

## **BAB III**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **A. Perkeretaapian**

Pada Undang-Undang Nomor 23 Tahun 2007 tentang Perkeretaapian dijelaskan bahwa 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.

Kereta api merupakan gabungan dari kendaraan yang menggunakan tenaga gerak baik itu digerakkan oleh masinis maupun bergerak dengan dirangkai pada kereta api lainnya, kereta api termasuk transportasi rel yang mengangkut manusia maupun barang (Adhi dalam Purnamasari, 2019). Kereta api berfungsi sebagai angkutan massal sehingga harus dapat menciptakan sebuah sistem pelayanan jasa yang efektif, efisien, dan mampu menciptakan transportasi yang berkeselamatan serta mendorong pertumbuhan ekonomi di Indonesia.

#### **B. Sarana Perkeretaapian**

Sarana Perkeretaapian adalah kendaraan yang dapat bergerak di jalan rel (Peraturan Menteri Nomor 18 Tahun 2019). Sarana perkeretaapian menurut jenisnya terdiri dari:

1. Lokomotif
2. Kereta
3. Gerbong
4. Peralatan Khusus

Lokomotif adalah sarana perkeretaapian yang memiliki penggerak sendiri yang bergerak dan digunakan untuk menarik dan/atau mendorong kereta, gerbong, dan/atau peralatan khusus terdiri dari:

1. Lokomotif Diesel
2. Lokomotif Elektrik

Kereta Kereta adalah sarana kereta api yang memiliki tenaga penggerak atau ditarik atau didorong lokomotif yang digunakan untuk mengangkut orang. Kereta menurut jenisnya terdiri dari:

1. Kereta yang ditarik lokomotif
2. Kereta berpengerak sendiri

Berdasarkan Peraturan Menteri Perhubungan Nomor 54 Tahun 2016, Kereta berpengerak sendiri diklasifikasikan menjadi beberapa jenis, antara lain:

1. KRDE (Kereta Rel Diesel Elektrik), merupakan kereta yang mempunyai pengerak sendiri yang menggunakan sumber tenaga berupa generator listrik.
2. KRDH (Kereta Rel Diesel Hidrolik), merupakan kereta yang mempunyai pengerak sendiri yang menggunakan sumber tenaga motor diesel dengan transmisi daya hidrolik.
3. KRL (Kereta Rel Listrik), merupakan kereta yang mempunyai pengerak sendiri yang menggunakan sumber tenaga listrik.

Kereta kecepatan normal dengan pengerak sendiri dapat dibedakan berdasarkan beban gandar terdiri atas:

1. Kereta kecepatan normal dengan pengerak sendiri dengan beban gandar lebih besar dari 12 ton (*Heavy Rail Transport*);
2. Kereta kecepatan normal dengan pengerak sendiri dengan beban gandar maksimum 12 ton (*Light Rail Transit*)

Untuk KA Bathara Kresna sendiri termasuk ke dalam kelompok KRDE karena memiliki pengerak sendiri yang bersumber dari generator yang menghasilkan tenaga listrik. Selain KA Bathara Kresna, contoh KRDE lain yang ada di Indonesia antara lain KRDE Prameks, KRDE KA Bandara YIA, KRDE KA Bandara Internasional Adi Soemarmo.

### **C. Prasarana Perkeretaapian**

Prasarana perkeretaapian adalah jalur kereta api, stasiun kereta api, dan fasilitas operasi kereta api agar kereta api dapat dioperasikan (PM Nomor 60 Tahun 2012).

1. Jalur kereta api adalah jalur yang terdiri atas rangkaian petak jalan rel 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.

- a. 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 yang mengarahkan jalannya kereta api.

| Kelas Jalan | Daya Angkut Lintas (ton/tahun) | V maks (km/jam) | P maks gandar (ton) | Tipe Rel       | Jenis Bantalan                  | Jenis Penambat            | Tebal Balas Atas (cm) | Lebar Bahu Balas (cm) |
|-------------|--------------------------------|-----------------|---------------------|----------------|---------------------------------|---------------------------|-----------------------|-----------------------|
|             |                                |                 |                     |                | Jarak antar sumbu bantalan (cm) |                           |                       |                       |
| I           | $> 20.10^6$                    | 120             | 18                  | R.60/R.54      | Beton<br>60                     | Elastis Ganda             | 30                    | 60                    |
| II          | $10.10^6 - 20.10^6$            | 110             | 18                  | R.54/R.50      | Beton/Kayu<br>60                | Elastis Ganda             | 30                    | 50                    |
| III         | $5.10^6 - 10.10^6$             | 100             | 18                  | R.54/R.50/R.42 | Beton/Kayu/Baja<br>60           | Elastis Ganda             | 30                    | 40                    |
| IV          | $2.5.10^6 - 5.10^6$            | 90              | 18                  | R.54/R.50/R.42 | Beton/Kayu/Baja<br>60           | Elastis Ganda/<br>Tunggal | 25                    | 40                    |
| V           | $< 2.5.10^6$                   | 80              | 18                  | R.42           | Kayu/Baja<br>60                 | Elastis Tunggal           | 25                    | 35                    |

Gambar III. 1 Klasifikasi Kelas Jalan Rel

*Sumber: PM 60 Tahun 2012, 2012*

Jalan rel dibagi menjadi beberapa kelas jalan mulai dari kelas satu sampai kelas lima. Untuk lintas Purwosari-Wonogiri saat ini masuk ke dalam kelompok jalan rel kelas V dengan tipe rel R.42 dan R.33, tetapi setelah dilakukannya peningkatan jalan rel di lintas Solokota-Wonogiri dari menjadi R.54 maka kelas jalan rel pada area tersebut akan mengalami kenaikan.

Untuk tipe rel sendiri dibagi menjadi beberapa jenis yaitu:

- 1) Tipe R.33
  - 2) Tipe R.42
  - 3) Tipe R.50
  - 4) Tipe R.54
- b. Bantalan berfungsi untuk meneruskan beban kereta api dan berat konstruksi jalan rel ke balas, mempertahankan lebar jalan rel dan stabilitas kearah luar jalan rel. Tipe bantalan terbagi menjadi tiga, yaitu:
- 1) Bantalan Beton
  - 2) Bantalan Besi
  - 3) Bantalan Kayu

#### c. Ruang Manfaat Jalur

Ruang manfaat jalur kereta api terdiri atas jalan rel dan bidang tanah di kiri dan kanan jalan rel beserta ruang di kiri, kanan, atas, dan bawah yang digunakan untuk konstruksi jalan rel dan penempatan fasilitas operasi kereta api serta bangunan pelengkap lainnya.

Batas ruang manfaat jalur kereta api untuk jalan rel pada permukaan tanah harus diukur dari sisi terluar jalan rel beserta bidang tanah di kiri dan kanannya yang digunakan untuk konstruksi jalan rel, termasuk bidang tanah untuk penempatan fasilitas operasi kereta api dan bangunan pelengkap lainnya. Batas ruang manfaat jalur kereta api untuk jalan rel di bawah permukaan tanah diukur dari sisi terluar konstruksi bangunan jalan rel di bawah permukaan tanah termasuk fasilitas operasi kereta api. Batas ruang manfaat jalur kereta api untuk jalan rel di atas permukaan tanah diukur dari sisi luar terjauh di antara konstruksi jalan rel atau konstruksi fasilitas operasi kereta api atau ruang bebas sarana perkeretaapian. Jalan rel yang termasuk kedalam kategori ruang manfaat jalur yaitu

- 1) Jalan Rel pada permukaan tanah
- 2) Jalan Rel dibawah permukaan tanah
- 3) Jalan Rel diatas permukaan tanah

Untuk konstruksi jalan rel yang termasuk kedalam kategori ruang manfaat jalur, antara lain:

- 1) Konstruksi jalan rel bagian atas, yang termasuk konstruksi jalan rel bagian atas yaitu:
  - a) Rel atau pengarah
  - b) Penambat
  - c) Bantalan, balas dan *slab track*
- 2) Konstruksi jalan rel bagian bawah, yang termasuk konstruksi jalan rel bagian atas yaitu:
  - a) Lapis dasar (*Subgrade*)
  - b) Tanah dasar

#### d. Ruang Milik Jalur

Ruang milik jalur kereta api meliputi bidang tanah di kiri dan kanan ruang manfaat jalur kereta api yang digunakan untuk pengamanan konstruksi jalan rel.

Batas ruang milik jalur kereta api untuk jalan rel yang terletak pada permukaan tanah diukur dari batas paling luar sisi kiri dan kanan ruang manfaat jalur kereta api, yang lebarnya paling sedikit 6 (enam) meter. Batas ruang milik jalur kereta api untuk jalan rel yang terletak di bawah permukaan tanah diukur dari batas paling luar sisi kiri dan kanan serta bagian bawah dan atas ruang manfaat jalur kereta api, yang lebarnya paling sedikit 6 (enam) meter. Batas ruang milik jalur kereta api untuk jalan rel yang terletak di atas permukaan tanah diukur dari batas paling luar sisi kiri dan kanan ruang manfaat jalur kereta api, yang lebarnya paling sedikit 6 (enam) meter.

e. Ruang Pengawasan Jalur

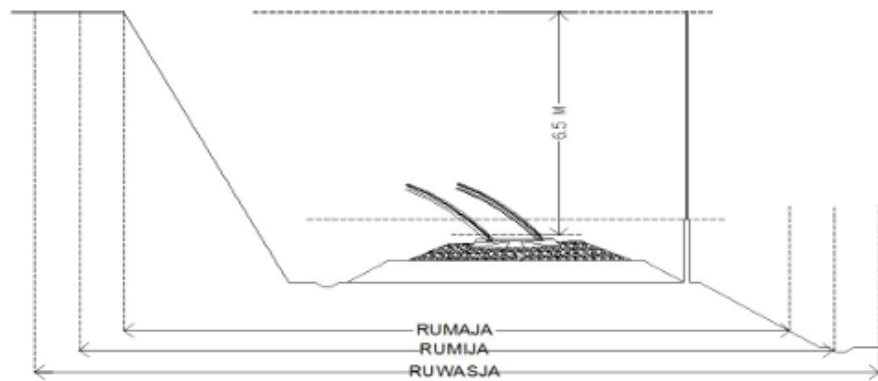
Ruang pengawasan jalur kereta api meliputi bidang tanah atau bidang lain di kiri dan di kanan ruang milik jalur kereta api digunakan untuk pengamanan dan kelancaran operasi kereta api.

Batas ruang pengawasan jalur kereta api untuk jalan rel yang terletak pada permukaan tanah diukur dari batas paling luar sisi kiri dan kanan ruang milik jalur kereta api, masing-masing selebar 9 (sembilan) meter.

Tanah di ruang pengawasan jalur kereta api dapat dimanfaatkan untuk kegiatan lain dengan ketentuan tidak membahayakan operasi kereta api. Contoh kegiatan atau bangunan yang boleh dibangun di ruang pengawasan jalur, antara lain:

- 1) Penanaman/pembangunan yang tidak menghalangi pandangan bebas masinis, baik di jalur maupun di perlintasan
- 2) Kegiatan yang tidak menyebabkan terganggunya fungsi persinyalan dan telekomunikasi kereta api.

Berikut adalah pembagian antara ruang manfaat jalur, ruang milik jalur dan ruang pengawasan jalur, yaitu:



Gambar III. 2 Rumaja, Rumija, dan Ruwasja pada Jalur Kereta Api

*Sumber: Zam Zam, 2021*

2. Stasiun Kereta Api adalah tempat pemberangkatan dan pemberhentian Kereta Api. Menurut jenisnya stasiun dibedakan menjadi
  - a. Stasiun Penumpang
  - b. Stasiun Barang
  - c. Stasiun Operasi
3. Fasilitas pengoperasian kereta api adalah segala fasilitas yang diperlukan agar kereta api dapat dioperasikan. Fasilitas operasi meliputi:
  - a. Peralatan Persinyalan
  - b. Peralatan Telekomunikasi
  - c. Instalasi Listrik

#### **D. Operasi Kereta Api**

Lalu lintas kereta api adalah gerak sarana perkeretaapian di jalan rel (PP Nomor 72 Tahun 2009). Kereta api memiliki karakteristik operasional sendiri yang berbeda dengan moda transportasi lain yaitu memiliki pemberhentian tertentu, memiliki rute tertentu dan terjadwal.

Operasi kereta api ditentukan oleh banyak faktor supaya tercipta perjalanan yang kompleks dan teratur. Faktor-faktor pendukung tersebut antara lain karakteristik prasarana, karakteristik sarana serta permintaan penumpang akan transportasi kereta api pada suatu wilayah. Jika semua faktor sudah memenuhi, akan dibuat jaringan pelayanan kereta api dalam

bentuk Grafik Perjalanan Kereta Api (GAPEKA) yang isinya memuat berbagai informasi mengenai pola operasi kereta api di lintas tertentu seperti kapasitas lintas, *headway*, Waktu tempuh dan lain-lain.

#### 1. Grafik Perjalanan Kereta Api (GAPEKA)

Berdasarkan PM nomor 110 Tahun 2017, Grafik Perjalanan Kereta Api yang selanjutnya disebut Gapeka adalah pedoman pengaturan pelaksanaan perjalanan kereta api yang digambarkan dalam bentuk garis yang menunjukkan stasiun, waktu, jarak, - 3 - kecepatan, dan posisi perjalanan kereta api mulai dari berangkat, bersilang, bersusulan, dan berhenti yang digambarkan secara grafis untuk pengendalian perjalanan kereta api. Pembuatan GAPEKA harus memiliki dasar-dasar seperti:

- a. Masukan dari penyelenggara sarana perkeretaapian
- b. Kebutuhan angkutan kereta api
- c. Ketersediaan sarana yang ada
- d. Kondisi eksisting prasarana perkeretaapian

Sebelum berlaku, GAPEKA terlebih dulu mengalami beberapa tahapan atau proses sampai akhirnya diresmikan. Ada lima tahapan yang harus dilalui sebelum disahkan antara lain:

- a. Pengumpulan data
- b. Pengolahan data
- c. Penyusunan rancangan
- d. Penetapan
- e. Pemberlakuan

Proses pengumpulan data yang dimaksud pada tahapan pembuatan GAPEKA antara lain:

- a. Data ketersediaan dan kondisi prasarana, antara lain:
  - 1) Kecepatan maksimum
  - 2) Pembatasan kecepatan
  - 3) Sistem persinyalan
  - 4) Kapasitas lintas
  - 5) Kapasitas stasiun
  - 6) Beban gandar
  - 7) Jadwal perawatan sarana

- 8) Kapasitas tempat penyimpanan sarana
- b. Data ketersediaan dan kondisi sarana, antara lain
  - 1) Kecepatan maksimum sarana
  - 2) Ketersediaan sarana Siap Operasi (SO)
- c. Data lalu lintas kereta api, antara lain:
  - 1) Gapeka yang berlaku
  - 2) Malka dan Wam yang berlaku
  - 3) Pola operasi kereta api
  - 4) Data evaluasi GAPEKA, Malka dan Wam
  - 5) Data kelambatan kereta api
- d. Data permintaan angkutan penumpang dan barang

GAPEKA terkadang mengalami pergantian di tengah-tengah masa berlakunya. Hal ini dapat disebabkan oleh faktor internal dan eksternal, saat ada penggantian mengenai GAPEKA biasanya diumumkan lewat Maklumat Kereta Api (MALKA) yaitu perubahan GAPEKA yang masa berlakunya tidak melebihi dari pelaksanaan GAPEKA yang telah ditetapkan atau sampai dengan berlakunya GAPEKA baru.

a. Faktor Internal

Faktor internal yang mempengaruhi perubahan GAPEKA adalah adanya perubahan pada prasarana perkeretaapian. Perubahan tersebut meliputi:

- 1) Perubahan kualitas jalur kereta api
- 2) Perubahan sistem persinyalan

b. Faktor Eksternal

Faktor eksternal yang menyebabkan perubahan pada GAPEKA adalah adanya peningkatan atau penurunan permintaan penumpang akan transportasi kereta api.

2. Kapasitas Lintas

Kapasitas lintas adalah kemampuan suatu lintas jalan kereta api untuk menampung operasi perjalanan kereta api dalam periode atau kurun waktu 1440 menit (24 jam) yang dapat dilaksanakan di lintas yang bersangkutan, dengan demikian satuan yang dipergunakan adalah jumlah kereta api per satuan waktu (umumnya 24 jam) (Supriadi:2008).



Kapasitas pada suatu lintas dapat dihitung dengan menggunakan rumus dimana faktor yang menentukan perhitungan kapasitas lintas yaitu jenis jalur yang digunakan apakah jalur tunggal atau jalur ganda. Berikut adalah rumus kapasitas lintas:

$$K = \frac{1440}{H} \times 0,6 \text{ (untuk jalur tunggal)}$$

$$K = \frac{1440}{H} \times 0,7 \text{ (untuk jalur ganda)}$$

Sumber: Supriadi, 2008

K: Kapasitas lintas pada suatu petak jalan

1440: Waktu menit selama 24 jam

H: *Headway*

N: Faktor pengali setelah dikurangi faktor waktu untuk perawatan dan waktu karena pola operasi perjalanan kereta api, 60 persen (%) untuk jalur tunggal dan 70 persen (%) untuk jalur kembar

### 3. *Headway*

Interval atau selang waktu antara saat di mana bagian depan kereta api melalui satu titik (umumnya stasiun) sampai dengan saat bagian depan kereta api berikutnya melalui titik yang sama dengan satuan menit/ka (Supriadi:2008). *Headway* ditentukan oleh beberapa faktor yaitu seperti tipe jalur (Jalur tunggal atau jalur ganda), tipe persinyalan (Persinyalan mekanik, persinyalan otomatis terbuka, atau persinyalan otomatis tertutup).

### 4. Frekuensi

Frekuensi adalah jumlah kereta api yang dapat melalui petak blok/jalan per 60 menit atau 1 jam (Supriadi:2008). Perbedaan antara frekuensi dan *headway* yaitu frekuensi menghitung jumlah kereta api yang lewat, sedangkan *headway* menjelaskan tentang selang waktu antara kereta api. Berikut adalah rumus untuk menghitung frekuensi:

$$\text{Frekuensi} = \frac{\text{Jumlah penumpang}}{\text{kapasitas kereta}}$$

Sumber: Supriadi, 2008

Frekuensi juga memiliki perbedaan dengan kapasitas lintas dimana kapasitas lintas adalah kemampuan suatu lintas untuk menampung

kereta api yang beroperasi sedangkan frekuensi adalah program kereta yang beroperasi dari jumlah kemampuan kapasitas lintas tersebut.

#### 5. Waktu Tempuh

Waktu tempuh sebagai hasil perhitungan dari unsur kecepatan, jarak, akselerasi (percepatan), deselerasi (perlambatan) dan sebagainya, perhitungan waktu tempuh merupakan salah satu unsur yang dominan dalam membuat perencanaan perjalanan kereta api yang di tuangkan dalam GAPEKA (Supriadi, 2008).

Kesalahan dalam menentukan besaran waktu tempuh akan mengakibatkan secara akumulatif mengganggu tertib perjalanan kereta api, kesalahan dimaksud dapat terjadi beberapa kemungkinan, yaitu antara lain :

- a. Kesalahan menghitung, kemungkinan penggunaan rumus yang salah.
- b. Kesalahan menghitung jarak antara 2 stasiun bersebelahan (petak jalan).
- c. Adanya tanjakan atau turunan untuk sebaliknya, penghitungan pada petak jalan tersebut disamakan, padahal bila dihitung secara realistik memiliki perbedaan yang mencolok, karena pada waktu perjalanan menaik akan terjadi perlawanan tanjakan.
- d. Puncak kecepatan yang ditetapkan terlalu tinggi, sehingga kereta api tidak dapat melaksanakannya.
- e. Adanya batas (pembatas kecepatan tetap) yang sangat berpengaruh terhadap besaran waktu tempuh tidak dihitung waktu tambahannya.

Rumus waktu tempuh berdasarkan Buku Perencanaan Perjalanan Kereta Api dan Pelaksanaannya karangan Uned Supriadi tahun 2008 adalah sebagai berikut:

$$T = \frac{60 \times S}{V}$$

Sumber: Supriadi, 2008

Keterangan:

$T_{A-B}$  = Waktu antara stasiun A-B (menit)

60 = Angka konstan untuk menghasilkan menit (jam/km dijadikan menit/km).

S = Jarak dalam kilometer.

V = Kecepatan dalam km/jam

## **E. Perlintasan Sebidang Kereta Api**

Menurut Peraturan Menteri Nomor 94 Tahun 2018 tentang Peningkatan Keselamatan Perlintasan Sebidang antara Jalur Kereta Api dengan Jalan, dijelaskan bahwa Perlintasan Sebidang adalah perpotongan antara jalan dengan jalur kereta api.

Setiap perlintasan sebidang harus dilengkapi oleh peralatan keselamatan, dimana Peralatan Keselamatan Perlintasan Sebidang adalah alat yang digunakan untuk mengamankan pengguna jalan dan perjalanan kereta api di perlintasan sebidang dengan menggunakan alat pendeteksi kereta api yang tidak terhubung dengan persinyalan kereta api, beroperasi secara otomatis, tanpa penjaga perlintasan sebidang kereta api, dilengkapi dengan portal pengaman pengguna jalan, isyarat lampu peringatan, isyarat suara, isyarat tulisan berjalan, pengendali utama sistem peralatan, dan catu daya.

Perlntasan sebidang harus memiliki beberapa syarat dan ketentuan demi keamanan perjalanan kereta api dan pengguna jalan, antara lain:

1. kecepatan kereta api yang melintas pada perlntasan kurang dari 60 km/jam;
2. selang waktu antara kereta api satu dengan kereta api berikutnya (*headway*) yang melintas pada lokasi tersebut minimal 30 (tiga puluh) menit;
3. jalan yang melintas adalah jalan kelas III;
4. jarak perlntasan yang satu dengan yang lainnya pada satu jalur kereta api tidak kurang dari 800 meter;
5. tidak terletak pada lengkungan jalur kereta api atau jalan;
6. jarak pandang bebas bagi masinis kereta api minimal 500 meter maupun pengendara kendaraan bermotor dengan jarak minimal 150 meter.

Ada beberapa cara yang dapat dilakukan untuk meningkatkan keselamatan pada perlintasan sebidang kereta api, berdasarkan PM 94 Tahun 2018 dijelaskan ada tiga cara untuk melakukan peningkatan keselamatan perlintasan sebidang, antara lain:

1. peningkatan Perlintasan Sebidang menjadi perlintasan tidak sebidang (jalan layang/*flyover* atau terowongan/*underpass*);
2. penutupan Perlintasan Sebidang, apabila sudah tersedia Jalan alternatif; dan/atau
3. peningkatan keselamatan Perlintasan Sebidang, melalui pemasangan Peralatan Keselamatan Perlintasan Sebidang dan disertai dengan pemasangan Perlengkapan Jalan.

Pemberian rekomendasi peningkatan status perlintasan sebidang harus memenuhi kriteria sebagai berikut:

1. Jalur Kereta Api paling sedikit memiliki 2 (dua) jalur/double track;
2. kecepatan kereta api yang melintas lebih dari 60 km (enam puluh kilometer) per jam;
3. selang waktu antara kereta api yang melintas (*headway*) paling lama 5 (lima) menit;
4. kepadatan lalu lintas Jalan di Perlintasan Sebidang cukup tinggi; dan/atau
5. sudah tersedia Jalan alternatif, untuk penutupan Perlintasan Sebidang.