

BAB III

TINJAUAN PUSTAKA

A. Definisi Perkeretaapian

Berdasarkan Undang-Undang Nomor 23 Tahun 2007 tentang Perkeretaapian, Perkeretaapian merupakan kerangka kerja yang terdiri dari sarana, prasarana, dan SDM, serta standar, model, kebutuhan, dan strategi koordinasi transportasi perkeretaapian. Dengan kemampuan untuk mengangkut banyak penumpang dan barang sekaligus, kereta api merupakan moda transportasi yang banyak diunggulkan dibandingkan moda transportasi darat lainnya.

Berdasarkan Peraturan Pemerintah No. 56 Tahun 2009 Tentang Penyelenggara Perkeretaapian, semua prasarana perkeretaapian harus memenuhi standar kelaikan teknis dan operasional. Konstruksi jalan rel terdiri dari bagian atas dan bagian bawah. Konstruksi atas harus memenuhi geometri, ruang bebas, beban gandar, dan frekuensi yang dapat dilalui.

Berdasarkan Peraturan UU no. 23 Tahun 2007 pasal 1 tentang Perkeretaapian bahwa kereta api dibagi menjadi 3 (tiga) yaitu sarana, prasarana, dan sumber daya, serta standar, ukuran, keperluan dan teknik penyelenggaraan angkutan kereta api. Sebagaimana yang tertuang dalam Perda no. 23 Tahun 2007, yang dimaksud dengan prasarana adalah jalur rel kereta api, bangunan stasiun, dan fasilitas operasi kereta api, agar kereta api dapat beroperasi, sedangkan sarana adalah yang dapat bergerak di atas rel. SDM yang dimaksud adalah tim sarana kereta api, petugas pengoperasian jalur kereta api, petugas pengoperasian kereta, petugas penguji prasarana kereta, petugas penguji sarana KA, petugas pemeriksa sarana dan prasarana perkeretaapian, petugas pemeliharaan sarana kereta api.

B. Prasarana Perkeretaapian

Sesuai Peraturan Nomor 23 Tahun 2007 pasal 1 tentang Perkeretaapian, yang dimaksud dengan prasarana Kereta Api adalah jalur rel kereta api, stasiun kereta api, dan fasilitas operasi kereta api agar kereta api dapat dioperasikan. Prasarana KA meliputi:

1. Jalur Kereta Api

Sesuai Pedoman Menteri Perhubungan PM No. 60 Tahun 2012 tentang Persyaratan Teknis Jalur Kereta Api pasal 1 ayat 4, Jalur kereta api adalah suatu jalur yang terdiri dari rangkaian petak-petak jalan kereta api yang menggabungkan ruang manfaat jalur kereta api, ruang milik jalur kereta api, dan ruang pengawasan jalur kereta api, termasuk bagian atas dan bawah yang diperuntukkan untuk lalu lintas kereta api.

2. Jembatan

Menurut Pedoman Menteri Perhubungan PM No. 60 tahun 2012 tentang Persyaratan Teknis Jalur Kereta Api pasal 1, Jembatan kereta api adalah satu kesatuan bangunan yang terbuat dari baja, beton dan bangunan lainnya yang menghubungkan tepi sungai, jurang, dan lain-lain untuk kegiatan lalu lintas kereta api.

3. Stasiun Kereta Api

Menurut Peraturan Menteri Perhubungan PM No. 29 tahun 2011 tentang Persyaratan Teknis Bangunan Stasiun pasal 1, Stasiun kereta api adalah bagian dari prasarana kereta api yang berguna sebagai tempat pemberangkatan dan pemberhentian kereta api.

4. Fasilitas Operasi Kereta Api

Menurut Peraturan Menteri Perhubungan PM No. 44 Tahun 2018 tentang Persyaratan Teknis Peralatan Persinyalan Perkeretaapian, Fasilitas pengoperasian kereta api merupakan semua fasilitas yang dibutuhkan agar kereta api dapat beroperasi.

C. Perencanaan Drainase

Menurut Hasmar,(Dosen Tekni Sipil UII, dalam buku Drainase terapan tahun 2012) Drainase adalah pembuangan massa air secara alami atau buatan dari permukaan atau bawah permukaan ke suatu tempat. Pembuangan ini dapat dilakukan dengan mengalirkan, menguras, membuang, atau mengalihkan air.

1. Sistem Drainase

Menurut Hasmar,(2012) Sistem drainase merupakan pembuangan air pada suatu daerah jalan rel agar tidak sampai terjadi genangan.

- a. Sistem mengurangi pengaruh air yang dapat mengubah konsistensi tanah sehingga tubuh jalan selalu dalam kondisi yang kokoh (konsisten, keras dan padat). engan demikian, pengembangan kantong penyeimbang tidak terjadi.
- b. Tidak ada genangan air pada badan jalan, dimana ini akan menyebabkan terjadinya pembuangan lempung dan gaya (efek) pompa kereta api yang melintas dapat melemahkan kekokohan dan kekuatan rel kereta api.
- c. Agar perjalanan kereta api tidak terganggu, maka perencanaan drainase harus konsultasi secara seksama dengan PUSDALOPKA sebagai penyelenggara perjalanan kereta api.

Ada 3 (tiga) macam drainase menurut Hasmar,(2012), yaitu:

- a. Drainase permukaan (*Surface Drainage*)
- b. Drainase bawah tanah (*Sub Drainage*)
- c. Drainase lereng (*Drainage of Slope*)

Tujuan drainase yang baik pada rel kereta :

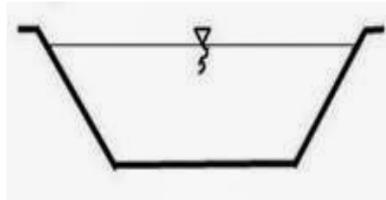
- a. Agar terhindar dari genangan air
- b. Memcegah adanya erosi
- c. Jaga badan jalan rel tetap stabil
- d. Untuk area kekuatan daya dukung konstruksi

Menurut Hasmar,(2012) terdapat beberapa jenis drainase permukaan (*Surface Drainage*) yang memiliki keunggulan masing-masing, antara lain:

a. Trapesium

Pada bentuk ini memiliki keunggulan diantaranya:

- 1) Menampung dan menyalurkan limpahan banjir yang memiliki debit besarr;
- 2) Sifat aliran yang terus menerus ,dengan sedikit perubahan;
- 3) Dimanfaatkan pada daerah yang memiliki lahan yang cukup.

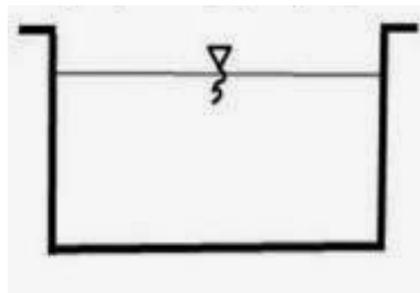


Gambar III. 1 Drainase bentuk trapesium

b. Persegi panjang

Pada bentuk ini memiliki keunggulan diantaranya:

- 1) Menampung dan menyalurkan limpahan air hujan dengan debit besar;
- 2) Sifat aliran terus menerus dan fluktuasi kecil.



Gambar III. 2 Drainase bentuk persegi panjang

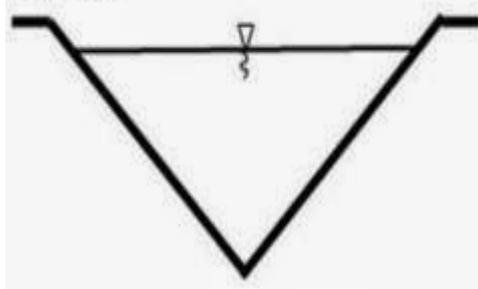
Untuk konstruksi drainase empat persegi panjang ini pada umumnya menggunakan beton pracetak berbentuk U-ditch sesuai Peraturan Menteri PM No. 60 Tahun 2012 karena memiliki keunggulan sebagai berikut:

- 1) Mudah saat pemasangan;
- 2) Waktu pekerjaan lebih singkat;
- 3) Harga yang lebih kompetitif.

c. Segitiga

Pada bentuk ini memiliki keunggulan diantaranya:

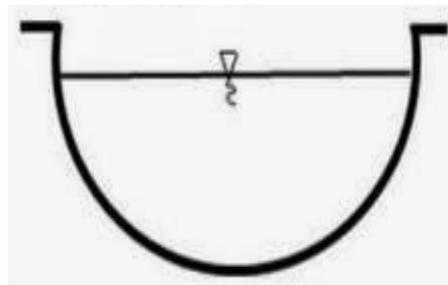
- 1) Menampung dan menyalurkan limpahan air hujan untuk debit kecil;
- 2) Bentuk saluran digunakan pada lahan yang terbatas.



Gambar III. 3 Drainase bentuk segitiga

d. Setengah lingkaran

- 1) Menampung dan menyalurkan limpahan air hujan untuk debit kecil;
- 2) Bentuk ini umumnya digunakan untuk saluran rumah penduduk pada sisi jalan perumahan yang padat.



Gambar III. 4 Drainase bentuk setengah lingkaran

2. Hidrolika

a. Luas Desain Saluran

Menurut Hasmar,(2012) Tinggi muka air pada saluran (H) dan lebar saluran (B), merupakan parameter untuk menentukan luas basah saluran (F_s), Luas basah atau disain saluran (F_s) dianalisis berdasarkan debit hujan (Q) yang menjadi debit saluran dan kecepatan aliran air pada saluran (v).

Rumus III. 1 Luas Desain Saluran

$$Q = F_s \cdot v$$

$$F_s = \frac{Q}{V}$$

V adalah kecepatan aliran air pada saluran drainase, yang didapat dari tabel atau bisa juga dianalisis dengan formula manning.

b. Kecepatan Saluran

Menurut Hasmar,(2012) Kecepatan aliran air pada saluran, ditentukan berdasarkan tabel kemiringan sebagai berikut:

Tabel III. 1 Kemiringan saluran versus kecepatan rata-rata aliran

Kemiringan Saluran (%)	Kecepatan Rata-Rata V (m/det)
< 1	0,40
1 - < 2	0,60
2 - < 4	0,90
4 - < 6	1,20
6 - < 10	1,50
10 - < 15	2,40

Sumber: Hasmar, (2012)

Berdasarkan formula manning :

Rumus III. 2 Kecepatan Saluran

$$V = \frac{1}{n} \cdot R_s^{\frac{2}{3}} \cdot I^{\frac{1}{2}}$$

Keterangan :

V = Kecepatan aliran air disalurkan (m/det)

n = Koefisien kekerasan dinding, tergantung jenis bahan saluran
(dapat dilihat di Tabel III.2)

$R_s = \text{Radius hidrolis} = \frac{F_s}{P_s}$

I = Kemiringan saluran

Tabel III. 2 Besaran koefisien kekasaran saluran (n)

Tipe Pematusan	Permukaan Saluran	Koefisien	Kekasaran
Tidak diperkuat	Tanah	0,02	0,025
	Pasir dan kerikil	0,25	0,04
	Cadas	0,025	0,035
Dibuat ditempat	Plesteran semen	0,01	0,013
	Beton	0,013	0,018
	" Rubble Wet mortarmasonry"	0,015	0,03
	" Rubble Dry mortarmasonry"	0,025	0,035
Pracetak	Beton bertulang sentrifugal	0,025	0,014
	Pipa beton	0,025	0,016

Sumber: Hasmar, (2012)

Tabel III. 3 Kecepatan yang diijinkan sesuai bahan dinding dan dasar

BAHAN	KECEPATAN ALIRAN V (m/det)
Beton	0,6 – 3,0
Aspal	0,6 – 1,5
Pasangan batu/bata	0,6 – 1,8
Kerakal, atau lempung yang sangat kompak	0,6 – 1,0
Pasir kasar, atau tanah berkerakal atau berpasir	0,3 – 0,6
Lempung dan sedikit pasir	0,2 – 0,3
Tanah berpasir halus, atau berlanau	0,1 – 0,2

Sumber : Hasmar, (2012)

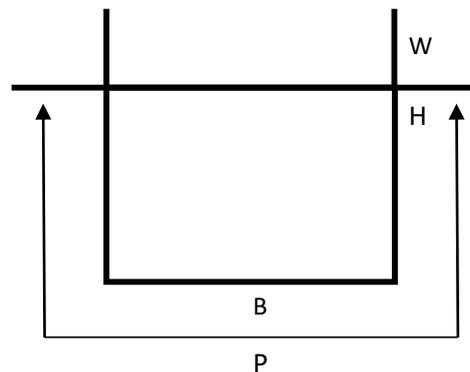
Tabel III. 4 Kemiringan dinding

JENIS BAHAN	KEMIRINGAN DINDING SALURAN (%)
Tanah	0 – 5
Kerikil	5 – 7,5
Pasangan	7,5

Sumber : Hasmar, (2012)

c. Analisa Dimensi Saluran

Menurut Hasmar, 2012 debit aliran saluran yang sama dengan debit akibat hujan dialirkan pada saluran berbentuk empat persegi panjang untuk drainase muka tanah (*surface drainage*).



Gambar III. 5 Saluran tampang empat persegi panjang

Keterangan :

H = Tinggi air (m)

B = Lebar saluran (m)

P = Keliling basah (m)

W = Ambang bebas (waking free board)

Setelah tinggi H didapat, maka tinggi saluran masih harus ditambah dengan W (*waking free board*). Besarnya W diambil berdasarkan perhitungan loncatan air secara hidrolis, ditambah 15 cm. Kapasitas aliran akibat hujan harus dialirkan melalui saluran drainase sampai ke titik rencana hilir. Debit hujan yang dianalisis menjadi debit aliran untuk dimensi saluran :

Rumus III. 3 Debit Aliran

$$Q \text{ Hujan} = Q \text{ Saluran} = F_s \cdot v$$

Keterangan :

F_s = Luas tampang basah/desain saluran

v = Kecepatan aliran air di saluran

Q = Debit

Sehingga luas tampang basah desain saluran adalah:

$$F_s = \frac{Q}{v}$$

Kecepatan aliran air secara kasar dapat ditentukan berdasarkan tabel kemiringan (I) versus kecepatan aliran (v). Secara teliti dan ekonomis, kecepatan aliran ditentukan berdasarkan formula manning.

- d. Analisis Debit Hujan (Q) menurut Ir. Wesli dalam buku Drainase perkotaan, 2008.

Rumus III. 4 Analisis Debit Hujan

$$S_0 = \frac{\text{Elevasi Hulu} - \text{Elevasi Hilir}}{L}$$

$$t_c = \left(\frac{0,87 \times L^2}{1000 \times S_0} \right)^{0,385}$$

Keterangan :

S_0 = kemiringan saluran

L = panjang aliran saluran

Kemiringan Hulu = kecemiringan pada hulu

Elevasi hilir = kemiringan pada hilir

- e. Menentukan Intensitas Hujan (It) (Menurut Hasmar, 2012)

Rumus III. 5 Intensitas Hujan

$$R = \frac{\text{curah hujan}}{\text{etmal}}$$

$$I_t = \left(\frac{R}{24} \right) \left(\frac{24}{t_c} \right)^{\frac{2}{3}}$$

f. Menentukan Luas Area (A)

Rumus III. 6 Luas Area

$$A = A_1 + A_2 + A_n$$
$$= L_1 \cdot L_{sal} + L_2 \cdot L_{sal} + L_n \cdot L_{sal}$$

g. Menentukan Koefisien Run Off

Lihat tabel koefisien Run Off untuk nilai α

Tabel III. 5 Koefisien Run Off

TIPE AREA	KOEFISIEN RUN OFF
Pegunungan yang curam	0,75 – 0,90
Tanah bergelombang dan hutan	0,50 – 0,75
Dataran yang ditanami/perkebunan	0,45 – 0,60
Atap yang tidak tembus air	0,75 – 0,90
Perkerasan aspal	0,80 – 0,90
Tanah padat sulit diresapi	0,40 – 0,55
Tanah agak mudah diresapi	0,05 – 0,35
Taman/lapangan terbuka	0,50 – 0,25
Kebun	0,20
Perumahan tidak begitu rapat (20 rumah/ha)	0,25 – 0,40
Perumahan kerapatan sedang (21-60 rumah / ha)	0,47 – 0,70
Perumahan rapat (61 – 160 rumah/ha)	0,70 – 0,80
Daerah rekreasi	0,20 – 0,30
Daerah industri	0,80 – 0,90
Daerah perniagaan	0,90 – 0,95

Sumber : Hasmar, (2012)

Tabel III. 6 Koefisien penyebaran hujan

LUAS AREA (km ²)	KOEFISIEN PENYEBARAN HUJAN
≤ 4	1
5	0,995
10	0,980
15	0,955
20	0,920
25	0,875
30	0,820
50	0,500

Sumber : Hasmar, (2012)

h. Menentukan Koefisien penyebab Hujan

Luas area = m² dijadikan km²

Rumus III. 7 Debit Hujan

$$\text{Debit hujan (Q)} = \alpha \cdot \beta \cdot It \cdot A$$

i. Analisis Perencanaan Dimensi Saluran

Rumus III. 8 Perencanaan dimensi saluran

$$B = 0,50 H$$

$$\text{Luas basah (Fs)} = B \cdot H \dots\dots\dots(\text{III.1})$$

$$\text{Keliling basah (Ps)} = B + 2H \dots\dots\dots(\text{III.2})$$

$$\text{Radius hidraulika (Rs)} = \frac{Fs}{Ps} \dots\dots\dots(\text{III.3})$$

$$\text{Formula manning } V = \frac{1}{n} \cdot Rs^{\frac{2}{3}} \cdot I^{\frac{1}{2}} \dots\dots\dots(\text{III.4})$$

$$Q \text{ saluran} = Fs \cdot V \dots\dots\dots(\text{III.5})$$

$$\text{Tebal pelat balok} = \frac{1}{12} \times L \text{ (L = Lebar bentang)} \dots\dots\dots(\text{III.6})$$

3. Data curah hujan di Bandung

Curah hujan adalah jumlah air yang jatuh dipermukaan tanah datar selama periode tertentu yang diukur dengan satuan tinggi (mm). Curah hujan 1 mm artinya dalam 1 m persegi pada tempat yang datar tertampung air setinggi 1 mm atau sebanyak 1 liter.

Tabel III. 7 Tabel intensitas rata-rata curah hujan

Bulan	Curah Hujan (mm) per tahun Kota Bandung									
	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
Januari	216.9	309.0	188.0	188.0	65.3	191.0	231.6	207.6	146.4	59.5
Februari	250.0	88.9	189.1	189.1	199.3	239.3	269.1	337.0	153.9	117.1
Maret	305.0	418.7	318.6	318.6	389.3	292.0	222.7	291.0	292.5	238.9
April	286.0	217.6	285.2	285.2	220.2	297.6	298.9	271.0	177.3	336.2
Mei	171.0	176.7	322.4	322.4	222.3	123.9	245.7	292.0	239.0	146.9
Juni	231.5	195.5	58.8	58.8	106.4	33.4	26.5	30.0	92.4	150.6
Juli	159.0	180.6	0.3	0.3	39.1	0.3	13.4	64.0	33.2	98.5
Agustus	74.0	119.8	6.9	6.9	48.4	38.9	0.2	42.0	91.8	29.9
September	172.0	0.6	43.2	43.2	90.8	40.8	55.0	88.0	73.0	182.2
Oktober	234.0	65.0	37.9	37.9	345.3	124.8	84.2	327.0	218.4	366.7
November	164.0	296.5	455.0	455.0	442.2	483.2	270.7	207.0	454.3	307.2
Desember	418.0	316.4	311.5	311.5	129.9	323.5	313.5	262.0	198.5	277.7
Jumlah	4143,6									
rata-rata	414,36									

Sumber : BMKG Kota Bandung, 2023

Kategori curah hujan terbagi menjadi 4, yaitu rendah (0 - 100 mm), menengah (100 – 300 mm), tinggi (300 – 500 mm), dan sangat tinggi (>500 mm). Dari data curah hujan diatas, rata - rata intensitas hujan terbesar pada tahun 2018 adalah pada bulan November sebesar 483,2 mm yang termasuk kedalam kategori curah hujan tinggi.