

## **BAB III**

### **LANDASAN TEORI**

#### **A. Jenis – Jenis dan Bentuk Tata Letak Jalur di Stasiun**

Tata letak jalur stasiun atau emplasemen adalah konfigurasi jalur untuk suatu tujuan tertentu, yaitu menyusun kereta atau gerbong menjadi rangkaian yang dikehendaki dan menyimpannya pada waktu tidak digunakan (Kartikasari & Widyarini, 2007). Dalam merancang tata letak jalur kereta api di stasiun harus disesuaikan dengan kebutuhan, situasi dan kondisi di lapangan, yaitu:

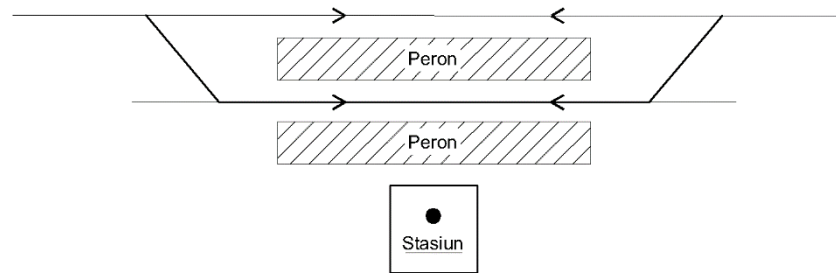
1. Jika stasiun di wilayah relatif datar
  - a. Jumlah minimal jalur KA  
Jalur KA di stasiun operasi jalur ganda minimal 3 atau 4 jalur, agar bisa melaksanakan persilangan dan atau penyusulan dalam waktu yang hampir bersamaan.
  - b. Jalur Simpan  
Selang satu stasiun operasi, sebaiknya ditambah 1 jalur simpan, yang digunakan untuk menyimpan mesin – mesin alat berat perawatan jalan rel, dengan maksud jika ada perawatan tidak perlu mengirim alat-alat berat mesin perawatan dari stasiun yang jauh atau untuk menyimpan sarana yang mengalami gangguan di perjalanan, sehingga harus dilepas dari rangkaian kereta api dan diparkir di jalur simpan.
2. Jika stasiun di wilayah turunan
  - a. Jumlah minimal jalur KA  
Jalur KA di stasiun operasi jalur ganda minimal 3 atau 4 jalur, agar bisa melaksanakan persilangan dan atau penyusulan dalam waktu yang hampir bersamaan.
  - b. Jalur Tangkap  
Stasiun yang berada dikawasan turunan sebaiknya dilengkapi jalur tangkap. Letak jalur tangkap tergantung letak turunan yang menuju stasiun

tersebut dan dipasang pada wesel pertama dari arah turunan menuju jalur tangkap.

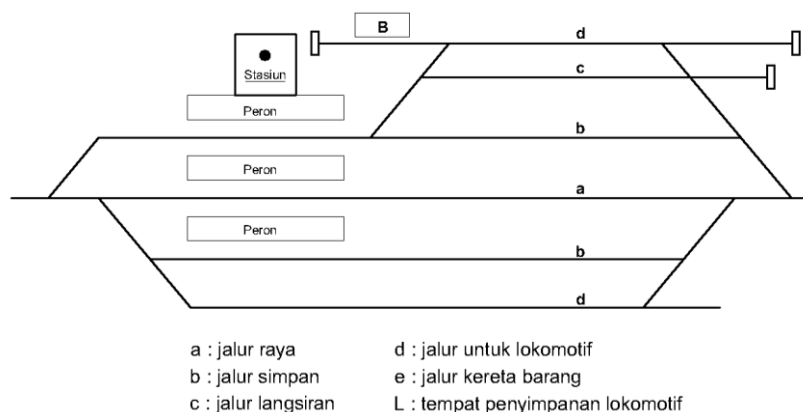
Dalam penggambaran skema tata letak jalur jalan rel ditunjukkan dengan garis tunggal. Tata letak jalur dapat dikelompokkan menjadi sebagai berikut.

### 1. Tata Letak Jalur Stasiun Penumpang

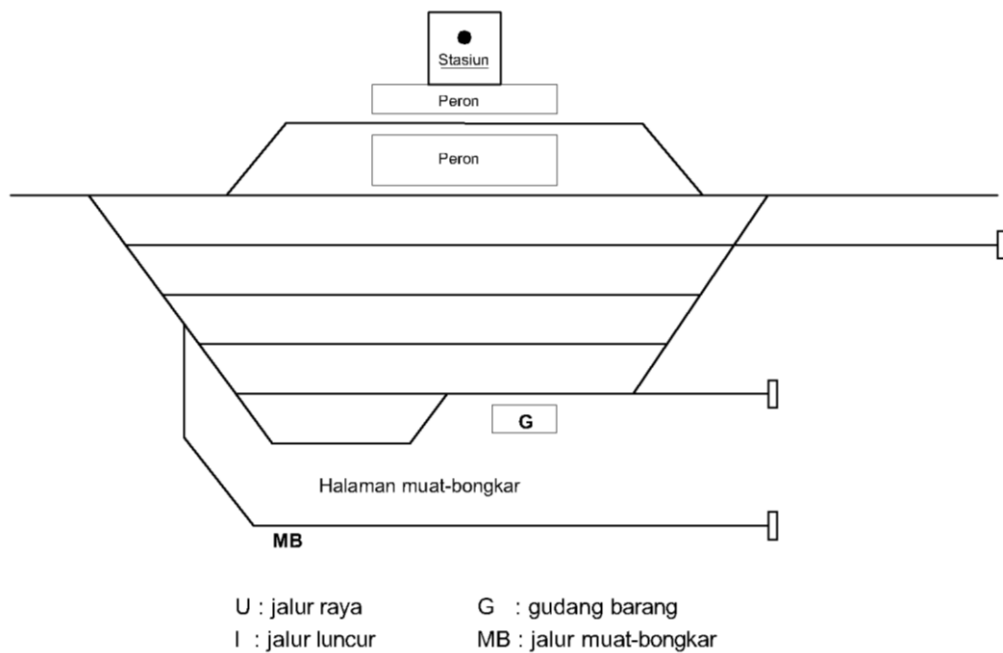
Tata letak jalur penumpang digunakan untuk memberi kesempatan kepada penumpang untuk membeli tiket, menunggu datangnya kereta api sampai naik ke kereta api melalui peron serta sebagai tempat turun dari kereta api. Tata letak jalur stasiun digolongkan menjadi 3 yaitu tata letak jalur stasiun kecil, tata letak jalur stasiun sedang dan tata letak jalur stasiun besar yang dapat dilihat pada Gambar 3.1 sampai dengan Gambar 3.3.



Gambar 3. 1 Contoh skema tata letak jalur stasiun kecil  
(Sumber : Utomo, 2009)



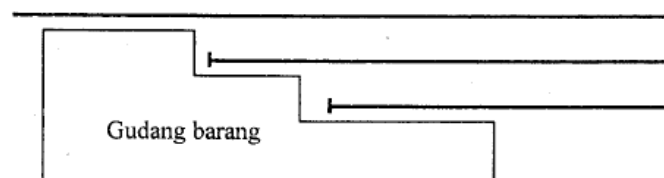
Gambar 3. 2 Contoh skema tata letak jalur stasiun sedang  
(Sumber : Utomo, 2009)



Gambar 3. 3 Contoh skema tata letak jalur stasiun besar  
(Sumber : Utomo, 2009)

## 2. Tata letak jalur Stasiun Barang

Tata letak jalur barang dibuat khusus untuk melayani pengiriman dan penerimaan barang. Sesuai dengan fungsinya, maka tata letak jalur ini biasanya terletak di dekat daerah industri, perdagangan dan pergudangan. Tata letak tersebut dapat dilihat pada Gambar 3.4.

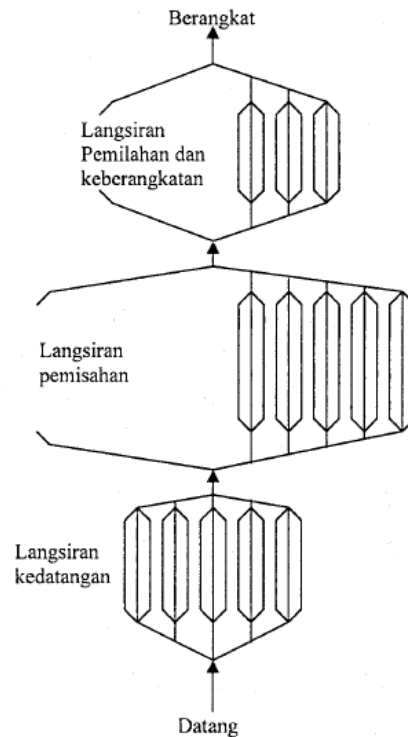


Gambar 3. 4 Contoh skema tata letak jalur barang  
(Sumber : Utomo,2009)

## 3. Tata letak jalur Langsir

Tata letak jalur langsir pada Gambar 3.5 ditujukan sebagai fasilitas untuk menyusun kereta/gerbong (dan lokomotifnya). Pada suatu kebutuhan angkutan tertentu (misal kereta barang) gerbong harus disusun sedemikian rupa sehingga sesuai dengan tempat tujuannya. Penyusunan ini jangan sampai mengganggu operasi kereta api lainnya, sehingga diperlukan fasilitas tersendiri untuk keperluan tersebut, yaitu tata letak jalur langsir. Untuk kegiatan langsir seperti

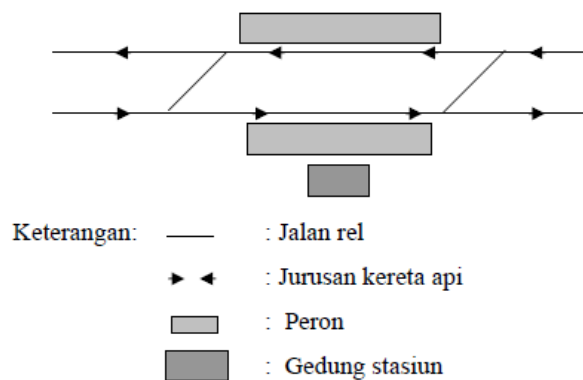
di atas, pada umumnya susunan tata letak jalur langsir ialah terdiri atas: a) susunan jalur kedatangan, b) susunan jalur untuk pemilihan jurusan, c) susunan jalur untuk pemilihan menurut stasiun dan d) susunan jalur keberangkatan.



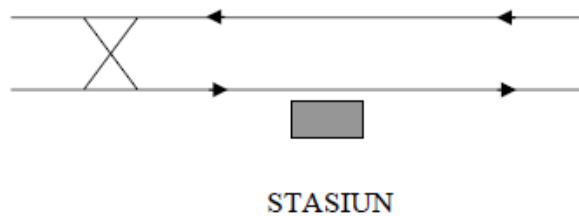
Gambar 3. 5 Contoh skema tata letak jalur langsir  
(Sumber : Utomo,2009)

Perencanaan jalur di stasiun direncanakan dengan mempertimbangkan aspek ekonomi, prakiraan peningkatan volume angkutan penumpang dan barang, ketersediaan lahan, serta sistem pengamanan dan lain – lain. Penentuan tata letak jalur kereta api di stasiun didasarkan pada kondisi perjalanan kereta api pada waktu masih dengan sistem jalur tunggal, sebagai berikut:

1. Jika pada saat digunakannya sistem jalur tunggal sering terjadi persilangan, maka bentuk tata letak jalur dengan jalur kereta api ganda dapat dilihat pada Gambar 3.6 dan Gambar 3.7 sebagai berikut.

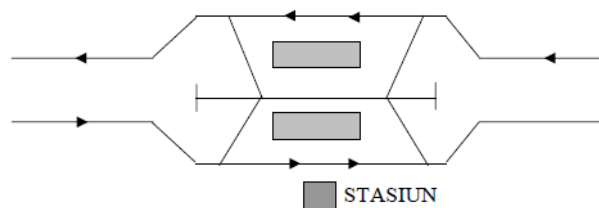


Gambar 3. 6 Tata letak jalur stasiun dominan bersilang penghubung di dua sisi  
 (Sumber : Surakim, 2014)



Gambar 3. 7 Tata letak jalur stasiun dominan bersilang penghubung di satu sisi  
 (Sumber : Surakim, 2014)

2. Jika pada saat digunakannya sistem jalur tunggal sering terjadi penyusulan, sehingga pada suatu saat dapat terjadi dua kereta api yang bersilang dan satu kereta api yang disusul, maka bentuk tata letak jalur dengan jalur kereta api ganda dapat dilihat pada Gambar 3.8 sebagai berikut.

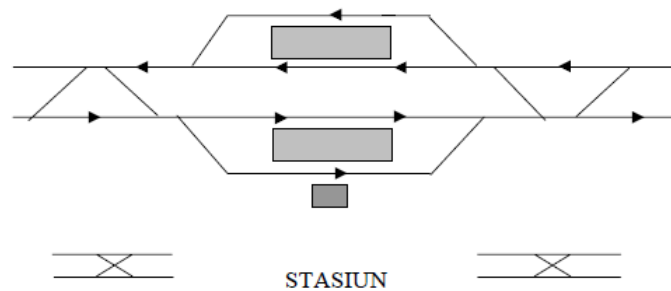


Keterangan : Tanda |— dan —| Sepur Badug = *Stop block*.

Gambar 3. 8 Tata letak jalur stasiun dominan menyusul  
 (Sumber : Surakim, 2014)

3. Jika pada saat digunakan sistem jalur tunggal sering terjadi persilangan dan penyusulan, sehingga pada suatu saat terjadi dua kereta api yang bersilang dan dua kereta api lainnya atau dua kereta api yang menyusul dua kereta api

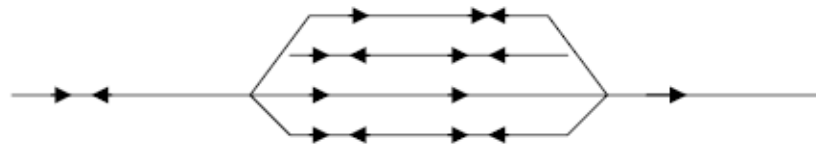
lainnya, maka bentuk tata letak jalur dengan jalur kereta api ganda dapat dilihat pada Gambar 3.9 sebagai berikut.



Keterangan : Rel penghubung dapat diganti dengan 'kruis stuk'

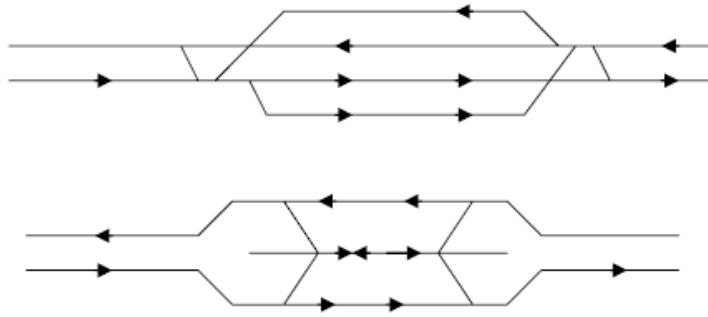
Gambar 3. 9 Tata letak jalur stasiun dominan bersilang dan menyusul  
(Sumber : Surakim, 2014)

Pola operasi kereta api di tata letak jalur sistem jalur ganda sama sekali berbeda dengan pola operasi kereta api di sistem jalur tunggal. Pada sistem jalur tunggal, tata letak jalur stasiun gerak operasi kereta api yang saling berlawanan arah digambarkan boleh saling mengganggu (*interference*) yang dapat dilihat pada Gambar 3.10 sebagai berikut.



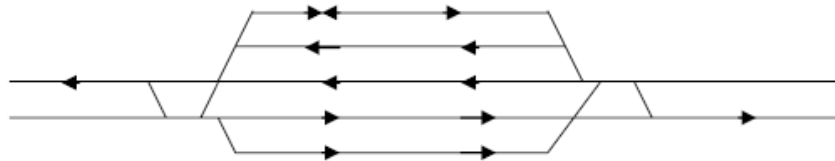
Gambar 3. 10 Sistem jalur KA tunggal saling mengganggu  
(Sumber : Surakim, 2014)

Sebaliknya pada sistem jalur kereta api ganda, tata letak jalur gerak operasi kereta api saling berlawanan arah digambarkan tidak boleh saling mengganggu (*no-interference*), kecuali jika ada keadaan teknik yang tidak memungkinkannya seperti yang terlihat pada Gambar 3.11 sebagai berikut.



Gambar 3. 11 Sistem jalur KA ganda tidak saling mengganggu  
(Sumber : Surakim, 2014)

Jika masih dibutuhkannya tambahan jalur kereta api namun lahan terbatas, dapat ditambahkan jalur kereta api yang saling ganggu seperti pada Gambar 3.12 sebagai berikut.



Gambar 3. 12 Tata letak jalur stasiun saling mengganggu tambahan  
(Sumber : Surakim, 2014)

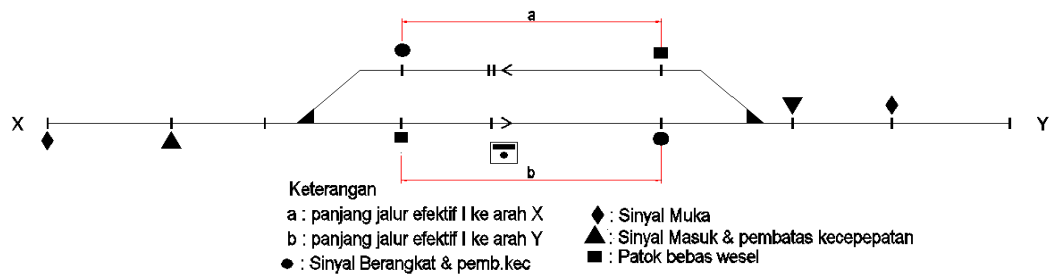
## B. Jalur Kereta Api di Stasiun

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 yang ada di suatu stasiun.

### 1. Panjang Jalur Efektif

Panjang jalur efektif menurut Peraturan Dinas No. 10 Tahun 1986 adalah panjang jalur aman untuk penempatan rangkaian sarana kereta api dari kemungkinan terkena senggolan dari pergerakan kereta api atau langsiran yang berasal dari jalur sisi sebelah menyebelahnya. Panjang jalur efektif dibatasi oleh sinyal, patok bebas wesel, ataupun rambu batas berhenti kereta api seperti pada Gambar 3.13. Patok bebas wesel adalah suatu patok tanda atau batas meletakkan

sarana kereta api pada daerah yang aman dari kemungkinan tersenggol oleh langsiran atau kereta lain yang sedang datang atau berangkat di jalur bersebalahan dengannya. Panjang efektif tiap-tiap tata letak jalur harus dicantumkan pada daftar penggunaan jalur kereta api dan dalam Reglemen Pengaman Setempat (RPS). Hal ini untuk memperhitungkan panjang rangkaian suatu kereta api yang akan menyilang atau menyusul dalam keadaan aman.



Gambar 3. 13 Panjang efektif jalur

(Sumber : Peraturan Dinas No. 10 Tahun 1986)

Panjang jalur efektif ditentukan dari daya tarik lokomotif serta rangkaian terpanjang dari suatu perjalanan kereta api yang melewati stasiun tersebut. Untuk menghitung panjang jalur efektif dapat menggunakan persamaan sebagai berikut.

$$P_E = [(D_L \div n_G \times p_G) + (p_L)] + i \dots\dots\dots (3.1)$$

Keterangan:

- $P_E$  : panjang jalur efektif
- $D_L$  : daya tarik lokomotif
- $p_L$  : panjang lokomotif
- $n_G$  : berat gerbong
- $p_G$  : panjang gerbong
- $i$  : faktor aman (20 meter)



## 2. Persyaratan Geometrik

Persyaratan geometrik jalur di stasiun harus direncanakan sesuai dengan persyaratan teknis, yang diartikan jalur kereta api tersebut harus aman dilalui oleh sarana perkeretaapian dengan tingkat kenyamanan tertentu selama umur konstruksinya. Persyaratan geometrik jalur di stasiun dilakukan sesuai dengan ketentuan yang tercantum pada Peraturan Menteri Perhubungan Nomor 60 Tahun 2012. Berdasarkan peraturan di atas, maka terdapat persyaratan geometrik jalur di stasiun diantaranya sebagai berikut.

### a. Kelas Jalan Rel

Sesuai dengan Peraturan Menteri Perhubungan No. 60 Tahun 2012, maka penentuan kelas jalan rel didasarkan pada daya angkut lintas (ton/tahun). Untuk lebar jalan rel 1067 mm, penentuan kelas jalan rel tersaji pada Tabel 3.1.

Tabel 3. 1 Kelas jalan rel

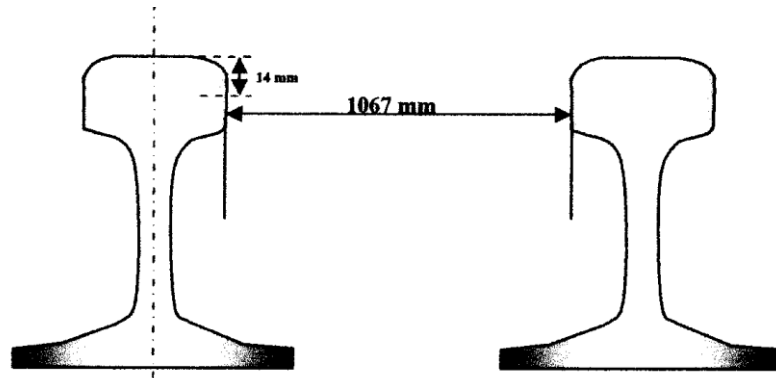
Kelas Jalan	Daya Angkut Lintas (ton/tahun)	V maks. (km/jam)	P maks. Gandar (ton)	Tipe Rel	Jenis Bantalan	Jenis Penambat	Tebal Balas Atas (cm)	Lebar Bahu Balas (cm)
					Jarak antar sumbu bantalan (cm)			
I	$> 20.10^6$	120	18	R60/R54	Beton	Elastis Ganda	30	60
					60			
II	$10.10^6 - 20.10^6$	110	18	R54/R50	Beton/Kayu	Elastis Ganda	30	50
					60			
III	$5.10^6 - 10.10^6$	100	18	R54/R50/R42	Beton/Kayu/Baja	Elastis Ganda	30	40
					60			
IV	$2,5.10^6 - 5.10^6$	90	18	R54/R50/R42	Beton/Kayu/Baja	Elastis Ganda/Tunggal	25	40
					60			
V	$< 2,5.10^6$	80	18	R42	Kayu/Baja	Elastis Tunggal	25	35
					60			

(Sumber : PM No.60 Tahun 2012)

### b. Lebar Jalan Rel

Lebar jalan rel atau lebar jalur ialah jarak terpendek antara kedua kepala rel, diukur dari sisi dalam kepala rel yang satu sampai sisi dalam kepala rel lainnya (Utomo, 2006). Lebar jalan rel ialah 1067 mm yang diukur pada 0-14 mm dibawah

permukaan teratas rel yang ditunjukkan pada Gambar 3.14. Penyimpangan lebar jalan rel untuk 1067 mm yang diperbolehkan ialah +2 mm dan -0 mm untuk jalan rel baru dan +4 mm dan -2 mm untuk jalan rel yang sudah dioperasikan.



Gambar 3. 14 Lebar jalan rel 1067 mm  
(Sumber : PM No.60 Tahun 2012)

### c. Kelandaian

Sesuai dengan Peraturan Menteri Perhubungan No. 60 Tahun 2012, persyaratan kelandaian yang harus dipenuhi diantaranya persyaratan landai penentu, persyaratan landai curam dan persyaratan landai tata letak jalur. Landai penentu adalah suatu kelandaian (pendakian) yang terbesar yang ada pada suatu lintas lurus. Persyaratan landai penentu harus memenuhi persyaratan yang disesuaikan dengan kelas jalan rel yang disajikan pada Tabel 3.2, sedangkan untuk kelandaian di tata letak jalur maksimum yang diijinkan adalah sebesar 1,5 ‰ seperti pada Tabel 3.3. Dalam keadaan yang memaksa, kelandaian (pendakian) dari lintas lurus dapat melebihi landai penentu. Apabila di suatu kelandaian terdapat lengkung atau terowongan, maka kelandaian di lengkung atau terowongan itu harus dikurangi sehingga jumlah tahanannya tetap.

Tabel 3. 2 Landai penentu jalan rel

Kelas Jalan Rel	Landai Penentu (‰)
I	10
II	10
III	20

Tabel 3.2 Lanjutan

Kelas Jalan Rel	Landai Penentu (‰)
IV	25
V	25

(Sumber : PM No.60 Tahun 2012)

Tabel 3. 3 Kelandaian lintasan

Kelompok	Kelandaian
Emplasemen	0 sampai 1,5 ‰
Lintas datar	0 sampai 10 ‰
Lintas pegunungan	10 ‰ sampai 40 ‰
Lintas dengan rel gigi	40 ‰ sampai 80 ‰

(Sumber : PM No.60 Tahun 2012)

### C. Wesel

Wesel merupakan pertemuan antara beberapa jalur, dapat berupa jalur yang bercabang atau bersilangan antar dua jalur. Fungsi wesel adalah untuk mengalihkan kereta api dari satu jalur ke jalur lainnya. Bagian – bagian wesel dapat dilihat pada Gambar 3.15.

#### 1. Persyaratan Wesel

Wesel yang digunakan harus memenuhi persyaratan sebagai berikut.

- a. Kandungan mangan (Mn) pada jarum mono blok harus berada dalam rentang 11% - 14%.
- b. Kekerasan pada lidah dan bagian lainnya sekurang-kurangnya sama dengan kekerasan rel.
- c. Celah antara lidah dan rel lantak harus kurang dari 3 mm.
- d. Celah antara lidah wesel dan rel lantak pada posisi terbuka tidak boleh kurang dari 125 mm.
- e. Celah (gap) antara rel lantak dan rel paksa pada ujung jarum 34 mm.
- f. Jarak antara jarum dan rel paksa (*check rail*) untuk lebar jalan rel 1067 mm adalah sebagai berikut:
  - 1) Untuk wesel rel R 54 paling kecil 1031 mm dan paling besar 1043 mm.

- 2) Untuk wesel jenis rel yang lain, disesuaikan dengan kondisi wesel.
- g. Pelebaran jalan rel di bagian lengkung dalam wesel harus memenuhi peraturan radius lengkung.
- h. Desain wesel harus disesuaikan dengan sistem penguncian wesel.

## 2. Komponen Wesel

Wesel terdiri atas komponen – komponen sebagai berikut dan dapat dilihat secara jelas pada Gambar 3.15.

### a. Lidah

Lidah merupakan bagian wesel yang dapat bergerak. Pangkal lidah disebut akar. Lidah wesel terbagi menjadi 2 jenis, yaitu:

- 1) Lidah berputar adalah lidah yang mempunyai engsel diakarnya.
- 2) Lidah berpegas adalah lidah yang akarnya dijepit sehingga melentur.

Sudut tumpu ( $\beta$ ) adalah sudut antara lidah dengan rel lantak. Sudut tumpu dinyatakan dengan tangennya, yakni  $\text{tg } \beta = 1 : m$ , dimana harga  $m$  berkisar antar 25 sampai 100.

### b. Jarum beserta Sayap-Sayapnya

Jarum adalah bagian wesel yang memberi kemungkinan kepada flens roda melalui perpotongan bidang – bidang jalan yang terputus antara dua rel. Sudut kelancipan jarum ( $\alpha$ ) disebut sudut samping arah.

### c. Rel Lantak

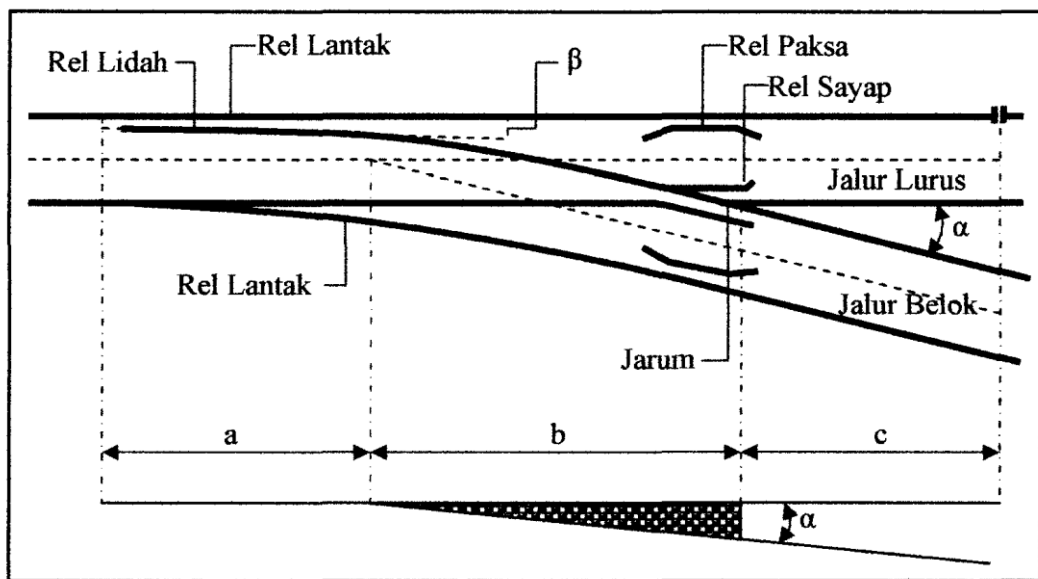
Rel lantak adalah rel yang diperkuat badannya yang berguna untuk bersandarnya lidah – lidah wesel.

### d. Rel Paksa

Rel paksa dibuat dari rel biasa yang kedua ujungnya dibengkokkan ke dalam. Rel paksa luar biasanya dibuat pada rel lantak dengan menempatkan blok pemisah diantaranya.

### e. Sistem Penggerak

Sistem penggerak atau pembalik wesel adalah mekanisme untuk menggerakkan ujung lidah.



Gambar 3. 15 Bagian – bagian wesel

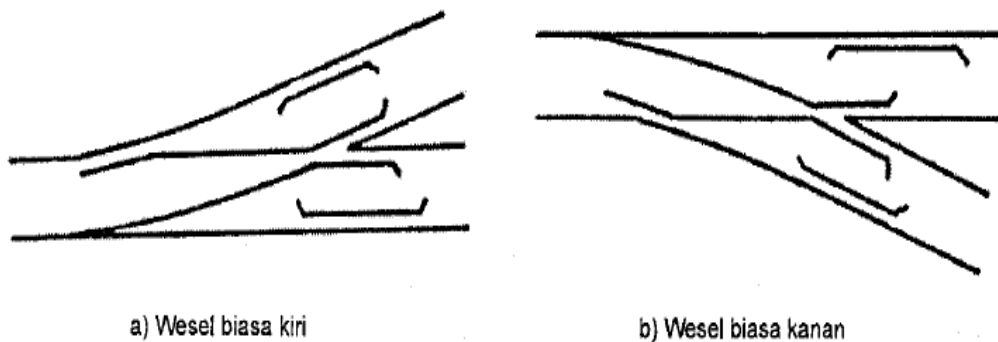
(Sumber : PM No.60 Tahun 2012)

### 3. Jenis – jenis Wesel

Jenis – jenis wesel dapat diperhatikan pada uraian berikut ini.

#### a. Wesel Biasa

Wesel biasa terdiri atas sepur lurus dan sepur belok yang membentuk sudut terhadap sepur lurus. Wesel biasa terdiri dari dua jenis seperti yang terlihat pada Gambar 3.16.



a) Wesel biasa kiri

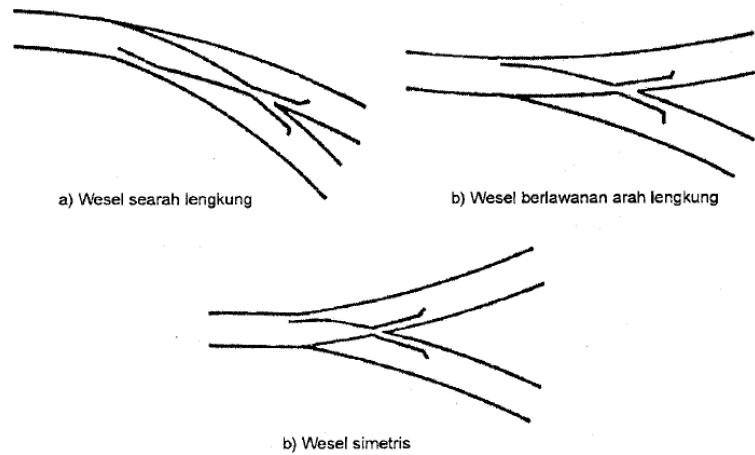
b) Wesel biasa kanan

Gambar 3. 16 Wesel biasa

(Sumber : Utomo, 2009)

b. Wesel lengkung

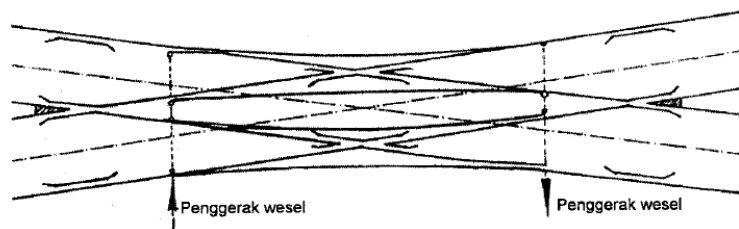
Wesel lengkung terdiri atas sepur lengkung dan sepur belok yang membentuk sudut terhadap sepur lengkung seperti pada Gambar 3.17.



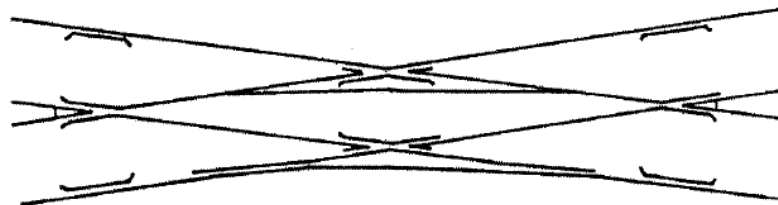
Gambar 3. 17 Wesel lengkung  
(Sumber :Utomo, 2009)

c. Wesel Inggris

Wesel Inggris terdiri dari dua tipe seperti yang terlihat pada Gambar 3.18 dan 3.19.



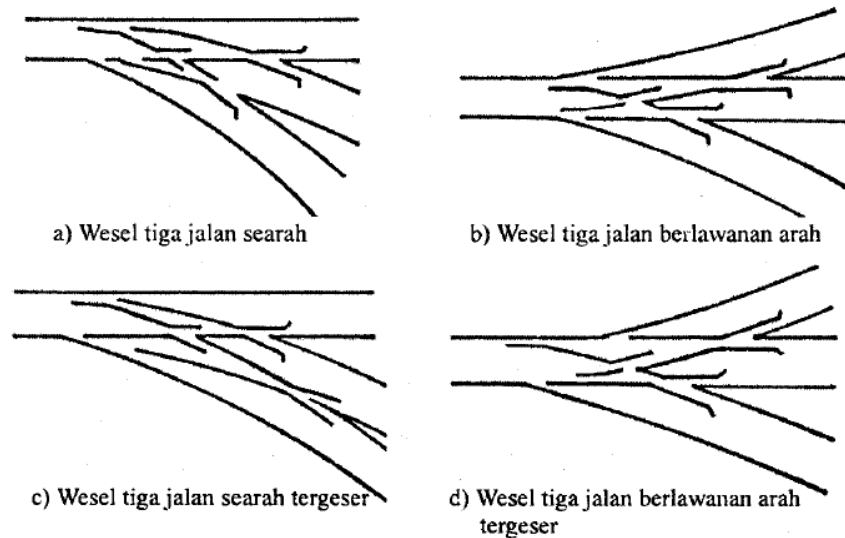
Gambar 3. 18 Wesel Inggris penuh  
(Sumber :Utomo, 2009)



Gambar 3. 19 Wesel Inggris setengah  
(Sumber :Utomo, 2009)

#### d. Wesel Tiga Jalan

Berdasarkan arah dan letak sepurnya, wesel tiga jalan terbagi menjadi 4 tipe seperti pada Gambar 3.20.



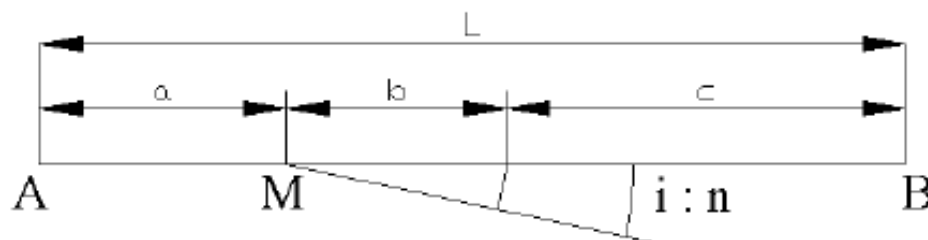
Gambar 3. 20 Wesel tiga jalan  
(Sumber :Utomo, 2009)

#### 4. Bagan Wesel

Untuk keperluan pelaksanaan pembangunan, gambar – gambar rencana wesel digambar hanya menurut bagannya.

##### a. Bagan Ukuran

Bagan ini menjelaskan ukuran – ukuran wesel dan dapat digunakan untuk menggambar bagan tata letak jalur secara berkala yang dapat dilihat pada Gambar 3.21.



Gambar 3. 21 Bagan ukuran wesel  
(Sumber : PM No. 60 Tahun 2012)

M = titik tengah wesel = titik potong antar sumbu jalur lurus dengan sumbu jalur belok.

- A = permulaan wesel = tempat sambungan rel lantak dengan rel biasa. Jarak dari A ke ujung lidah biasanya kira – kira 1000 mm.
- B = akhir wesel = sisi belakang jarum.
- n = nomor wesel

b. Bagan Penyusun

Dalam gambar tata letak jalur, bagan penyusun menjelaskan kedudukan luar biasa lidah = lidah wesel dan cara pelayanannya.

### 5. Nomor dan Kecepatan Izin pada Wesel

Nomor wesel (n) menyatakan tangen sudut simpang, yaitu:  $tg = 1 : n$ . kecepatan izin pada wesel tercantum pada Tabel 3.4.

Tabel 3. 4 Nomor wesel dan kecepatan izinnya

Tg	1:8	1:10	1:12	1:14	1:16	1:20
No. Wesel	W 8	W 10	W 12	W 14	W 16	W 20
Kecepatan Izin (km/jam)	25	35	45	50	60	70

(Sumber : PM No. 60 Tahun 2012)

### D. Peron Stasiun

Menurut Peraturan Menteri Perhubungan No. 29 Tahun 2011, peron adalah bangunan yang terletak di samping jalur kereta api yang berfungsi sebagai tempat untuk naik turun penumpang. Berdasarkan peraturan yang sama pula, peron dibedakan menjadi tiga jenis, yaitu: peron tinggi, peron sedang, dan peron rendah dengan persyaratan penempatan berada di tepi jalur (*side platform*) dan atau di antara dua jalur (*island platform*).

#### 1. Persyaratan Teknis Peron

- a. Persyaratan Tinggi Peron
- 1) Peron tinggi, tinggi peron 1000 mm yang diukur dari kepala rel.
  - 2) Peron sedang, tinggi peron 430 mm yang diukur dari kepala rel.
  - 3) Peron rendah, tinggi peron 180 mm yang diukur dari kepala rel.
- b. Jarak Tepi Peron ke As Jalan Rel



- 1) Peron tinggi, 1600 mm (untuk jalan rel lurus) dan 1650 mm (untuk jalan rel lengkungan).
- 2) Peron sedang, 1350 mm.
- 3) Peron rendah, 1200 mm.

c. Panjang Peron

Panjang peron sesuai dengan rangkaian terpanjang kereta api penumpang yang beroperasi.

d. Lebar Peron

Untuk menghitung lebar peron didasarkan pada jumlah penumpang dengan menggunakan rumus yang ada pada PM No. 29 Tahun 2011 sebagai berikut.

$$b = \frac{\frac{0,64\text{m}^2}{\text{orang}} \times V \times \text{LF}}{I} \dots\dots\dots(3.2)$$

b = Lebar peron (meter)

V = Jumlah rata – rata penumpang per jam sibuk dalam satu tahun (orang)

LF = *Load factor* (80%)

I = Panjang peron sesuai dengan rangkaian terpanjang kereta api penumpang yang beroperasi (meter)

Hasil dari perhitungan menggunakan rumus di atas, tidak boleh kurang dari ketentuan lebar peron minimal seperti pada Tabel 3.5.

Tabel 3. 5 Ketentuan lebar peron minimum

Jenis Peron	Di Tepi Jalur ( <i>Side Platform</i> )	Di Antara Dua Jalur ( <i>Island Platform</i> )
Tinggi	1,65 meter	2 meter
Sedang	1,9 meter	2,5 meter
rendah	2,05 meter	2,8 meter

(Sumber : PM No. 29 Tahun 2011)

e. Lantai Peron

Lantai peron tidak menggunakan material yang licin.

f. Fasilitas Peron

Peron setidaknya harus dilengkapi dengan fasilitas sebagai berikut.

- 1) Lampu
- 2) Papan penunjuk jalur
- 3) Papan penunjuk arah
- 4) Batan aman peron

## 2. Persyaratan Operasi Peron

Selain persyaratan teknis, terdapat pula persyaratan operasi peron diantaranya sebagai berikut.

- a. Hanya digunakan sebagai tempat naik turun penumpang dari kereta api.
- b. Dilengkapi dengan garis batas aman peron.
  - 1) Peron tinggi, minimal 350 mm dari sisi tepi luar ke as peron.
  - 2) Peron sedang, minimal 600 mm dari sisi tepi luar ke as peron.
  - 3) Peron rendah, minimal 750 mm dari sisi tepi luar ke as peron.

## E. Jarak Pengereman

Jarak pengereman kereta api adalah jarak yang diperlukan mulai saat masinis menarik tuas (*handle*) rem dengan kondisi pelayanan pengereman penuh (*full brake*) sampai dengan kereta api benar-benar berhenti. Pengereman *full brake* pada rangkaian kereta api menggunakan peralatan pengereman udara tekan (*Westinghouse*), di mana cara kerjanya adalah menurunkan tekanan udara pada pipa utama sebesar  $1,4 - 1,6 \text{ kg/cm}^2$  ( $1,4 - 1,6 \text{ atm}$ ) melalui tuas pengereman yang dilakukan masinis di lokomotif yang menyebabkan tekanan maksimum pada silinder pengereman kereta/gerbong mencapai  $3,8 \text{ kg/cm}^2$  ( $3,8 \text{ atm}$ ) pada masing-masing kereta/gerbong.

Jarak pengereman ( $L$ ) dihitung dalam satuan meter. Hal ini sangat berpengaruh pada kereta api sebagai acuan masinis dalam menentukan kapan

saatnya harus menarik tuas rem dan memulai pengereman agar dapat berhenti pada waktu dan tempat yang diharuskan untuk berhenti. Ketika kereta api berjalan dengan kecepatan penuh dan masinis menyadari bahwa kereta api harus berhenti didepan suatu sinyal karena tertahan oleh semboyan 7 (sinyal tidak boleh dilalui) maka masinis harus dapat memperkirakan jarak pengereman di mana harus mulai menarik tuas rem sehingga kereta api dapat berhenti di muka sinyal tersebut.

Terdapat beberapa faktor yang mempengaruhi jarak pengereman kereta api, diantaranya sebagai berikut.

1. Kecepatan kereta api  
Semakin tinggi kecepatan suatu kereta api, maka semakin panjang jarak pengereman yang diperlukan.
2. Kemiringan/lereng (*gradient*) jalan rel  
Kemiringan jalan rel berpengaruh terhadap jarak pengereman, di mana terdapat dua kemungkinan yaitu menambah jarak pengereman jika lereng menurun atau mengurangi jarak pengereman jika lereng menaik.
3. Prosentase gaya pengereman  
Prosentase gaya pengereman adalah besaran gaya pengereman yang bekerja dibandingkan dengan berat kereta api yang akan dilakukan pengereman dikalikan 100%. Semakin kecil besaran gaya pengereman maka akan semakin panjang jarak pengereman.

Sistem pengereman yang dipakai di Indonesia ialah sistem pengereman udara tekan dari *Knorr*, maka rumus yang dipakai adalah rumus *Minden*, yaitu:

$$L = \frac{3,85 \times V^2}{6,1 \times \psi \times \left(a + \frac{\lambda}{10}\right) \pm ir} \dots\dots\dots(3.3)$$

Keterangan:

- V = Kecepatan kereta api dalam km/jam
- $\lambda$  = Presentase pengereman
- i = lereng/kemiringan (‰)

$\psi$  = Faktor Kecepatan dan jenis rem

$i_r$  = Besaran pengaruh panjang rangkaian saat di lereng =  $C_i \times i$

$\lambda_r$  = Besaran pengaruh panjang rangkaian saat pengereman =  $C_i \times \lambda$

$C_i$  = Faktor koreksi panjang rangkaian

## F. Fasilitas Operasi dan Sistem Persinyalan

Peralatan persinyalan menurut PM No.10 Tahun 2011 pasal 1 ialah fasilitas pengoperasian kereta api yang berfungsi memberi petunjuk atau isyarat yang berupa warna atau cahaya dengan arti tertentu yang dipasang pada tempat tertentu. Peralatan persinyalan sendiri terdiri dari:

1. Sinyal adalah alat atau perangkat yang digunakan untuk menyampaikan perintah bagi pengaturan perjalanan kereta api dengan peragaan dan/atau warna yang berdasarkan penempatan terdiri dari peralatan dalam ruangan dan peralatan luar ruangan. Sedangkan berdasarkan jenisnya terbagi menjadi persinyalan elektrik dan persinyalan mekanik.
2. Tanda/semboyan adalah isyarat yang berfungsi untuk memberi peringatan atau petunjuk kepada petugas yang mengendalikan pergerakan sarana kereta api.
3. Marka adalah tanda berupa gambar atau tulisan yang berfungsi sebagai peringatan atau petunjuk tentang kondisi tertentu pada suatu tempat yang berkaitan dengan perjalanan kereta api.
4. Peralatan pendukung adalah peralatan pengendali, pengawasan, dan pengamanan perjalanan kereta api.

Berdasarkan PM No. 10 Tahun 2011 Pasal 4, dijelaskan bahwa persinyalan elektrik terdiri atas:

1. Peralatan dalam ruangan, yaitu:
  - a. *Interlocking* elektrik, berfungsi membentuk, mengunci, dan mengontrol semua peralatan persinyalan elektrik untuk mengamankan perjalanan kereta api.
  - b. Panel pelayanan, berfungsi untuk melayani dan mengendalikan seluruh bagian peralatan sinyal yang berada di luar ruangan sesuai dengan tabel

rute, untuk mengatur dan mengamankan perjalanan kereta api dan untuk memberikan indikasi status peralatan sinyal.

- c. Peralatan blok, berfungsi menjamin keamanan perjalanan kereta api di petak blok dengan cara, hanya mengizinkan satu kereta api boleh berjalan di dalam petak blok sesuai dengan arah perjalanan kereta api.
  - d. Data logger, berfungsi untuk mencatat/merekam/menyimpan data semua proses yang terjadi di peralatan *interlocking* lengkap dengan waktu kejadian.
  - e. Catu daya, berfungsi untuk mensuplai daya secara terus-menerus untuk peralatan sinyal elektrik dalam dan luar ruangan serta peralatan telekomunikasi.
2. Peralatan luar ruangan, yaitu:
- a. Peraga sinyal elektrik, berfungsi menunjukkan aspek berjalan, berjalan hati-hati atau berhenti bagi perjalanan kereta api.
  - b. Penggerak wesel elektrik, berfungsi untuk menggerakkan lidah wesel, mendeteksi dan mengunci kedudukan akhir lidah wesel baik secara individual atau mengikuti arah rute yang dibentuk.
  - c. Pendeteksi sarana perkeretaapian, berfungsi untuk mendeteksi keberadaan sarana pada jalur kereta api baik di tata letak jalur maupun di petak jalan.
  - d. Penghalang sarana, berfungsi sebagai pencegah luncuran sarana yang mengarah ke jalur kereta api.
  - e. Media transmisi, berfungsi untuk menyalurkan daya dan data dari sumber ke peralatan atau sebaliknya.
  - f. Proteksi, berfungsi untuk melindungi instalasi peralatan telekomunikasi dan gangguan petir yang berupa sambaran langsung atau induksi tegangan lebih/tinggi.

Selain persinyalan elektrik, pada Pasal 4 juga dijelaskan mengenai persinyalan mekanik yang terdiri atas:

1. Peralatan dalam ruangan, yaitu:

- a. *Interlocking* mekanik, berfungsi untuk membentuk, mengunci, dan mengontrol serta untuk mengamankan rute kereta api yaitu petak jalur kereta api yang akan dilalui kereta api secara mekanis.
  - b. Pesawat blok, berfungsi untuk berhubungan dengan stasiun sebelah, mengunci peralatan *interlocking* mekanik pada saat pengoperasian kereta api di petak jalan dan menjamin hanya ada satu kereta api dalam satu petak jalan.
2. Peralatan luar ruangan, yaitu:
- a. Peraga sinyal mekanik, berfungsi untuk menunjukkan perintah berjalan, berjalan hati-hati atau berhenti kepada masinis yang mendekati sinyal yang bersangkutan.
  - b. Penggerak wesel mekanik, berfungsi untuk menggerakkan lidah wesel secara mekanik mengikuti arah rute yang dibentuk.
  - c. Pengontrol kedudukan lidah wesel, berfungsi untuk mengetahui kedudukan akhir lidah wesel yang dilalui dari depan.
  - d. Penghalang sarana, berfungsi untuk menjamin aman dari kemungkinan adanya luncuran sarana yang mengarah ke jalur kereta api.
  - e. Media transmisi/saluran kawat berfungsi untuk menggerakkan sinyal, wesel, kancing, dan sekat.

Selain penjelasan mengenai persinyalan di PM No.10 Tahun 2011, pada PP NO. 72 Tahun 2009 tentang Lalu Lintas dan Angkutan Kereta Api juga menjelaskan mengenai sinyal - sinyal yang digunakan untuk pengaturan perjalanan kereta api, diantaranya sebagai berikut.

1. Sinyal utama, terdiri dari:
  - a. Sinyal masuk, adalah sinyal yang berfungsi untuk memberi petunjuk melalui isyarat berupa warna atau cahaya bahwa kereta api akan memasuki stasiun.
  - b. Sinyal keluar, adalah sinyal yang berfungsi untuk memberi petunjuk melalui isyarat berupa warna atau cahaya bahwa kereta api boleh berangkat meninggalkan stasiun.

- c. Sinyal blok adalah sinyal yang berfungsi untuk memberi petunjuk melalui isyarat berupa warna atau cahaya bahwa jalur kereta api dibagi dalam beberapa petak blok.
  - d. Sinyal darurat, adalah sinyal yang berfungsi untuk memberikan petunjuk melalui isyarat berupa warna atau cahaya:
    - 1) Dalam hal sinyal utama berwarna merah dan sinyal darurat tidak menyala putih (padam), masinis harus memberhentikan kereta apinya di muka sinyal yang berwarna merah;
    - 2) Dalam hal sinyal utama berwarna merah dan sinyal darurat menyala putih, masinis boleh menjalankan kereta apinya sesuai dengan kecepatan yang diizinkan oleh pengatur perjalanan kereta api (setempat, daerah, dan terpusat); dan
    - 3) Dalam hal sinyal utama (untuk sinyal masuk) tidak dilengkapi dengan sinyal darurat, masinis menjalankan kereta apinya dengan kecepatan 30 km/jam.
  - e. Sinyal langsir adalah sinyal yang berfungsi untuk memberi petunjuk melalui isyarat berupa warna atau cahaya bahwa kereta api boleh atau tidak boleh melakukan gerakan langsir.
2. Sinyal pembantu, terdiri dari:
- a. Sinyal muka
  - b. Sinyal pendahulu
  - c. Sinyal pengulang adalah sinyal yang dapat dipasang pada peron stasiun, umumnya memiliki banyak jalur dengan frekuensi kereta yang padat, berfungsi untuk memberi petunjuk sinyal yang diwakilinya:
    - 1) Dalam hal sinyal pengulang menyala putih, menunjukkan bahwa sinyal yang diwakilinya berindikasi aman, pembantu petugas pengatur perjalanan kereta api (pengawas peron) atau kondektur boleh memberikan tanda kereta api boleh berangkat; dan
    - 2) Dalam hal sinyal pengulang tidak menyala (padam), menunjukkan bahwa sinyal yang diwakilinya berindikasi tidak aman, pembantu petugas pengatur perjalanan kereta api (pengawas peron) atau kondektur dilarang memberikan tanda kereta api boleh berangkat.

3. Sinyal pelengkap, terdiri dari:
  - a. Sinyal penunjuk arah adalah sinyal yang berfungsi untuk memberikan petunjuk bahwa kereta api berjalan ke arah seperti yang ditunjukkan oleh sinyal (ke kiri atau ke kanan).
  - b. Sinyal pembatas kecepatan adalah sinyal yang berfungsi untuk memberikan petunjuk melalui isyarat warna atau cahaya bahwa masinis harus menjalankan kereta apinya sesuai dengan kecepatan terbatas yang ditunjukkan oleh sinyal pembatas kecepatan:
    - 1) dalam hal sinyal utama berwarna hijau atau kuning dan sinyal pembatas kecepatan menyala atau menunjukkan angka tertentu masinis boleh menjalankan kereta apinya (di wesel atau jalur) dengan kecepatan puncak sesuai dengan angka yang ditunjukkan dikalikan 10 dan:
    - 2) dalam hal sinyal utama berwarna hijau atau kuning dan sinyal pembatas kecepatan tidak menyala (padam), masinis boleh menjalankan kereta apinya dengan kecepatan puncak sesuai dengan warna sinyal.
  - c. Sinyal berjalan jalur tunggal sementara adalah sinyal yang berfungsi untuk memberi petunjuk melalui isyarat berupa warna atau cahaya bahwa kereta api akan berjalan di jalur kiri (jalur tunggal sementara).