

BAB II

LANDASAN TEORI

2.1 Arus Lalulintas

Hal utama yang selalu menjadi perhatian dalam *planning, design* dan *operation* dari suatu sistem jalan adalah arus dari sekelompok kendaraan yang akan menggunakan jalan tersebut, yang selanjutnya akan disebut arus lalulintas. Sehubungan dengan perencanaan jalur-jalur, tanda-tanda lalulintas maupun peraturan lalulintas, maka arus lalulintas pada suatu jalan raya akan selalu mengarah dalam jalur-jalur lalulintas. Dengan demikian, maka arus dapat diklasifikasikan dalam jumlah lajur gerakan lalulintas (jumlah jalur dan arus).

Sebagai pengukur *quantity* dari arus digunakan istilah volume, yang menunjukkan jumlah kendaraan bermotor yang melintasi suatu titik pada jalan per satuan waktu (MKJI,1997). Untuk sesuatu jalan volume yang terjadi tidak selalu tetap, tetapi berubah-ubah menurut suatu pola yang dapat dikatakan tetap.. Beberapa faktor yang memunyai sangkut paut yang sangat erat dengan variasi volume tersebut antara lain : waktu (mis. musim dalam satu tahun, hari dalam satu minggu, jam dalam hari, dst), komposisi, pembagian jurusan, susunan jalur jalan, jenis penggunaan daerah, klasifikasi jalan, sifat jalan (jalan rekreasi, jalan untuk industri, dst), jumlah dan jenis akses kontrol, bentuk geometri secara umum.

Analisis volume/intensitas lalulintas adalah bersangkutan paut dengan jalur atau lebar jalur yang diperlukan untuk memenuhi arus lalulintas yang

bersangkutan. Pengetahuan volume ini sangat berguna sebagai pertimbangan dasar, penggunaan syarat-syarat perencanaan yang lebih teliti dalam hal ini bukan hanya untuk keperluan geometrik, tetapi juga untuk keperluan konstruksi dari perencanaan.

Satuan volume yang banyak dipakai adalah besarnya arus atau volume lalulintas dapat dinyatakan dalam LHR (Lalulintas Harian Rata-rata) yaitu jumlah satuan lalulintas dalam satu tahun dibagi banyaknya hari dalam satu tahun tersebut (365 Hari) (MKJI,1997).

LHR dalam penggunaannya pada perencanaan geometrik umumnya kurang penting, sebab LHR tidak memberikan gambaran-gambaran penting lalulintas yang terjadi pada berbagai keadaan.(mis. bulan dalam satu tahun, dst). Variasi volume lalulintas menurut waktu tersebut menunjukkan tuntutan (*demand*) ekonomi dan sosial terhadap angkutan. Pengetahuan tentang variasi ini sangat perlu bagi pengukuran kapasitas jalan dan fasilitasnya. Dilihat dari variasi volume lalulintas dapat ditarik kesimpulan dalam dua kelompok, yaitu :

1. Volume rata-rata.
2. Volume pada waktu sibuk, baik dilihat pada waktu harian, mingguan maupun musiman.

Kenyataan ini memberikan landasan bahwa dalam mengevaluasi jalan atau perlengkapannya, haruslah digunakan besaran-besaran atau harga-harga pada waktu sibuk tertentu, dan tanpa menggunakan besaran rata-ratanya, sebab akan memberikan perbedaan yang sangat besar. Akan tetapi perencanaan berdasar volume waktu sibuk yang terbesar dari seluruh tahun rencana akan berarti

sebaliknya perencanaan berdasar volume tiap jam rata-rata akan menghasilkan jalan yang tidak mencukupi. Jadi volume yang dipakai sebagai dasar perencanaan haruslah sedemikian sehingga volume tersebut tidak terlalu besar untuk dilampaui dan juga volume tersebut tidak boleh terlalu besar sehingga jalan menjadi terlalu senggang atau sepi, berarti yang demikian tidak ekonomis. Volume yang dimaksud adalah volume jam perencanaan.

2.2 Studi Lalulintas

Perbaikan jalan yang sudah ada atau pembangunan jalan baru jangan hanya berdasarkan lalulintas akhir yang ada, akan tetapi harus direncanakan berdasarkan lalulintas yang akan datang yang diharapkan akan memakainya.

Ini atas dasar pemikiran bahwa disamping jalan harus cukup baik untuk melayani lalulintas saat sekarang, namun yang terpenting adalah harus cukup mampu melayani lalulintas selama jangka waktu tertentu. Untuk itu perlu ditetapkan jangka waktu yang layak yang dipakai sebagai dasar tahun rencana. Jangka waktu tersebut identik dengan masa hidup ekonomis dari jalan yang bersangkutan.

Pada umumnya umur rencana jalan berkisar 15-25 tahun, dengan demikian umur rencana 20 tahun banyak dipakai sebagai dasar perencanaan. Meramalkan lalulintas melebihi waktu tersebut tidak dapat dibenarkan karena kemungkinan perubahan-perubahan ekonomi, penduduk, dan pembangunan sepanjang jalan yang tidak dapat diramalkan dengan baik.

Dapat dibayangkan bahwa suatu jalan yang dibangun atau diperbaiki berdasarkan tahun rencana tersebut akan sedikit “ *over design* “ untuk lalulintas pada saat sekarang karena volume lalulintas pada saat mendatang sudah barang tentu akan sekian kalilipat dari volume saat sekarang.

Memproyeksikan lalulintas pada tahun tertentu dimasa yang akan datang tidaklah mudah, tetapi lalulintas yang baru dan yang lalu dapat diperoleh. Volume lalulintas dimasa mendatang untuk perencanaan didapat dari lalulintas pada waktu ini dan penambahan lalulintas yang diduga pada akhir tahun rencana.

Komponen dari lalulintas yang akan datang adalah sebagai berikut :

1. Lalulintas pada waktu kini.

Lalulintas pada waktu kini adalah volume lalulintas yang akan menggunakan jalan baru atau jalan yang diperbaiki akan dibuka untuk lalulintas. Dalam hal perbaikan jalan yang sudah ada, lalulintas pada waktu kini adalah lalulintas yang mempergunakan jalan sebelum ada perbaikan ditambah lalulintas yang tertarik sesudah jalan selesai diperbaiki. Dalam hal jalan yang baru, lalulintas pada waktu kini adalah keseluruhan dari lalulintas yang tertarik. Tergantung dari tipe dan lokasi jalan, lalulintas pada waktu kini dapat dihitung dari :

- a. Perhitungan lalulintas yang ada dalam perbaikan jalan.
- b. Wawancara asal dan tujuan dengan pemakai jalan secara langsung.
- c. Di dalam kota dapat diadakan wawancara asal dan tujuan di rumah-rumah.

2. Penambahan lalulintas.

Setelah volume lalulintas diketahui maka, sekarang diadakan perhitungan lalulintas yang memakai jalan yang akan diperbaiki pada tahun yang akan datang dan sesuai dengan tahun perencanaan. Volume lalulintas waktu kini adalah lalulintas yang akan terjadi pada permulaan jalan yang akan diperbaiki. Volume ini akan bertambah dengan pertumbuhan volume lalulintas normal, lalulintas yang akan dibangkitkan dan perkembangan lalulintas.

Pertumbuhan lalulintas normal adalah, pertumbuhan lalulintas yang disebabkan karena jumlah pemakai kendaraan meningkat, sehingga volume lalulintas meningkat.

Lalulintas yang dibangkitkan terdiri dari kendaraan perjalanan yang tidak akan ada bila sarana yang baru tidak diadakan.

Lalulintas yang dibangkitkan/ditimbulkan “ *generated traffic* ” terdiri dari :

1. Perjalanan baru yang dimasa sebelumnya tidak pernah ada.
2. Perjalanan dimasa lalu dilakukan oleh kendaraan umum.
3. Perjalanan dimasa lalu dibuat ke berbagai tempat dimana sekarang diambil jalan baru atau baru diperbaiki dan karena keindahan jalan tersebut.

Pada umumnya hal ini berlangsung 1-2 tahun setelah jalan baru dibuka dan besarnya untuk sebagian besar jalan pedalaman adalah 5% atau lebih, tetapi jarang mencapai 25%.

Perkembangan lalulintas (*development traffic*) diakibatkan oleh adanya perbaikan dari daerah yang berdampingan, meskipun jalan baru dibangun atau tidak dibangun. Dalam hal ini tidak sama dengan *generated Traffic*, dimana disini lalulintas berkembang terus menerus bertahun-tahun telah dibangun. Peta-peta yang menunjukkan penggunaan tanah pada waktu ini, perbaikan-perbaikan dari daerah, pembatasan dan mungkin penggunaan tanah dimasa mendatang. Kalau lokasi jalan dan tipe dari jalan yang diusulkan dapat digambarkan diatas peta, perkiraan dari kemungkinan penggunaan tanah, dan mungkin perbaikan daerah dapat dilaksanakan.

Setelah meramalkan penggunaan tanah dimasa mendatang, banyaknya jalan yang diakibatkan dari tiap-tiap perjalanan yang dihasilkan oleh masing-masing daerah pengembangan dan perbaikan jalan dari tiap-tiap tempat dapat diperkirakan.

Dari analisis, diperkirakan jalan pedalaman yang menuju kedaerah rekreasi dan tak berjarak jauh dari kota mempunyai faktor pengembangan yang sangat besar.

Faktor proyeksi lalulintas adalah harga perbandingan antara lalulintas yang akan datang terhadap lalulintas waktu kini. Faktor ini terdiri akibat kenaikan “ *Normal traffic growth* “, “ *Generated traffic* “, dan “ *development traffic*”. Faktor proyeksi lalulintas didapat dengan menjumlahkan prosen dari penambahan lalulintas dari masing-masing tersebut diatas dan ditambah 1.

Faktor proyeksi lalulintas = $NGT + GT + DT + 1$

NTG = *Normal Traffic Growth*

GT = *Generated Traffic*

DT = *Development Traffic*

2.3 Kapasitas Jalan

Kapasitas secara umum menunjukkan jumlah maksimum kendaraan yang melintasi suatu penampang tertentu pada suatu jalan raya dalam satu satuan waktu tertentu. Atas dasar pengertian tersebut selanjutnya *Highway Capacity Manual* (HCM,1950) membedakan beberapa jenis kapasitas menurut keperluan penggunaannya, yaitu :

a. Kapasitas Dasar (*Basic Capacity*) :

Jumlah kendaraan maksimum yang dapat melintasi suatu penampang pada suatu jalur atau jalan selama satu jam, dalam keadaan jalan dan lalulintas yang mendekati ideal yang bisa dipakai.

b. Kapasitas yang mungkin (*Possible Capacity*) :

Jumlah kendaraan maksimum yang dapat melewati satu penampang pada satu jalur atau jalan selama satu jam, dalam keadaan lalulintas yang sedang berlaku ada jalan tersebut.

c. Kapasitas praktis (*Practice Capacity*) :

Jumlah kendaraan maksimum yang dapat melintasi satu penampang pada satu jalur atau jalan selama satu jam dalam keadaan jalan dan lalulintas yang sedang berlaku sedemikian sehingga kepadatan lalulintas yang

bersangkutan mengakibatkan kelambatan, bahaya dan gangguan-gangguan pada kelancaran lalulintas yang masih dalam batas yang ditetapkan.

2.4 Manajemen Lalulintas

Manajemen lalulintas ialah suatu proses pengaturan atau penggunaan sistem penggunaan jalan yang sudah ada dengan tujuan untuk memenuhi suatu kepentingan tertentu. Manajemen lalulintas memegang peranan yang penting pada pola arus lalulintas yang bersifat sangat majemuk dan berubah-ubah seiring dengan waktu dan pengaturannya, seperti pada jaringan jalan di perkotaan.

Manajemen lalulintas juga diperlukan untuk memecahkan masalah lalulintas yang diakibatkan oleh pembuatan infrastruktur baru (Siti Malkamah, 1994).

2.4.1 Tujuan Manajemen Lalulintas

Manajemen lalulintas diterapkan untuk mencapai tujuan-tujuan sebagai berikut :

1. Untuk mengurangi kecelakaan lalulintas.
2. Untuk meningkatkan kualitas lingkungan.
3. Untuk meningkatkan aksesibilitas manusia dan barang.
4. Meningkatkan kelancaran arus pada jalan-jalan utama dan jalan-jalan distribusi.

Dalam mencapai tujuan-tujuan di atas seringkali terjadi masalah karena adanya benturan antara kepentingan yang satu dengan yang lainnya. Untuk itu

dalam penerapan manajemen lalulintas perlu diperhatikan keseimbangan antar berbagai kepentingan tersebut (Siti Malkamah, 1994).

2.4.2 Jenis-Jenis Manajemen Lalulintas

Manajemen lalulintas dapat dikelompokkan menjadi 4, yaitu :

1. Manajemen lalulintas yang melakukan perubahan sistem jalan secara fisik.
2. Manajemen lalulintas yang berupa pengaturan-pengaturan terhadap arus lalulintas (non fisik).
3. Penyediaan informasi bagi pemakai jalan.
4. Penerapan tarif untuk pemakaian prasarana lalulintas (misalnya tarif tol, parkir)

Pada umumnya suatu manajemen lalulintas yang diterapkan mempunyai beberapa sifat di atas sekaligus (Siti Malkamah, 1994).

2.4.3 Penerapan Manajemen Lalulintas

Sebelum suatu jenis manajemen lalulintas diterapkan perlu dilakukan perencanaan yang matang untuk menentukan jenis yang paling tepat. Penentuan tersebut didasarkan pada keuntungan dan kerugiannya dengan mempelajari pengalaman-pengalaman yang telah lalu. Setelah itu perlu dilakukan evaluasi untuk mengetahui keefektifannya, kendala-kendala yang dihadapi, dan mencari jalan keluarnya. Evaluasi dilakukan dengan membandingkan kondisi sebelum dan sesudah penerapan. Hasil evaluasi dapat digunakan untuk memperkirakan pola

arus lalu lintas yang akan datang dan pengaruh penerapan manajemen lalu lintas terhadap kelancaran arus, keselamatan lalu lintas, kualitas lingkungan, dan aksesibilitas manusia dan barang (Siti Malkamah).

2.5 Jalan Tol

Lahirnya jalan tol di Indonesia dimulai ketika pada tahun 1978. Pemerintah Indonesia mendirikan PT. Jasa Marga sebagai satu-satunya Badan Usaha Milik Negara (BUMN) yang khusus bertugas membangun dan mengelola jalan dan jembatan tol di Indonesia .

Di Indonesia, jalan tol dikenal sebagai jalan bebas hambatan yang memiliki fungsi selain untuk mengurangi kemacetan lalu lintas, juga sebagai sarana untuk mendapatkan dana masyarakat, karena dana pembangunan jalan di Indonesia masih kekurangan. Pendapat lebih lanjut yaitu dari PT. Jasa Marga, secara lebih jauh jalan tol juga berfungsi untuk mempercepat pembangunan. Hal ini dapat dimaklumi, karena dengan dibangunnya jalan tol, maka kasus-kasus kemacetan dapat diminimalisasi. Minimalisasi kemacetan akan menyebabkan efisiensi di berbagai bidang, efisiensi bahan bakar, waktu perjalanan, biaya operasi kendaraan dan lain sebagainya. Selain itu pembangunan jalan tol juga akan mengurangi degradasi/penurunan kualitas lingkungan akibat polusi udara dan suara. Apabila dilihat secara makro jalan tol memang berfungsi mempercepat pembangunan. (CLAPEYRON, majalah teknik sipil dan ilmiah populer).

2.5.1 Perkembangan Jalan Tol

Sejarah jalan tol di Indonesia dimulai dengan pembangunan sepanjang 26 km jalan tol Jagorawi. Pada tahun 1997 dalam kurun waktu hampir 2 dekade, panjang jalan tol di Indonesia telah mencapai 472,22 km. Ini berarti telah terjadi perkembangan sebesar 18 kali lipat. Sampai tahun 2002 ini Jasa Marga menargetkan akan memiliki 959,16 km jalan tol baru, yang saat ini masih dalam proses investasi maupun konstruksi. Bahkan lebih jauh lagi pada tahun 2020 diharapkan Indonesia mempunyai sekitar 4000 km jalan tol. Suatu hal yang sangat mengembirakan jika dapat direalisasikan.

Pertumbuhan jalan tol di Indonesia yang cukup pesat ini merupakan konsekuensi logis dari meningkatnya volume lalu lintas, akibat semakin meningkatnya laju perekonomian. Hal ini tampak jelas terlihat terutama pada daerah-daerah urban seperti Jakarta maupun kota-kota besar lainnya di Indonesia. (CLAPEYRON, majalah teknik sipil dan ilmiah populer)

2.5.2 Tatanan Tol

Sistem tatanan jalan tol ada dua macam yaitu :

1. Sistem Tol Tertutup

Yang dimaksud sistem tol tertutup adalah suatu sistem dimana pengemudi kendaraan diwajibkan mengambil karcis tiket masuk dan kemudian membayar pada pintu keluar sesuai dengan jarak tempuhnya. Dengan sistem ini kemampuan untuk menampung kendaraan pada pintu masuknya kendaraan sangat tinggi (PT. Jasa Marga Persero).

2. Sistem Tol Terbuka

Yang dimaksud dengan sistem tol terbuka adalah suatu sistem dimana pengendara kendaraan langsung mengambil karcis dan membayar tarif tol di pintu masuk. Dengan sistem ini kemampuan untuk menampung kendaraan pada pintu masuk harus besar karena pengendara berhenti agak lama untuk menerima dan sekalian membayar karcis tanda masuk.

Kemampuan melewati kendaraan pada sistem tol terbuka pada pintu keluarnya lebih besar dari pada sistem tol tertutup, tetapi kemampuan menampung pada pintu masuk sistem tol terbuka lebih kecil (PT. Jasa Marga Persero).

2.5.3 Estimasi Tarif Tol

Dalam menetapkan tarif tol, diterapkan dua sistem yaitu :

1. sistem tarif pukul rata (*flat tariff systems*).

Dalam sistem ini tiap pemakai jalan dikenakan tarif yang sama. Sistem ini diterapkan pada sistem tol terbuka.

2. Sistem tarif perseksi (*Sectional tariff systems*).

Dalam sistem ini tiap pemakai jalan dikenakan tarif tol tiap seksi tergantung pada jarak yang ditempuh. Sistem ini diterapkan dalam sistem tol tertutup.

Untuk tingkat tarif tol umumnya dibagi dalam dua tingkat tarif, masing-masing adalah :

1. Tarif tolak (*standart Toll*).

Tarif tolak menggambarkan tarif yang menggambarkan tarif tol yang ditentukan sedemikian sehingga memberikan keuntungan bagi pemilik jalan, dengan jumlah pemakai jalan yang paling maksimal.

2. Tarif tol tinggi (*hight tool*).

Tarif tinggi menggambarkan tarif tinggi yang menggambarkan tarif tol yang telah ditentukan sehingga memberikan keuntungan bagi pemilik jalan dan pemakai jalan tetapi sudah menurunkan jumlah pemakai jalan dari jumlah maksimal pemakai jalan yang dapat dicapai.

Dalam jalan tol kota ditetapkan sistem tarif tol pukul rata dan tingkat tarifnya tarif tolak (PT. Jasa Marga Persero).

2.6 Bangunan Fasilitas Tol

Adalah bangunan yang diperlukan dalam rangka kegiatan pengumpulan tol yang antara lain terdiri dari gerbang tol yang didalamnya terdapat beberapa gardu tol, pelataran tol, dan pulau tol, serta bangunan penunjang operasi gerbang tol yang terdiri dari kantor cabang, kantor gerbang tol, pos tol, pos tol, rumah dinas beserta bangunan pelengkap seperti rumah genset, menara air, ground water tank dan bangunan pelengkap lainnya (PT. Jasa Marga Persero).

2.6.1 Gerbang Tol (“*Toll Gate*”)

Gerbang Tol adalah tempat pelayanan transaksi tol bagi pemakai jalan tol yang terdiri dari beberapa gardu dan sarana kelengkapan lainnya.

Berdasarkan letaknya pada jalan tol dapat dibedakan menjadi 2 tipe gerbang tol, yaitu :

1. Gerbang Tol Barrier adalah gerbang tol yang terletak pada jalur utama (PT. Jasa Marga Persero).
2. Gerbang Tol Ramp adalah gerbang tol yang terletak pada ramp simpang susun atau jalan aksesnya (PT. Jasa Marga Persero).

2.6.2 Gardu Tol (“Toll Booth”)

Gardu Tol adalah ruang tempat bekerja pengumpul tol untuk melaksanakan tugas pelayanan kepada pemakai jalan (PT. Jasa Marga Persero).

Gardu tol perlu direncanakan sedemikian rupa sehingga menciptakan kondisi kerja yang cukup nyaman dan aman bagi pengumpul tol. Untuk itu gardu tol harus dilengkapi dengan pengatur suhu (*air-conditioned*), pasokan udara segar (*pressurized fresh air*), dan alat komunikasi antar gardu tol. Ukuran gardu tol minimal lebar 1,25 meter, panjang 2,00 meter, dan tinggi 2,5 meter. Jendela pada sisi pengumpul tol yang bekerja melayani transaksi, berupa jendela geser dan dilengkapi dengan papan loket (*rest arms*). Kaca pintu dan jendela gardu tol harus berupa *safety glass* atau *tempered glass* (PT. Jasa Marga Persero).

2.7 Kriteria Umum Perencanaan Pelataran Dan Gerbang Tol

Pelataran tol dan gerbang tol adalah fasilitas yang dibangun di jalan tol dimana pemakai jalan harus menghentikan kendaraannya untuk melakukan transaksi yaitu mengambil tiket atau membayar tol.

Pelataran tol adalah daerah atau bagian dari jalan tol dengan bentuk geometri yang lebih lebar dari lebar normal jalan tol dimana gerbang tol ditempatkan.

Dalam hal ini fungsi dari fasilitas tol terkesan bertentangan dengan fungsi dari jalan tol yaitu untuk menjamin kelancaran arus lalulintas. Oleh karena itu untuk mengurangi kesan tersebut dalam merencanakan pelataran tol dan gerbang tol harus diperhatikan hal-hal sebagai berikut (PT. Jasa Marga Persero) :

2.7.1 Kelancaran Arus Lalulintas

- a. Untuk menghindari adanya antrian pada persimpangan yang mempengaruhi operasional gerbang tol dan persimpangan, kecuali dapat dibuktikan melalui analisis teknis, maka jarak antara gerbang tol ke arah persimpangan jalan non tol minimum 200 meter dengan tetap memperhatikan kapasitas yang seimbang (*balance capacity*) antara gerbang tol dan persimpangan.
- b. Pada gerbang tol harus direncanakan sedemikian rupa sehingga bila terjadi antrian tidak mengganggu kelancaran arus lalulintas pada jalur utama tol maupun jalan non tol.

- c. Pelataran tol dan gerbang tol tidak boleh menjadi lokasi leher botol (*bottle neck*) bagi arus lalu lintas. Oleh karena itu harus tersedia lajur lalu lintas dan gardu tol yang cukup pada gerbang tol untuk dapat menampung volume lalu lintas terutama pada jam puncak/sibuk.

2.7.2 Pandangan Bebas

- a. Penempatan gerbang tol dihindari diletakkan pada tikungan dengan jari-jari kecil atau pada lengkung vertikal cekung dimana jarak pandangan terbatas dan lalu lintas cenderung berjalan dengan kecepatan relatif tinggi.
- b. Gerbang tol harus diletakkan minimum 250 meter dari jembatan lalu lintas atas (*overpass*) sehingga pandangan bebas pengemudi dan geometri pelataran tol tidak terganggu, kecuali dapat dibuktikan melalui analisa teknis yang mendukung

2.7.3 Keamanan dan Efisiensi Pengoperasian

- a. Keberadaan gerbang tol harus dapat diketahui oleh pengguna jalan untuk itu harus dilengkapi dengan rambu-rambu petunjuk maupun peringatan yang jelas dan dapat terbaca dari kendaraan yang berjalan dengan kecepatan tinggi, mengenai keberadaan gerbang tol yang bersangkutan.

- b. Untuk menghindari akumulasi polusi gas buang di daerah gerbang tol maka dihindari penempatan gerbang tol di daerah galian yang cukup dalam.
- c. Untuk kebutuhan drainasi areal pelataran tol sebaiknya gerbang tol di letakkan pada titik tertinggi dari lengkung vertikal cembung alinyemen vertikal jalan.
- d. Gerbang tol harus memungkinkan dan menjamin kendaraan dapat berhenti dan berjalan kembali dengan aman serta kegiatan operasional pengumpulan tol terlaksana secara efisien. Untuk itu pelataran tol sedapat mungkin direncanakan dan ditempatkan pada daerah lurus dan datar.
- e. Untuk menghindari terjadinya alur (*rutting*), dan kerusakan permukaan perkerasan lainnya karena adanya gaya rem dan gaya traksi, serta cecoran bahan bakar pada permukaan perkerasan jalan, maka untuk perkerasan di daerah gerbang tol dibuat dengan konstruksi perkerasan kaku (perkerasan beton).
- f. Konstruksi gerbang tol dibuat sedemikian rupa sehingga memudahkan dan memungkinkan pemeliharaan dan pengoperasian yang efisien.
- g. Penyediaan lahan untuk areal pelataran tol dan gerbang tol harus memperhitungkan kemungkinan peningkatan kapasitas gerbang (perluasan) di masa mendatang seimbang dengan rencana kapasitas jalan maksimum.

2.8 Kriteria Umum Perencanaan Gerbang Tol

Gerbang tol harus direncanakan sesuai dengan kriteria berikut ini :

1. Bentuk konstruksi atap dan tinggi minimum gerbang tol dibuat sedemikian sehingga mempunyai ruang bebas pada jalur lalu lintas dengan tinggi minimum 5,10 m (PT. Jasa Marga Persero).
2. Lebar atap gerbang tol minimum 13 m dan bentuk lisplanknya dibuat sedemikian sehingga memungkinkan pemasangan lampu lalu lintas ataupun *lane indikator*. Penempatan kolom gerbang harus sedemikian sehingga tidak mengganggu pandangan bebas pengumpul tol ke arah datangnya kendaraan dan kebutuhan akan ruang gerak yang memadai bagi karyawan gerbang dalam melaksanakan tugasnya di gerbang tol (PT. Jasa Marga Persero).
3. Penempatan lampu pada atap gerbang agar dibuat sedemikian sehingga tidak menyilaukan pengumpul tol untuk melihat kendaraan yang datang (PT. Jasa Marga Persero).
4. Bentuk konstruksi dan material konstruksi yang digunakan dipilih dengan mempertimbangkan faktor-faktor kemudahan pelaksanaan dan operasionalnya serta kemudahan penggantian (rekonstruksi) ataupun perluasan dikemudian hari. Umumnya untuk pembangunan gerbang tol tersebut digunakan konstruksi beton atau konstruksi baja. Perencanaan konstruksi bangunan gerbang tol harus mengikuti peraturan perencanaan untuk bangunan yang berlaku (PT. Jasa Marga Persero).

2.9 Kriteria Umum Perencanaan Pelataran Tol

2.9.1 Kriteria Alinyemen Horizontal

Ada dasarnya pelataran tol yang ideal adalah yang terletak pada bagian jalan yang lurus, terutama untuk pelataran tol barrier. Namun demikian apabila tidak bisa dihindari pelataran tol tersebut terpaksa terletak pada daerah lengkung/tikungan, alinyemen horizontal jalan ada daerah tersebut harus memenuhi kriteria seperti ada tabel berikut :

Tabel 2.1 Jari – jari minimum alinyemen horizontal

Kecepatan Rencana (km / jam)	Jari – Jari Minimum (m)
120	2000
100	1500
80	1100
60	500
50	300

Sumber : PT Jasa Marga persero

2.9.2 Kriteria Alinyemen Vertikal

Pelataran tol sebaiknya diletakkan pada daerah lengkung vertikal cembung dan gerbang tol ditempatkan ada puncaknya. Kelandaian pada daerah pelataran tol maksimum 2%. Jari-jari lengkung vertikal pada daerah pelataran tol harus memenuhi ketentuan seperti pada tabel berikut ini :

Tabel 2.2 Jari – Jari Minimum Alinyemen Vertikal

Kecepatan Rencana (km / jam)	Jari – Jari Minimum (m)
120	45
100	25
80	12
60	6
50	4

Sumber : PT Jasa Marga persero

Besaran-besaran tersebut di atas, nilainya diambil dari ketentuan kriteria ramp terminal, dikarenakan perilaku kendaraan yang menggunakannya hampir sama dengan perilaku kendaraan di ramp terminal.

2.9.3 Kriteria Penampang Melintang

Lebar lajur lalu lintas ada gerbang tol 2,90 m dan lebar ulau tol 2,10 m. Untuk dapat melayani sesuatu yang bersifat khusus, seperti angkutan dengan kendaraan yang ekstra lebar maka pada lajur paling luar (kiri) dibuat dengan lebar 3,50 m. Miring melintang permukaan perkerasan pada pelataran tol pada umumnya minimum 1% dan maksimum 2% sedangkan untuk permukaan perkerasan pelataran tol ada Barrier, miring melintang permukaan perkerasannya dapat dibuat minimum sebesar 0,5% dengan ketentuan sumbu gerbang tol pada puncak lengkung vertikal dengan landai memanjang jalan +2% dan -2% (PT. Jasa Marga Persero).

Pelebaran jalur pada pelataran tol harus dibuat dengan panjang transisi yang cukup, sehingga memungkinkan manuver atau *weaving* lalu lintas dari jalur normal ke arah lajur tol/gardu yang akan dituju dan sebaliknya. Pada pelataran tol

Barrier, pelebaran jalur harus dibuat dengan kemiringan taper maksimum 1 : 8, dan kemiringan taper maksimum pelataran tol pada ramp atau jalan aksesnya 1 : 5 (PT. Jasa Marga Persero).

Pada kondisi-kondisi khusus tertentu dimana ketersediaan lahan menjadi penentu atau jumlah lajur tol relatif kecil (2 s/d 4 lajur saja) seperti di wilayah perkotaan misalnya, kemiringan taper 1 : 3 masih dapat diterima. Denah tipikal pelataran tol dimaksud seperti pada *Gambar 4.1.a*, *4.1.b*, *4.1.c*.

Tinggi ruang bebas pada lajur lalu lintas minimum 5,10 m dengan lebar ruang bebas minimum 3,50 m, Ruang bebas dimaksud seperti pada *Gambar 4.2*.

2.9.4 Kriteria Konstruksi Perkerasan

Perkerasan pada daerah gerbang tol dibuat dengan konstruksi perkerasan beton semen (*rigid pavement*) dengan tulangan susut. Pada pelataran tol barrier perkerasan beton semen dibuat minimum sepanjang 100 m sedang pelataran tol pada ramp atau jalan aksesnya minimum sepanjang 50 m. Tebal perkerasan minimum 27 cm dengan kuat lentur (*flexural strength*) beton 45 kg/cm² (PT. Jasa Marga Persero).

2.10 Waktu Pelayanan

Waktu pelayanan adalah besarnya waktu yang dibutuhkan oleh satu kendaraan untuk melakukan transaksi di gardu tol (PT. Jasa Marga Persero).

Besarnya waktu pelayanan sangat dipengaruhi oleh sistem pengumpulan tol dan kemampuan peralatan tol maupun ketrampilan dan kesiapan petugas

pengumpul tol maupun pemakai jalan. Besarnya waktu pelayanan tersebut adalah sebagai berikut :

Sistem Pengumpulan Tol Terbuka

Gardu masuk/keluar : 6 detik

Sistim Pengumpulan Tol Tertutup

Gardu masuk : 4 detik

Gardu keluar : 10 detik

2.11 Kantor Gerbang Tol

Adalah bangunan yang berfungsi untuk melakukan kegiatan administrasi gerbang tol. Namun demikian pada keadaan tertentu dimana dua atau lebih gerbang tol relatif dekat satu sama lainnya, sehingga secara operasional dapat dalam satu kendali pengoperasian, maka cukup disediakan 1 kantor gerbang tol di salah satu gerbang tol sedang pada lokasi gerbang tol lainnya cukup disediakan pos tol. Pada daerah perkotaan apabila penyediaan kantor gerbang maupun pos tol tidak dimungkinkan karena tidak tersedia lahan, maka kebutuhan ruang untuk operasional dapat dilakukan dengan cara menyediakan *long booth* ataupun alternatif lainnya. (PT. Jasa Marga Persero).

2.11.1 Kriteria Perencanaan Kantor Gerbang Tol

Kantor gerbang tol direncanakan dengan memperhatikan hal – hal sebagai berikut (PT. Jasa Marga Persero) :

- a. Tata letak kantor gerbang tol dan fasilitas penunjang lainnya dibuat dengan memperhatikan kebutuhan ruang bagi kemungkinan pengembangan atau penambahan gardu tol di masa mendatang.
- b. Pada sistem pengoperasian tertutup dan dimana gardu masuk dan gardu keluar terletak pada suatu gerbang tol, maka kantor gerbang tol diletakkan pada sisi gardu keluar.
- c. Pengaturan tata letak ruangan harus memperhatikan fungsi ruangan dan keterkaitan fungsi ruangan.
- d. Ruang Kepala Gerbang Tol harus diletakkan sedemikian rupa, sehingga dari ruang tersebut memungkinkan untuk dapat melakukan pengamatan dan pengawasan terhadap aktivitas yang ada di gerbang tol. Untuk itu tinggi lantai gerbang tol juga harus dibuat lebih tinggi minimum 75 cm dari permukaan jalan di gerbang tol.
- e. Pada sistem pengumpulan tol tertutup, Ruang Kepala Shift dibuat menjadi satu kesatuan dengan Ruang Perhitungan Tiket dan Ruang Komputer, dimana setengah dinding antara Ruang Kepala Shift dan Ruang Perhitungan Tiket serta Ruang Komputer dibuat dari kaca. Hal ini dimaksudkan agar memudahkan bagi Kepala Shift mengawasi proses perhitungan tiket dan pembuatan laporan dari ruangnya.
- f. Pada sistem pengumpulan tol terbuka, Ruang Kepala Shift dibuat menjadi satu kesatuan dengan Ruang Komputer, dimana setengah dinding antara Ruang Kepala Shift dan Ruang Komputer dibuat

dari kaca. Hal ini dimaksudkan agar memudahkan bagi Kepala Shift mengawasi proses pembuatan laporan dari ruangnya.

- g. Ruang Penghitungan Tiket dan Ruang Penghitungan Uang harus diletakkan terpisah, dan tidak dapat dilakukan dalam ruangan yang sama.
- h. Ruang Penghitungan Uang dan Ruang Penghitung Uang (Tata Usaha Gerbang Tol) dibuat menjadi satu kesatuan, dimana setengah dinding antara ruangan penghitungan uang dan ruangan penghitung uang (tata usaha gerbang tol) dibuat dari kaca dan disediakan loket penyeteroran uang. Hal ini dimaksudkan agar pengumpul tol dapat dengan mudah menyeteror uang hasil pendapatan tol serta memudahkan bagi penghitung uang (tata usaha gerbang tol) untuk mengawasi bagi pengumpul tol melakukan hasil pendapatan tol.
- i. Gudang tiket khususnya untuk sistem pengumpulan tol tertutup dibuat sedemikian sehingga antara tiket yang telah dioperasikan dengan tiket yang akan dioperasikan agar tidak tercampur.
- j. Ruang serbaguna didesain sedemikian hingga dapat berfungsi sebagai ruang istirahat, ruang makan, dan ruang rapat bagi pengumpul tol.
- k. Kebutuhan untuk loker harus diperhatikan jumlah dua shift pengumpul tol maksimum termasuk petugas pengganti.

- l. Penempatan halaman/parkir maupun pintu masuk ke arah kantor gerbang harus memperhatikan keamanan pengendalian pengumpul tol.
- m. Dalam hal kantor gerbang tersebut juga dihubungkan akses/lokal non tol maka penempatan parkir maupun pintu masuk ke arah gerbang dimaksud harus sedemikian rupa sehingga tidak memungkinkan adanya kendaraan yang lolos tanpa melewati gerbang tol.
- n. Ruang Operator diletakkan sedemikian hingga operator radio dapat mengamati jumlah antrian kendaraan pada gerbang tol.

2.11.2 Tipe dan Kebutuhan Ruang Kantor Gerbang Tol

Bahwa pada dasarnya untuk menentukan kebutuhan ruang bagi Kantor Gerbang Tol harus mengakomodasi jumlah pengumpul tol yang ada, agar kebutuhan ruangnya sesuai dengan jumlah operasional yang ada di Gerbang Tol.

Untuk menyederhanakan perencanaannya, maka Kantor Gerbang Tol dibedakan seperti pada tabel berikut :

Tabel 2.3 Tipe Kantor Gerbang Tol

SISTEM TERBUKA	
Tipe 1	Kantor Gerbang Tol melayani 2 - 3 lajur
Tipe 2	Kantor Gerbang Tol melayani 4 - 6 lajur
Tipe 3	Kantor Gerbang Tol melayani 7 - 9 lajur
Tipe 4	Kantor Gerbang Tol melayani 10 - 12 lajur
Tipe 5	Kantor Gerbang Tol melayani 13 - 15 lajur

Sumber : PT. Jasa Marga Persero

Tabel 2.4 Tipe Kantor Gerbang Tol

SISTEM TERTUTUP	
Type 1	Kantor Gerbang Tol melayani 2 - 5 lajur
Type 2	Kantor Gerbang Tol melayani 6 - 10 lajur
Type 3	Kantor Gerbang Tol melayani 11 - 15 lajur
Type 4	Kantor Gerbang Tol melayani 16 - 20 lajur
Type 5	Kantor Gerbang Tol melayani 21 - 24 lajur

Sumber : PT. Jasa Marga Persero

2.12 Perhitungan Jumlah Kebutuhan Gardu Tol Dan Lajur Tol

Penetapan jumlah lajur atau jumlah gardu tol yang direncanakan, ditentukan oleh 3 faktor yaitu :

- Volume lalu lintas
- Waktu pelayanan
- Standar pelayanan (jumlah antrian kendaraan yang diperkenankan)

Semakin besar volume lalu lintasnya, akan semakin banyak gardu tol yang dibutuhkan untuk memberikan pelayanan yang baik. Di lain pihak semakin panjang (lama) waktu pelayanan akan semakin banyak pula gardu tol yang diperlukan.

Jumlah gardu tol yang berlebihan tentunya tidak efisien dari sisi operasional jalan tol. Sebaliknya jumlah gardu tol yang tidak mencukupi kebutuhan lalu lintas akan menyebabkan pemakai jalan terpaksa harus menunggu (antri) dalam melakukan transaksi. Ini tentunya tidak efisien bagi pemakai jalan.

Hubungan antara interval waktu kedatangan kendaraan dan waktu pelayanan adalah sebagaimana rumus di bawah ini :

$$p = \frac{b}{a} \text{ , (intensitas lalulintas) (1)}$$

Intensitas lalulintas per lajur pada gerbang tol dinyatakan dengan rumus sebagai berikut :

$$\mu = \frac{b}{a \times s} \text{ , (intensitas lalulintas per lajur) (2)}$$

dimana :

a = interval kedatangan kendaraan rata-rata (detik)

b = waktu pelayanan rata-rata (detik)

s = jumlah lajur atau gardu tol

Pada rumus diatas, bila intensitas lalulintas per lajur (μ) lebih besar dari 1 ($\mu > 1$), yaitu interval kendaraan lebih kecil dari waktu pelayanan di gardu tol, maka akan terjadi antrian pada gerbang tol. Oleh karena itu untuk a dan b tertentu, maka s (jumlah gardu) harus ditentukan sedemikian sehingga $\mu < 1$.

Intensitas lalulintas berdasarkan pada hubungan standar pelayanan (jumlah antrian kendaraan rata-rata) dan jumlah lajur atau gardu tol, dapat ditentukan seperti pada tabel 2.5 (PT. Jasa Marga Persero).

Tabel 2.5 Intensitas lalulintas terhadap jumlah lajur (gardu)

$\frac{(q/s)}{s}$	1.0	2.0	3.0	4.0	5.0	10
1	0.500	0.667	0.750	0.800	0.833	0.909
2	0.706	0.817	0.863	0.895	0.913	0.953
3	0.791	0.872	0.908	0.928	0.928	0.940
4	0.835	0.902	0.929	0.945	0.955	0.976
5	0.863	0.919	0.942	0.955	0.963	0.981
6	0.883	0.932	0.952	0.962	0.969	0.984
7	0.898	0.940	0.958	0.968	0.974	0.986
8	0.909	0.948	0.964	0.972	0.977	0.988
9	0.919	0.953	0.967	0.975	0.980	0.989
10	0.926	0.957	0.970	0.977	0.982	0.990
11	0.932	0.961	0.973	0.979	0.983	0.991
12	0.936	0.964	0.975	0.981	0.984	0.992
13	0.941	0.967	0.977	0.982	0.986	0.992
14	0.945	0.969	0.979	0.983	0.987	0.993
15	0.948	0.971	0.980	0.984	0.988	0.993
16	0.951	0.973	0.981	0.985	0.989	0.994
17	0.954	0.975	0.982	0.986	0.989	0.994
18	0.956	0.976	0.983	0.987	0.990	0.994
19	0.958	0.977	0.984	0.988	0.990	0.995
20	0.960	0.978	0.985	0.988	0.991	0.995

Sumber : PT. Jasa Marga Persero

Pada tabel 2.5 nampak bahwa intensitas lalulintas per lajur, pada standar pelayanan (jumlah antrian) yang sama, meningkat sejalan dengan bertambahnya jumlah lajur/gardu tol. Pada tabel ini juga nampak bahwa intensitas lalulintas per lajur untuk jumlah antrian kendaraan rata-rata lebih dari 10, akan mendekati 1. Ini berarti antrian pada gerbang tol adalah tak terhingga.

Secara sederhana, jumlah kendaraan yang dapat dilayani oleh sejumlah gardu tol (kapasitas gerbang tol) dapat dihitung dengan cara sebagai berikut :

$$K = \frac{3600}{w_p} \times p \times s \quad \dots\dots\dots (3)$$

Dimana :

K = jumlah kendaraan yang dapat dilayani per jam (kendaraan/jam)

Wp = waktu pelayanan (detik)

P = intensitas lalulintas (lihat tabel 2.5)

s = jumlah gardu

2.13 Kapasitas Gerbang Tol

Pengertian dari kapasitas Gerbang Tol adalah jumlah maksimum kendaraan pengguna jalan tol per-lajur berdasarkan waktu pelayanan tertentu yang dinyatakan dalam satuan kendaraan/jam (P1. Jasa Marga Persero).

Untuk keperluan perhitungan rencana jumlah lajur (gardu) tol pada gerbang tol, jumlah antrian kendaraan per lajur (per gardu) maksimum adalah 3 kendaraan. Dengan demikian kapasitas gerbang tol dapat dihitung seperti pada tabel 2.6.

Tabel 2.6 Kapasitas Gerbang Tol

Jumlah Lajur	Waktu Pelayanan (detik)				
	4	6	8	10	12
	Kendaraan per jam				
1	675	450	338	270	225
2	1553	1036	777	621	518
3	2452	1634	1226	981	817
4	3344	2230	1672	1338	1115
5	4239	2826	2120	1698	1413
6	5141	3427	2570	2056	1714
7	6035	4024	3018	2414	2012
8	6941	4627	3470	2776	2314
9	7833	5222	3916	3133	2611
10	8730	5820	4365	3492	2910
11	9633	6422	4816	3853	3211
12	10530	7020	5265	4212	3510
13	11431	7621	5715	4572	3810
14	12335	8224	6168	4934	4112
15	13230	8820	6615	5292	4410
16	14126	9418	7063	5651	4709
17	15025	10016	7512	6010	5008
18	15925	10616	7962	6370	5308
19	16826	11218	8413	6731	5609
20	17730	11820	8865	7092	5910

Sumber : PT. Jasa Marga Persero

2.14 Volume Lalulintas

Ada beberapa dua macam volume lalu lintas :

1. Volume harian

Digunakan untuk perencanaan jalan. Ada 4 macam volume harian :

- Volume lalulintas harian tahunan rata-rata (LHTR).

$$LHTR = \frac{\Sigma \text{kendaraan yang lewat selama 1 tahun}}{365}$$

- b. Lalulintas harian kerja tahunan rata-rata (LHKTR).

$$\text{LHKTR} = \frac{\Sigma \text{kendaraan yang lewat sewaktu hari kerja setahun}}{\Sigma \text{hari kerja}}$$

- c. Lalulintas harian rata-rata (LHR).

$$\text{LHR} = \frac{\Sigma \text{kendaraan yang lewat} < 1 \text{ tahun}}{\Sigma \text{hari survei}}$$

- d. Lalulintas harian kerja rata-rata (LHKR).

$$\text{LHKR} = \frac{\Sigma \text{kendaraan yang lewat sewaktu hari kerja} < 1 \text{ tahun}}{\Sigma \text{hari survei}}$$

2. Volume per jam

Digunakan untuk merancang / menganalisis operasional. Volume per jam bervariasi dalam 1 hari (24 jam).

Jam-jam dalam sehari yang mempunyai volume tertinggi disebut jam puncak (*peak hour*). Jam puncak yang dipakai dalam perancangan penting untuk merancang atau menganalisis operasional. Volume jam puncak biasanya volume dalam satu arah.

Volume jam puncak sering dihitung melalui LHTR.

$$\text{VJP} = \text{LHTR} \times K \times D \quad \dots \dots \dots (4)$$

VJp = Volume jam puncak rancangan

LHTR = Lalulintas harian tahunan rata-rata

K = Proporsi lalulintas harian yang terjadi selama jam puncak

D = Proporsi lalulintas jam puncak yang berjalan dalam arah puncak (1 arah)

3. Volume kurang dari 1jam

Perlu diketahui karena pengaruhnya pada tundaan yang diakibatkan arus puncak sesaat (< 1 jam).

Digunakan karena jika pada kenyataannya volume lalu lintas lebih dari kapasitas yang dirancang (per jam), maka kemacetan akan terjadi.

Volume kurang dari 1 jam dinyatakan dalam laju arus per jam ekuivalen.

Hubungan antara volume per jam dengan laju arus per 15 menit adalah :

$$PHF = \frac{\text{volume / jam}}{\text{laju arus per 15 menit}}$$

$$PHF = \text{Peak hour factor}$$

Misal : laju arus per 15 menit = 100 kendaraan

$$\text{Volume / jam} = 400 \text{ kendaraan}$$

$$PHF = \frac{400}{100} = 4$$

2.15 Pemilihan Sistem Tatanan Tol

Pemilihan tatanan tol terbuka dan tertutup untuk masing-masing seksi jalan ditentukan oleh unsur biaya operasi. Dalam hal ini jalan tol dibedakan atas jalan tol untuk daerah perkotaan (urban) dan jalan tol untuk daerah-daerah pedalaman / pedesaan (rural).

Penggunaan tatanan tol tertutup untuk daerah urban tidak cocok dan tidak tepat, karena volume lalu lintas tinggi dan sebagian menempuh perjalanan pendek, sehingga untuk daerah perkotaan ditetapkan tatanan tol terbuka dengan dasar pertimbangan selain jarak tempuh yang relatif pendek, juga waktu tempuh serta waktu keseluruhan yang dibutuhkan oleh pemakai jalan mulai akan masuk tol sampai selesai menempuh perjalanannya relatif lebih pendek.

Untuk daerah urban, penggunaan sistem tatanan tol tertutup akan lebih tepat, sekalipun dengan sistem ini akan memerlukan waktu berhenti yang lama untuk melakukan proses pembayaran, namun karena waktu perjalanan yang sudah dijalani cukup lama dan jarak tempuh juga cukup panjang, jadi waktu untuk berhenti melakukan pembayaran dibanding dengan waktu perjalanan yang sudah dilakukan relatif tidak begitu berarti (PT. Jasa Marga Persero).

