**BAB II LANDASAN TEORI**

# 2.1 Definisi Jalan Perkotaan

Pedoman Kapasitas Jalan Indonesia (PKJI, Bina Marga 2014) mendefinisikan ruas jalan perkotaan sebagai ruas jalan yang memiliki pengembangan permanen dan terus menerus sepanjang seluruh atau hampir seluruh jalan. Adanya jam puncak lalu-lintas pagi dan sore serta tingginya presentase kendaraan pribadi juga merupakan ciri prasarana jalan perkotaan. Keberadaan kerb juga merupakan ciri prasarana jalan perkotaan. Jalan perkotaan juga diwarnai ciri alinyemen vertikal yang datar atau hampir datar serta alinyemen horizontal yang lurus atau hampir lurus.Sehubungan dengan analisis kapasitas ruas jalan, jenis jalan dapat dibedakan berdasarkan jumlah jalur (*carriage way*), jumlah lajur (*lane*), dan jumlah arah. Suatu jalan dikatakan memiliki 1 jalur bila tidak bermedian tak terbagi / *undivided* (UD) dan dikatakan memiliki 2 jalur bila bermedian tunggal terbagi / *divided* (D).

Jalan umum adalah jalan yang diperuntukkan bagi lalu-lintas umum sedangkan jalan khusus adalah jalan yang dibangun oleh instansi, badan usaha, perseorangan ataupun kelompok masyarakat untuk kepentingan sendiri. Penyelenggaraan jalan adalah kegiatan yang meliputi pengaturan, pembinaan, pembangunan dan pengawasan jalan. Sementara bangunan pelengkap jalan adalah bangunan yang melekat dan tidak dapat dipisahkan dari badan jalan itu sendiri, seperti jembatan, ponton, lintas atas (*overpass*), lintas bawah (*underpass*), tempat parkir, gorong-gorong, tembok penahan lahan atau tebing, saluran air dan perlengkapan yang meliputi rambu- rambu dan marka jalan, pagar pengaman lalu-lintas, pagar daerah milik jalan serta lampu lalu-lintas. (Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 22 Tahun 2009).

**2.2 Segmen Jalan**

PKJI 2014, mendefinisikan segmen jalan sebagai panjang jalan diantara dan tidak dipengaruhi oleh simpang bersinyal atau simpang tak bersinyal utama, dan mempunyai karakteristik yang hampir sama sepanjang jalan. Titik dimana karakteristik jalan berubah secara berarti menjadi batas segmen walaupun tidak ada simpang didekatnya. Perubahan kecil dalam geometrik tidak dipersoalkan (misalnya perbedaan lebar jalur lalu-lintas kurang dari 0,5 meter), terutama jika perubahan tersebut hanya sebagian.

Akses segmen jalan perkotaan bebas hambatan dapat membuat jalur penghubung menjadi daerah kritis untuk kapasitas. Analisa tambahan untuk jalinan atau jalur penghubung mungkin diperlukan terutama dalam analisa operasional jalan layang yang kompleks.

# Karakteristik Jalan dan Geometrik Jalan

* + 1. **Karakteristik Jalan**

Kapasitas dan kinerja jalan dipengaruhi oleh karakteristik jalan itu sendiri seperti geometrik jalan, komposisi arus dan pemisahan arah, pengaturan lalu-lintas, hambatan samping, perilaku pengemudi dan populasi kendaraan. Setiap titik pada jalan tertentu dimana terdapat perubahan penting dalam karakteristik utama jalan tersebut menjadi batas segmen jalan.

1. Geometrik
   1. Tipe jalan

Berbagai tipe jalan akan menunjukkan kinerja berbeda, misalnya jalan terbagi dan tak terbagi atau jalan satu arah.

* 1. Lebar jalur lalu-lintas

Pelebaran jalur lalu-lintas dapat meningkatkan kecepatan arus bebas dan kapasitas.

* 1. Kerb

Sebagai batas antara jalur lalu-lintas dan trotoar, menjadi hambatan samping pada kapasitas dan kecepatan. Kapasitas jalan dengan kereb lebih kecil dari jalan dengan bahu.

* 1. Bahu

Lebar dan kondisi permukaan pada bahu jalan akan mempengaruhi penggunaannya, berupa penambahan kapasitas dan kecepatan pada arus tertentu.

* 1. Median

Median adalah jalur yang terletak di tengah jalan untuk membagi jalan dalam masing- masing arah. Median yang direncanakan dengan baik akan meningkatkan kapasitas suatu ruas jalan.

* 1. Alinyemen jalan

Lengkung horisontal dengan jari-jari kecil, akan mengurangi kecepatan arus bebas. Tanjakan yang curam juga mengurangi kecepatan arus bebas, karena secara umum kecepatan arus bebas di daerah perkotaan adalah rendah maka pengaruh ini diabaikan.

1. Komposisi Arus dan Pemisahan Arah
   1. Pemisahan arah lalu-lintas

Kapasitas jalan dua arah paling tinggi pada pemisahan arah 50-50, yaitu jika arus pada

kedua arah adalah sama pada periode waktu yang dianalisa (umumnya satu jam).

* 1. Komposisi lalu-lintas

Komposisi lalu-lintas akan mempengaruhi hubungan kecepatan-arus, tergantung pada rasio sepeda motor atau kendaraan berat dalam arus lalu-lintas.

1. Pengaturan Lalu-lintas

Batas kecepatan jarang diberlakukan di daerah perkotaan di Indonesia, dan karenanya hanya sedikit berpengaruh pada kecepatan arus bebas. Aturan lalu-lintas lainnya yang berpengaruh pada kinerja lalu-lintas adalah : pembatasan parkir, berhenti sepanjang sisi jalan, pembatasan akses tipe kendaraan tertentu, pembatasan akses dari lahan samping jalan dan sebagainya.

1. Aktifitas Samping Jalan (Hambatan Samping)

Hambatan samping adalah dampak terhadap kinerja lalu-lintas yang berasal dari aktivitas samping segmen jalan. Hambatan samping yang umumnya sangat mempengaruhi kapasitas jalan dan kinerja jalan perkotaan adalah :

* 1. Pejalan kaki
  2. Angkutan umum dan kendaraan lain yang berhenti
  3. Kendaraan tak bermotor
  4. Kendaraan masuk dan keluar dari fungsi tata guna lahan di samping jalan yang ada

Untuk menyederhanakan peranannya dalam prosedur perhitungan, tingkat hambatan samping telah dikelompokkan dalam lima kelas dari posisi sangat rendah. Hingga sangat tinggi sebagai fungsi dari frekuensi kejadian hambatan samping sepanjang segmen jalan yang diamati, tingkat hambatan samping ini seperti ditunjukkan dalam Tabel 2.1.

# Tabel 2.1 Kelas Hambatan Samping

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Kelas Hambatan Samping | Kode | Jumlah Bobot Kejadian Per 200 M Perjam (Dua Sisi) | Kondisi Khusus |
| Sangat  Rendah | VL | <100 | Daerah pemukiman, jalan dengan  jalan samping |
| Rendah | L | 100-299 | Daerah pemukiman beberapa kendaraan  umum dan sebagainya |
| Sedang | M | 300-499 | Daerah industri, beberapa toko  di sisi jalan |
| Tinggi | H | 500-899 | Daerah komersial dengan aktifitas  sisi jalan tinggi |
| Sangat  Tinggi | VM | >900 | Daerah komersial dengan aktifitas  pasar di samping jalan |
|  | | | |

Sumber : PKJI 2014

1. Perilaku Pengemudi dan Populasi Kendaraan

Keanekaragaman dan tingkat perkembangan daerah perkotaan menunjukkan bahwa perilaku pengemudi dan populasi kendaraan seperti (umur, tenaga, kondisi kendaraan, komposisi kendaraan) adalah beraneka ragam. Karakteristik ini dimasukkan dalam prosedur perhitungan secara tidak langsung, melalui ukuran kota. Kota yang lebih kecil menunjukkan perilaku pengemudi yang kurang gesit dan kendaraan yang kurang moderen, menyebabkan kapasitas dan kecepatan lebih rendah pada arus tertentu, jika dibandingkan dengan kota yang lebih besar.

Oglesby dan Hicks tahun 1999, mengatakan bahwa kecepatan kendaraan umumnya diatur pada batas mana pengemudi merasa bahwa pengumpulan informasi, pengolahan data, dan kemampuan reaksinya masih sesuai dengan kondisi saat itu sehingga ia masih merasa aman. Karena perasaan pengemudi akan kemampuannya berbeda dan memiliki tingkat reaksi yang berbeda pula, maka kecepatan pengendaraanpun berbeda-beda. Keputusan pengemudi yang menyangkut “*gap acceptance*” (jarak antara 2 kendaraan dalam satu lajur) adalah sangat penting karena menyangkut keamanan dan kapasitas persimpangan dan jalan raya. Lalu-lintas pada suatu ruas jalan dalam suatu jaringan dapat diperkirakan sebagai hasil proses kombinasi informasi MAT (Matriks-Asal-Tujuan), deskripsi sistem jaringan dan pemilihan rute yang tepat. Dengan mengasumsikan bahwa setiap pengendara memilih rute yang meminimumkan biaya perjalanan (rute tercepat jika dia lebih mementingkan waktu dibandingkan dengan jarak atau biaya). Maka adanya penggunaan ruas yang lain mungkin disebabkan oleh perbedaan persepsi pribadi tentang biaya atau mungkin juga hal itu disebabkan oleh keinginan untuk menghindari kemacetan.

Pendekatan yang paling sering digunakan dalam pemilihan rute adalah mempertimbangkan dua faktor utama yaitu : biaya pergerakan dan nilai waktu (biaya pergerakan dianggap proporsional dengan jarak tempuh). Terdapat bukti kuat yang menunjukkan bahwa waktu tempuh mempunyai bobot lebih dominan dari pada jarak tempuh bagi pergerakan di dalam kota (Tamin, 2000).

# Karakteristik Geometrik Jalan

Tipe jalan menentukan jumlah lajur dan arah pada beberapa segmen jalan (PKJI 2014)

1. 2-lajur; 1-arah (2/1)
2. 2-lajur; 2-arah; tak terbagi (2/2 UD)
3. 4-lajur; 2-arah; tak terbagi (4/2 UD)
4. 4-lajur; 2-arah; terbagi (4/2 D)
5. 2-lajur; 2-arah; terbagi (2/2 D)

Jalan dua-lajur dua-arah tak terbagi (2/2 UD) dengan kondisi dasar tipe jalan yang didefinisikan sebagai berikut :

1. Lebar lajur lalu-lintas 7 meter
2. Lebar bahu efektif paling sedikit 2 meter pada setiap sisi
3. Tidak ada median
4. Pemisahan arah lalu-lintas 50-50
5. Hambatan samping rendah
6. Ukuran kota 1.0-3.0 juta

# Klasifikasi dan Fungsi Jalan

Berkembangnya angkutan darat, terutama kendaraan bermotor yang meliputi jenis ukuran dan jumlah, maka masalah kelancaran arus lalu-lintas, keamanan, kenyamanan dan daya dukung dari perkerasan jalan harus menjadi perhatian. Pengaturan transportasi ini diawali dengan menentukan klasifikasi dan fungsi jalan (Alamsyah, 2003).

# Berdasarkan Sistem Jaringan Jalan

1. Sistem Jaringan Jalan Primer

Sistem jaringan yang disusun mengikuti ketentuan pengaturan wilayah tingkat nasional, menghubungkan kawasan yang berfungsi primer seperti industri berskala regional, bandara, pasar induk dan pusat perdagangan skala regional.

1. Sistem Jaringan Jalan Sekunder

Sistem jaringan yang disusun mengikuti ketentuan pengaturan tata ruang kota yang menghubungkan kawasan-kawasan yang memiliki fungsi primer, fungsi sekunder pertama, fungsi sekunder kedua dan seterusnya hingga ke perumahan.

# Berdasarkan Fungsi Jalan

1. Jalan Arteri Primer, ialah jalan yang menghubungkan kota jenjang kesatu dengan kota jenjang kedua, dengan kriteria sebagai berikut :

1). Merupakan terusan arteri primer luar kota, melalui atau menuju kawasan primer.

* 1. Dirancang berdasarkan kecepatan rencana paling rendah 60 km/jam.
  2. Lebar badan jalan tidak kurang dari 8 meter.
  3. Lalu-lintas jarak jauh pada jalan ini adalah lalu-lintas regional. Untuk itu lalu-lintas tersebut tidak boleh tergangu oleh lalu-lintas / kegiatan lokal.
  4. Jumlah jalan masuk dibatasi, jarak antara jalan masuk tidak boleh lebih pendek dari 500 meter.

1. Jalan kolektor primer, adalah jalan yang menghubungkan kota jenjang kedua dengan kota jenjang kedua/ketiga dengan kriteria sebagai berikut :
2. Merupakan terusan jalan kolektor primer luar kota, melalui kawasan primer.
3. Dirancang untuk kecepatan rencana 40 km/jam.
4. Lebar badan jalan tidak kurang dari 7 meter.
5. Jumlah jalan masuk dibatasi secara efisien dan jarak antaranya lebih dari 400 meter.
6. Lokasi parkir pda badan jalan sangat dibatasi.
7. Jalan lokal primer, menghubungkan kota jenjang kesatu dengan kota jenjang kedua/ketiga, dengan kriteria sebagai berikut :
8. Merupakan terusan jalan lokal primer luar kota.
9. Melalui atau menuju kawasan primer/jalan primer lainnya.
10. Dirancang untuk kecepatan rencana 20 km/jam.
11. Lebar jalan tidak kurang dari 6 meter.
12. Jalan arteri sekunder, menghubungkan kawasan primer dengan kawasan sekunder kesatu/kedua, dengan kriteria:
13. Dirancang berdasarkan kecepatan rencana paling rendah 40 km/jam.
14. Lebar badan jalan tidak lebih dari 7 meter.
15. Kendaraan angkutan barang berat tidak diijinkan melaluinya.
16. Lokasi parkir pada badan jalan dibatasi.
17. Jalan lokal sekunder, menghubungkan antara kawasan sekunder ketiga atau di bawahnya dan kawasan perumahan, dengan kriteria :
18. Dirancang berdasarkan kecepatan rencana paling rendah 10 km/jam.
19. Lebar badan jalan tidak kurang dari 5 meter.
20. Kendaraan bus tidak diijinkan melalui jalan ini.

# Berdasarkan Wewenang Pembinaan

1. Jalan Nasional, yang termasuk kelompok ini adalah jalan arteri primer, jalan kolektor primer yang menghubungkan antar ibukota provinsi dan jalan lain yang strategis dalam kepentingan nasional. Penerapan statusnya diputuskan oleh Menteri.
2. Jalan Provinsi, yang termasuk kelompok ini adalah jalan kolektor primer yang menghubungkan ibukota provinsi dengan ibukota Kabupaten/Kotamadya atau antara ibukota Kabupaten/Kotamadya. Statusnya ditetapkan oleh Mendagri atas usulan Pemda Tingkat I.
3. Jalan Kabupaten/Kotamadya, yang termasuk kelompok jalan ini adalah kolektor primer yang tidak termasuk jalan nasional dan jalan provinsi, jalan lokal primer, jalan sekunder dan jalan lain yang tidak termasul jalan kelompok jalan nasional atau jalan provinsi. Statusnya ditetapkan oleh Gubernur atas usulan Pemda Tingkat II.
4. Jalan Khusus, yang termasuk dalam kelompok ini adalah jalan yang dibangun/dipelihara oleh instansi/badan hukum/perorangan untuk kepentingan masing-masing, sesuai pedoman Menteri Pekerjaan Umum.
5. Jalan Tol, adalah merupakan jalan yang dibangun dimana pemilikan dan penyelenggaraannya ada pada pemerintah atas usulan Menteri. Spesifikasinya lebih tinggi dari pada jalan umum yang ada.

# Arus Lalu-lintas

Arus lalu-lintas terbentuk dari pergerakan individu pengendara dan kendaraan yang melakukan interaksi antara yang satu dengan yang lainnya pada suatu ruas jalan dan

lingkungannya karena persepsi dan kemampuan setiap individu pengemudi mempunyai sifat yang berbeda. Maka perilaku kendaraan di dalam arus lalu-lintas tidak dapat diseragamkan lebih lanjut. Arus lalu-lintas akan mengalami perbedaan karakeristik akibat dari perilaku pengemudi yang berbeda, yang dikarenakan oleh karakteristik lokal dan kebiasaan mengemudi kendaraan. Arus lalu-lintas pada suatu ruas jalan karakteristiknya akan bervariasi baik berdasarkan lokasi maupun waktunya. Hasil inilah yang menjadikan tantangan bagi perencanaan dan perancangan untuk memprediksi yang tidak hanya sekedar kondisi fisik semata namun juga karakteristik perilaku manusia yang bersifat kompleks. Oleh karena itu perilaku pengemudi seperti ini akan berpengaruh terhadap perilaku arus lalu-lintas.

# Parameter Arus Lalu-lintas

Parameter arus lalu-lintas dapat dibedakan menjadi dua bagian utama yaitu : parameter makroskopik arus lalu-lintas secara umum dan parameter mikroskopik yang menunjukkan tentang perilaku kendaraan individu dalam suatu arus lalu-lintas yang terkait dengan antara yang satu dengan yang lainnya. Suatu arus lalu-lintas secara makroskopik dapat digambarkan tiga parameter utama, yaitu : volume dan arus, kecepatan dan kepadatan.

Arus kendaraan yang bergerak secara individual atau berkelompok pada suatu jalan atau jalur, dipengaruhi perilaku manusia dan dinamika kendaraan. Perilaku yang dimaksud adalah sikap dan keterampilan berkendaraan. Sikap yang akan sangat mempengaruhi adalah kemampuan menganalisa situasi dan mengambil keputusan / tindakan yang perlu.

Merancang dan mengoperasikan sistem-sistem transportasi dengan tingkat efisiensi dan keselamatan yang paling baik adalah hal yang sangat penting. Memahami prinsip-prinsip dasar teori arus lalu-lintas merupakan salah satu cara untuk mencapai tujuan tersebut, walau pengetahuan dalam bidang ini lebih bersifat empiris. Parameter utama yang berhubungan dengan arus lalu-lintas adalah : kecepatan (v), tingkat arus (q), dan kepadatan (k), (Khisty & Lall, 2003).

1. Kecepatan

Didefinisikan sebagai suatu laju pergerakan, seperti jarak per satuan waktu (km/jam). Karena begitu beragamnya kecepatan individual di dalam aliran lalu-lintas, maka kita biasanya menggunakan kecepatan rata-rata.

1. Volume dan tingkat arus

Volume dan tingkat arus adalah dua ukuran yang berbeda. Volume adalah jumlah sebenarnya dari kendaraan yang diamati atau diperkirakan melalui suatu titik selama rentang waktu tertentu. Sedangkan tingkat arus *(rate of flow)* adalah jumlah kendaraan yang

melalui suatu titik dalam waktu kurang dari 1 jam, tetapi diekivalenkan ke tingkat rata-rata per jam.

1. Kepadatan (*density*)

Kepadatan didefinisikan sebagai jumlah kendaraan yang menempati suatu panjang tertentu dari lajur atau jalan, dirata-ratakan terhadap waktu, dinyatakan dengan (kend/km).

# Arus dan Komposisi Lalu-lintas

Dalam PKJI 2014, nilai arus lalu-lintas (Q) mencerminkan komposisi lalu-lintas, dengan menyatakan arus dalam satuan mobil penumpang (smp). Semua nilai arus lalu-lintas (per arah dan total) diubah menjadi satuan mobil penumpang (smp), dengan menggunakan ekivalensi mobil penumpang (emp) yang diturunkan secara empiris untuk tipe kendaraan berikut :

1. Kendaraan ringan (LV) : (termasuk mobil penumpang, minibus, pik-up, truk kecil dan jeep).
2. Kendaraan berat (HV) : (termasuk truk dan bus).
3. Sepeda motor (MC).

Pengaruh kendaraan tak bermotor dimasukkan sebagai kejadian terpisah dalam faktor penyesuaian hambatan samping. Ekivalensi mobil penumpang (emp) untuk masing-masing tipe kendaraan tergantung pada tipe jalan dan arus lalu-lintas total yang dinyatakan dalam kend/jam. MKJI 1997 memberikan nilai normal untuk jenis-jenis kendaraan sesuai dengan ukuran kota seperti ditunjukkan dalam Tabel 2.2

# Tabel 2.2 Nilai Normal Untuk Komposisi Lalu-lintas

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Ukuran Kota | LV % | HV % | MC % |
| < 0,1 juta penduduk  0,1 – 0,5 juta penduduk  0,5 – 1,0 juta penduduk  1,0 – 3,0 juta penduduk  > 3,0 juta penduduk | 45  45  53  60  69 | 10  10  9  8  7 | 45  45  38  32  24 |

Nilai arus lalu-lintas (Q) mencerminkan komposisi lalu-lintas, dengan menyatakan arus dalam satuan mobil penumpang (smp). Semua nilai arus lalulintas (per arah dan total) dikonversikan menjadi satuan mobil penumpang (smp) dengan menggunakan ekivalensi mobil penumpang (emp) yang diturunkan secara empiris untuk tiap kendaraan. Ekivalensi mobil penumpang (emp) untuk masing-masing tipe kendaraan tergantung pada tipe jalan, tipe alinyemen dan arus lalu-lintas total yang dinyatakan dalam kend/jam.

# Tabel 2.4 Ekivalensi kendaraan penumpang (emp) untuk jalan empat lajur dua arah (terbagi dan tak terbagi)

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Tipe Alinyemen | Arus Total (kend/jam) | | EMP | | | |
| Jalan Terbagi Per Arah Kend/jam | Jalan Tak, Terbagi Total Kend/jam | MHV | LB | LT | MC |
| Datar | 0  1000  1800  >2150 | 0  1700  3250  >3950 | 1,2  1,4  1,6  1,3 | 1,2  1,4  1,7  1,5 | 1,6  2,0  2,5  2,0 | 0,5  0,6  0,8  0,5 |
| Bukit | 0  750  1400  >1750 | 0  1350  2500  >3150 | 1,8  2,0  2,2  1,8 | 1,6  2,0  2,3  1,9 | 4,8  4,6  4,3  3,5 | 0,4  0,5  0,7  0,4 |
| Gunung | 0  550  1100  >1500 | 0  1000  2C00  >2700 | 3,2  2,9  2,6  2,0 | 2,2  2,6  2,9  2,4 | 5,5  5,1  4,8  3,8 | 0,3  0,4  0,5  0,3 |

# Volume Lalu Lintas

Volume lalu lintas adalah banyaknya kendaraan yang melewati suatu titik atau garis tertentu pada suatu penampang melintang jalan.Data pencacahan volume lalu lintas adalah informasii yang diperlukan untuk fase perencanaan, desain,manajemen sampai pengoperasian jalan (Sukirman 1994). Menurut Sukirman (1994), volume lalu lintas menunjukan jumlah kendaraan yang melintasi satu titik pengamatan dalam satu satuan waktu (hari, jam, menit). Sehubungan dengan penentuan jumlah dan lebar jalur, satuan volume lalu lintas yang umum dipergunakan adalah lalu lintas harian rata-rata, volume jam perencanaan dan kapasitas. Jenis kendaraan dalam perhitungan ini diklasifikasikan dalam 3 macam kendaraan yaitu :

1. Kendaraan Ringan (*Light Vechicles* = LV) Indeks untuk kendaraan bermotor dengan 4 roda (mobil penumpang)

2. Kendaraan berat ( *Heavy Vechicles* = HV) Indeks untuk kendaraan bermotor dengan roda lebih dari 4 ( Bus, truk 2 gandar, truk 3 gandar dan kombinasi yang sesuai)

3. Sepeda motor (*Motor Cycle* = MC) Indeks untuk kendaraan bermotor dengan 2 roda.

Kendaraan tak bermotor (sepeda, becak dan kereta dorong), parkir pada badan jalan dan pejalan kaki anggap sebagai hambatan samping.

Data jumlah kendaraan kemudian dihitung dalam kendaraan/jam untuk setiap kendaraan, dengan faktor koreksi masing-masing kendaraan yaitu : LV =1,0; HV = 1,3; MC = 0,40

# Tabel 2.3 Tabel Keterangan Nilai SMP

|  |  |
| --- | --- |
| Jenis Kendaraan | Nilai Satuan Mobil Penumpang  (smp/jam) |
| Kendaraan berat (HV) | 1,3 |
| Kendaraan Ringan (LV) | 1,0 |
| Sepeda Motor (MC) | 0,40 |

Arus lalu lintas total dalam smp/jam adalah :

Qsmp = (emp LV × LV + emp HV × HV + emp MC × MC)

Keterangan:

Q : volume kendaraan bermotor ( smp/jam)

EmpLV : nilai ekivalen mobil penumpang untuk kendaraan ringan

EmpHV : nilai ekivalen mobil penumpang untuk kendaraan berat

EmpMC : nilai ekivalen mobil penumpang untuk sepeda motor

LV : notasi untuk kendaraan ringan

HV : notasi untuk kendaraan berat

MC: notasi untuk sepeda motor

Yang nantinya hasil faktor satuan mobil penumpang (P) ini dimasukkan dalam

rumus volume lalu lintas:

*Q = P × Qv………………………………………………………………………….* (3.2)

Dengan:

*Q* = volume kendaraan bermotor (smp/jam),

*P* = Faktor satuan mobil penumpang,

Qv = Volume kendaraan bermotor (kendaraan per jam)

# Kecepatan Arus Bebas

Kecepatan adalah besaran yang menunjukkan jarak yang ditempuh kendaraan dibagi waktu tempuh. Satuan dari kecepatan adalah km/jam (Silvia Sukirman, 1999). Kecepatan arus bebas (FV) didefinisikan sebagai kecepatan pada tingkat arus nol, yaitu kecepatan yang akan dipilih pengemudi jika mengendarai kendaraan bermotor tanpa dipengaruhi oleh kendaraan lain di jalan. Kecepatan arus bebas telah diamati melalui pengumpulan data lapangan, dimana hubungan antara kecepatan arus bebas dengan kondisi geometrik dan lingkungan telah ditentukan dengan metode regresi. Kecepatan arus bebas kendaraan ringan telah dipilih sebagai kriteria dasar untuk kinerja segmen jalan pada arus = 0. Kecepatan arus bebas untuk kendaraan berat dan sepeda motor juga diberikan sebagai referensi. Kecepatan arus bebas untuk mobil penumpang biasanya 10-15% lebih tinggi dari tipe kendaraan ringan lain.

Bentuk umum penentuan kecepatan arus bebas adalah sebagai berikut :

FV = (Fvo + FVw) x FFVsf x FFVcs...................................................... (2.1)

Dengan :

FV : Kecepatan arus bebas kendaraan ringan pada kondisi lapangan (km/jam)

Fvo : Kecepatan arus bebas dasar kendaraan ringan pada jalan yang diamati (km/jam) FVw : Penyesuaian kecepatan untuk lebar jalan (km/jam)

FFVsf : Faktor penyesuaian untuk hambatan samping dan lebar bahu atau jarak kereb penghalang

FFVcs : Faktor penyesuaian kecepatan untuk ukuran kota

Faktor-faktor yang mempengaruhi kecepatan arus bebas :

* Kecepatan arus dasar Kecepatan arus bebas dasar ditentukan berdasarkan jenis jalan dan jenis kendaraan. Secara umum kendaraan ringan memiliki kecepatan arus bebas lebih tinggi dari pada

kendaraan berat dan sepeda motor seperti ditunjukkan dalam Tabel 2.5

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Tipe Jalan | Kendaraan  Ringan  ( LV ) | Kendaraan  Berat  ( HV ) | Sepeda Motor  ( MC ) | Semua Kendaraan  ( Rata-rata ) |
| Kecepatan Arus Bebas Dasar (FV0) (km/jam) | | | |
| Enam-lajur terbagi  (6/2 D) atau  Tiga-lajur satu-arah (3/1) | 61 | 5  2 | 48 | 57 |
| Empat-lajur terbagi (4/2 D) atau Dua-lajur tak-terbagi (2/1 UD) | 57 | 5  0 | 47 | 55 |
| Empat-lajur tak-terbagi (4/2) | 53 | 4  6 | 43 | 51 |
| Dua-lajur tak-terbagi (2/2) | 44 | 4  0 | 40 | 42 |

# Tabel 2.5 Kecepatan Arus Bebas Dasar (FV0)

Sumber : PKJI 2014

* Penyesuaian kecepatan arus bebas untuk lebar jalur lalu-lintas

Penyesuaian akibat lebar jalur lalu-lintas efektif (Wc). Pada jalan selain 2/2 UD pertambahan/pengurangan kecepatan bersifat linier sejalan dengan selisihnya dengan lebar jalur standar (3.5 meter). Hal ini berbeda terjadi pada jalan 2/2 UD terutama untuk Wc (2 arah) kurang dari 6 meter. Nilai penyesuaian kecepatan arus bebas dapat ditunjukkan pada Tabel 2.6.

# Tabel 2.6 Nilai penyesuaian kecepatan arus bebas ( Wc)

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Penyesuaian Kecepatan Arus Bebas untuk Lebar Jalur Lalu-lintas Tipe jalan | Lebar Jalan Lalu-lintas Efektif (Wc) (m)  Per lajur | FVw (km/jam) |
| Empat-lajur terbagi atau jalan satu arah | 3.00  3.25  3.50  3.75  4.00 | -4  -2  0  2  4 |
| Empat-lajur tak-terbagi | Per lajur  3.00  3.25  3.50  3.75  4.00 | -4  -2  0  2  4 |
| Dua lajur tak-terbagi | Dua arah  5  6  7  8  9  10  11 | 9.5  -3  0  3  4  6  7 |

# Tabel 2.7 Faktor Penyesuaian Kecepatan Arus Bebas Untuk Hambatan Samping (FFVSF)

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Tipe Jalan | Kelas Hambatan | Faktor Penyesuaian untuk Hambatan Samping  dan Lebar Bahu | | | |
|  | | | | | |
|  |  | ≤ 0.5 | 1.0 | 1.5 | ≥ 2.0 |
| Empat-lajur-terbagi (4/2 D) | Sangat rendah  Rendah Sedang Tinggi  Sangat Tinggi | 1.02  0.98  0.94  0.89  0.84 | 1.03  1.00  0.97  0.93  0.88 | 1.03  1.02  1.00  0.96  0.92 | 1.04  1.03  1.02  0.99  0.96 |
| Empat-lajur-lajur tak- terbagi (4/2 UD) | Sangat rendah Rendah Sedang Tinggi  Sangat Tinggi | 1.02  0.98  0.93  0.87  0.80 | 1.03  1.00  0.96  0.91  0.86 | 1.03  1.02  0.99  0.94  0.90 | 1.04  1.03  1.02  0.98  0.95 |
| Dua-lajur tak-terbagi (2/2 UD) atau jalan satu arah | Sangat rendah  Rendah  Sedang Tinggi  Sangat Tinggi | 1.00  0.96  0.91  0.82  0.73 | 1.01  0.98  0.93  0.86  0.79 | 1.01  0.99  0.96  0.90  0.85 | 1.01  1.00  0.99  0.95  0.91 |

Sumber : PKJI 2014

* Penyesuaian Kecepatan Arus Bebas Dasar untuk Ukuran Kota (FFVcs) dapat ditunjukkan dengan menggunakan Tabel 2.8.

# Tabel 2.8 Faktor Penyesuaian Kecepatan Arus Bebas Ukuran Kota (FFVcs)

|  |  |
| --- | --- |
| Ukuran kota (juta penduduk) | Faktor koreksi untuk ukuran kota |
| < 0.1  0.1 – 0.5  0.5 – 1.0  1.0 – 1.3  > 3.0 | 0.90  0.93  0.95  1.00  1.03 |

Sumber : PKJI (2014)

# Kapasitas Jalan

Kapasitas didefinisikan sebagai arus maksimum yang melalui suatu titik di jalan persatuan jam pada kondisi tertentu. Untuk jalan dua-lajur dua-arah, kapasitas ditentukan untuk arus dua arah (kombinasi dua arah), tetapi untuk jalan dengan banyak lajur, arus dipisahkan per arah dan kapasitas ditentukan per lajur. Nilai kapasitas diamati melalui pengumpulan data lapangan selama memungkinkan. Kapasitas juga diperkirakan dari analisa kondisi iringan lalu-lintas dan secara teoritis dengan mengasumsikan hubungan matematik antara kepadatan, kecepatan, dan arus. Kapasitas dinyatakan dalam satuan mobil penumpang (smp).

Persamaan dasar untuk menentukan kapasitas adalah sebagai berikut :

C = C0 x FCW x FCSP x FCSF x FCCS ........................................................ (2.2)

Dengan:

C : kapasitas (smp/jam),

C0 : kapasitas dasar (smp/jam), FCW : faktor penyesuaian lebar jalan,

FCSP : faktor penyesuaian pemisahan arah (hanya untuk jalan tak terbagi), FCSF : faktor penyesuaian hambatan samping dan bahu jalan/kereb,

FCCS : faktor penyesuaian ukuran kota.

Jika kondisi sesungguhnya sama dengan kondisi dasar (ideal) yang ditentukan sebelumnya maka semua faktor penyesuaian menjadi 1,0 dan kapasitas menjadi sama dengan kapasitas dasar. Adapun faktor-faktor penyesuaian yang digunakan untuk perhitungan pada kapasitas seperti ditunjukkan dalam Tabel 2.9 Tabel 2.10, Tabel 2.11

# Tabel 2.9 Kapasitas Dasar Jalan Perkotaan (C0)

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Tipe jalan | Kapasitas dasar (smp/jam) | Keterangan |
| Jalan 4 lajur berpembatas median atau jalan satu arah | 1650 | Per lajur |
| Jalan 4 lajur tanpa pembatas median | 1500 | Per lajur |
| Jalan 2 lajur tanpa pembatas median | 2900 | Total dua arah |
| Sumber : PKJI 2014 | | |

**Tabel 2.10 Faktor Penyesuaian Kapasitas Lebar Jalur Lalu-lintas (FCW)**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Tipe jalan | Lebar jalan efektif (m) | (FCw) |
| Jalan 4 lajur berpembatas median atau jalan satu arah | Per lajur  3.00  3.25  3.50  3.75  4.00 | 0.92  0.96  1.00  1.04  1.08 |
| Jalan 4 lajur tanpa pembatas median | Per lajur  3.00  3.25  3.50  3.75  4.00 | 0.91  0.95  1.00  1.05  1.09 |
| Jalan 2 lajur tanpa pembatas median | Dua arah  5  6  7  8  9  10  11 | 0.56  0.87  1.00  1.14  1.25  1.29  1.34 |

Sumber : PKJI 2014

**Tabel 2.11 Faktor Penyesuaian Kapasitas untuk Pemisahan Arah (FCSP)**

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Pembagian arah (%-%) | | 50-50 | 55-45 | 60-40 | 65-35 | | 70-30 |
| FCSP | Dua lajur  (2/2) | 1.00 | 0.97 | 0.94 | 0.91 | | 0.88 |
|  | Empat lajur  (4/2) | 1.00 | 0.985 | 0.97 | 0.955 | 0.94 | |

Sumber : PKJI 2014

# Tabel 2.12 Faktor Penyesuaian Kapasitas untuk Hambatan Samping (FCSF)

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Tipe jalan | Kelas gangguan  sampinggg | | Faktor koreksi akibat gangguan samping  dan lebar bahu jalan  Lebar bahu jalan efektif | | | |
|  | |  |  | | | |
|  |  | | ≤ 0.5 | 1.0 | 1.5 | ≥ 2.0 |
| 4-lajur 2-arah berpembatas median (4/2 D) | Sangat rendah  Rendah Sedang Tinggi  Sangat Tinggi | | 0.96  0.94  0.92  0.88  0.84 | 0.98  0.97  0.95  0.92  0.88 | 1.01  1.00  0.98  0.95  0.92 | 1.03  1.02  1.00  0.98  0.96 |
| 4-lajur 2-arah tanpa pembatas median (4/2 UD) | Sangat rendah  Rendah Sedang Tinggi  Sangat Tinggi | | 0.96  0.94  0.92  0.87  0.80 | 0.99  0.97  0.95  0.91  0.86 | 1.01  1.00  0.98  0.94  0.90 | 1.03  1.02  1.00  0.98  0.95 |
| 2-lajur 2-arah tanpa pembatas median (2/2 UD) atau jalan 1 arah | Sangat rendah  Rendah Sedang Tinggi  Sangat Tinggi | | 0.94  0.92  0.89  0.82  0.73 | 0.96  0.94  0.92  0.86  0.79 | 0.99  0.97  0.95  0.90  0.85 | 1.01  1.00  0.98  0.95  0.91 |

Sumber : PKJI 2014

# Tabel 2.13 Faktor Penyesuaian Kapasitas Untuk Ukuran Kota (FCCS)

|  |  |
| --- | --- |
| Ukuran kota (juta penduduk) | Faktor Penyesuaian untuk  ukuran kota |
| < 0,1  0,1 – 0.5  0,5 – 1,0  1,0 – 1,3  > 1,3 | 0,86  0,90  0,94  1,00  1,03 |

# Derajat Kejenuhan

Derajat kejenuhan (DS) didefinisikan sebagai rasio arus terhadap kapasitas, digunakan sebagai faktor utama dalam penentuan tingkat kinerja simpang dan segmen jalan. Nilai derajat kejenuhan menunjukkan apakah segmen jalan tersebut mempunyai masalah kapasitas atau tidak. Derajat kejenuhan ruas jalan dapat dihitung dengan menggunakan persamaan 2.3.

DS = Q/C ................................................................................................ (2.3)

Dengan :

DS : derajat kejenuhan,

Q : volume arus lalu-lintas total (smp/jam)

C : kapasitas (smp/jam).

Nilai derajat kejenuhan untuk ruas jalan adalah 0,75. Angka tersebut akan menunjukkan apakah segmen jalan yang diteliti memenuhi kriteria kelayakan dengan angka derajat kejenuhan dibawah 0,75 atau sebaliknya.

# Kecepatan

Kecepatan tempuh didefinisikan dalam PKJI 2014 sebagai kecepatan rata-rata ruang dari kendaraan ringan (LV) sepanjang jalan, rumus umum yang digunakan sebagai berikut :

Dengan : V = L x TT .............................................................................................. (2.4)

V : Kecepatan rata-rata kendaraan yang sudah dihitung (km/jam),

L : Panjang segmen (km),

TT : waktu tempuh rata-rata (jam)

# Hubungan Kecepatan-Arus-Kerapatan

Prinsip dasar analisa kapasitas segmen jalan adalah kecepatan berkurang jika arus bertambah. Pengurangan kecepatan akibat penambahan arus adalah kecil pada arus rendah tetapi lebih besar pada arus yang lebih tinggi. Dekat kapasitas, pertambahan arus yang sedikit akan menghasilkan pengurangan kecepatan yang besar. Hal ini seperti ditunjukkan dalam Gambar 2.1. Hubungan ini telah ditentukan secara kuantitatif untuk kondisi standar, untuk setiap tipe jalan. Setiap kondisi standar mempunyai geometrik standar dan karakteristik lingkungan tertentu.

Jika karakteristik jalan lebih baik dari kondisi standar (misalnya lebih lebar dari lebar jalur lalu-lintas normal), kapasitas menjadi lebih tinggi dan kurva bergeser ke sebelah kanan, dengan kecepatan lebih tinggi pada arus tertentu. Jika karakteristik jalan lebih buruk dari kondisi standar (misalnya hambatan samping tinggi) kurva bergeser ke kiri kapasitas menjadi berkurang dan kecepatan pada arus tertentu lebih rendah. Untuk setiap tipe jalan, kurva standar untuk tipe jalan tersebut telah ditentukan berdasarkan data empiris. Analisa perilaku lalu-lintas kemudian dilakukan sebagai berikut :

1. Penentuan kecepatan arus bebas dan kapasitas untuk kondisi dasar yang ditentukan sebelumnya pada setiap tipe jalan.
2. Perhitungan kecepatan arus bebas dan kapasitas untuk kondisi jalan sesungguhnya dengan menggunakan tabel berisi faktor penyesuaian yang ditentukan secara empiris menurut perbedaan antara karakteristik dasar geometrik, lalu-lintas dan lingkungan jalan yang diamati.
   * 1. **Pembatasan Kecepatan**

Pembatasan kecepatan adalah suatu ketentuan untuk membatasi kecepatan lalu-lintas kendaraan dalam rangka menurunkan angka kecelakaan lalu-lintas. Untuk membatasi kecepatan ini digunakan aturan yang sifatnya umum ataupun aturan yang sifatnya khusus untuk membatasi kecepatan yang lebih rendah karena alasan keramaian, di sekitar sekolah, banyaknya kegiatan di jalan raya, penghematan energi ataupun karena alasan geometrik jalan. Kurang lebih sepertiga korban kecelakaan yang meninggal dunia karena pelanggaran kecepatan, sehingga pembatasan kecepatan merupakan alat yang ampuh untuk mengendalikan jumlah korban kecelakaan lalu-lintas.

1. Hubungan kecepatan dengan jarak kendaraan berhenti

Semakin cepat berjalan semakin jauh pengereman bisa dilakukan. Komponen yang terkait dengan itu adalah waktu reaksi mulai dari objek yang terlihat oleh mata, diolah otak untuk kemudian mulai menginjak rem yang besarnya sekitar 2 detik, kemudian setelah rem diinjak masih ada jarak yang ditempuh sampai dengan [kendaraan](http://id.wikipedia.org/wiki/Kendaraan) berhenti.

1. Jarak Pengereman

Jarak pengereman tergantung kepada beberapa hal diantaranya :

* 1. Jalan basah mengurangi [koefisien gesekan](http://id.wikipedia.org/wiki/Koefisien_gesek) dengan jalan.
  2. Jalan tergenang bisa mengakibatkan tidak ada friksi dimana kendaraan meluncur di atas air yang disebut sebagai aqua planing.
  3. Kondisi [ban,](http://id.wikipedia.org/wiki/Ban) ban licin sudah tidak ada bunganya/treat lebih rendah gesekannya.
  4. Jenis [rem](http://id.wikipedia.org/wiki/Rem) yang digunakan.

1. Penetapan batas kecepatan

Cara untuk menetapkan batas kecepatan adalah :

* 1. Ditetapkan secara umum dengan peraturan perundangan dalam hal ini pasal 80 Peraturan Pemerintah No. 43 tahun 1993 tentang Prasarana dan Lalu-lintas Jalan, seperti ditunjukkan dalam Tabel 2.14.

# Tabel 2.14 Kelas Jalan dan Kecepatan Kendaraan

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Kelas jalan | | Fungsi | | Jenis kendaraan | Kecepatan |
| Kelas I, II dan IIIA | | Primer | | Mobil pnp, bus, truk | 100 |
| Kelas I, II dan IIIA | | Primer | | Gandengan dan tempelan | 80 |
| Kelas III B | | Primer | | Mobil pnp, bus, truk | 80 |
| Kelas III C | | Primer | | Mobil pnp, bus, truk | 60 |
| Kelas II, III A | | Sekunder | | Mobil pnp, bus, truk | 70 |
| Kelas II, III A | | Sekunder | | Gandengan, tempelan | 60 |
| Kelas III B | Sekunder | | Mobil pnp, bus, truk | | 50 |
| Kelas III C | Sekunder | | Mobil pnp, bus, truk | | 40 |

Sumber : PKJI 2014

Dalam hal ditetapkan lebih rendah dapat menggunakan pendekatan lebih rendah dari 85 persen dari kecepatan bebas lalu-lintas setempat.

**2.9 Tingkat Pelayanan**

Tingkat pelayanan jalan merupakan istilah yang digunakan untuk menyatakan kualitas pelayanan yang disediakan oleh suatu jalan dalam kondisi tertentu. Penilaian tingkat pelayanan jalan ini akan dilihat dari aspek perbandingan antara volume lalu-lintas dengan kapasitas jalan, dimana volume merupakan gambaran dari kebutuhan terhadap arus lalu-lintas sedangkan kapasitas merupakan gambaran dari kemampuan jalan untuk melewatkan arus lalu-lintas. Sebuah jalan dikatakan akan menemui masalah jika perbandingan antara volume lalu- lintas dan kapasitas jalan telah mendekati satu, yang ditandai dengan adanya gangguan terhadap aliran arus lalu-lintas hingga menyebabkan arus tidak stabil. Hal ini dicerminkan dengan menurunnya kecepatan kendaraan dan selanjutnya akan menurunkan tingkat pelayanan jalan tersebut. Peraturan Menteri Perhubungan No.14 Tahun 2006 tentang Manajemen dan Rekayasa Lalu-lintas di Jalan, menjelaskan tingkat pelayanan merupakan kemampuan ruas jalan atau persimpangan untuk menampung lalu-lintas pada keadaan tertentu seperti ditunjukkan dalam Tabel 2.15.

# Tabel 2.15 Karakteristik Tingkat Pelayanan

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Tingkat Pelayanan | Karakteristik | Interval Rasio  Volume Kapasitas  (DS) |
| A  (*Free flow*/arus bebas) | Kondisi arus bebas dengan kecepatan tinggi, pengemudi dapat memilih kecepatan yang diinginkan  tanpa hambatan sesuai dengan batas kecepatan yang ditentukan | 0,00 - 0,19 |
| B  (*Stable flow*/arus stabil) | Arus stabil tetapi kecepatan operasional mulai dibatasi oleh kondisi lalu-lintas. Pengemudi memiliki kebebasan yang cukup untuk memilih kecepatan. | 0,20 - 0,44 |
| C  (*Stable flow*/arus stabil | Arus masih dalam batas stabil tetapi kecepatan dan  gerak kendaraan dikendalikan. Pengemudi dibatasi  dalam memilih kecepatan | 0,45 - 0,74 |
| D  (A*pproching unstable* flow/arus hampir tidak stabil) | Arus mendekati tidak stabil, kecepatan masih dikendalikan namun menurun relative cepat akibat hambatan yang timbul. Pengemudi dibatasi memilih kecepatan dan kebebasan bergerak relative kecil | 0,75 - 0,84 |
| E  (*Unstable flow/*  arus tak stabil) | Arus tidak stabil karena volume lalu-lintas mendekati/berada pada kapasitas dimana kecepatan lebih rendah dari 40 km/jam dan pergerakan kendaraan terkadang terhenti | 0,85 - 0,99 |
| F  (*Forced flow/*  arus yang dipaksakan) | Arus yang dipaksakan atau macet, kecepatan rendah,  volume di atas kapasitas. Arus lalu-lintas sering terhenti hingga terjadi antrian panjang dan hambatan- hambatan yang besar. | ≥ 1,00 |