

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 FUNGSI DAN HIRARKI JALAN

Jalan memiliki 2 fungsi dasar yang saling bertentangan, karena disatu pihak harus lancar dan dipihak lain harus memberikan kemudahan untuk penetrasi kadalam suatu lahan atau daerah, yaitu :

- ❖ Untuk menggerakkan volume lalu lintas yang tinggi serta efisien dan aman.
- ❖ Untuk menyediakan akses bagi lahan disekitarnya.

Suatu arus lalu lintas dapat dikatakan lancar apabila arus lalu lintas tersebut dapat melewati suatu ruas jalan tanpa mengalami hambatan atau gangguan dari jalan atau arah lain. Masalah lalu lintas yang timbul di jalan raya dapat disebabkan oleh beberapa faktor yang dapat mempengaruhi efisiensi serta keamanan selama dalam perjalanan, misalnya : faktor jalan (fisik), faktor lalu lintas (kendaraan), dan faktor manusia.

2.2 KLASIFIKASI FUNGSI JALAN

Pedoman utama fungsi jalan seperti yang dijabarkan dalam Peraturan Pemerintah No.26 (pasal 4 sampai dengan 12) tahun 1985 dan Undang-Undang No.13 tahun 1980 dan diperbaharui dengan UU No. 38 tahun 2004 tentang jalan adalah sebagai berikut :

Sistem jaringan jalan di Indonesia dibagi atas :

1. Sistem Jaringan Jalan Primer

Sistim jaringan jalan primer disusun mengikuti ketentuan peraturan tata ruang dan struktur pengembangan wilayah tingkat nasional, yang menghubungkan simpul-simpul jasa distribusi sebagai berikut :

- Dalam satuan wilayah pengembangan menghubungkan secara menerus kota jenjang kesatu, kota jenjang kedua, kota jenjang ketiga, dan kota jenjang di bawahnya.

- Menghubungkan kota jenjang kesatu dengan kota jenjang kesatu antar satuan wilayah pengembangan .

Berdasarkan fungsi/peranan jalan dibagi atas :

a. Jalan Arteri Primer

Jalan arteri primer menghubungkan kota jenjang kesatu yang terletak berdampingan atau menghubungkan kota jenjang kesatu dengan kota jenjang kedua.

b. Jalan Kolektor Primer

Jalan kolektor primer menghubungkan kota jenjang kedua dengan kota jenjang kedua atau menghubungkan kota jenjang kedua dengan kota jenjang ketiga.

c. Jalan Lokal Primer

Jalan lokal primer menghubungkan kota jenjang kesatu dengan persil atau menghubungkan kota jenjang kedua dengan persil atau menghubungkan kota jenjang ketiga dengan di bawahnya, kota jenjang ketiga dengan persil atau di bawah jenjang ketiga sampai persil.

2. Sistem Jaringan Jalan Sekunder

Sistem jaringan jalan sekunder disusun mengikuti ketentuan tata ruang kota yang menghubungkan kawasan-kawasan yang mempunyai fungsi primer, fungsi sekunder kesatu, fungsi sekunder kedua dan seterusnya sampai ke perumahan.

Berdasarkan fungsi/peranan jalan dibagi atas :

a. Jalan Arteri Sekunder

Jalan arteri sekunder menghubungkan kawasan primer dengan kawasan sekunder kesatu atau menghubungkan kawasan sekunder kesatu dengan kawasan sekunder kesatu atau kawasan sekunder kesatu dengan kawasan sekunder kedua.

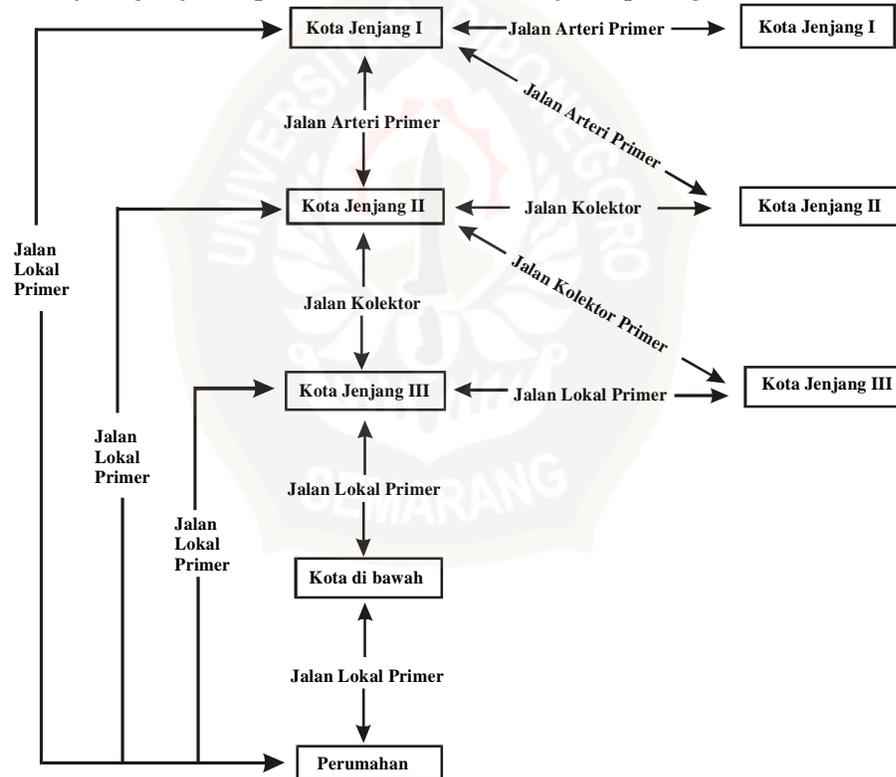
b. Jalan Kolektor Sekunder

Jalan kolektor sekunder menghubungkan kawasan sekunder kedua dengan kawasan sekunder kedua atau kawasan sekunder kedua dengan kawasan sekunder ketiga.

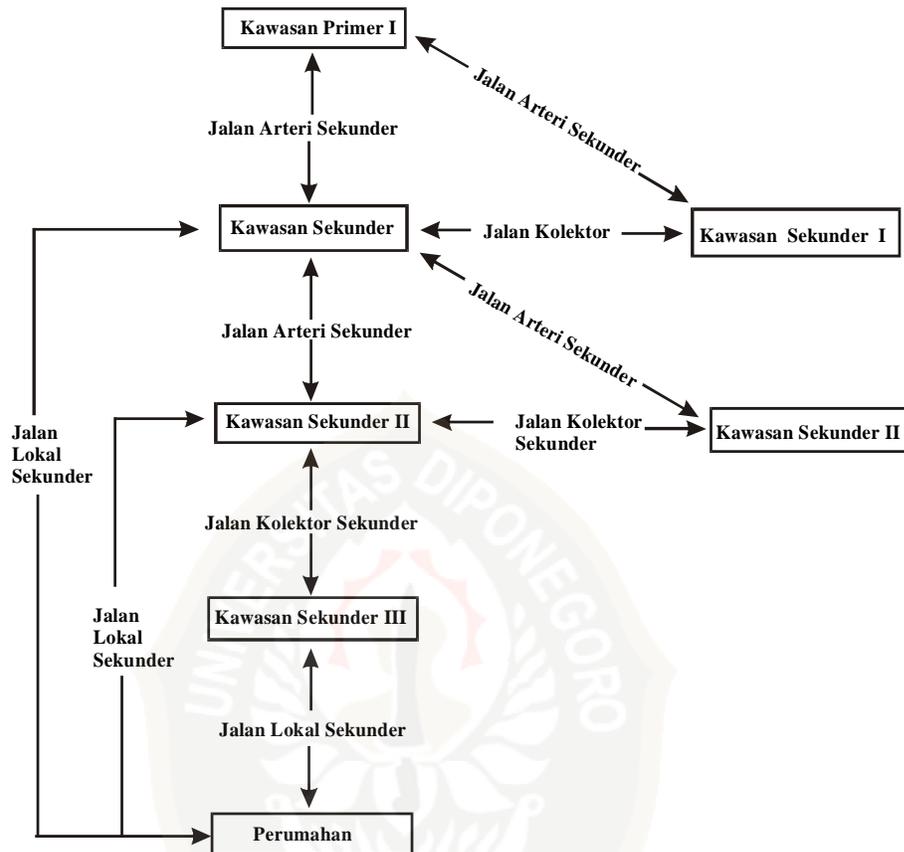
c. Jalan Lokal Sekunder

Jalan lokal sekunder menghubungkan kawasan sekunder kesatu dengan perumahan, kawasan sekunder kedua dengan perumahan, kawasan sekunder ketiga dengan perumahan dan seterusnya.

Sistem jaringan jalan primer dan sekunder disajikan pada gambar 2.1 dan 2.2 :



Gambar 2.1 Sistem Jaringan Jalan Primer



Gambar 2.2 Sistem Jaringan Jalan Sekunder

(Sumber Buku Panduan Bi Kot No. 010/T/BKNT/1990)

2.3 KARAKTERISTIK GEOMETRIK JALAN

Menurut Manual Kapasitas Jalan Indonesia (MKJI) 1997, yang disebut dengan jalan perkotaan adalah :

- Jalan satu arah (I-3/I)
- Jalan dua lajur – dua arah (2/2)
- Jalan empat lajur – dua arah (4/2), dibagi menjadi :
 - a. Tanpa median (*Undivided*)
 - b. Dengan median (*Divided*)

Karakteristik dari masing – masing tipe jalan tersebut adalah sebagai berikut :

1. Jalan satu arah (1-3/1)

- Lebar jalan 7 meter
- Dengan kerb, terbebas paling sedikit 2 meter dari rintangan jalan
- Tanpa median
- Hambatan samping rendah
- Ukuran kota 1-3 juta penduduk
- Mengutamakan tingkat kenyamanan
- Digunakan pada alinyemen lurus

2. Jalan dua lajur – dua arah (2/2)

- Lebar 7 meter
- Lebar efektif bahu jalan paling sedikit 2 meter pada tiap sisi
- Tanpa median
- Pemisahan arus lalu lintas adalah 50 – 50
- Hambatan samping rendah
- Ukuran kota 1-3 juta penduduk
- Mengutamakan tingkat kenyamanan
- Digunakan pada alinyemen lurus

3. Jalan empat lajur – dua arah (4/2)

- Lebar jalan 14 meter
- Memakai kerb, terbebas paling sedikit 2 meter dari rintangan jalan
- Tanpa median
- Pemisahan arus lalu lintas adalah 50 – 50
- Hambatan samping rendah
- Ukuran kota 1 – 3 juta penduduk
- Mengutamakan tingkat kenyamanan
- Digunakan pada alinyemen lurus

Sebuah ruas jalan didefinisikan sebagai jalan yang panjangnya antara simpang bersinyal atau simpang tak bersinyal utama dan tidak terpengaruh karena adanya simpang tersebut, dan merupakan jalan yang mempunyai karakteristik yang sama sepanjang jalan tersebut. Kinerja suatu ruas jalan akan tergantung pada karakteristik utama suatu jalan yaitu kapasitas, kecepatan perjalanan rata – rata dan tingkat pelayanannya ketika dibebani lalu lintas. Hal – hal yang mempengaruhi kapasitas, kecepatan perjalanan rata – rata dan tingkat pelayanan suatu ruas jalan adalah :

1. Geometri

- Tipe jalan seperti jalan tol atau jalan bukan tol akan memberikan beban lalu lintas yang berbeda.
- Lebar jalan akan berpengaruh terhadap kapasitas.
- Bahu jalan / kerb akan mempengaruhi kapasitas dan kecepatan arus.
- Jalan yang terpisah atau yang tidak terpisah oleh median akan mempengaruhi kapasitas.

2. Komposisi arus

- Pemisahan lalu lintas akan menghasilkan kapasitas tertinggi pada jalan dua arah, yaitu 50 – 50.
- Jika arus dan kapasitas lalu lintas dalam jumlah kendaraan / jam, komposisi lalu lintas akan berpengaruh terhadap kapasitas.

3. Pengaturan lalu lintas

Pengaturan kecepatan, gerakan kendaraan berat, parkir dan lain – lain akan berpengaruh terhadap kapasitas jalan.

4. Lingkungan

- Lingkungan dan aktivitas di sekitar jalan sering menyebabkan konflik arus lalu lintas yang disebut dengan hambatan samping. Hambatan samping yang mempengaruhi lalu lintas dan sering terjadi di kota – kota besar pada jalan dua arah adalah :

- a. Pejalan kaki.
- b. Pemberhentian angkot di jalan atau di bahu jalan.
- c. Pemberhentian bus di sembarang tempat.
- d. Pemberhentian kendaraan bermotor di sembarang tempat.
- e. Pejalan kaki yang menyeberang tidak pada jembatan penyeberangan.
- f. Kendaraan yang keluar dan masuk dari jalan seenaknya.
- g. Parkir di sepanjang badan jalan dan bahu jalan.
- Pengemudi dan angka pertambahan kendaraan mempengaruhi kapasitas dan kecepatan arus lalu lintas. Kinerja lalu lintas perkotaan dapat dinilai dengan menggunakan parameter lalu lintas berikut ini :
 - a. Kapasitas
 - b. Derajat kejenuhan (DS)
Derajat kejenuhan merupakan rasio arus lalu lintas terhadap kapasitas.
 - c. Kecepatan
 - d. Waktu tempuh

2.4 PENELITIAN WAKTU PERJALANAN DAN TUNDAAN

Perbedaan waktu perjalanan berkebalikan dengan kecepatan perjalanan. Penelitian waktu perjalanan memberikan data mengenai jumlah waktu yang diperlukan untuk melewati bagian tertentu dari jalan raya. Penelitian ini juga memberikan kecepatan dan, biasanya, data tundaan.

Waktu perjalanan dan karakteristik tundaan merupakan indikator yang baik dari tingkat pelayanan yang diberikan, dan dapat digunakan sebagai pengukuran relatif efisiensi aliran.

Suatu penelitian tundaan dilakukan untuk menentukan jumlah, penyebab, lokasi, durasi, dan frekuensi tundaan, seperti halnya keseluruhan perjalanan dan kecepatan perjalanan.

2.4.1 Waktu Perjalanan dan Data Tundaan

1. *Kemacetan* secara tepat dapat dievaluasi ketika informasi diberikan pada jumlah, lokasi, dan penyebab tundaan. Informasi demikian diperlukan

bagi pemilihan perbaikan kemacetan. Data ini juga menunjukkan lokasi dimana penelitian-penelitian lain diperlukan untuk menentukan perbaikan yang tepat bagi masalah kemacetan tertentu. Penelitian-penelitian lain ini mungkin termasuk pengamatan peraturan kecelakaan, volume, pengendara dan pejalan kaki dan perangkat-perangkat kontrol.

2. *Penilaian yang memadai, indeks kemacetan, atau indeks kualitas* merupakan seluruh metode yang digunakan untuk membandingkan jalan raya yang berlainan, dan metode diatas seringkali didasarkan atas waktu perjalanan.
3. Pemanfaatan data *sebelum dan setelah penelitian* mengenai waktu perjalanan dan tundaan untuk menentukan efektifitas suatu perubahan di daerah larangan parkir atau tanda-tanda penentuan waktu, jalan baru satu arah, dan perubahan-perubahan yang sama.
4. *Penempatan lalu lintas* untuk network dan untuk fasilitas baru atau yang sudah diperbaiki yang didasarkan atas waktu perjalanan relatif, sebagai tambahan untuk faktor-faktor lainnya. Ini menghasilkan tanda pada rencana dan rancangan fisik mengenai fasilitas baru dan pada sifat perbaikan fasilitas yang sudah ada.
5. *Penelitian perekonomian*, seperti misalnya *analisis keuntungan dan kerugian*, menggunakan data waktu perjalanan untuk mengevaluasi keuntungan penghematan waktu.
6. *Trend penelitian* menggunakan data waktu perjalanan untuk mengevaluasi tingkat pelayanan ketika dia berubah dengan berlalunya waktu.

2.4.2 Definisi

Kecepatan ruang rata-rata: ini adalah kecepatan yang berhubungan dengan waktu perjalanan rata-rata melalui jarak tertentu, atau kecepatan rata-rata kendaraan di dalam suatu jarak tertentu suatu waktu tertentu.

$$\text{Kecepatan ruang rata-rata} = n \times \frac{\text{jarak}}{\sum t}$$

dimana n = jumlah kendaraan

TABEL 2.1 Contoh Perhitungan Untuk SMS dan TMS

RUN	Total Waktu Tempuh (min)	Total Kecepatan (mph)
1	2.0	60
2	2.4	50
3	3.0	40
Rata-rata	2.47	TMS = 50

$$SMS = \frac{2.0 \times 60}{2.47} = 48.6 \text{ mph}$$

Kecepatan ruang rata-rata dapat dikonversi secara langsung menjadi waktu perjalanan rata-rata. Bagaimanapun, kecepatan rata-rata aritmetika (kecepatan rata-rata waktu) tidak dapat segera dikonversi.

Kecepatan rata-rata waktu (TMS) : Ini berhubungan dengan rata-rata seluruh kecepatan perjalanan, dan ini lebih tinggi dari pada kecepatan ruang rata-rata (SMS) untuk sampel yang sama. SMS lebih dipengaruhi oleh kendaraan yang bergerak lebih lambat karena mereka menempati bagian jalan raya untuk periode waktu yang lebih panjang dari pada kendaraan yang bergerak lebih cepat. Untuk menggambarkan perbedaan ini, pertimbangan contoh sederhana yang diberikan dalam Tabel 2.1 untuk bagian jalan raya sepanjang 2.0 mil.

$$\text{Time mean speed} = \frac{\sum(\text{jarak} / t)}{n}$$

Terlihat bahwa hubungan antara TMS dan SMS dapat dirumuskan sebagai berikut:

$$TMS = SMS + \frac{\sigma^2}{SMS}$$

σ = standar deviasi SMS

Sebuah analisis regresi untuk mengukur hubungan antara TMS dan SMS menghasilkan rumus berikut ini:

$$SMS = -1.88960 + 1.02619 \times TMS$$

Analisis mengungkapkan bahwa, ketika kecepatan meningkat, perbedaan antara pengukuran dua kecepatan menjadi lebih kecil.

Tundaan : ini adalah hilangnya waktu ketika lalu lintas terhalang oleh beberapa elemen dimana pengemudi tidak dapat mengontrolnya.

Tundaan operasional : ini adalah tundaan yang disebabkan oleh gangguan antara komponen-komponen lalu lintas, yaitu, tundaan karena penaruh lalu lintas lainnya. Salah satu tipe tundaan operasional disebabkan oleh pergerakan lalu lintas lainnya yang mengganggu arus aliran (sisi yang bergesekan). Ini termasuk kendaraan yang parkir atau tidak parkir, pejalan kaki, kendaraan yang macet, parkir ganda, dan lalu lintas di persilangan. Tipe kedua tundaan operasional disebabkan oleh gangguan di dalam aliran lalu lintas (pergesekan internal), ini termasuk kemacetan karena tingginya volume, tidak adanya kapasitas jalan raya, dan manuver-manuver gabungan atau jalinan.

Tundaan tetap : Ini merupakan tundaan yang disebabkan oleh perangkat kontrol lalu lintas. Ini merupakan tundaan dimana kemacetan dimaksudkan sebagai subyek tanpa memperhatikan jumlah volume lalu lintas dan kehadiran gangguan, dan ini terutama terjadi di persimpangan. Hal ini barangkali disebabkan oleh rambu-rambu lalu lintas, rambu berhenti, rambu-rambu lapangan, dan perlintasan jalan kereta api.

Tundaan waktu yang dihentikan : ini merupakan periode waktu dimana kendaraan sebenarnya masih berjalan, karena sesuatu faktor.

Tundaan waktu perjalanan : ini merupakan tundaan yang disebabkan oleh percepatan dan perlambatan, sebagai tambahan untuk menghentikan waktu tundaan.

2.4.3 Metode untuk Menjalankan Penelitian Waktu Perjalanan / Tundaan

2.4.3.1 Teknik Pengujian Mobil

Teknik ini memanfaatkan sebuah kendaraan uji yang dikendarai melewati bagian uji dalam serangkaian perjalanan. Paling tidak ada 12 perjalanan yang harus dilakukan bagi pengukuran yang cukup memadai untuk

menghitung kecepatan dan tundaan rata-rata untuk setiap arah dan perangkat kondisi. Jumlah pelaksanaan uji yang direkomendasikan agar mencapai keseluruhan waktu perjalanan (atau kecepatan), dalam batas kesalahan tertentu, diberikan dalam Tabel 2.2 untuk tipe fasilitas yang berlainan.

Dalam *teknik mobil mengapung*, kendaraan pengamat “mengapung” dengan lalu lintas. Istilah “mengapung” mengacu pada suatu usaha untuk melewati ketika banyak kendaraan melewati kendaraan uji. Dalam teknik mengemudi lain, pengemudi memilih kecepatan yang menurut pendapatnya merupakan tingkat kecepatan rata-rata dari aliran lalu-lintas tanpa mencoba untuk menyeimbangkan jumlah. Teknik mengemudi lain yang diusulkan adalah untuk mengoperasikan mobil uji pada batas kecepatan yang telah ditetapkan, kecuali terhalangi oleh kondisi lalu lintas sebenarnya. Suatu tingkat aman dari operasi dipertahankan dengan pengamatan aman minimal mengikuti jarak, jarak minimum yang dilewati, dan percepatan dan perlambatan wajar. Kecepatan yang diukur dengan teknik ini merupakan kecepatan maksimum rata-rata, dan diklaim bahwa ini merupakan kecepatan yang memberikan basis lebih baik untuk mengukur performa dari pada kecepatan rata-rata. Diyakini bahwa mobil uji yang dikendarai dengan cara yang hanya dimaksudkan bagi tundaan fisik, sedangkan tundaan psikologis karena sikap mental pengemudi diminimalkan. Prosedur ini disebut *teknik mobil maksimum*.

TABEL 2.2 Jumlah Kendaraan Untuk Memperkirakan Kecepatan Dengan Keakuratan 95 %

Jenis Jalan	Jumlah Kendaraan Yang Diperlukan Untuk Menghasilkan Keakuratan sebagai berikut :	
	5%	10%
Jalan bersinyal		
2 lajur, tidak padat	30	8
2 lajur, padat	40	10
Banyak lajur, tidak padat	18	5
Banyak lajur, padat	50	13
Jalan Lokal		
2 lajur, 1.130 vph	25	6
2 lajur, 1.440 vph	42	11

(Sumber : Berry, *Evaluation of Techniques for Determining Overall Travel Time*, 1949)

Metode pencatatan data yang paling umum adalah dengan menggunakan dua stopwatch oleh pengamat. Pengamat memulai stopwatch pertama di awal pelaksanaan uji, dan dia mencatat waktu yang dilalui pada berbagai titik kontrol sepanjang rute. Stopwatch kedua digunakan untuk mengukur panjangnya waktu tundaan karena berhenti. Waktu, lokasi dan penyebab tundaan ini dicatat.

Berbagai instrumen tersedia dimana buku catatan grafis mengenai hubungan dari kecepatan kendaraan dan tundaan dalam masalah waktu. Instrumen-instrumen ini memiliki kelebihan pencatatan tidak hanya durasi keseluruhan waktu berhenti, namun juga fluktuasi kecepatan.

Dalam kasus penelitian tundaan, penyebab tundaan biasanya merupakan faktor yang signifikan. Dengan demikian ini menjadi perlu untuk menambah instrumen dengan seorang pengamat, untuk mengidentifikasi, mentabulasi, dan menghubungkan penyebab tundaan dengan catatan grafis yang secara mekanis ditampilkan.

2.4.3.2 Metode Plat Nomor Kendaraan

Metode ini hanya berguna ketika data waktu perjalanan memadai. Pengamat ditempatkan di jalan masuk, jalan keluar, dan, bila perlu, dititik-

titik strategis lain dari bagian uji dimana waktu perjalanan diinginkan. Setiap pengamat mencatat tiga atau empat angka terakhir dari setiap kendaraan, sepanjang waktu berhenti pada waktu kendaraan melewati pos pengamatan. Suatu contoh sederhana dari 50 plat nomor yang sesuai biasanya memberikan akurasi yang tepat. Ukuran sampel yang direkomendasikan untuk memperoleh keseluruhan waktu perjalanan (atau kecepatan) dengan kesalahan tidak melebihi 5 persen ditampilkan dalam Tabel 2.3 menurut tipe fasilitas yang berbeda.

TABEL 2.3 Contoh Ukuran Untuk Memperkirakan Kecepatan Dengan Keakuratan 95 %

Jenis Jalan	Jumlah Plat Nomor Yang Cocok
Jalan bersinyal	
2 lajur, tidak padat	32
2 lajur, padat	36
Banyak lajur, tidak padat	80
Banyak lajur, padat	102
Jalan Lokal	
2 lajur, 1.130 vph	25
2 lajur, 1.440 vph	41
4 lajur, tidak padat	30

Secara mendasar teknik ini mengorbankan akurasi dalam rincian perpindahan dan tundaan untuk memperoleh sampel menurut waktu yang lebih besar. Ini memerlukan kerja yang hati-hati, lama, dan membosankan untuk menganalisis data secara manual namun menggunakan komputer akan sangat mengurangi masalah ini.

Dalam suatu perbandingan metode plat nomor dan metode mobil-uji, metode plat nomor ditemukan menjadi lebih akurat. Bagaimanapun, ini juga lebih mahal karena besarnya tenaga kerja dan peralatan yang diperlukan dalam memperoleh dan menganalisa data.

2.4.3.3 Metode Fotografi

Metode fotografi sesuai untuk bagian uji yang singkat seperti misalnya persimpangan, namun juga diterapkan untuk bagian uji yang lama.

Meskipun metode-metode ini memberikan pengertian perolehan sampel kendaraan yang banyak jumlahnya dan catatan penelitian permanen, analisis data dan persyaratan perlengkapan akan menaikkan biaya, dan penelitian tersebut terbatas untuk jam-jam siang hari dan kondisi atmosferik yang menguntungkan.

2.4.3.4 Metode Wawancara

Metode ini melibatkan wawancara individu-individu terpilih atas waktu perjalanan dan tundaan yang mereka alami dalam perjalanan. Sebagai satu contoh, karyawan dari firma yang berlokasi strategis diminta untuk mencatat waktu perjalanan ke dan dari pekerjaan pada suatu hari tertentu. Dengan kerja sama yang baik hasil-hasil yang dicapai mungkin cukup memuaskan. Metode ini berguna ketika sejumlah besar data dibutuhkan dalam suatu waktu minimum, dan sedikit biaya untuk pengamatan lapangan. Variasi dari metode ini digunakan dalam suatu penelitian transportasi untuk mendapatkan dari zona ke zona. Kerja sama dari perusahaan-perusahaan taksi utama sudah didapatkan. Para pengendara taksi diminta mencatat asal dan tujuan perjalanan setiap memulai dan menyelesaikan gilirannya.

2.4.3.5 Pengamatan Elevasi

Pengamat bertempat di tempat yang menguntungkan di ketinggian. Pengamat menyeleksi kendaraan tertentu secara acak dan mencatat data permanen mengenai kemajuan mereka melalui jalan raya bagian. Metode ini tidak dapat dikerjakan untuk pengamatan jangka panjang, ketika metode ini semakin tergantung pada ketersediaan pos pengamatan yang sesuai.

2.4.4 Metode Kendaraan Bergerak untuk Volume Perkiraan dan Waktu Perjalanan

Sebuah kendaraan uji melakukan serangkaian uji di setiap arah melalui rute dibawah penelitian. Untuk mendapatkan hasil yang dapat dipercaya, minimal enam pelaksanaan uji harus dilakukan di setiap arah, dibawah kondisi yang dapat dibandingkan. Metode hanya dapat diterapkan di rute dua jalur. Karena ditemukan lebih murah dan dapat menghasilkan kepuasan, perkiraan tanpa prasangka mengenai volume dan waktu perjalanan. Rute uji dibagi dalam bagian-bagian yang seseragam mungkin dengan perhatian pada kondisi fisik (lebar, jumlah jalur, parkir, dsb) dan kondisi lalu lintas (volume, kecepatan, tipe lalu lintas, dsb). Data yang diperlukan, yang dicatat untuk setiap bagian sepanjang rute, termasuk :

1. *Waktu perjalanan*. Diperoleh dengan stopwatch atau alat lainnya
2. *Lalu lintas yang berlawanan*, sebuah penghitungan manual jumlah kendaraan yang bergerak dalam arah yang berlawanan, yang bertemu dengan mobil uji
3. *Penyusulan lalu lintas*, penghitungan kendaraan, bergerak di arah yang sama, yang menyusul mobil uji
4. *Lalu lintas yang dilewati*, menghitung kendaraan, bergerak dalam arah yang sama, yang dilewati mobil uji.

Penghitungan tipe data khusus akan ditunjukkan di bawah. Formula untuk volume dan rata-rata waktu perjalanan masing-masing termasuk jumlah kendaraan yang menyusul mobil uji dan jumlah kendaraan yang dilewati oleh mobil uji. Nilai-nilai ini perlu untuk mengimbangi perpindahan tidak teratur dari mobil uji, bilamana mobil uji berjalan pada kecepatan aktual rata-rata selama keseluruhan perjalanan, mobil uji tersebut akan melewati banyak kendaraan ketika melewatinya, dan nilai-nilai ini akan saling membatalkan satu sama lain. Sebagai tambahan, formula untuk volume berisi jumlah waktu untuk perjalanan masing-masing arah. Ini diperlukan karena volume untuk interval satu waktu akan menjadi sekitar satu setengah dari volume yang bertemu dengan mobil uji..

Rumus-rumus. Dalam penghitungan berikut ini, bagian uji diasumsikan sebagai jalan utara-selatan. Huruf n dan s mengacu pada arah mobil uji melakukan perjalanan ketika item diukur.

2.4.4.1 Volume satu jam

Volume satu jam untuk aliran satu arah pada bagian, di bawah kondisi yang ada, ditentukan oleh formula berikut ini:

$$V_n = \frac{60(M_s + O_n - P_n)}{T_n + T_s}$$

Keterangan :

V_n = Volume Per Jam arah utara (untuk arah selatan volume dianggap sebagai kebalikannya).

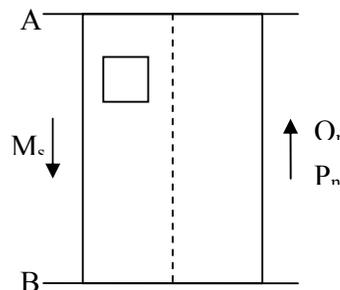
M = Penghitungan Jumlah Kendaraan Berlawanan yg berpapasan ketika mobil uji menuju kearah selatan

O_n = jumlah kendaraan yang menyusul mobil uji ketika menuju arah utara.

P_n = jumlah kendaraan disusul / disalip oleh mobil uji ketika berjalan ke utara

T_n = Waktu Perjalanan ketika berjalan ke utara (menit)

T_s = Waktu Perjalanan ketika berjalan ke selatan (menit)



Gambar 2.3 Metode Kendaraan Bergerak

Kendaraan uji melakukan perjalanan memutar, secara esensial menghitung jumlah kendaraan yang akan melewati titik awal pada saat kendaraan melakukan perjalanan memutar dari A menuju B dan kembali ke A lagi. Pertimbangkan diagram dari gambar 2.3. Kendaraan mulai di A dan melakukan perjalanan kearah selatan, menghitung seluruh kendaraan yang melewati dalam arah berlawanan (M_s). Tentunya, seluruh kendaraan ini akan melewati titik A pada saat melewati mobil uji untuk kembali ke titik tersebut. Mobil uji kemudian bergerak memutar ke titik B. Semua kendaraan yang melewati mobil uji (O_n) juga akan tiba di titik A sebelum mobil uji dapat kembali. Setiap kendaraan yang disalip oleh mobil uji telah dihitung sebagai bagian dari M_s . Bagaimanapun, kendaraan-kendaraan ini (P_n) tidak akan tiba dititik A sebelum kendaraan uji. Dengan demikian, volume yang melewati titik A, dalam arah menuju utara, pada waktu kendaraan uji melakukan perjalanan memutar, adalah $M_s + O_n - P_n$ dan formula terjadi.

Apabila mobil uji bergerak cepat di B, perhitungan akan menjadi pasti. Bagaimanapun, ada waktu yang hilang ketika kendaraan bergerak, yang mungkin membuat beberapa kesalahan terjadi. Juga, mobil tidak dapat bergerak secara statistik mencerminkan kondisi rata-rata. Untuk alasan ini, metode dianggap sebagai estimasi, untuk itu beberapa perjalanan dilakukan dan hasilnya dirata-rata.

2.4.4.2 Waktu perjalanan rata-rata

Waktu perjalanan rata-rata bagi satu arah aliran ditentukan oleh formula berikut ini:

$$\bar{T}_n = T_n - \frac{60(O_n - P_n)}{V_n}$$

keterangan :

\bar{T}_n = rata-rata waktu perjalanan ke arah utara (untuk waktu perjalanan arah selatan dianggap kebalikannya)

Nilai (On-Pn) mencerminkan perhitungan koreksi untuk kenyataan bahwa mobil uji mungkin belum melakukan perjalanan dengan kecepatan rata-rata.

2.4.4.3 Kecepatan rata-rata ruang

Kecepatan rata-rata ruang untuk satu arah aliran ditentukan dengan rumus berikut ini

$$S_n = \frac{60d}{\bar{T}_n}$$

Keterangan

S_n = Kecepatan rata-rata ruang arah utara (mph)

d = Panjang jalan (mil)

Contoh Ilustratif

Data untuk bagian uji sepanjang 0.75 mil (arteri utama) diberikan dalam Tabel 2.4

$$V_n = \frac{60(M_s + O_n - P_n)}{T_n + T_s} = \frac{60(111.5 + 1.5 - 1.0)}{2.61 + 2.42}$$

$$= 1,336 \text{ vph}$$

$$V_n = \frac{60(Mn + O_s - P_s)}{T_s + T_n} = \frac{60(84.0 + 0.5 - 1.0)}{2.42 + 2.61}$$

$$= 996 \text{ vph}$$

$$\bar{T}_n = T_n - \frac{60(O_n - P_n)}{V_n} = 2.61 - \frac{60(1.5 - 1.0)}{1336}$$

$$= 2.59 \text{ menit}$$

$$\bar{T}_s = T_s - \frac{60(O_s - P_s)}{V_s} = 2.42 - \frac{60(0.5 - 1.0)}{996}$$

$$= 2.45 \text{ menit}$$

$$S_n = \frac{60d}{T_n} = \frac{60 \times 0.75}{2.59} = 17.4 \text{ mph}$$

$$S_s = \frac{60d}{T_s} = \frac{60 \times 0.75}{2.45} = 18.4 \text{ mph}$$

TABEL 2.4 Contoh Perhitungan Untuk Metode Kendaraan Bergerak

Perjalanan Ke Utara	T _n (min)	M _n	O _n	P _n
1N	2.65	85	1	0
2N	2.70	83	3	2
3N	2.35	77	0	2
4N	3.00	85	2	0
5N	2.42	90	1	1
6N	2.54	84	2	1
Total	15.66	504	9	6
Rata-rata	2.61	84.0	1.5	1.0
Perjalanan Ke Selatan	T _s (min)	M _s	O _s	P _s
1S	2.33	112	2	0
2S	2.30	113	0	2
3S	2.71	119	0	0
4S	2.16	120	1	1
5S	2.54	105	0	2
6S	2.48	100	0	1
Total	14.52	669	3	6
Rata-rata	2.42	111.5	0.5	1.0

2.6 WAKTU PERJALANAN (KECEPATAN) DAN TUNDAAN SEBAGAI PENGUKUR KEMACETAN DAN TINGKAT PELAYANAN

Pengukuran kuantitatif dari kerugian ekonomi pada suatu komunitas karena kemacetan masih merupakan problematika, namun terdapat sedikit keraguan bahwa kemacetan dapat memberi pengaruh merugikan pada kehidupan perekonomian komunitas. Ini dicerminkan oleh pengaruh merusak pada aktifitas bisnis bagian kota yang ramai dan nilai-nilai kekayaan, meningkatkan harga pelanggan, perpecahan di lingkungan tetangga, dan peningkatan biaya pengguna jalan. Pembebasan kemacetan lalu lintas menghasilkan menurunnya biaya operasi

kendaraan, mengurangi kecelakaan lalu lintas, mengurangi waktu perjalanan, dan peningkatan substansial dalam kenyamanan pengemudi.

Indeks kemacetan yang tepat bagi fasilitas kota harus memasukkan kombinasi dari tiga faktor :

1. *Karakteristik operasional*, yang akan memerlukan pengukuran kecepatan, tundaan, dan keseluruhan waktu perjalanan.
2. *Karakteristik volume sampai kapasitas*, yang akan memasukkan determinasi hubungan volume lalu lintas sebenarnya sampai kapasitas fasilitas.
3. *Karakteristik kebebasan pergerakan*, yang akan memasukkan determinasi persentase kendaraan yang dibatasi pergerakannya (gerakan bebas) dan durasi pembatasan.

Tidak ada keraguan bahwa indeks kemacetan yang memasukkan seluruh ketiga faktor ini akan sangat diinginkan untuk membantu program pembangunan atau perbaikan baru, dan menetapkan tingkat layanan. Kecepatan operasi yang direkomendasikan (kecepatan seluruh perjalanan rata untuk tipe sistem jalan yang berbeda, untuk memberikan suatu tingkat pelayanan pabrik ditunjukkan dalam Tabel 2.5).

TABEL 2.5 Standar Kecepatan yang Disarankan dan Aliran Rata-rata

Tipe Jalan	Kecepatan (mph)		Aliran Rata-rata, (min/mi) Jam Puncak
	Jam Puncak	Diluar Jam Puncak	
Tol :			1.71
1. Kontrol penuh	35	35-50	
2. Semi kontrol	35	35-50	
Arteri :			2.40
1. Terbagi	25	25-35	
2. Tidak terbagi	25	25-35	
Kolektor:			3.00
Lokal:			6.00
1. Bisnis	10	10-20	
2. Industri	10	10-20	
3. Perumahan	10	10-20	

Perbandingan hasil-hasil yang diperoleh dalam contoh ilustrasi mengenai metode estimasi volume kendaraan bergerak dan waktu perjalanan dan program standar di atas mengikuti nilai-nilai berikut :

a. Tingkat Tundaan

Ini adalah perbedaan antara tingkat *aktual* dari gerakan rata-rata diarteri dan tingkat *standar* suatu gerakan

$$\text{Rata-rata pergerakan} = \frac{60}{17.4} = 3.45 \text{ menit per mil}$$

$$\text{Standar rata-rata pergerakan} = 2.40 \text{ menit per mil}$$

$$\text{Rata-rata tundaan} = 3.45 - 2.40 = 1.05 \text{ menit per mil.}$$

b. Tingkat Tundaan Kendaraan

Ini adalah total waktu yang hilang, dalam menit per mil oleh kendaraan di arus lalu lintas, karena arteri tidak standar. Ini didapatkan dengan mengalikan jam puncak, volume satu arah menurut waktu tundaan.

Faktor utama yang digunakan dalam Kapasitas Manual jalan tol untuk mengevaluasi tingkat layanan adalah kecepatan dan waktu perjalanan. Tingkat layanan ditetapkan untuk setiap tipe fasilitas berikut ini : jalur bebas dan jalur cepat lainnya, jalan tol lini ganda, jalan tol dua atau tiga jalur, jalan-jalan arteri kota, dan jalan-jalan di pusat kota.

c. Indeks-indeks kemacetan

Beberapa indeks kemacetan telah diusulkan untuk mengukur kualitas aliran lalu lintas. Ringkasan singkat berikut ini mencerminkan parameter-parameter dimana metode yang berlainan didasarkan :

1. Angka indeks kemacetan untuk fasilitas kota didasarkan pada rasio waktu aktual suatu kendaraan menempati suatu bagian jalan raya sampai waktu perjalanan optimal (tidak macet), yang memasukkan pertimbangan batas kecepatan, keamanan, dan berkendara secara hati-hati.

2. Waktu perjalanan merupakan dasar dari banyak metode untuk mengevaluasi kemacetan dan tingkat pelayanan
3. Pembalikan kecepatan, yang diterapkan di jalan tol, adalah pengurangan kecepatan lalu lintas yang terjadi pada volume tinggi tanpa hubungan perubahan pada volume. Kemacetan diasumsikan ada ketika pembalikan kecepatan 10 mil per jam terjadi.
4. Kualitas indeks adalah hubungan rata-rata seluruh kecepatan sampai kecepatan berubah dan frekuensi kecepatan berubah per mil.
5. Tingkat kecepatan merupakan hubungan hilangnya waktu pada pengemudi yang tidak nyaman dan gelisah.
6. Model gangguan percepatan didasarkan pada gangguan kecepatan kendaraan dari suatu kecepatan yang seragam.