II. TINJAUAN PUSTAKA

A. Angkutan Kereta Api

Transportasi darat mulai dikembangkan dengan teknologi penggerak (sarana) sederhana berupa roda, yang selanjutnya dihasilkan beberapa tipe dan ukuran. Sejalan dengan perkembangan teknologi automotif, metal, elektronik dan informatika, manusia berhasil memanfaatkan sumber daya alam yang tersedia untuk menciptakan berbagai jenis moda angkutan dan lokomotif.

Angkutan transportasi darat hingga saat ini dikembangkan dalam 2 jenis moda angkutan, yaitu moda angkutan jalan raya dan moda angkutan jalan rel/kereta api.

Perkeretaapian adalah satu kesatuan sistem yang terdiri atas prasarana, sarana, dan sumber daya manusia, serta norma, kriteria, persyaratan, dan prosedur untuk penyelenggaraan transportasi kereta api. (UU No.23, 2007)

Perkeretaapian merupakan angkutan yang ramah lingkungan, dengan emisi gas buang kecil dan pengembangan teknologi kereta berbasis energi listrik, memungkinan sebagai moda angkutan yang mampu menjawab masalah lingkungan hidup manusia di masa yang akan datang.

Dapat dipergunakan sebagai pelayanan aktifitas khusus, karena daya angkut besar, dan memiliki jalur sendiri, sehingga perjalanan suatu aktifitas khusus dilaksanakan tanpa banyak memberi dampak sosial.

Kereta api adalah sarana perkeretaapian dengan tenaga gerak, baik berjalan sendiri maupun dirangkaikan dengan sarana perkeretaapian lainnya, yang akan ataupun sedang bergerak di jalan rel yang terkait dengan perjalanan kereta api. (UU No.23, 2007)

Angkutan kereta api adalah kegiatan pemindahan orang dan atau barang dari satu tempat ke tempat lain dengan menggunakan kereta api. (Keputusan Menteri Perhubungan tentang Jalur Kereta Api No.52, 2000)

Pada awalnya istilah kereta api yang dikenal di Indonesia muncul karena pada masa lalu bahan bakar yang digunakan adalah batu bara atau kayu, sehingga pada saat kareta berjalan mengeluarkan kepulan asap dari cerobong selain itu terbawa pula percikan api yang cukup banyak. (Warpani, 1990)

Perkembangan perkeretaapian terus berjalan termasuk dalam rancang bangun, teknologi komunikasi dan informasi, dan teknologi bahan. Hal ini membawa pula perkembangan sarana dan prasarana kereta api, misalnya kereta api super cepat, kereta api *monorail* (dengan satu rel), kereta api levitasi magnetik (maglev), kereta api pengangkut berat.

Istilah kereta api hingga saat ini masih tetap digunakan, meskipun kereta api sekarang sudah modern dan tidak lagi menggunakan bahan bakar berupa batu bara atau kayu yang mengeluarkan api dari cerobong asap.

B. Sifat dan Karakteristik Angkutan Kereta Api

Kereta api dapat dibedakan menurut sifatnya masing-masing, berikut ini adalah jenis-jenis kereta api yang dibedakan dari sifatnya antara lain :

1. Kereta api biasa, adalah kereta api yang perjalanannya tertulis di dalam grafik perjalanan kereta api, tertulis dalam daftar waktu dan berjalan setiap hari yang ditentukan dalam grafik dan dalam daftar waktu.

2. Kereta api fakultatif, adalah kereta api yang perjalanannya tidak tertulis di dalam grafik perjalanan kereta api dan tertulis dalam daftar waktu tetapi hanya dijalankan apabila dibutuhkan.

3. Kereta api luar biasa, adalah kereta api yang perjalanannya tidak tertulis di dalam grafik perjalanan kereta api dan tidak tertulis di dalam daftar waktu tetapi ditetapkan menurut keperluan.

Moda angkutan kereta api memiliki keunggulan dan kelemahan dalam melakukan fungsinya sebagai salah satu moda angkutan untuk barang dan atau orang.

Adapun keuntungan angkutan kereta api dapat dijelaskan, antara lain :

1. Moda angkutan jalan rel adalah tipe moda angkutan yang memungkinkan jangkauan pelayanan orang /barang dalam jarak pendek, sedang dan jauh dengan kapasitas yang besar (angkutan masal).

2. Energi yang digunakan relatif kecil, bahkan dengan dikembangkan tenaga penggerak baterai dari sumber listrik yang memungkinkan penggunaan hemat energi.

3. Keandalan waktu yang cukup tinggi sehingga kecepatan lebih relatif konstan dan keselamatan perjalanan akan lebih baik dibandingkan moda lain, karena mempunyai jalur *(track)* dan fasilitas terminal tersendiri.

4. Biaya total variabel (biaya operasional) perhitungan perhari cukup tinggi, namun biaya variabel dalam per ton tiap km sangat rendah (karena kapasitas angkut cukup besar) dibandingkan dari perkembangan moda.

Di dalam keuntungan, kereta api juga memiliki kerugian antara lain :

1. Memerlukan fasilitas dan infrastruktur khusus yang tidak bisa digunakan oleh moda angkutan lain, sebagai konsekuensinya perlu penyediaan alat angkut yang khusus (gerbong dan lokomotif).
2. Investasi yang dikeluarkan cukup tinggi karena kereta api memerlukan perlakuan khusus dalam proses perawatan.
3. Pelayanan jasa orang/barang hanya terbatas pada jalurnya (tidak *door to door*).
4. Bila ada hambatan (kecelakaan) pada jalur tersebut, maka tidak dapat segera dialihkan ke jalur lainnya.

C. Sarana dan Prasarana Kereta Api

Sarana angkutan kereta api konvensional merupakan rangkaian yang terdiri dari lokomotif dan sejumlah rangkaian gerbong atau kereta untuk mengangkut orang dan atau barang. Kereta api adalah kendaraan yang dapat bergerak di jalan rel. (Undang-UndangtentangPerkeretaapian No.23, 2007)

Adapun yang dimaksudkan dengan sarana kereta api adalah sebagai berikut :

1. Lokomotif *(locomotive)*

   Lokomotif merupakan sumber penggerak utama yang terdiri dari lok tenaga uap, diesel dan elektrik. Perkembangan teknologi selanjutnya tidak

hanya dipusatkan pada satu jenis lokomotif saja melainkan dibagi pada beberapa jenis kereta seperti Kereta Rel Diesel (KRD) dan Kereta Rel Listrik (KRL).

Jenis lokomotif di Indonesia dibedakan sesuai dengan penggunaan jumlah gandarnya. Jenis lokomotif dibedakan berdasarkan :

a. Lokomotif BB

Lokomotif ini berarti beban bertumpu oleh dua *bogie* yang masing-masing *bogie* terdiri dari dua gandar. Satu gandar disini terdiri dari dua roda yang saling tersambung.

Gambar 1. Lokomotif Tipe BB 301 25

b. Lokomotif CC

Lokomotif ini memiliki dua *bogie* yang terdiri dari masing-masing tiga gandar. Setiap gandar terdiri dari dua roda. Perhitungan distribusi gaya berat lokomotif CC menjadi beban gandar seperti halnya perhitungan pada lokomotif BB.

Gambar 2. Lokomotif Tipe CC 201 56

Gambar 3. Lokomotif Tipe CC 201 83 70

2. Kereta (*Car/Coach*) dan Gerbong (*Wagon*)

Pengertian dari kereta sendiri adalah kendaraan yang sebagian atau seluruhnya dipergunakan untuk mengangkut penumpang, bagasi, dan kiriman pos.

Gerbong adalah kendaraan yang khusus dipergunakan untuk mengangkut barang dan atau binatang. Terdapat tiga gerbong yang banyak dipakai

yaitu gerbong tertutup, tangki dan datar.

Terdapat berbagai tipe kereta dan gerbong yang pemakaiannya tergantung pada jumlah dan jenis orang/barang yang diangkut. Bagian terpenting dari kereta adalah badan kereta/gerbong, kerangka dasar dan *bogie*.

Bogie merupakan bagian kereta yang menghubungkan kerangka/badan kereta/gerbong dengan jalan rel. *Bogie* berfungsi sebagai pengaman perjalanan sekaligus memberikan kenyamanan kepada penumpang dan peredam energi diantara badan kereta/gerbong dengan rel.

Berdasarkan UU No.13 Tahun 1992 yang tertuang dalam Bab 1 pasal 1 ayat 7, prasarana kereta api adalah jalur dan stasiun kereta api termasuk fasilitas yang diperlukan agar sarana kereta api dapat dioperasikan.

Fasilitas penunjang kereta api adalah segala sesuatu yang melengkapi penyelenggaraan angkutan kereta api yang dapat memberikan kemudahan serta kenyamanan bagi pengguna jasa angkutan kereta api.

Sedangkan untuk mendukung pengoperasian sarana kereta api diperlukan prasarana kereta api yang meliputi :

1. Jalan Kereta Api (Jalan Rel)

   Jalan kereta api, yaitu jalur yang terdiri atas rangkaian petak jalan rel dimana jalan rel adalah satu kesatuan konstruksi yang terbuat dari baja, beton, atau konstruksi lain yang terletak di permukaan, di bawah, dan di atas tanah atau bergantung beserta perangkatnya.

Fungsinya untuk mengarahkan jalannya kereta api, yang meliputi ruang manfaat jalur kereta api, ruang milik jalur kereta api, dan ruang pengawasan jalur kereta api, termasuk bagian atas dan bawahnya yang diperuntukkan bagi lalu lintas kereta api seperti jembatan, bangunan hikmat untuk drainase, *underpass* dan *fly over* dan terowongan.

Tabel 1. Karakteristik Jalan Kereta Api Eksisting

Karakteristik	Besaran
Jenis Kereta	Penumpang
Jenis Rel	R54, Narrow gauge (1.067 mm), UIC 54
Beban Gandar Maksimum	18 ton
Kecepatan Maksimum	60-70 km/jam
Jari-Jari Kelengkungan	300 m

Sumber : Railway Feasibilty Study, PT Dardela & Ing Rail BV

Menurut reglemen 19 Bab I Pasal 1 ayat 2 jalan kereta api dibedakan atas puncak kecepatannya, di table bawah ini akan dijelaskan tentang kelas jalan kereta api.

Tabel 2. Kelas Jalan Kereta Api

KelasJalan	Kecepatan (V)
I	V < 60 km/jam
II	-
II/1	45 < V < 60
II/2	30 < V < 45
II/3	20 < V < 30

Sumber : Reglemen 19

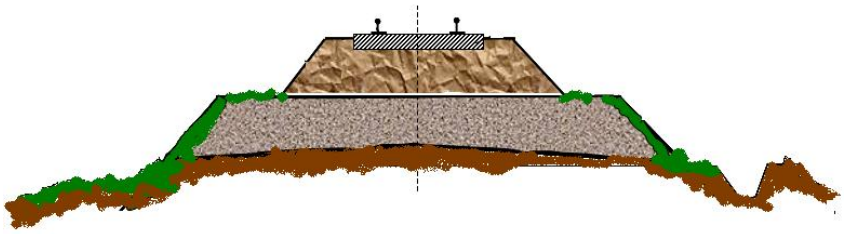
Untuk jalan kereta kelas I dan jalan kereta kelas II/1 disebut sebagai lintas raya. Sedangkan untuk jalan kereta api kelas II/2 dan jalan kereta api kelas II/3 disebut lintas cabang.

Selain dibedakan oleh puncak kecepatannya, jalan kereta api juga dibedakan oleh jumlah *track* pada lintasannya :

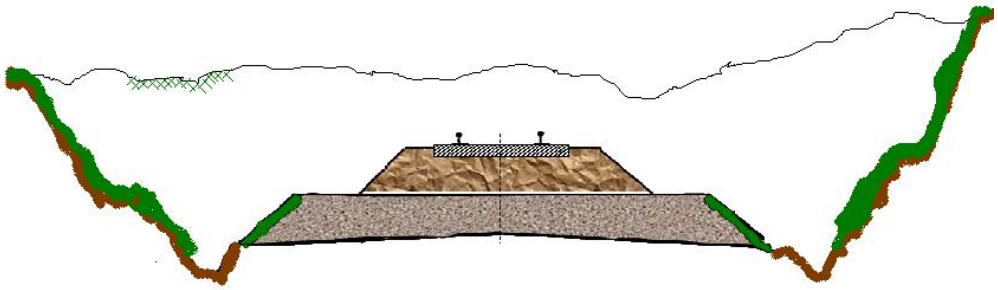
a. *Single track*, jalan kereta api yang terdiri dari satu *track* pada lintasannya.
b. *Double track*, jalan kereta api yang terdiri dari dua *track* pada lintasannya.
c. *Multi track*, jalan kereta api yang terdiri dari tiga atau lebih *track* pada lintasannya.

Secara konstruksi, jalan rel dibagi menjadi dua bentuk konstruksi, yaitu :

a. Jalan rel dalam konstruksi timbunan, biasanya terdapat pada daerah persawahan atau daerah rawa.
b. Jalan rel dalam konstruksi galian, umunya terdapat pada medan berupa pegunungan dan berbukit.



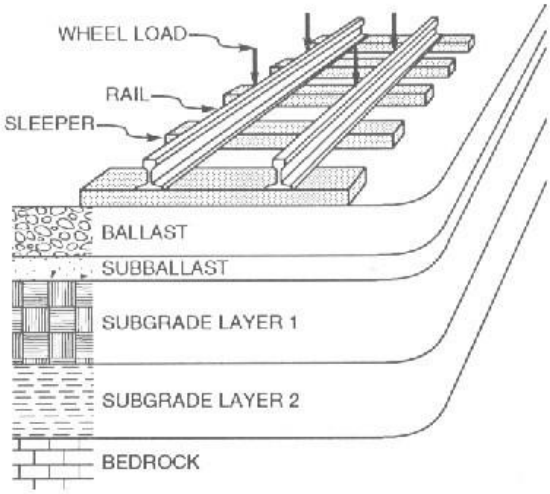
Gambar 4. Contoh Potongan Jalan Rel pada Timbunan



Gambar 5.Contoh Potongan Jalan Rel pada Galian

Konstruksi jalan rel merupakan suatu sistem struktur yang menghimpun komponen-komponennya seperti rel, bantalan, penambat dan lapisan pondasi serta tanah dasar secara terpadu dan disusun dalam sistem

konstruksi dan analisis tertentu untuk dapat dilalui kereta api secara aman dan nyaman.



Gambar 6. Sistem Komponen Penyusun Jalan Rel

Secara umum komponen penyusun jalan rel dijelaskan sebagai berikut :

a. Rel *(Rail)*

   Merupakan batangan baja longitudinal yang berhubungan secara langsung, dan memberikan tuntunan dan tumpuan terhadap pergerakan roda kereta api secara berterusan.

b. Penambat *(Fastening System)*

   Berfungsi untuk penghubung antara bantalan dengan rel sesuai dengan jenis bantalan yang digunakan serta klasifikasi jalan rel yang harus dilayani.

c. Bantalan *(Sleeper)*

   Berfungsi menerima beban dari rel dan mendistribusikan kelapisan balas dengan tingkat tekanan yang kecil, mempertahankan system

penambat untuk mengikat rel pada kedudukannya, dan menahan pergerakan rel arah longitudinal, lateral dan vertikal.

d. Lapisan Pondasi Atas atau Lapisan Balas *(Ballast)*

Berfungsi untuk menahan gaya vertikal, lateral, dan longitudinal yang dibebankan pada bantalan sehingga bantalan dapat mempertahankan jalan rel pada posisi yang diisyaratkan.

e. Lapisan Pondasi Bawah atau Lapisan Subbalas *(Subballast)*

Berfungsi mengurangi tekanan di bawah balas sehingga dapat didistribusikan kepada lapisan tanah dasar sesuai dengan tingkatannya.

f. Lapisan Tanah Dasar *(Subgrade)*

Berfungsi untuk menyediakan landasan yang stabil untuk lapisan balas dan subbalas.

2. Stasiun

Stasiun adalah tempat kereta api berangkat atau berhenti untuk melayani naik dan turunnya penumpang dan bongkar muat barang. Selain itu, stasiun juga berfungsi sebagai tempat pengendali dan pengatur lalu lintas kereta api.

Stasiun yang besar sering pula menjadi tempat perawatan kereta dan lokomotif. Selama dalam perjalanan kereta api melewati banyak stasiun tapi tidak disinggahi, stasiun-stasiun ini bertugas untuk memberi sinyal dan mengatur kelancaran dalam beroperasi.

3. Emplasemen

Emplasemen yaitu kumpulan jalan rel di area stasiun dengan batas-batas tertentu dan dilengkapi dengan alat pengaman. Pada lintas antara Tanjungkarang sampai dengan Kertapati terdapat 48 stasiun dengan panjang empalsemen yang terbagi atas 3 kategori yang dapat dijelaskan sebagai berikut :

a. Emplasemen super panjang > 1200 m,
b. Emplasemen panjang dengan panjang 700-1200 m,
c. Emplasemen pendek dengan panjang < 700 m.

4. Wesel

Wesel merupakan penghubung antara dua jalan rel dan berfungsi untuk mengalihkan/mengantarkan kereta api dari suatu sepur kesepur yang lain. Panjang wesel sebaiknya merupakan kelipatan dari panjang rel, sehingga akan memudahkan wesel kedalam sepur yang telah ada tanpa harus melakukan pemotongan rel pada sepur yang telah ada.

Untuk memindahkan rel, digunakan wesel yang digerakkan secara manual ataupun dengan menggunakan motor listrik. Pada kereta api kecepatan tinggi dibutuhkan transisi yang lebih panjang sehingga dibutuhkan pisau yang lebih panjang dari pada lintasan untuk kereta api kecepatan rendah.

Tabel 3. Tangen Sudut Simpang Arah, Nomor Wesel dan Kecepatan Ijin

tg. A	1 : 8	1 : 10	1 : 12	1 : 14	1 : 16	1 : 18
Nomor Wesel	W8	W10	W12	W14	W16	W18
Kecepatan Ijin (km/jam)	25	35	45	50	60	70

Sumber : Peraturan Dinas Perkeretaapian No. 10, 1986

Gambar 7. Wesel

5. Persilangan

Apabila dua jalan rel dari dua arah yang terletak pada satu bidang saling berpotongan, di tempat perpotongan tersebut harus dibuat suatu konstruksi yang memungkinkan roda dapat lewat. Konstruksi tersebut disebut dengan persilangan.

Berdasarkan sudut perpotongannya, terdapat dua jenis persilangan, yaitu :

a. Persilangan siku-siku, yaitu apabila sudut perpotongannya 90^o.
b. Persilangan miring, yaitu apabila sudut perpotongannya$< 90^o$.

Persilangan miring dibagi menjadi dua, yaitu :

a. Persilangan tajam, yaitu apabila sudut perpotongannya $< 40^o$.
b. Persilangan tumpul, yaitu apabila sudut perpotongannya $> 40^o$.

Gambar 8. Persilangan Siku-Siku

6. Sistem Persinyalan

Persinyalan adalah seperangkat fasilitas seperti jaringan instalasi sinyal baik manual, mekanik maupun elektrik, rumah sinyal, tiang sinyal, kawat sinyal, saluran kawat sinyal dan tanda-tanda dan semboyan persinyalan.

Yang digunakan untuk memberikan isyarat berupa bentuk, warna, dan cahaya yang memberikan isyarat untuk mengatur dan mengontrol pengoperasian kereta api.

Sistem persinyalan saat ini masih menggunakan sistem blok mekanik dan untuk mendukung keamanan perjalanan kereta api, semua stasiun dengan emplasemen superpanjang diupayakan menggunakan sinyal muka cahaya.

7. Telekomunikasi

Telekomunikasi adalah seperangkat fasilitas seperti jaringan dan instalasi pesawat telepon TOKA-PABX, dan tower radio yang digunakan untuk menyampaikan informasi dan komunikasi guna membantu keamanan, keselamatan dan kelancaran pengoperasian kereta api.

8. Listrik aliran atas, jaringan, dan tiang-tiangnya.
9. Perlintasan, seperti jalan, pintu, gardu, dan panel sel tenaga surya.

D. Frekuensi Perjalanan

Frekuensi perjalanan adalah jumlah perjalanan sebenarnya yang telah melewati jalur tertentu. Banyaknya frekuensi yang terjadi dalam satu jalur dapat kita lihat pada Grafik Perjalanan Kereta Api (GAPEKA).

Frekuensi keberangkatan rangkaian kereta api bergantung pada tingkat kedatangan dari penumpang ataupun barang yang diangkut. Semakin tinggi tingkat kedatangan maka frekuensi keberangkatan juga akan semakin tinggi. Frekuensi perjalanan kereta api dapat dibagi menjadi 3 yaitu :

1. Frekuensi rendah ialah maksimum 2 kereta api tiap jam.
2. Frekuensi sedang ialah maksimum 3 – 5 kereta api tiap jam.
3. Frekuensi tinggi ialah maksimum 6 atau lebih kereta api tiap jam.

E. *Headway* dan Keselamatan Perjalanan Kereta Api

Keselamatan merupakan faktor utama dalam perjalanan kereta api. Prinsip keselamatan perjalanan kereta api adalah dengan membagi suatu ruas jalan rel menjadi beberapa blok yang dibatasi oleh sinyal.

Tiap blok hanya boleh ditempati oleh satu kereta pada suatu selang waktu tertentu. Sebelum kereta api memasuki suatu blok sinyal, lampu maupun *semaphore* menunjukan keadaan blok yang dimasuki.

Satuan *headway* adalah menit per kereta api (menit/KA). *Headway* minimum dalam suatu jarak dalam suatu petak jalan/blok dapat dihitung dengan cara simulasi pada diagram waktu-ruang atau grafik berdasarkan data sarana dan prasarana di lapangan.

F. Grafik Perjalanan Kereta Api (GAPEKA)

Gapeka merupakan daftar perjalanan kereta api dalam bentuk grafis. Jadwal antara satu dengan jadwal kereta lainnya tidak dapat berdiri sendiri karena sangat erat kaitannya dengan jadwal perjalanan lainnya, terutama pada sepur

tunggal dimana kereta yang satu hampir pasti harus berpotongan dengan jadwal kereta lainnya.

Pada jaringan sepur ganda juga terdapat kaitan antara perjalanan kereta dengan kereta lainnya, karena yang berjalan lebih lambat akan disusul oleh kereta yang lebih cepat di stasiun. Sehingga cara terbaik dalam merencanakan perjalanan kereta api adalah dengan menggambarkan garis perjalanan kereta pada sebuah grafik dua dimensi, dengan demikian dapat diketahui tempat persilangan antara pejalanan kereta.

Bentuk Gapeka adalah berupa suatu grafik 2 dimensi yang terdiri dari waktu sebagai sumbu X dan tempat pemberhentian sebagai sumbu Y. Dalam Gapeka, perjalanan dari suatu rangkaian kereta api dimodelkan sebagai garis linier dengan kemiringan tertentu dan bentuk tertentu untuk setiap perjalanan kereta api.

Kemiringan ini dipengaruhi oleh kecepatan dari suatu perjalanan kereta api, semakin besar sudut kemiringan yang dibentuk menunjukkan bahwa kecepatan kereta api semakin tinggi.

G. Stam Formasi

Stam formasi kereta merupakan susunan rangkaian kereta api yang telah disusun untuk melayani jalur tertentu. Untuk hal-hal tertentu seperti adanya penumpang yang lebih banyak maka perlu adanya penambahan jumlah kereta dalam rangkaian. Tetapi juga rangkaian menjadi lebih pendek karena adanya kereta yang rusak. Penentuan stam formasi ini sangat penting untuk jadwal perjalanan kereta api.

H. Kecepatan

Dalam transportasi kereta dikenal ada emapt kecepatan, yaitu seperti berikut :

1. Kecepatan rencana, yaitu kecepatan yang digunakan dalam merencanakan struktur jalan rel, dan perancangan geometri jalan rel.

   a. Untuk perencanaan struktur jalan rel

      V rencana = 1,25 x V maks

   b. Untuk perencanaan peninggian

      $$V\ \text{rencana} = c\ x\ \frac{\Sigma\ Ni\ .\ Vi}{\Sigma\ Ni}$$

      dimana :

      c = 1,25

      Ni = jumlah kereta api yang lewat

      Vi = kecepatan operasi

   c. Untuk perencanaan jari-jari lengkung lingkaran dan lengkung peralihan

      V rencana = V maks

2. Kecepatan maksimum, yaitu kecepatan tertinggi yang diijinkan dalam suatu operasi rangkaian kereta api pada suatu lintasan tertentu. Kecepatan maksimum ini dapat digunakan untuk mengejar keterlambatan yang terjadi karena gangguan-gangguan di perjalanan.

Tabel 4. Kecepatan Maksimum yang Diijinkan di Indonesia

Kelas Jalan	Kecepatan (km/jam)
I	120
II	110
III	100
IV	90
V	80

Sumber : Perencanaan Konstruksi Jalan Rel, 1986

3. Kecepatan operasi, adalah kecepatan rerata kereta api pada petak jalan tertentu. Kecepatan operasi ini bergantung pada kondisi jalan rel dan kereta/kendaraan rel yang beroperasi diatas jalan rel yang dimaksud.

4. Kecepatan komersil, merupakan kecepatan rata-rata kereta api sebagai hasil pembagian jarak tempuh dengan waktu tempuh.

I. Kapasitas Lintas

Kapasitas jalu rel (lintas) adalah kemampuan suatu lintas jalan kereta api untuk menampung operasi perjalanan kereta api dalam periode atau kurun waktu 1440 menit (24 jam) di lintas yang bersangkutan. Satuan yang dipergunakan untuk kapasitas lintas adalah jumlah kereta api per satuan waktu (umunya 24 jam).

Kapasitass lintas adalah banyaknya atau jumlah kereta api yang dapat lewat atau di jalankan dengan tertib dan aman pada suatu lintas atau petak jalan tertentu dan dalam waktu tertentu.

Kapasitas lintas diartikan sebagai frekuensi tertinggi yang dapat dicapai satu lintas pada satu kurun waktu tertentu. Dari segi operasional, pemakaian

sepenuhnya merupakan hal yang diinginkan untuk dicapai selama pasar mendukung.

Kapasitas untuk jalan rel ditentukan oleh beberapa hal, yaitu :

- *Headway*, yaitu kerapatan minimum atau selang waktu minimum antara dua kereta api.
- Kecepatan kereta api, puncak kecepatan kereta api ditentukan puncak kecepatan terendah diantara puncak kecepatan sarana dengan prasarana.

Sesuai dengan keadaan jalan rel dalam penelitian ini yang berupa jalur tunggal serta diperkirakan panjang satu rangkaian kereta yang cukup besar dan lebih dari 50 gerbong untuk kereta barang atau lebih dari 500 meter, maka digunakan rumus:

1. Perhitungan Kapasitas Lintas (Kaplin)

$$N = \frac{1440}{T+(C1+C2)} \text{ x } \eta \quad \text{..... (1)}$$

Keterangan :

N = kapasitas lintas (KA / hari)

1440 = jumlahmenitdalamsatuhari/24 jam

T = waktu tempuh

C1 = waktu pelayanan blok mekanik (menit)

C2 = waktu pelayanan sinyal mekanik (menit)

η = faktor efisiensi (untuk sepur tunggal 60%, untuk sepur ganda 70%)

2. Perhitungan Waktu Tempuh (T)

$$T = \frac{D}{V} \quad \text{..... (2)}$$

Keterangan :

T = waktu tempuh

D = jarak antar stasiun (km)

V = kecepatan rata-rata (km/jam)

3. Perhitungan Kecepatan Rata-Rata

$$V = \frac{Vp \times Np + Vb \times Nb}{Np + Nb} \quad \text{..... (3)}$$

Keterangan :

V = kecepatan rata-rata (km/jam)

Vp = kecepatan KA penumpang (km/jam)

Vb = kecepatan KA barang (km/jam)

Np = jumlah KA penumpang

Nb = jumlah KA barang

J. Daya Angkut Lintas

Daya angkut lintas adalah jumlah angkutan anggapan yang melewati suatu lintas dalam jangka waktu satu tahun. Daya angkut lintas mencerminkan jenis serta jumlah total dan kecepatan kereta api yang lewat dilintasan bersangkutan, dengan satuan ton/tahun.

Menurut buku Perencanaan Perkeretaapian karangan Soedjono Kramadibrata, Peningkatan daya angkut pada lintas utama meliputi, yaitu :

1. Peningkatan dan perluasan prasarana, memperkecil jumlah tikungan atau memperbesar radius lengkungan,
2. Peningkatan metode operasi, dan
3. Penambahan dan mempertinggi frekuensi untuk mampu mempertinggi kapasitas angkutnya.

Tonase angkut lintas banyak tergantung dari :

- Kapasitas lintas,
- Besar tekanan gandar yang mampu dipikul,
- Banyaknya rangkaian,
- Jumlah gandar setiap satuan lokomotif, kereta dan gerbong.

Pada satu operasi tertentu, tonase angkut lintas tersebut dapat ditingkatkan dengan menaikan kapasitas lintasnya. Daya angkut lintas dan keadaan serta karakteristik tanah pada satu lingkup lintas sangat menentukan teknologi sarana dan prasarana yang perlu direncanakan dan diterapkan pada sistem operasi tersebut.

Tabel 5. Klasifikasi Jalan Rel di Indonesia

Kelas Jalan	Kapasitas Angkut Lintas (10^6 ton/tahun)	Kecepatan Maksimum (km/jam)	Beban Gandar Maksimum (ton)	Tipe Rel
I	>20	120	18	R.60/R.54
II	10-20	110	18	R.54/R.50
III	5-10	100	18	R.54/R.50/R.42
IV	2,5-5	90	18	R.54/R.50/R.42
V	<2,5	80	18	R.42

Sumber : Perencanaan Konstruksi Jalan Rel, 1986

Daya angkut lintas dihitung dengan persamaan :

T = 360 x S x TE ..... (4)

TE = Tp x Kb.Tb + K1.T1 ..... (5)

Keterangan :

T = daya angkut lintas (ton/tahun)

TE = tonase ekivalen (ton/hari)

Tp = tonase penumpang dan kereta harian

Tb = tonase barang dan gerbong harian

T1 = tonase lokomotif harian

S = koefisien yang besarnya tergantung pada kualitas lintas

S = 1,1 untuk lintas dengan kereta penumpang kecepatan maksimum 120 km/jam

S = 1,0 untuk lintas tanpa kereta penumpang

Kb = koefisien yang besarnya tergantung pada beban gandar

Kb = 1,5 untuk beban gandar < 18 ton

Kb = 1,2 untuk baban gandar > 18 ton

K1 = koefisien yang telah ditetapkan sebesar 1,4