapat digambarkan sebagai rata – rata aliran kendaraan yang umumnya dihitung sebagai kendaraan per jam pada waktu puncak lalu lintas atau kendaraan perhari yang seringkali dikonversikan sebagai nilai “AADT” (Rata – Rata Lalu Lintas Tahunan Lalulintas Harian).

AADT dapat diketahui secara spesifik hanya melalui perhitungan secara kontinu dalam satu tahun. Namun, berbagai faktor untuk memodifikasi perhitungan volume pada jangka pendek untuk mengestimasi AADT dapat dikembangkan menggunakan perhitungan jangka panjang pada beberapa titik perhitungan yang ditentukan untuk merepresentasikan tipe jaringan jalan yang disurvei. Perhitungan tahunan pada titik sampel akan mengindikasikan variasi tiap musim, hari, dan jam sehingga berbagai faktor yang mempengaruhi volume lalu lintas (diukur pada waktu yang spesifik) pada AADT tersebut dapat diketahui.

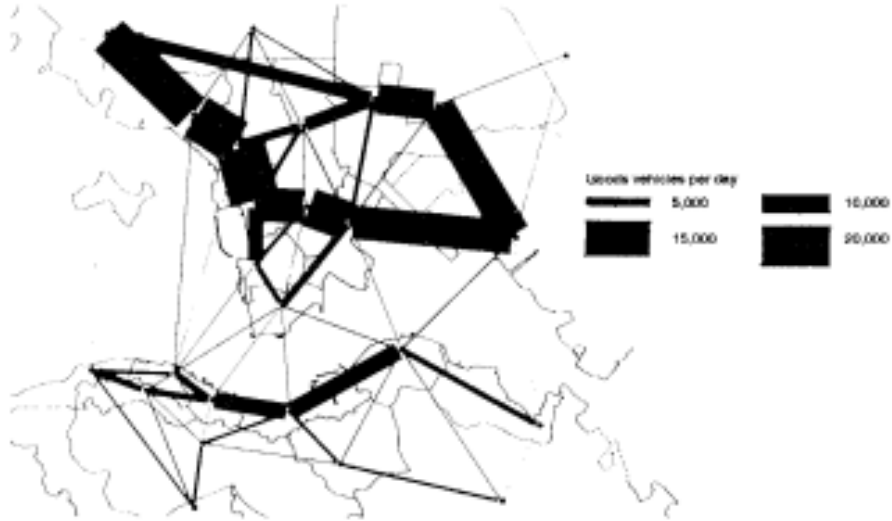
Pada daerah perkotaan, puncak lalu lintas umumnya muncul akibat perjalanan dari rumah menuju kantor yang seringkali terjadi pada awal dan akhir hari kerja. ‘Faktor puncak lalulintas’ pada suatu jalan dapat mengklasifikasikan jalan berdasarkan tipenya. Sebagai aturan praktis, pada jalan perkotaan saat puncak lalu lintas memiliki volume lalu lintas sekitar 10 persen dari AADT (perhatikan bahwa US Highway Capacity Manual mendefinisikan faktor puncak lalulintas dengan cara yang berbeda – TRB, 1985).

Contoh dari penggambaran data volume lalu lintas ditunjukkan pada Gambar 6.1 dan Gambar 6.2. Penggambaran ini termasuk: peta volume dengan dasar gambar geografis yang dilapis dengan *bandwith* yang menggambarkan volume lalu lintas (lihat Gambar 6.1 a); diagram *desire line* yang seringkali digunakan untuk studi perencanaan juga dapat digunakan untuk tahap perencanaan survei lalu lintas dari suatu daerah lokal (Gambar 6.1 b); pergerakan persimpangan jalan (lihat Gambar 6.2).

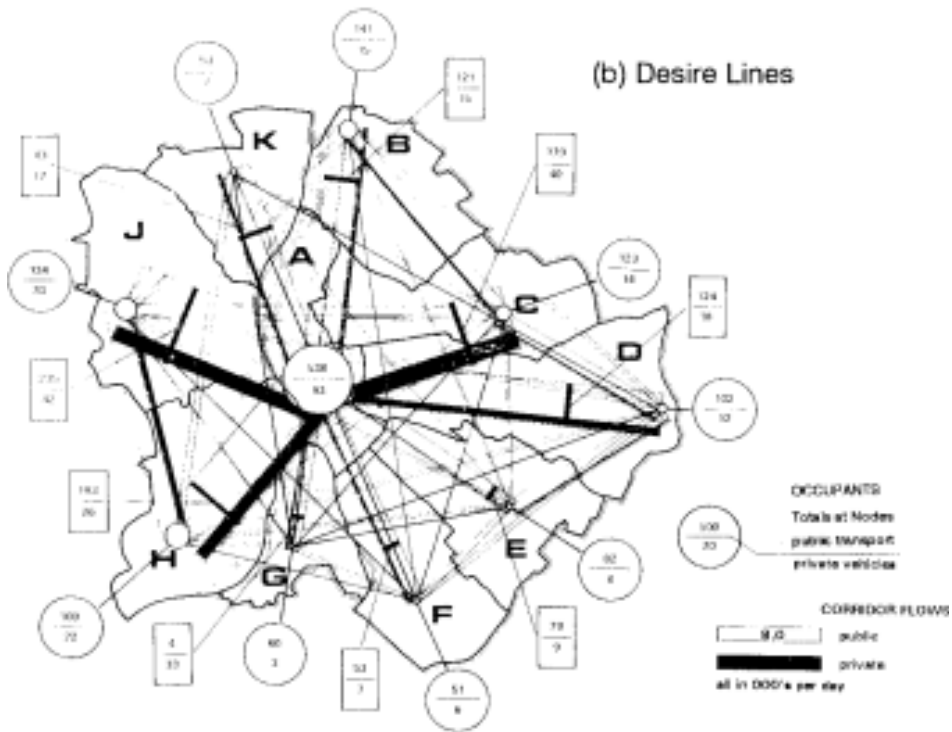
Survei volume lalu lintas dilakukan dengan perhitungan lalu lintas secara manual atau otomatis. Perhitungan manual berguna untuk mengklasifikasikan kendaraan, pengecekan akurasi perhitungan otomatis, dan untuk survei jumlah penumpang kendaraan. Perhitungan secara otomatis menggunakan alat perhitungan lalu lintas umumnya digunakan hanya pada *link* dan hanya cocok untuk pengambilan data jangka panjang serta analisa variasi tiap musim, hari, dan jam. Pada banyak kasus, kombinasi

perhitungan otomatis dan manual diperlukan.

(a) Traffic Flow Diagram

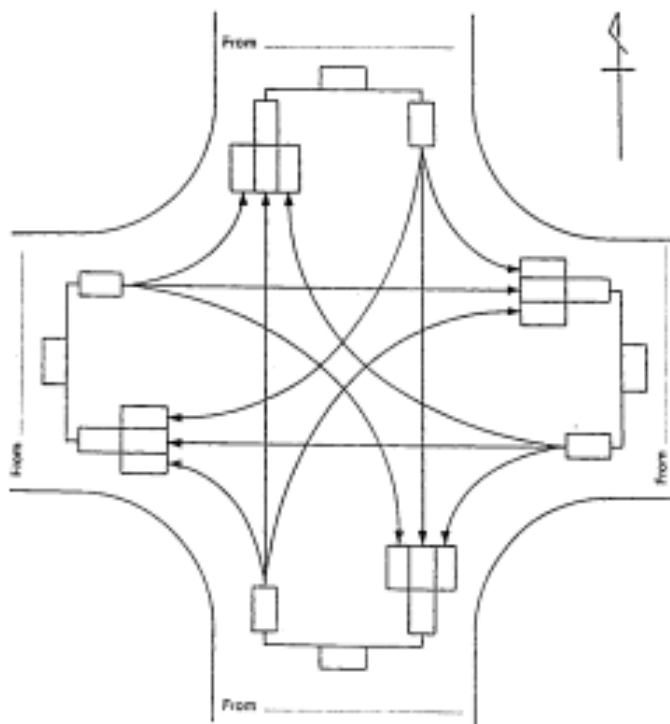
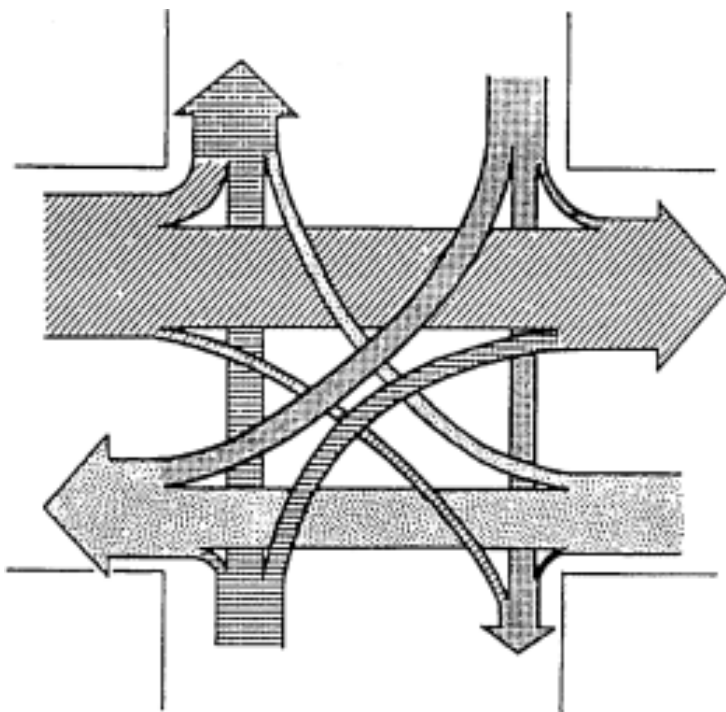


(b) Desire Lines



Note: Diagrams shown are from city-wide transport planning studies.

Gambar 6.1 Presentasi Data Lalulintas Jaringan Jalan (TRRL, 1993)



Gambar 6.2 Presentasi Survei Persimpangan Jalan (TRRL, 1993)

## 6.1 Perhitungan Lalulintas Secara Manual

Pada perhitungan secara manual pelaksana berdiri pada pinggir jalan, menghitung dan mengklasifikasikan kendaraan saat lewat dan membagi survei dengan periode waktu yang sudah ditentukan. Merupakan hal yang lumrah apabila pelaksana hanya mencatat satu arah dari aliran lalulintas. Perhitungan *link* harus dilokasikan pada bagian jalan yang lurus untuk kemudahan pelaksanaan.

Durasi dapat ditentukan dari beberapa menit hingga beberapa hari sesuai kebutuhan. Mayoritas perhitungan dilakukan selama satu hari, dimulai dari puncak lalu lintas saat pagi dan terus dilanjutkan hingga 12, 14 atau 16 jam. Periode waktu survei dapat dilakukan tiap 15 menit dan hasilnya dirangkum tiap jam. Periode waktu dapat lebih pendek untuk kebutuhan khusus. Walaupun data tiap jam yang diperlukan, periode waktu tiap 15 menit lebih baik digunakan karena kesalahan dapat lebih mudah teridentifikasi.

Perhitungan pergerakan belok pada persimpangan dilakukan dengan cara yang sama pada perhitungan *link* namun dengan pergerakan belok tiap kendaraan dicatat dan klasifikasi kendaraan disederhanakan. Survei ini umumnya memperhatikan performa dari persimpangan saat waktu puncak lalu lintas, dan durasi survei umumnya dilakukan pada puncak lalu lintas saat pagi dan siang hari dengan durasi waktu 2 hingga 4 jam. Periode waktu perhitungan umumnya 15 menit.

### 6.1.1 Form Survei

Form survei harus didesain sesuai dengan kebutuhan survei namun Form G memberikan gambaran yang dapat digunakan. Contoh formulir yang telah diisi dapat dilihat pada Gambar 6.3 yang juga menggambarkan tiga metode pensil dan kertas untuk mencatat dan mengklasifikasikan kendaraan. Metode '*five-bar gate*' merupakan metode yang paling umum dan mudah diaplikasikan pada perhitungan *link* dan persimpangan jalan. Metode ini mencatat data secara cepat dan merupakan metode yang paling ekonomis serta dapat dengan mudah disimpulkan. Metode '*initial letter*' cocok untuk survei dengan aliran lalulintas yang tinggi dengan periode waktu yang pendek dimana tenaga lapangan terbatas. Metode ini mempunyai kecepatan pencatatan data yang paling tinggi dimana satu pelaksana harus mencatat beberapa item pada satu arah saja tanpa perlu melihat formulir survei secara terus menerus. Namun metode ini memerlukan pemrosesan data yang lebih lama dan diperlukan kerapian untuk membedakan tiap simbol. Metode '*crossing out numbers*' merupakan metode yang paling baik digunakan pada aliran lalulintas rendah atau sedang. Metode ini paling tidak fleksibel dan

mempunyai kecepatan pencatatan data paling lambat.

Sebagai cara alternatif, perhitungan menggunakan *hand tallies* dapat digunakan untuk mencatat klasifikasi kendaraan. Cara ini lebih cepat dan akurat dibandingkan metode pensil dan kertas karena hanya nilai total yang dicatat pada akhir periode waktu dan pelaksana selalu melihat lokasi survei. Namun, kendaraan dapat terlewat saat perhitungan kumulatif pada akhir survei. *Hand tallies* dapat mengalami kerusakan sehingga harus dicek secara rutin.

Kesalahan pada perhitungan manual umumnya terjadi karena: kegagalan untuk mengklasifikasikan kendaraan dengan tidak ambigu yang dapat menyebabkan kesalahan yang tidak dapat dideteksi; kegagalan untuk memperhatikan periode waktu secara akurat; pelaksana diwajibkan menghitung kendaraan lebih cepat dari kapasitasnya. Hal – hal ini harus diperhatikan pada saat studi pendahuluan.

(a) Five Bar Gate

Laboratorium Teknik Lalu Lintas dan Perencanaan Transportasi, Universitas Kristen Petra					Form G	
SITE NAME			Site Ref. No.	Surveyor(s) & Supervisor		Sketch
VICTORY RD			1037	GG JT JSR		
Date	Time		Weather	NOTES		
4.8.93	From 08:00	To 08:15	Dry & sunny	Actual start time 8:02 due to illness (see note)		
ARM NAME			DIRECTION		Sheet	
VICTORY RD WEST			BOTH		2 of 12	
← TO AIRPORT			TO Centre →		— NOT used —	

(b) Initial Letter Method

Laboratorium Teknik Lalu Lintas dan Perencanaan Transportasi, Universitas Kristen Petra					Form G	
SITE NAME			Site Ref. No.	Surveyor(s) & Supervisor		Sketch
STATION RD / ALBERT RD			0075	GG JR		
Date	Time		Weather	NOTES		
7.12.93	From 08:00	To 09:00	Rain after 8:35	Slight flooding outside bus station - reduced road width		
ARM NAME			DIRECTION		Sheet	
STATION RD			EAST		2 of 4	
↖ TO NORTH			↑ TO EAST		↗ TO SOUTH	
08:00:	CCM CCH MCE		CCCCC		CCMEMBH	
08:15:	BCCCB		MM		BB	

(c) Crossing out Numbers

Laboratorium Teknik Lalu Lintas dan Perencanaan Transportasi, Universitas Kristen Petra					Form G																																																																																																																																		
SITE NAME			Site Ref. No.	Surveyor(s) & Supervisor		Sketch																																																																																																																																	
HIGH FARM			02	GG - GG																																																																																																																																			
Date	Time		Weather	NOTES																																																																																																																																			
4.8.93	From 08:00	To 09:00	V. HOT	Roadworks 1km to North may cause diversion away from this site.																																																																																																																																			
ARM NAME			DIRECTION		Sheet																																																																																																																																		
HIGH FARM DRIVE			BOTH		1 of 1																																																																																																																																		
Two Wheeled Motor Vehicles																																																																																																																																							
	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25																																																																																																																		
	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50																																																																																																														
	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75																																																																																																														
	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	100	101	102	103	104	105	106	107	108	109	110	111	112	113	114	115	116	117	118	119	120	121	122	123	124	125	126	127	128	129	130	131	132	133	134	135	136	137	138	139	140	141	142	143	144	145	146	147	148	149	150	151	152	153	154	155	156	157	158	159	160	161	162	163	164	165	166	167	168	169	170	171	172	173	174	175	176	177	178	179	180	181	182	183	184	185	186	187	188	189	190	191	192	193	194	195	196	197	198	199	200	201	202	203	204	205	206	207	208	209	210
	211	212	213	214	215	216	217	218	219	220	221	222	223	224	225	226	227	228	229	230	231	232	233	234	235	236	237	238	239	240	241	242	243	244	245	246	247	248	249	250																																																																																															
Cars and Trucks																																																																																																																																							
	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	100	101	102	103	104	105	106	107	108	109	110	111	112	113	114	115	116	117	118	119	120																			

Gambar 6.3 Metode Alternatif Survei Perhitungan Lalulintas (TRRL, 1993)

## BAB 7

### SURVEI TITIK KECEPATAN

Kecepatan kendaraan dapat diukur secara langsung (titik kecepatan) atau dirata – ratakan tiap waktu atau jarak. Titik kecepatan suatu kendaraan bervariasi secara kontinu ketika kendaraan menambah kecepatan atau mengerem. Data titik kecepatan berguna untuk:

- mengobservasi batas kecepatan yang sudah berlaku pada suatu jalan
- menentukan batas kecepatan yang baru
- menentukan kecepatan desain untuk desain geometri jalan
- memberikan informasi mengenai keamanan lalulintas dan program untuk meningkatkannya
- membantu menentukan lokasi lampu lalulintas
- menentukan hubungan antara kecepatan dan aliran serta kepadatan lalulintas

Survei titik kecepatan juga dapat digunakan untuk menentukan tren (pengecekan).

Titik kecepatan umumnya diukur pada *link* dan disurvei secara terpisah pada tiap arah lalulintas dengan pelaksana umumnya diposisikan pada pinggir jalan dari arah lalulintas yang disurvei. Data titik kecepatan dikumpulkan dengan menggunakan *radar speed gun* atau menggunakan metode *short-base*: menghitung waktu kendaraan untuk lewat pada jarak tertentu, menggunakan *stopwatch* atau menggunakan alat *loop* atau *twin-tube*.

*Radar speed gun* umumnya cocok untuk jalan yang sempit dengan aliran lalu lintas kecil atau sedang dimana kendaraan melewati pelaksana secara individu. Alat ini tidak cocok untuk volume lalulintas yang besar, macet, dan terdiri dari lajur yang banyak. Selain itu, alat ini juga rumit untuk digunakan dan memerlukan pelatihan pelaksana serta mahal. Metode *short-base* cocok untuk semua tipe jalan dan kondisi lalu lintas. Metode ini hanya memerlukan peralatan yang sederhana dan tidak mahal serta tidak merusak. Permasalahan dari metode ini adalah munculnya *parallax error*. Hal ini dapat diatasi dengan menggunakan titik pengukuran yang lebih tinggi (Gambar 7.1).

Keberadaan pelaksana, peralatan, dan tanda yang tidak umum pada jalan dapat mempengaruhi perilaku pengendara. Maka dari itu, pelaksana harus tidak mencolok dan harus disesuaikan dengan metode survei serta lokasinya.

### 7.1 *Radars Speed Gun*

Lokasi survei, penarikan contoh kendaraan dan pencatatan hasil menggunakan prosedur yang sama dengan metode *short base* yang akan dijelaskan di bagian berikutnya. Persyaratan utama dari metode ini adalah pelaksana harus terlatih dalam menggunakan alat dan pelaksana harus tersembunyi dari pengguna jalan. Pengukuran dapat dilakukan dari dalam mobil namun mobil harus terparkir pada lokasi yang tidak mempengaruhi kecepatan mobil yang akan disurvei.

### 7.2 *Metode Short Base*

Lokasi survei umumnya dilakukan ditengah *link* suatu jalan. Titik spesifik dipilih pada link yang ditentukan berdasarkan tujuan survei (misalnya penyeberangan pejalan kaki, untuk menginvestikasi kecelakaan). Batas panjang jalur yang akan dihitung waktunya dibuat berdasarkan kecepatan dari jalan tersebut dimana semakin tinggi kecepatan maka panjang jalur yang dihitung waktunya semakin panjang (Tabel 7.1).

Tabel 7.1 Panjang Jalur Survei (TRRL, 1993)

Short-base lengths	
Average speed of traffic (km/h)	Short-base length(m)
below 40	25
40 - 65	50
above 65	75

Metode estimasi panjang jalur lainnya adalah tidak boleh ada kendaraan dalam aliran lalu lintas yang memerlukan waktu lebih kecil dari 2 detik untuk melewati panjang jalur yang sudah ditentukan pada kondisi lalu lintas saat survei.

Pada akhir panjang jalur survei akan diberi tanda pada permukaan jalan menggunakan cat, kapur, atau isolasi dimana tanda ini harus tidak mencolok. Alternatif lain, garis dapat ditentukan berdasarkan suatu objek misalnya pohon atau tiang listrik. Panjang jalur survei harus diukur secara presisi.

Pengawas harus mendefinisikan kendaraan yang akan disurvei. Kendaraan ini dapat ditentukan misalnya setiap n jumlah kendaraan atau berdasarkan metode lainnya seperti dengan cara pelaksana mencatat kendaraan pertama yang terlihat setelah melihat catatan yang dimiliki atau cara lainnya selama tidak menimbulkan bias. Kendaraan yang dipilih untuk disurvei disebut sebagai kendaraan sampel.

Pelaksana memulai stopwatch ketika kendaraan sampel melewati garis batas mulai dan berhenti ketika kendaraan melewati garis batas akhir. Waktu diukur di formulir survei bersama dengan tipe kendaraan beserta keterangan apakah kendaraan sedang beriring – iringan dengan kendaraan lainnya (konvoi/pengawalan). Prosedur ini diulangi pada kendaraan berikutnya selama periode survei. Pelaksana dapat menggunakan Form J.

Tidak seperti tipe survei lainnya, survei titik kecepatan umumnya berfokus pada kondisi dimana aliran lalu lintas tidak pada puncak dimana kecepatan umumnya lebih tinggi misalnya untuk keperluan batas kecepatan maksimum maka dilaksanakan survei pada saat volume kendaraan sedikit dengan kondisi cuaca yang baik.

Definisi dari target populasi kendaraan sangat penting untuk survei titik kecepatan antara lain:

- semua kendaraan dalam aliran lalulintas
- semua kendaraan dengan kecepatan tertentu
- semua kendaraan dengan variasi kecepatan

Formulir survei harus menyediakan tempat untuk menjelaskan metode yang digunakan.

Pada survei ini, tidak perlu semua jenis kendaraan disurvei. Umumnya kendaraan pribadi adalah target populasi. Apabila lebih dari satu jenis kendaraan yang disurvei, kelas dari tiap kendaraan harus ditandai pada form survei.

### **7.3 Hasil**

Kecepatan kendaraan dihitung dari waktu dan jarak yang sudah diketahui. Hasil dapat ditunjukkan secara numerik (Tabel 7.2) atau grafik. Hasil grafik yang paling umum adalah histogram (serupa dengan Gambar 5.1) dimana hasil ini dapat menunjukkan distribusi kumulatif kecepatan sehingga dapat diketahui nilai ekstrim dari rentang kecepatan.

Hasil numerik dapat berupa: rata – rata kecepatan; rentang kecepatan; proporsi kendaraan diatas atau dibawah suatu kecepatan tertentu (untuk keamanan lalulintas dan program untuk meningkatkannya. 85 persentil umumnya digunakan untuk menjelaskan kecepatan. Nilai ini mengecualikan pengendara yang sangat cepat dan mengestimasi kecepatan mayoritas pengendara.

Tabel 7.2 Contoh distribusi frekuensi kendaraan (TRRL, 1993)

Example of a frequency distribution (for spot-speed data)

Class Boundary (km/h)			Frequency		Cumulative Frequency	
lower	upper	middle	number	relative	number	relative
27.5	29.5	28.5	0	0.000	0	0.000
29.5	31.5	30.5	1	0.005	1	0.005
31.5	33.5	32.5	2	0.011	3	0.016
33.5	35.5	34.5	14	0.075	17	0.092
35.5	37.5	36.5	7	0.038	24	0.129
37.5	39.5	38.5	20	0.108	44	0.237
39.5	41.5	40.5	38	0.204	82	0.441
41.5	43.5	42.5	29	0.156	111	0.597
43.5	45.5	44.5	35	0.188	146	0.785
45.5	47.5	46.5	15	0.081	161	0.866
47.5	49.5	48.5	12	0.065	173	0.930
49.5	51.5	50.5	9	0.048	182	0.979
51.5	53.5	52.5	4	0.022	186	1.000
53.5	55.5	54.5	0	0.000	186	1.000
Total =			186	1.000		

## BAB 8

### SURVEI KECEPATAN DAN HAMBATAN JARINGAN: METODE *FLOATING CAR*

Rata – rata waktu tempuh jaringan jalan dan kecepatan perjalanan merupakan variabel penting dalam mengukur performa jalan. Variabel ini tidak hanya mengidentifikasi performa dari *link* dan jaringan yang sudah ada namun juga mengidentifikasi titik kemacetan secara spesifik dan merupakan *input* yang penting dalam memodelkan lalulintas dan penilaian investasi jalan. Metode sederhana untuk mengukur kecepatan jaringan dan hambatan (beserta penyebabnya) adalah metode *floating car*. Teknik lain yang dapat diadaptasi untuk mencapai tujuan yang sama adalah survei plat nomor (lihat Bab 4) dan metode *elevated observer* (lihat bab 9).

Keuntungan dari metode *floating car* adalah metode ini secara langsung dan akurat dapat mengukur waktu tempuh dan hambatan serta dapat merasakan langsung akibat dan penyebab dari hambatan tersebut. Kerugian dari metode ini adalah sumber daya yang dibutuhkan besar dan apabila kecepatan kendaraan yang disurvei melebihi batas kecepatan akan menimbulkan masalah baru. Metode *floating car* hanya mensurvei mobil. Tipe kendaraan lain dapat disurvei sesuai dengan jenisnya namun harus sudah ditentukan sejak awal karena sangat sulit untuk memilih kendaraan secara acak dan rutenya apabila tidak diketahui sejak awal. Keamanan dapat juga menjadi masalah apabila survei dilakukan pada kecepatan tinggi atau pada saat macet.

Untuk studi jaringan lalulintas yang komprehensif, *link* yang disurvei harus memasukkan jaringan jalan utama dan jalan kecil (Gambar 8.1). Sebagai teknik memonitor ‘sebelum dan sesudah’ survei, persimpangan atau belokan yang terdapat pada jaringan survei harus diidentifikasi yang menggambarkan pergerakan tipikal pada jaringan yang disurvei.

#### 8.1 Metode

Kendaraan survei dijalankan pada rute yang sudah ditentukan pada kecepatan tipikal dengan kendaraan lain. Pelaksana mencatat waktu tempuh pada titik yang sudah ditentukan beserta dengan penyebab dari hambatan (lihat Gambar 8.2). Selanjutnya, jarak dari titik pencatatan harus diukur. Pengukuran dapat menggunakan peta dengan skala 1:2500 atau diukur dilapangan menggunakan roda ukur.

Survei pendahuluan harus mencakup semua *link* yang akan disurvei pada waktu yang sama saat survei akan dilaksanakan. Hal ini untuk membiasakan pelaksana dengan metode dan rute survei serta mencoba jumlah kendaraan survei yang diperlukan. Latihan harus dilakukan pelaksana untuk

menyesuaikan cara berkendara pada aliran lalu lintas saat survei. Pengguna kendaraan lain tidak boleh mengganti cara berkendara akibat dari pelaksanaan survei ini.

### **8.1.1 Jumlah putaran, rute, dan titik pencatatan**

Untuk memperhitungkan efek perbedaan kondisi lalu lintas, tiap survei harus dilakukan pada periode waktu yang sama. Umumnya periode ini adalah: puncak lalu lintas pagi dan siang, puncak lalu lintas saat istirahat, dan lalu lintas malam hari. Minimal tiga putaran direkomendasikan pada tiap periode waktu survei.

Panjang rute maksimum yang dapat dicakup dalam satu putaran dapat diperkirakan berdasarkan durasi dari tiap periode waktu yang disurvei, jumlah putaran yang diperlukan dan kecepatan rata – rata yang diasumsikan. Sebagai contoh, pada periode waktu 2 jam yang memerlukan 4 putaran maka waktu tempuh maksimum dalam satu putaran adalah 30 menit dimana apabila diasumsikan 10 menit untuk hal yang tidak diperkirakan maka tersisa 20 menit waktu tempuh dan apabila diasumsikan kecepatan kendaraan 15 km/jam maka panjang rute adalah 5 km.

Penentuan rute ditentukan berdasarkan jaringan jalan yang dipilih dengan seefisien mungkin. *Link* survei harus diidentifikasi pada jaringan jalan yang akan disurvei termasuk dengan jalan satu arah dan belokan yang tidak boleh dilewati. Beberapa poin yang harus diperhatikan:

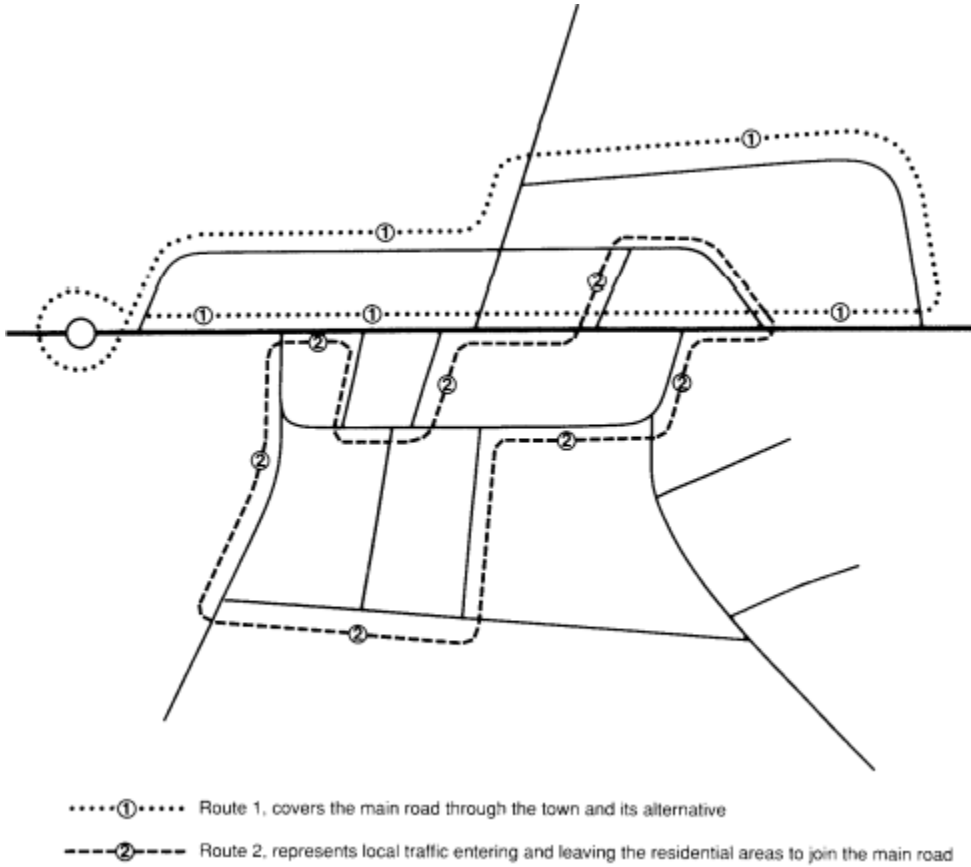
- mayoritas *link* adalah 2 arah dan harus disurvei pada kedua arah
- rute melingkar lebih mudah untuk dilaksanakan; putar balik dapat membuat permasalahan keamanan dan hambatan sehingga lebih mudah apabila ada 2 kendaraan yang bergerak pada 2 arah yang berlawanan
- secara umum, apabila lebih dari satu kendaraan survei diperlukan maka lebih baik menggunakan rute yang pendek dengan satu kendaraan tiap rute (tiap arah) dibandingkan rute yang panjang dengan beberapa kendaraan
- untuk studi '*before after*', rute yang ditentukan untuk studi harus diulangi dengan metode yang sama setelah kebijakan baru sudah dilakukan

Titik pencatatan harus ditentukan pada tiap persimpangan jalan utama. Titik pencatatan tambahan harus ditambahkan dimana terdapat jarak yang jauh antara persimpangan atau ketika ada perbedaan signifikan pada jalan seperti pelebaran jalan atau terdapat tempat sumber lalu lintas seperti pasar. Tiap titik pencatatan harus spesifik, mudah diidentifikasi, dan ditulis dengan penjelasan yang baik menggunakan sketsa rute jalan. Pada persimpangan, titik pencatatan biasanya berada pada akhir dari persimpangan sehingga semua hambatan yang terdapat saat melakukan belokan dapat tercakup. Titik pencatatan diantara persimpangan paling baik ditentukan pada tiang dipinggir jalan misalnya lampu

lalulintas, telepon, dan marka jalan. Untuk mengukur hambatan dari persimpangan, sangat baik untuk memberi titik pencatatan sebelum titik yang menggambarkan panjang kemacetan terpanjang yang mungkin terjadi.

## **8.2 Hasil**

Data umumnya digambarkan melalui *link* (dipisah berdasarkan arah lalulintas) baik sebagai waktu tempuh atau kecepatan yang digambarkan pada tiap perjalanan atau rute. Data dari tiap disarankan ditampilkan secara individu karena dapat merepresentasikan kondisi pada waktu yang berbeda; rata – rata sederhana dapat dihitung namun menghasilkan hasil yang bias ketika putaran yang dilakukan memiliki hambatan yang sedikit dengan kecepatan yang tinggi. Apabila rata – rata dari putaran pada suatu periode waktu diperlukan maka diperlukan beberapa kendaraan survei dimana tiap kendaraan harus diberangkatkan dengan jeda waktu yang sama. Untuk melakukan ini jeda waktu keberangkatan harus lebih besar dibandingkan waktu tempuh dalam satu rute saat studi pendahuluan pada saat kondisi paling macet. Waktu tempuh pada tiap link atau rute dapat dibandingkan pada tiap waktu dan dapat dibandingkan dengan aliran lalulintas pada tiap waktu.



Gambar 8.1 Contoh rute survei (TRRL, 1993)

ROUTE NAME & DIRECTION				Route Ref. No.	Surveyor(s) & Supervisor			Form K		
UTC Stage 1 - Clockwise				U1C	1 2 3			For sketch See route plan  N = North SP = Survey Point CBD = Central Business District Sheet 1 of 4		
					GG . JT . PF					
Date	Time		Weather		NOTES					
5.7.93	From	To	GOOD		watch synchronised with car B.					
Odometer			Vehicle		Driver					
Start	End	Difference	CAR (A) TOYOTA		S.M					
581.3	593.7	12.4								
Location Name	Node No.	Time Passing			No. of Stops	Total Stopped Time		Reasons /Notes		
		hh	mm	ss		mm	ss			
START	0	07	00	08	/		Started at same time as car B			
GREEN ST	1	07	02	17	1	00	23	S		
HIGH ST.	2	07	04	43	2	00	31	S, B		
WEST WAY	3	07	06	24	0	—		N		
Read Rd	4	07	07	19	1	00	13	S		

Gambar 8.2 Contoh formulir survei metode *floating car* yang telah terisi (TRRL, 1993)

## BAB 9

### SURVEI HAMBATAN PERSIMPANGAN

Hambatan adalah waktu tempuh tambahan yang terjadi karena kendaraan terhalang sehingga menyebabkan waktu tempuh lebih lama dari seharusnya. Mayoritas hambatan pada daerah perkotaan muncul pada jalur akses atau persimpangan. Hambatan pada persimpangan digunakan untuk menilai performa persimpangan yang umumnya digambarkan dengan rata – rata hambatan tiap kendaraan. Data yang didapat digunakan untuk membandingkan persimpangan dan mengindikasikan persimpangan yang memerlukan pengembangan.

Metode *stopped vehicle count*:

- menyediakan hanya jumlah dan rata – rata hambatan dan tidak dapat membedakan hambatan akibat manuver persimpangan
- tidak memperhitungkan hambatan yang terbentuk didalam persimpangan; metode ini tidak cocok untuk persimpangan yang hambatannya terbentuk didalam persimpangan misalnya bundaran
- bergantung pada penentuan jumlah kendaraan yang berhenti. Apabila kendaraan terus berjalan seperti pada bundaran, metode ini tidak dapat diandalkan. Metode ini berguna pada persimpangan dengan lampu lalu lintas

#### **9.1 Survei Metode *Stopped Vehicle Count***

##### **9.1.1 Metode**

Menggunakan Form L jumlah kendaraan yang berhenti akibat antrian sebelum persimpangan dihitung dengan jeda waktu yang sudah ditentukan, umumnya 15 – 30 detik pada periode waktu selama lima hingga sepuluh menit. Jumlah volume lalu lintas dihitung pada waktu yang sama.

Pada lokasi dimana seluruh antrian tidak dapat dihitung oleh satu pelaksana atau klasifikasi kendaraan diperlukan, pelaksanaan harus dibagi kepada beberapa pelaksana. Jarak terpanjang antrian harus dibagi menjadi beberapa 'box' agar satu box cukup kecil untuk seorang pelaksana menghitung jumlah kendaraan yang berhenti didalamnya. Box pertama dan terakhir harus menghitung kendaraan didepan atau dibelakang box seperti pada gambar 9.2.

Sketsa perencanaan harus dipersiapkan dengan menunjukkan:

- jumlah lajur pada persimpangan dan fitur khusus yang terdapat didalamnya seperti halte

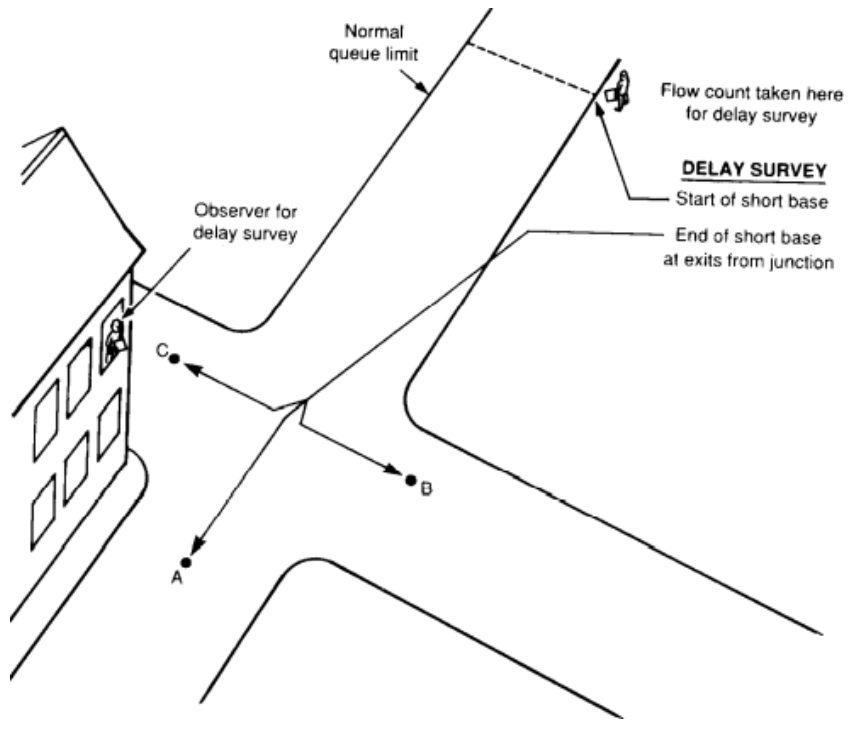
- rambu dan marka jalan pada persimpangan. Pada persimpangan dengan lampu lalu lintas, hitung waktu siklus berdasarkan rata – rata dari 5 siklus dan beri catatan apakah belok kiri saat lampu merah diijinkan
- apakah hambatan dipengaruhi oleh pergerakan lalu lintas dari sumber lainnya misalnya pada bundaran dan dari kendaraan yang belok kanan pada persimpangan dengan lampu lalu lintas.
- Antrian terpanjang umumnya disurvei pada titik puncak. Apabila antrian terbentuk hingga persimpangan lainnya maka metode *floating car* atau survey plat nomor dapat digunakan.

Tiap pelaksana tidak perlu mengklasifikasikan lebih dari tiga klasifikasi kendaraan dan klasifikasi kendaraan yang sama harus digunakan untuk pencatatan hambatan dan aliran. Kendaraan tidak bermotor tidak diikuti.

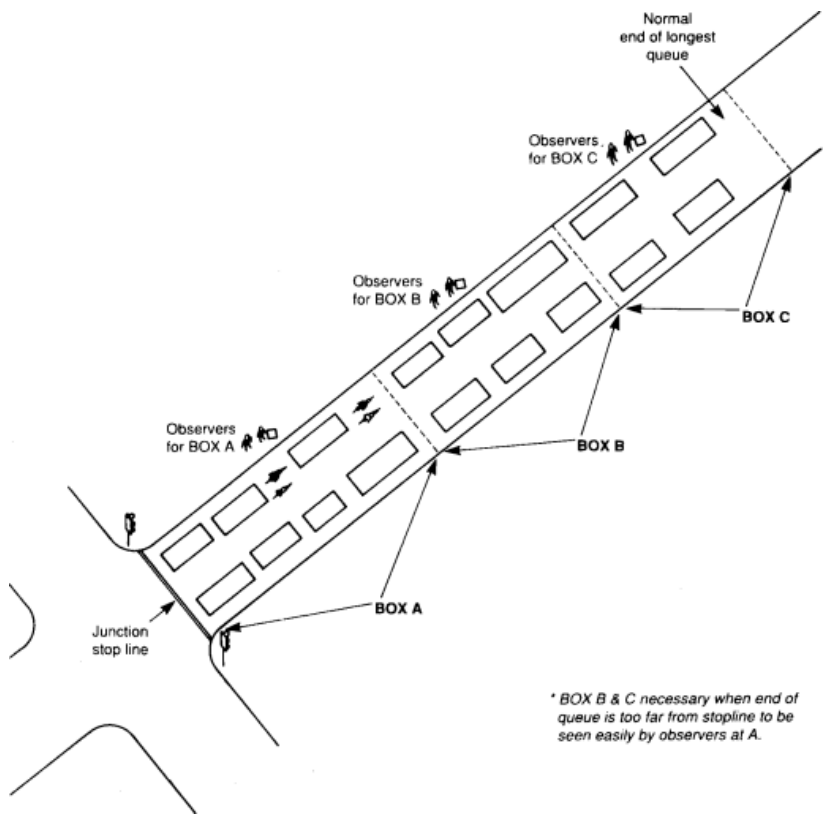
Jeda waktu observasi antara 10 hingga 30 detik disarankan untuk dipilih namun tidak boleh sama dengan lama waktu siklus lampu lalu lintas saat survei. Jeda waktu observasi harus tetap selama survei dan sama untuk setiap persimpangan. Durasi umumnya 5 hingga 10 menit tiap satu periode sehingga dapat mempelajari hambatan pada semua jalan sebelum persimpangan. Contoh formulir survei yang telah diisi dapat dilihat pada Gambar 9.3.

### **9.1.2 Hasil**

Jumlah hambatan harus dipresentasikan pada tiap jalan sebelum persimpangan pada tiap periode waktu yang disurvei. Jumlah dari semua jalan sebelum persimpangan juga dapat diberikan selama data dikumpulkan pada waktu yang sama. Jumlah hambatan dalam satuan *vehicle hours* dalam jalan sebelum persimpangan saat durasi survei dihitung dengan mengalikan jumlah kendaraan yang mengantri pada durasi survei dengan interval waktu yang sudah ditentukan (diubah kedalam satuan jam). Rata – rata hambatan dihitung dengan membagi jumlah hambatan dengan volume lalu lintas pada periode waktu yang sama.



Gambar 9.1 Survei hambatan menggunakan metode *short base* (TRRL, 1993)



Gambar 9.2 Pengukuran hambatan menggunakan metode *stopped vehicle count* (TRRL, 1993)

SITE NAME				Site Ref. No.	Surveyor(s) & Supervisor	Form L			
SEA ROAD				1072	GG + JT - JC	Sketch			
Date	Time		Weather	NOTES					
9.7.93	From	To	OVERCAST						
Arm Name	Direction	No. of Lanes	Interval Time(s)	Box (A) only Newspaper readers in carriage way during red period					
SEA RD SOUTH	NORTH	3	30						
time (hh mm ss)		Number of Stopped Vehicles by Class			time (hh mm ss)		Number of Stopped Vehicles by Class		
		3-	4	5+			3-	4	5+
10 25 00		0	0	0					
30		0	6	0					
26 00		0	6	0					
30		0	0	1					
27 00		0	5	0					
30		0	11	1					
28 00		0	4	2					
30		0	9	0					
29 00		1	0	0					
30		0	6	0					

Gambar 9.3 Contoh formulir survei hambatan metode *stopped vehicle count* yang sudah terisi (TRRL, 1993)

## REFERENSI

Gardner G, Jacobs GD, and PR Fouracre 1989. Traffic Management. TRRL Information Note. Transport and Road Research Laboratory, Crowthorne, UK.

INSTITUTION OF HIGHWAYS AND TRANSPORTATION and THE DEPARTMENT OF TRANSPORT, 1987. Roads and Traffic in Urban Areas. HMSO.

Leonard DR & P Gower 1982. User guide to CONTRAM version 4. Supplementary Report 735. Transport and Road Research Laboratory, Crowthorne, UK.

May AD, 1990. Traffic Flow Fundamentals. Prentice Hall Inc., New Jersey.

ROAD RESEARCH LABORATORY, 1963. A Method for Measuring Saturation Flow at Traffic Signals. Road Research Laboratory, Crowthorne.

TRANSPORT RESEARCH BOARD, Highway Capacity Manual, Special Report No. 208, Washington, USA.

TRRL OVERSEAS UNIT, 1987. Field survey techniques and analysis for urban bus operation. Overseas Road Note 4. Transport and Road Research Laboratory, Crowthorne, UK.

TRRL OVERSEAS UNIT, 1990. Towards safer roads in developing countries. A guide for planning and engineers. Transport and Road Research Laboratory, Crowthorne, UK.

TRRL OVERSEAS UNIT, 1993. Urban road traffic surveys. Overseas Road Note 11. Transport and Road Research Laboratory, Crowthorne, UK.

Turner J, 1993. Simplified saturation flow data collection methods. TRL Project Report PR/OSC/003/93. Transport and Road Research Laboratory, Crowthorne, UK.

Wells G, 1979. Traffic Engineering. An Introduction. Charles Griffin & Company Ltd., London & High Wycombe.

## LAMPIRAN A STATISTIK DAN UKURAN SAMPEL

Lampiran ini memberikan teknik statistik secara umum yang diperlukan insinyur transportasi dalam menentukan parameter statistik dan jumlah sampel. Hal ini dimulai dengan penjelasan umum dari metode statistik yang digunakan untuk menyimpulkan data.

### A.1 Notasi

- n adalah jumlah sampel
- x adalah suatu nilai pada sampel n
- $\Sigma$  adalah penjumlahan
- $\Sigma x$  adalah penjumlahan semua nilai x
- $\bar{x}$  adalah rata – rata dari nilai x
- S adalah standar deviasi

### A.2 Rata – Rata

Perhitungan rata – rata dari suatu sampel n adalah:

$$\bar{x} = \frac{\Sigma x}{n} = \frac{x_1 + x_2 + x_3 + \dots + x_n}{n}$$

### A.3 Median

Median adalah rata – rata dari dua nilai tengah pada sekumpulan sampel yang diurutkan berdasarkan nilainya. Untuk distribusi simetris nilai rata – rata sama dengan nilai median. Untuk distribusi yang terdistribusi dominan ke daerah kiri (*left hand tail*) maka nilai rata – rata lebih kecil dan sebaliknya. Nilai median lebih tidak terpengaruh dari nilai ekstrim daripada nilai rata – rata. Hal ini berguna untuk mengukur kecenderungan utama pada kasus dimana terdapat keraguan apakah suatu nilai ekstrim benar atau tidak.

### A.4 Persentil

Apabila suatu kumpulan data diurutkan berdasarkan nilainya, nilai tengah adalah median. Median membagi data menjadi dua bagian yang sama besar. Data juga dapat dibagi dengan cara lain. Misalnya, nilai yang membagi kumpulan data menjadi empat bagian sama besar yang tiap bagian mengandung 25

persen dari data disebut kuartil. Nilai yang membagi kumpulan data menjadi sepuluh bagian disebut desil dan nilai yang membagi kumpulan data menjadi 100 bagian sama besar disebut persentil. Maka dari itu median dapat disebut sebagai kuartil kedua, desil kelima, dan persentil ke 50. Persentil tidak banyak digunakan dalam analisa lalulintas namun pada beberapa survei titik kecepatan persentil digunakan untuk menentukan batas kecepatan. Persentil ke 85 (nilai yang memisah 85 % data dari bawah dengan 15% data teratas) digunakan dalam konteks ini.

## **A.5 Pengukuran Persebaran Data**

### **A.5.1 Standar Deviasi**

Standar deviasi paling umum digunakan untuk menilai persebaran data. Hal ini merupakan parameter penting bagi insinyur transportasi karena nilai ini dapat menjelaskan variasi dari berbagai variabel yang terdapat pada data misalnya variasi kecepatan serta dapat mempengaruhi batas keyakinan dan jumlah sampel yang diperlukan. Standar deviasi dihitung dengan rumus:

$$\sqrt{\frac{\sum(\bar{x} - x)^2}{n-1}}$$

### **A.5.2 Koefisien Variasi**

Apabila diperlukan untuk membandingkan persebaran data, standar deviasi seringkali tidak cocok digunakan. Contohnya apabila akan membandingkan persebaran data antara waktu tempuh dari dua rute yang berbeda. Pada rute A, standar deviasi dari data adalah 5 menit dan pada rute B adalah 10 menit. Namun apabila rata – rata waktu tempuh rute B adalah 40 menit sedangkan pada rute A hanya 20 menit maka perbandingan standar deviasi kurang cocok. Maka dari itu dapat digunakan koefisien variasi (CoV) untuk mendapatkan persebaran data relatif dengan rumus:

$$CoV = S / \bar{x}$$

Pada contoh diatas, dapat disimpulkan menggunakan koefisien variasi bahwa persebaran relatif dari kedua rute adalah sama besar.

## **A.6 Batas Keyakinan dan Ukuran Sampel**

Saat menghitung nilai statistik dari sebuah sampel, hasil yang didapatkan memiliki ketidakpastian karena hanya sebagian data dari populasi yang diukur. Nilai sampel dari statistik dapat memperkirakan nilai asli dari sebuah populasi namun sangat mungkin untuk menghitung batas keyakinan dari suatu

sampel dimana nilai asli dari suatu populasi dapat didapatkan dengan suatu kepastian tertentu. Untuk memprediksi batas keyakinan maka diperlukan perhitungan kesalahan baku dari statistik.

Dalam semua kasus apabila suatu sampel secara acak dipilih, ada kemungkinan:

- 68.2 persen kemungkinan bahwa nilai sebenarnya dari suatu statistik terdapat pada batas keyakinan dengan lebih kurang satu nilai kesalahan baku dari nilai sampel.
- 95.4 persen kemungkinan bahwa nilai sebenarnya dari suatu statistik terdapat pada batas keyakinan dengan lebih kurang dua nilai kesalahan baku dari nilai sampel.
- 99.7 persen kemungkinan bahwa nilai sebenarnya dari suatu statistik terdapat pada batas keyakinan dengan lebih kurang tiga nilai kesalahan baku dari nilai sampel.

Probabilitas ini juga benar pada sampel yang tidak sepenuhnya acak namun diambil tanpa adanya bias.

#### **A.6.1 Kesalahan Baku Rata – Rata**

$$SE_m = \frac{S}{\sqrt{n}}$$

Dimana

S = standar deviasi sampel

SE<sub>m</sub> = kesalahan baku rata – rata

#### **A.6.2 Kesalahan Baku Persentase (Proporsional)**

$$SE_p = \sqrt{\frac{P(1-P)}{n}}$$

Dimana

SE<sub>p</sub> = kesalahan baku persentase

P = proporsi dari sebuah sampel

#### **A.6.3 Contoh Perhitungan Kesalahan Baku Rata – Rata**

Didapatkan kecepatan dari sampel acak 100 kendaraan sebesar 40 km/jam dengan nilai standar deviasi 20 km/jam. Untuk mendapatkan rentang aproksimasi rata – rata kecepatan kendaraan dengan 95 persen batas keyakinan maka dapat dihitung dengan cara:

$$SE_m = \frac{20}{\sqrt{100}} = 2 \text{ km/jam}$$

Maka disimpulkan dengan 95 persen batas keyakinan rata – rata kecepatan kendaraan berada dalam rentang 40 km/jam ± 4 km/jam.

#### **A.6.4 Contoh Perhitungan Kesalahan Baku Persentase (Proporsional)**

Didapatkan proporsi kendaraan yang melebihi batas kecepatan adalah 30 persen (0.3) dari 100 kendaraan. Untuk mendapatkan rentang aproksimasi proporsi kendaraan yang melebihi batas kecepatan dengan 95 persen batas keyakinan maka dapat dihitung dengan cara:

$$SE_p = \frac{\sqrt{0.3(1-0.3)}}{100} = 0.046 \text{ (4.6\%)}$$

Maka disimpulkan dengan 95 persen batas keyakinan proporsi kendaraan yang melebihi batas kecepatan kendaraan berada dalam rentang  $0.3 \pm 0.09$ .

### A.6.5 Perhitungan Ukuran Sampel

Perhitungan ukuran sampel (n) dapat dihitung dengan 2 cara yaitu:

$$n = \left( \frac{S}{SE_m} \right)^2$$

$$n = \frac{P(1-P)}{(SE_p)^2}$$

#### A.6.5 Contoh Perhitungan Ukuran Sampel Menggunakan Data $SE_m$

Diperlukan estimasi ukuran sampel titik kecepatan kendaraan pada suatu titik dengan batas keyakinan 68 persen dengan rentang  $\pm 10$  km/jam. Diketahui standar deviasi titik kecepatan kendaraan adalah 40 km/jam. Ukuran sampel dapat dihitung dengan rumus:

$$n = \frac{40^2}{16} = 100$$

Ukuran sampel minimum yang diperlukan adalah 16. Apabila diharapkan batas keyakinan 95 persen maka  $SE_m$  menjadi 5 km/jam sehingga didapatkan nilai ukuran sampel:

$$n = \frac{40^2}{5^2} = 64$$

#### A.6.6 Contoh Perhitungan Ukuran Sampel Menggunakan Data $SE_p$

Diperlukan estimasi ukuran sampel proporsi kendaraan yang menerobos lampu merah dengan proporsi  $\pm 0.1$  (10%) dan 95 persen batas keyakinan. Studi sebelumnya menyarankan nilai proporsi sebesar 0.4 (40%) sehingga ukuran sampel dihitung dengan rumus:

$$n = \frac{0.4(1-0.4)}{(0.05)^2} = 112$$

## LAMPIRAN B

### DAFTAR PERIKSA UMUM UNTUK PENGAWAS

Pengawas survei berperan penting dalam pengaturan dan performa survei lalu lintas. Beberapa tugas yang harus dilaksanakan oleh pengawas untuk semua jenis survei antara lain:

1. Sebelum Survei:
  - Membuat *layout* dari lokasi survei dan penomoran jaringan apabila diperlukan
  - Membagi lokasi survei sesuai dengan kapasitas dan keperluan pelaksanaan
  - Menentukan jumlah pelaksana
  - Mengatur transportasi, waktu penjemputan dan lokasinya dengan mempertimbangkan waktu tempuh menuju lokasi survei
  - Menjamin terpenuhinya kebutuhan material dan peralatan
  - Mengatur kendaraan dan supir untuk keperluan survei
  - Mengatur rute survei dengan nama jalan yang lengkap dan jelas
  - Mengawasi penjemputan dan pengantaran pelaksana menuju lokasi survei
  - *Briefing* pelaksana (tugas dan lokasi)
  - Memberikan perlengkapan dan peralatan, sinkronisasi jam, sinkronisasi awal mulai survei
2. Saat Survei:
  - Mengawasi waktu dan pelaksanaan survei
  - Sinkronisasi tiap perubahan periode survei
  - Mengumpulkan form survei yang terisi dan mengecek pengisian form survei sudah sesuai
  - Memastikan kebutuhan form survei dan peralatan terpenuhi

Pada akhir survei pengawas harus memastikan bahwa semua form survei telah dikumpulkan dan ditandai. Pengecekan dan koreksi data harus dilakukan sesegera mungkin setelah survei bersama dengan tim pelaksana. Pengawas harus mencatat proses survei menggunakan Form A sebagai acuan.



LINK INVENTORY									
								Form B	
SITE NAME				Site Ref. No.		Surveyor(s) & Supervisor		Sketch	
Date		Time		Weather		NOTES			
		from	to						
TYPE OF ROAD								Sheet	
								/of	
DIRECTION OF			TYPE OF JUNC.		LENGTH		JUNCT. WITH		NODE NO.
					Odom. Measure				
					k				
A							C		
NO. OF SIDE STREETS		H			FOOTWAY		NO. OF SIDE STREETS		H
		M			Paved	Paved		M	
		L			Width	Width		L	
			1/4				1/4		
			1/2		WIDTH AT MID-POINT		1/2		
					Overall Width				
					Effective Width				
					No. of Lanes				
					Constant Width		Y/N		
			3/4				3/4		
B							D		
DIRECTION OF			TYPE OF JUNC.		SLOPE		BENDS		JUNCT. WITH
					HML		H M L		
CHECKLIST									
Pedestrian facilities - islands, bridges, etc. Public Transport - stops (including informal) Street lights - height and colour of bulb Encroachments - permanent or temporary Road surface - potholes, ponds, white lines									

Sumber: TRRL, 1993

PARKING BEAT SURVEY																								
										Form D														
SITE NAME				Site Ref. No.		Surveyor(s) & Supervisor				Sketch														
Date		Time		Weather		NOTES																		
		From	To																					
ROUTE NAME				DIRECTION				<small>N = North SP = Survey Point CBD = Central Business District</small>		<b>Sheet</b> /of														
Registration Number		Time at Start of Route																						
		hh	mm	V	hh	mm	V	hh	mm	V	hh	mm	V	hh	mm	V	hh	mm	V	hh	mm	V		
		1																						
		2																						
		3																						
		4																						
		5																						
		6																						
		7																						
		8																						
		9																						
		10																						
		11																						
		12																						
		13																						
		14																						
		15																						
		16																						
		17																						
		18																						
		19																						
		20																						
		21																						
		22																						
		23																						
		24																						
		25																						
		26																						
27																								
28																								
Total																								
New Arrivals																								
Departures																								
Notes																								
<b>V - Vehicle Types</b>																								
<b>Group</b>	<b>Code</b>	<b>Description</b>	<b>Group</b>	<b>Code</b>	<b>Description</b>																			
<b>3-</b>	2B	Bicycle	<b>5+</b>	5P	Bus (> 5 tyres)																			
	2M	Motorcycle		5G	Goods (> 5 tyres)																			
	3R	Pedal Rickshaw		L	Leg-powered																			
	3A	Auto Rickshaw		O	Other																			
<b>4</b>	4C	Cars-Vans																						
	4T	Small Paratransit																						







TRAFFIC DATA SUMMARY							Form H
SITE NAME			Site Ref. No.	Surveyor(s) & Supervisor		Sketch	
Date	Time		Weather	NOTES			
	From	To					
ARM NAME		DIRECTION		<small>N - North SP - Survey Point CBD - Central Business District</small>		Sheet	
						/of	
TIME							
0600-0700							
0700-0800							
0800-0900							
0900-1000							
1000-1100							
1100-1200							
1200-1300							
1300-1400							
1400-1500							
1500-1600							
1600-1700							
1700-1800							
1800-1900							
1900-2000							
2000-2100							
2100-2200							
<b>16hrs TOTAL</b>							
2200-2300							
2300-2400							
0000-0100							
0100-0200							
0200-0300							
0300-0400							
0400-0500							
0500-0600							
<b>24hrs TOTAL</b>							

16HR-24HR FACTOR  
 24HR-AV 24HR FACTOR  
 AVERAGE 24HR AUTO COUNT

Sumber: TRRL, 1993





