

Redesain Drainase Di Emplasemen Stasiun Kesamben

Dwi Iryana Fernanda Hidayatullah¹, Rianto Rili Prihatmanty²,
Jimmy Rudolf Charles Hosang³

Politeknik Transportasi Darat Indonesia – STTD

Jalan Raya Setu No. 89 Bekasi, Jawa Barat 17520, Indonesia

Email: dwifernandahidayatullah@gmail.com

Diterima Juli 2024, Direvisi Juli 2024, Disetujui Juli 2024, Diterbitkan Juli 2024

ABSTRACT

Railways are a form of transportation mode with several advantages that have the ability to provide large-scale services for the community. The purpose of this study is to identify the existing drainage conditions in the Kesamben Station Emplacement that experience leakage and also the seepage of water flow from residents' villages, as well as to find the appropriate drainage size to improve drainage performance to be optimal. This type of research is quantitative research. This research was conducted during Field Work Practice from February to May 2024 using the method of analysis of waste in the study area, discharge analysis, and channel dimension analysis. From the results of the analysis by calculating R = average rainfall that occurred in the last 5 years in Kesamben, Blitar district of 590 mm, drainage height (H) = 490 mm, drainage width (B) = 340 mm, and free threshold (W) = 250 mm with a plate thickness of 70 mm. The final disposal plan for the drainage flow is to channel to the Wisdom Building (BH) 393 at kilometer 93+998. The type of drainage used is U – Ditch (pre-printed).

Keywords: :Drainage; Existing; Leakage; Seepage; Rainfall

ABSTRAK

Kereta api merupakan salah satu bentuk moda transportasi dengan beberapa keunggulan yang memiliki kemampuan untuk memberikan layanan berskala besar bagi masyarakat. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengidentifikasi kondisi eksisting drainase di Emplasemen Stasiun Kesamben yang mengalami kebocoran dan juga rembesan aliran air dari perkampungan warga, serta mencari ukuran drainase yang sesuai untuk memperbaiki kinerja drainase menjadi optimal. Jenis penelitian ini adalah penelitian kuantitatif. Penelitian ini dilakukan selama Praktek Kerja Lapangan dari bulan Februari hingga Mei 2024 menggunakan metode analisis permasalahan pada wilayah kajian, analisis debit, dan analisis dimensi saluran. Dari hasil analisis dengan menghitung R = curah hujan rata – rata yang terjadi dalam kurun waktu 5 tahun terakhir di Kesamben, kabupaten Blitar sebesar 590 mm diperoleh tinggi drainase (H) = 490 mm, lebar drainase (B) = 340 mm, dan ambang bebas (W) = 250 mm dengan tebal plat 70 mm. rencana pembuangan akhir untuk aliran drainase adalah menyalurkan ke bangunan hikmat (BH) 393 pada kilometer 93+998. Tipe drainase yang digunakan adalah U – Ditch (pra cetak).

Kata Kunci: Drainase; Eksisting; Kebocoran; Rembesan; Curah Hujan

I. PENDAHULUAN

Salah satu moda transportasi yang memiliki banyak keunggulan dibanding dengan moda angkutan darat lain adalah kereta api, hal tersebut karena kereta api mampu mengangkut penumpang dan barang dalam jumlah besar dalam kurun waktu yang bersamaan. Oleh karena itu, untuk menjaga keunggulan kereta api, harus didukung dengan perawatan dan pemeliharaan yang baik. perjalanan kereta yang nyaman dan aman dipengaruhi oleh salah satu faktor yaitu prasarana. Jika terjadi kerusakan atau kegagalan dalam penggunaannya akan berdampak langsung pada kelancaran aktivitas kereta api. Prasarana berfungsi sebagai pondasi rel kereta api, sehingga kondisi prasarana harus selalu terjaga dengan baik. Pada lintas Malang – Wlingi (DAOP 8 Surabaya) terdapat 9 stasiun yaitu Stasiun Malang, Malang Kotalama, Pakisaji, Kepanjen, Ngebruk, Sumber Pucung, Pogajih, Kesamben, dan Wlingi. Stasiun Kesamben dengan singkatan KSB terletak pada km 94+353 dengan kelas Stasiun III. Stasiun Kesamben merupakan jenis stasiun yang melayani naik turun penumpang dan juga melayani persilangan dan penyusulan antarkereta api. Pada Emplasemen Stasiun Kesamben terdapat 2 (dua) spoor (1 spoor lurus), serta memiliki

wesel dengan jumlah 1 (satu). Masalah yang ada di Stasiun Kesamben adalah sistem drainase yang tidak berfungsi secara optimal, sehingga terjadi kebocoran dan juga rembesan aliran air dari perkampungan warga ke area disamping jalur. Dari kondisi tersebut menyebabkan terjadinya kecurahan atau *mud pumping* bahkan saat musim kemarau, sehingga dapat menyebabkan terjadinya kerusakan pada jalur rel. selain itu, pada Kabupaten Blitar kategori curah hujan menengah, namun terdapat kategori intensitas curah hujan sangat tinggi pada 5 tahun terakhir. Berdasarkan latar belakang diatas maka perlu dilakukan evaluasi khususnya pada redesain drainase di Emplasemen Stasiun Kesamben yang dapat berfungsi dengan optimal, sehingga permasalahan drainase yang terjadi dapat teratasi.

II. METODOLOGI PENELITIAN

A. Lokasi dan Waktu Penelitian

Lokasi penelitian adalah lokasi daerah studi dilakukan. Lokasi penelitian ini dilakukan di wilayah kerja DAOP 8 Surabaya, tepatnya di Stasiun Kesamben, Kabupaten Blitar. Adapun waktu yang dilaksanakan untuk penelitian adalah pada waktu pelaksanaan Praktek Kerja Lapangan (PKL) dan magang selama 4 bulan yaitu bulan Februari sampai dengan Mei 2024

B. Metode Pengumpulan Data

1. Data Sekunder

Data sekunder adalah sumber informasi untuk analisis dalam penelitian yang diperoleh peneliti tanpa survei langsung dilapangan atau didapat melalui media atau perantara. Data sekunder yang dikumpulkan meliputi:

- a. Data curah hujan Kabupaten Blitar 5 tahun terakhir
- b. Layout Emplasemen Stasiun Kesamben

2. Data primer

Data primer adalah data yang didapatkan melalui survei, maupun pengukuran secara langsung dilapangan. Adapun data primer yang dikumpulkan meliputi:

a. Kondisi drainase emplasemen Stasiun Kesamben

Data ini diperoleh dengan metode survei langsung di Emplasemen Stasiun Kesamben melalui pengukuran terhadap drainase dengan alat meteran.

b. Inventarisasi Emplasemen Stasiun Kesamben

Data ini diperoleh dengan metode survei langsung di Emplasemen Stasiun Kesamben melalui dokumentasi hasil pengamatan langsung dilapangan berupa foto kondisi drainase.

C. Pengolahan Data

Pengolahan data dilakuakn setelah semua data yang diperlukan terkumpul. Pengolahan data primer dan data sekunder dilakukan untuk dapat mengetahui tindakan selanjutnya dari permasalahan yang ada. Pengolahan data dilakukan dengan menganalisis kondisi drainase yang ada di Stasiun Kesamben, inventarisasi Emplasemen Stasiun Kesamben, layout Stasiun Kesamben, serta data curah hujan di daerah Kesamben, Kabupaten Blitar.

D. Analisis Data

1. Analisis Permasalahan Pada Wilayah Kajian

Analisis ini dilakukan dengan metode survei langsung di Eplasemen Stasiun Kesamben dan menjelaskan secara deskriptif Permasalahan Pada Wilayah Kajian untuk mengetahui permasalahan pada drainase yang ada di Emplasemen Stasiun Kesamben.

2. Analisis Ukuran Drainase Yang Akan Digunakan

Analisis ukuran drainase dilakukan secara kuantitatif melalui data numerik hasil survei pengukuran langsung ditempat kajian dengan menggunakan alat meteran, perhitungan untuk ukuran drainase yang dengan referensi rumus ((hasmar,2012), (wesli, 2008), (rumus rasional, Ir. Suyono Sosrodarsono)), dan data curah hujan dari Stasiun Geofisika malang untuk Kabupaten Blitar pada 5 tahun terakhir.

E. Formula Matematika

Pada penelitian ini, rumus yang digunakan adalah rumus perhitungan hidraulika yang meliputi luas desain saluran, kecepatan saluran, perhitungan dimensi saluran, perhitungan debit hujan, perhitungan intensitas hujan, perhitungan koefisien *run off*, dan perencanaan dimensi saluran.

1. Luas Desain Saluran

Menurut (Hasmar, 2012) Tinggi muka air pada saluran (H)(m) dan lebar saluran (B)(m), adalah parameter untuk mencari luas basah saluran (Fs) yang dihitung berdasarkan analisis debit hujan (Q) (m³/detik) yang kemudian menjadi debit saluran dan kecepatan aliran air pada saluran (v) (m/detik).

$$Q \text{ (m}^3\text{/detik)} = Fs \cdot v$$

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

(V) didapat dari tabel atau bisa juga dianalisis dengan formula manning yang merupakan kecepatan aliran air pada saluran drainase (m/detik).

2. Kecepatan Saluran

Kecepatan aliran air pada saluran, dapat ditetapkan melalui tabel kemiringan yang ada dihalaman 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:

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

Keterangan:

V = Kecepatan aliran air disalurkan (m/detik)

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

R_s = Radius Hidrolik = $\frac{F_s}{P_s}$

I = Kemiringan saluran (%)

Tabel III. 2 Besaran Koefisien Kekasaran Saluran (n)

NO	TIPE PEMATUSAN	PERMUKAAN SALURAN	KOEFISIENSI	KEKASARAN
1	Tidak diperkuat	Tanah	0,02	0,025
		Pasir dan kerikil	0,25	0,04
		Cadas	0,025	0,035
2	Dibuat ditempat	Plesteran semen	0,01	0,013
		Beton	0,013	0,018
		" Rubble Wet	0,015	0,03
		" Rubble Dry	0,025	0,035
3	Pracetak	Beton bertulang sentrifugal	0,025	0,014
		Pipa beton	0,025	0,016

Sumber: Hasmar, 2012

Tabel III. 3 Kecepatan yang Diizinkan Sesuai Bahan Dinding dan Dasar

NO	BAHAN	KECEPATAN
		ALIRAN V (m/det)
1	Beton	0,6 – 3,0
2	Aspal	0,6 – 1,5
3	Pasangan batu/bata	0,6 – 1,8
4	Kerakal, atau lempung yang sangat kompak	0,6 – 1,0
5	Pasir kasar, atau tanah berkerakal atau berpasir	0,3 – 0,6
6	Lempung dan sedikit pasir	0,2 – 0,3
7	Tanah berpasir halus, atau berlanau	0,1 – 0,2

Sumber: Hasmar, 2012

Tabel III. 4 Kemiringan Dinding

NO	JENIS BAHAN	KEMIRINGAN DINDING SALURAN (%)
1	Tanah	0 – 5
2	Kerikil	5 – 7,5
3	Pasangan	7,5

Sumber: Hasmar, 2012

3. Analisis Dimensi Saluran

Debit aliran saluran yang sama dengan debit akibat hujan dialirkan pada saluran berbentuk empat persegi panjang untuk drainase muka tanah (surface drainage).

Keterangan:

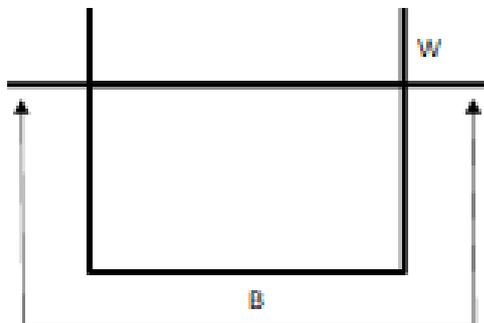
H = Tinggi air (m)

B = Lebar saluran (m)

p = Keliling basah

W = Ambang bebas (waking free board)(m)

Bentuk dari drainase muka tanah (surface drainage) dapat dilihat pada (**Gambar III. 5**) Saluran Tampang Empat Persegi Panjang berikut:



Gambar III. 1 Saluran Tampang Empat Persegi Panjang

Sumber: Hasmar, 2012

Setelah mendapatkan tinggi (H) saluran , maka dijumlahkan dengan ambang bebas atau *Waking Free Board* (W) . ambang bebas (W) ditentukan oleh perhitungan lompatan air hidrolik ditambah 12 cm. Kapasitas aliran akibat hujan harus dialirkan melalui saluran drainase sampai ke titik rencana hilir. Debit aliran untuk mendimensi saluran diperoleh melalui Debit hujan yang dianalisis:

$$Q \text{ Hujan} = Q \text{ Saluran} = F_s \cdot v^{3/3}$$

Keterangan:

Fs = Luas tampang basah / desain saluran

v = Kecepatan aliran air di saluran (m/detik)

Q = Debit (m³/detik)

Sehingga luas tampang basah desain saluran adalah:

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

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.

4. Analisis Debit Hujan (Menurut wesli, 2008):

$$to1 = \frac{L1}{v1}$$

$$to2 = \frac{L2}{v2}$$

$$\sum to = to1 + to2 \text{ (detik)}$$

$$td = \frac{L \text{ Saluran}}{V \text{ Saluran}} \text{ (detik)}$$

$$\text{Waktu Konsentrasi (tc) (jam)} = \sum to + td$$

Keterangan:

to = *inlet time* adalah berapa waktu yang dibutuhkan air untuk mengalir dari muka tanah menuju drainase. Panjang dari sisi terluar yang sejajar dengan saluran (lebar area) dibagi dengan kecepatan air mengalir dari sisi paling luar sampai menuju ke saluran. Aliran air ini arahnya hampir tegak lurus dengan saluran (detik).

td = *conduit time* adalah waktu air untuk mengalir sepanjang saluran hingga titik kontrol di hilir. Panjang saluran dibagi kecepatan aliran di saluran = $\frac{L}{v}$ (detik).

L = panjang saluran (m)

v = kecepatan aliran (m/detik)

5. Menentukan Intensitas Hujan

$$R = \frac{\text{Curah Hujan}}{\text{Etmal}}$$

$$It \text{ (mm/jam)} = \left(\frac{R}{24}\right) \left(\frac{24}{tc}\right) \frac{2}{3}$$

Keterangan:

R = Curah Hujan (mm)

It = Intensitas Hujan (mm/jam)

Menentukan Luas Area (A) (km²)

$$A = A_1 + A_2 + A_n$$

$$= L_1 \cdot L_{sal} + L_2 \cdot L_{sal} + L_n \cdot L_{sal}$$

6. Menentukan Koefisien Run Off

Lihat tabel koefisien Run Off untuk nilai α

$$A \text{ desain} = \frac{A1}{A} \alpha 1 + \frac{A2}{A} \alpha 2 + \frac{An}{A} \alpha$$

Tabel III. 5 Koefisien Run Off

NO	TIPE AREA	KOEFISIEN RUN OFF
1	Pegunungan yang curam	0,75 – 0,90
2	Tanah bergelombang dan hutan	0,50 – 0,75
3	Dataran yang ditanami/perkebunan	0,45 – 0,60
4	Atap yang tidak tembus air	0,75 – 0,90
5	Perkerasan aspal	0,80 – 0,90
6	Tanah padat sulit diresapi	0,40 – 0,55
7	Tanah agak mudah diresapi	0,05 – 0,35
8	Taman/lapangan terbuka	0,50 – 0,25
9	Kebun	0,2
10	Perumahan tidak begitu rapat (20 rumah/ha)	0,25 – 0,40
11	Perumahan kerapatan sedang (21-60 rumah / ha)	0,47 – 0,70
12	Perumahan rapat (61 – 160 rumah/ha)	0,70 – 0,80
13	Daerah rekreasi	0,20 – 0,30
14	Daerah industri	0,80 – 0,90
15	Daerah perniagaan	0,90 – 0,95

Sumber: Hasmar, 2012

Tabel III. 6 Koefisien Penyebaran Hujan

NO	LUAS AREA (km ²)	KOEFISIEN PENYEBARAN HUJAN
1	≤ 4	1
2	5	0,995
3	10	0,98
4	15	0,955
5	20	0,92
6	25	0,875
7	30	0,82
8	50	0,5

Sumber: Hasmar, 2012

7. Menentukan Koefisien Run Off

a. Debit Air Hujan (mm)

Rumus Rasional (Ir. Suyono Sosrodarsono):

$$Q \text{ (m}^3\text{/detik)} = \frac{1}{3,6} f . r . A \text{ atau } Q = \frac{1}{3,6} C . I . A$$

C = koefisien aliran (1)

I = intensitas hujan (mm/jam)

A = Luas Area (km²)

b. Menentukan Debit Limbah Penduduk

Kebutuhan air setiap hari = jumlah penduduk x kebutuhan air rata rata setiap orang

- c. Menentukan Debit Rancangan
Debit Rancangan adalah Debit Rencana + Debit Limbah

8. Analisis Perencanaan Dimensi Saluran

$$B = 0,70 H$$

$$\text{Luas basah (Fs)} = B.H$$

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

$$\text{Radius hidraulika (Rs)} = \frac{Fs}{Ps}$$

$$\text{Formula manning} = \frac{1}{n} \cdot Rs^{2/3} \cdot I^{1/2}$$

$$Q \text{ Saluran} = Fs \cdot V$$

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Kondisi eksisting Stasiun Kesamben yang berada pada track galian, menyebabkan letaknya lebih rendah dibandingkan dengan perkampungan penduduk di wilayah tersebut.



Gambar V. 1 Letak Stasiun Kesamben Dengan Kondisi Track Galian



Gambar V. 2 Aliran Air Dari Perkampungan Warga Yang Masuk Ke Area Stasiun Kesamben

Hal tersebut menyebabkan aliran air dari perkampungan tersebut mengalir ke drainase yang terdapat pada area Emplasemen Stasiun Kesamben dan merembes ke area samping jalur rel dikarenakan dasar dari drainase trapesium tersebut masih tanah dan bukan beton menyebabkan aliran air dari perkampungan warga terperangkap di area tersebut. Aliran air yang merembes di sekitar jalur rel mengakibatkan terjadinya *mud pumping* atau kecrotan yang terjadi sepanjang tahun meskipun pada musim kemarau.

Akibat *mud pumping* pada samping jalur rel dapat dikategorikan menjadi dua, yaitu:

1. Dampak pada Struktur Jalur Rel:

- a. Penurunan Stabilitas Jalur Rel: *Mud pumping* menyebabkan tanah dasar di bawah rel menjadi lembek dan tidak stabil. Hal ini dapat mengakibatkan penurunan rel, deformasi jalur rel, dan bahkan amblesan. Kondisi ini membahayakan keselamatan perjalanan kereta api dan dapat menyebabkan kecelakaan.
- b. Kerusakan Rel dan Ballast: Tekanan dari beban kereta api yang melintas di atas jalur rel yang tidak stabil dapat mempercepat kerusakan rel dan ballast. Rel dapat melengkung, patah, atau aus lebih cepat. Ballast juga dapat terkontaminasi oleh tanah dasar dan kehilangan fungsinya sebagai penopang rel.
- c. Gangguan Drainase: *Mud pumping* dapat menyumbat sistem drainase di sekitar jalur rel. Hal ini menyebabkan air tertahan di sekitar rel dan memperparah kondisi tanah dasar. Air yang tertahan juga dapat mempercepat korosi pada rel dan struktur pendukung lainnya.



Gambar V. 3 Mud pumping Yang Terjadi Sepanjang Tahun Pada Area di Samping Jalur Rel



Gambar V. 4 Bantalan Rel Yang Mengalami Penurunan

2. Dampak pada Operasional Kereta Api:

- a. Penurunan Kecepatan Kereta Api: Jalur rel yang tidak stabil dan bergelombang dapat menyebabkan kereta api harus mengurangi

kecepatannya saat melintas. Hal ini dapat mengakibatkan keterlambatan jadwal kereta api dan mengganggu operasional perkeretaapian.

- b. Meningkatkan Biaya Perawatan: Kerusakan pada rel, ballast, dan struktur pendukung lainnya akibat *mud pumping* membutuhkan biaya yang besar untuk diperbaiki. Selain itu, operasional kereta api yang terganggu juga dapat menyebabkan kerugian finansial.

Penurunan Kualitas Layanan: Penurunan kecepatan dan keterlambatan jadwal kereta api akibat *mud pumping* dapat menurunkan kualitas layanan yang diberikan kepada penumpang. Hal ini dapat menyebabkan ketidakpuasan pelanggan dan berdampak pada citra perusahaan kereta api.

Untuk mencegah dan menangani *mud pumping* pada jalur rel, perlu dilakukan beberapa upaya, antara lain:

1. Memperbaiki Sistem Drainase: Sistem drainase di sekitar jalur rel harus diperbaiki dan dipelihara dengan baik agar air tidak tertahan dan memperparah kondisi tanah dasar.
2. Memperkuat Lapisan Ballast: Lapisan ballast harus diperkuat dengan menggunakan material yang berkualitas dan memiliki gradasi yang sesuai.
3. Melakukan Pemantauan Jalur Rel: Pemantauan jalur rel secara berkala perlu dilakukan untuk mendeteksi tanda-tanda awal *mud pumping*.
4. Melakukan Perbaikan Segera: Jika ditemukan tanda-tanda *mud pumping*, perlu dilakukan perbaikan segera untuk mencegah kerusakan yang lebih parah.

Berdasarkan masalah yang terjadi sebelumnya maka perlu dibuat perencanaan ulang tentang desain drainase pada Emplasemen Stasiun Kesamben. Berikut adalah langkah – langkah untuk mendapatkan ukuran drainase yang akan dibuat, yaitu:

1. Perhitungan Curah Hujan Rencana
merupakan proses menentukan perkiraan jumlah curah hujan yang akan terjadi dimasa mendatang dalam periode tertentu. Berikut adalah tabel dari rata – rata curah hujan di Kesamben, Kabupaten Blitar.

Tabel V. 1 Tabel Intensitas Rata-Rata Curah Hujan Kabupaten Blitar

NO	BULAN	INTENSITAS RATA - RATA CURAH HUJAN (MM)					TOTAL (MM)	RATA - RATA (MM)
		2019	2020	2021	2022	2023		
1	Januari	419,1	251,4	397,3	181,5	187,5	1436,8	287,36
2	Februari	157	256,5	206,6	327,6	336,5	1284,2	256,84
3	Maret	443,4	346,1	301	240,2	178	1508,7	301,74
4	April	208,8	205,2	151,5	265,1	183,5	1014,1	202,82
5	Mei	1,5	285,3	51	252,9	102,4	693,1	138,62
6	Juni	2	44,6	199,5	139,5	73	458,6	91,72
7	Juli	0	7,4	37,3	11,3	106,5	162,5	32,5
8	Austus	0	16	9,3	65,8	0	91,1	18,22
9	September	0	9,3	133,6	164,5	0	307,4	61,48
10	Oktober	1	147	42,7	577,6	13,6	781,9	156,38
11	November	65,3	181,2	590	435,4	80,8	1352,7	270,54
12	Desember	387,5	262,4	241,3	233,3	128,9	1253,4	250,68

Sumber: http://dataonline.bmkg.go.id/mcstation_metadata
(diakses pada 15 Juni 2024)

Dari tabel diatas rata – rata curah hujan tertinggi adalah bulan November 2021

yaitu 590 mm. Setelah di dapat intensitas rata – rata curah hujan tertinggi dicarilah catchment area Desa Kesamben. Cathment area adalah daerah tangkapan untuk untuk limbah air dari pemukiman penduduk (air mandi, air sabun, air detergen, dan air tinja). Luas catchment area Desa Kesamben dapat dilihat pada Gambar V.5 dihalaman berikut.

2. Analisis Debit

Debit maksimum dihitung menggunakan rumus rasional, yaitu:

Panjang Saluran (L) kanan dan kiri (total) = 404 m = 0,4 km

Luas Daerah (A) cacthment area = 71.105 m² = 0,07 km²

Jarak perkampungan penduduk ke drainase = 6 m

a. Menentukan Waktu Konsentrasi (tc)

$t_c = \Sigma t_o$ (inlet time) + t_d (conduit time)

Asumsikan $I_1 = 6\%$; $V = 1,5$ m/detik

$t_{o1} = L_1/V_1$

= 2 m / 1,5 m/detik

= 1,3 detik

Asumsikan $I_2 = 6\%$; $V = 1,5$ m/detik

$t_{o2} = L_2/V_2$

= 4 m / 1,5 m/detik

= 2,6 detik

$\Sigma t_o = t_{o1} + t_{o2} = 1,3 + 2,6 = 3,9$ detik

Jadi, dari hasil perhitungan diatas dapat diketahui jika Σt_o adalah 3,9 detik.

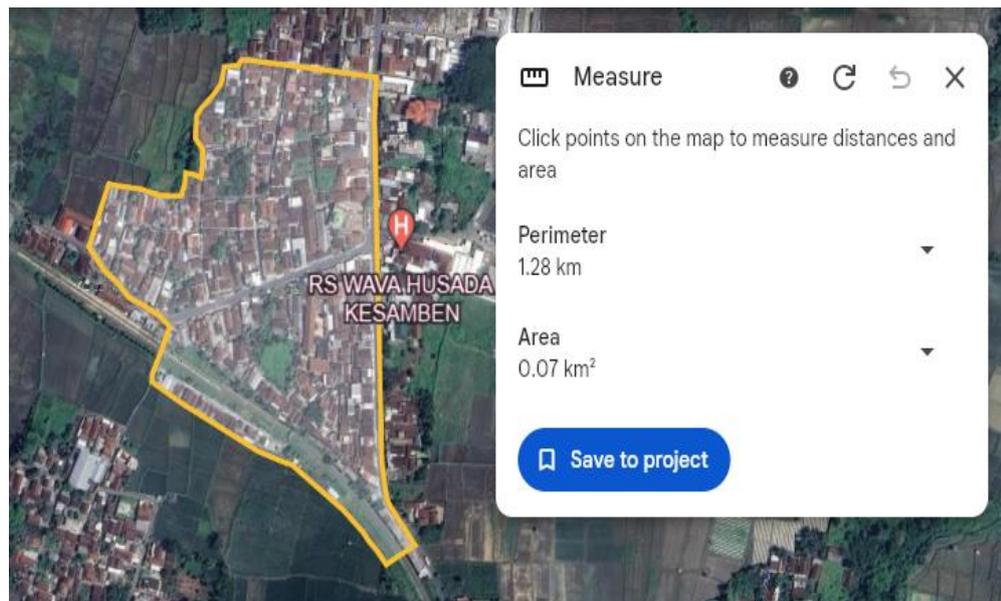
Hasil dari perhiungan Σt_o digunakan untuk mencari waktu konsentrasi (tc)

Asumsikan I Saluran = 0,5% ; $V = 0,40$ m/detik

$t_d = L_{saluran} / V_{saluran}$

= 404 m / 0,40 m/detik

= 1.010 detik



Jadi, dari hasil perhitungan diatas t_d (conduit time) adalah 1.010 detik. Hasil perhitungan tersebut selanjutnya digunakan untuk mencari waktu konsentrasi (t_c).

Asumsikan I Saluran = 0,5% ; $V = 0,40$ m/detik

$$\begin{aligned} t_d &= L_{\text{saluran}} / V_{\text{saluran}} \\ &= 404 \text{ m} / 0,40 \text{ m/detik} \\ &= 1.010 \text{ detik} \end{aligned}$$

Jadi, dari hasil perhitungan diatas t_d (conduit time) adalah 1.010 detik. Hasil perhitungan tersebut selanjutnya digunakan untuk mencari waktu konsentrasi (t_c).

Waktu konsentrasi (t_c) = $\Sigma t_o + t_d$

$$\begin{aligned} t_c &= 3,9 \text{ detik} + 1.010 \text{ detik} \\ &= 1.013,9 \text{ detik} = 1014 \text{ detik} \\ &= 1.014 \text{ detik} / 3600 \end{aligned}$$

$t_c = 0,281$ jam , jadi diperoleh t_c adalah 0,281 jam

berdasarkan perhitungan diatas didapat waktu konsentrasi sebesar 0,281 jam = 16,86 menit. Perhitungan diatas kemudian digunakan untuk menentukan intensitas hujan.

b. Menentukan Intensitas Hujan (I_t)

Untuk mencari intensitas hujan (I_t) lihat data curah hujan Kabupaten Blitar (Tabel V.1)

$$R = 590 \text{ mm/etmal} = 590/24 = 24,58 \text{ mm/jam}$$

$$\begin{aligned} I_t &= (R/24) (24/t_c)^{2/3} \\ &= (24,58/24) (24/0,281)^{2/3} \\ &= (1,02) (85,40)^{2/3} \\ &= (1,02) (19,39) \end{aligned}$$

$$I_t = 19,77 \text{ mm/jam}$$

berdasarkan perhitungan diatas didapat intensitas hujan (I_t) sebesar 19,77 mm/jam, kemudia hasil dari perhitungan diatas digunakan untuk mencari debit hujan (Q hujan).

c. Menentukan Debit Hujan

Luas area (A) = 0,07 km²

$f = 0,70$ (koefisien untuk perumahan kepadatan tinggi 61 – 120 rumah)

I_t/r = intensitas curah hujan = 19,77 mm/jam

Rumus rasional $Q = \frac{1}{3,6} f \cdot r \cdot A$ atau $Q = \frac{1}{3,6} C \cdot I \cdot A$

$$Q = \frac{1}{3,6} \times 0,7 \times 19,77 \times 0,07$$

$$Q = 0,278 \times 0,7 \times 19,77 \times 0,07$$

$$Q = 0,269 \text{ m}^3/\text{detik} = 0,27 \text{ m}^3/\text{detik}$$

Jadi, dari hasil perhitungan didapat debit hujan (Q) sebesar 0,27 m³/detik.

Untuk menentukan debit rencana dilakukan dengan mengganti konstanta menjadi 1 air limpasan dari curah hujan tidak hanya meresap kedalam tanah, contoh:

$$Q = 0,278 \times 1 \times 19,77 \times 0,07$$

$$Q = 0,38 \text{ m}^3/\text{detik}$$

Berdasarkan perhitungan diatas didapat debit hujan sebesar 0,38 m³/detik.

d. Perhitungan Debit Air Limbah

Debit air limbah penduduk dihitung dengan cara jumlah penduduk di daerah tersebut dikalikan dengan kebutuhan air bersih per liter per hari per kapita dan debit air buangan, jadi diperoleh perhitungan untuk debit air limbah, yaitu:

Jumlah penduduk Kesamben : 7.628 jiwa

Kebutuhan air rata – rata perkapita : 150 liter/hari

Air yang menjadi limbah : 80%

Kebutuhan air setiap hari = jumlah penduduk \times kebutuhan air rata – rata perkapita

$$= 7.628 \times 150 \text{ liter/hari}$$

$$= 1.144.200 \text{ liter/hari}$$

$$Q \text{ Limbah} = 1.144.200 \times 1 (24 \text{ jam} \times 3600 \text{ detik} \times 1000 \text{ liter}) \times 80\%$$

$$= 0,01 \text{ m}^3/\text{detik}$$

Jadi, total debit air limbah adalah 0,01 m³/detik

Dari perhitungan debit hujan dan debit limbah diatas digunakan untuk menghitung debit rencana (Q rencana) untuk drainase yang akan digunakan.

e. Perhitungan Debit Rencana

Debit rancangan = Debit Hujan + Debit Limbah

$$= 0,38 + 0,01$$

Q rancangan = 0,39 m³/detik

Dari debit hujan dan debit limbah penduduk didapat debit rancangan sebesar 0,39 m³/detik.

3. Perhitungan Dimensi Saluran

perhitungan dimensi untuk drainase yang akan dibuat dilakukan dengan perhitungan sebagai berikut: $B = 0,70H$, B merupakan konstanta. Maksudnya, jika tinggi drainase 100 cm maka lebar drainase adalah 70 cm.

$$\begin{aligned} \text{Luas Basah (Fs)} &= B \cdot H \\ &= 0,70 H \cdot H \\ &= 0,70 H^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Keliling Basah (Ps)} &= B + 2H \\ &= 0,70 H + 2H \\ &= 2,70 H \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Radius Hidraulika (Rs)} &= Fs / Ps \\ &= 0,70 H^2 / 2,70 H \\ &= 0,259 H = 2,60 H \end{aligned}$$

$$\text{Formula Manning (V)} = \frac{1}{n} \cdot Rs^{2/3} \cdot I^{1/2}$$

$$\begin{aligned} \text{Formula Manning (V)} &= \frac{1}{0,025} \cdot (0,26 H)^{2/3} \cdot (5\%)^{1/2} \\ &= 40 \times 0,4073 \times 0,2236 \times H^{2/3} \\ &= 3,64 H^{2/3} \text{ m/detik} \end{aligned}$$

Setelah nilai kecepatan (V) didapatkan maka selanjutnya dicari ukuran drainase yang akan dibuat.

$$\begin{aligned}
Q &= F_s \cdot V \\
0,39 &= 0,70 H^2 \cdot 3,64 H^{2/3} \\
0,39 &= 2,548 H^{8/3} \\
H^{8/3} &= 0,39 / 2,548 \\
H^{8/3} &= 0,15 \\
H &= 0,153/8 \\
H &= 0,49 \text{ m} \\
H &= 490 \text{ mm}
\end{aligned}$$

tinggi dari drainase (H) adalah 0,49 m atau 490 mm

$$\begin{aligned}
B &= 0,70 H \\
B &= 0,70 \times 0,49 \\
B &= 0,34 \text{ m} \\
B &= 340 \text{ mm}
\end{aligned}$$

Lebar dari drainase adalah 0,34 m atau 340 mm

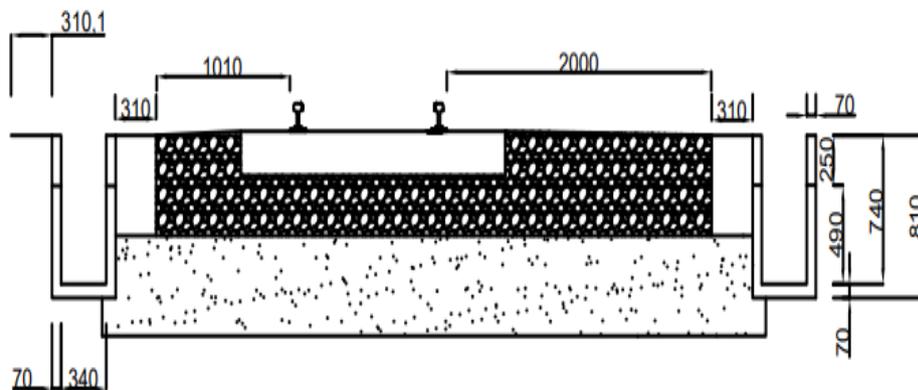
$$\begin{aligned}
W &= R_s + 12 \text{ cm} \\
W &= 0,26 H + 12 \text{ cm} \\
W &= 0,26 \times 0,49 + 12 \text{ cm} \\
W &= 0,127 + 0,12 \text{ m} \\
W &= 0,247 \text{ m} \\
W &= 247 \text{ mm} , \text{ dibulatkan menjadi } 250 \text{ mm}
\end{aligned}$$

Ambang bebasnya adalah (W) adalah 0,247 m atau 247 mm

Tebal plat = mengikuti pasaran
Tebal plat untuk U – Ditch minimal 70 mm.

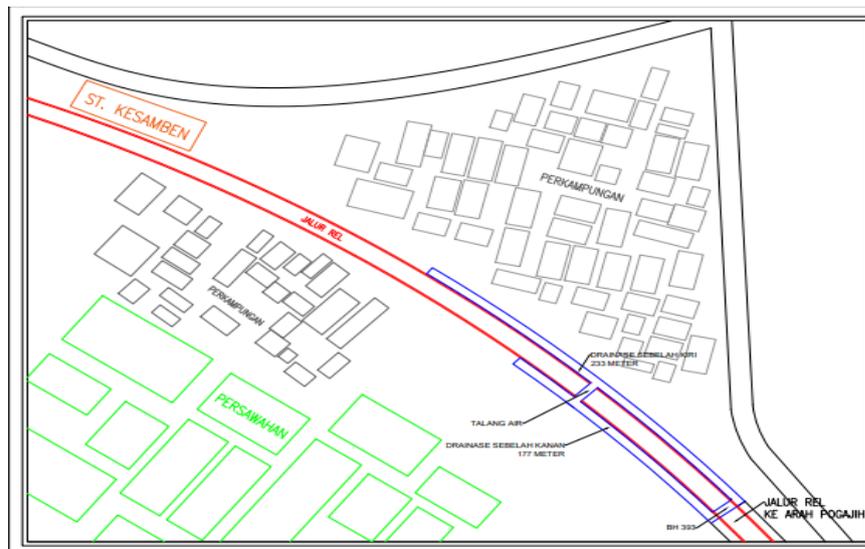
4. Desain Drainase Yang Akan Digunakan

Hasil analisis perhitungan diatas mendapatkan ukuran untuk drainase yang akan dibuat. Berikut merupakan ukuran drainase dengan perhitungan R = rata – rata curah hujan tertinggi yaitu pada bulan November 2021 yaitu 590 mm, didapat drainase dengan tinggi drainase (H) = 490 mm, lebar drainase (B) = 340 mm, ambang bebas (W) = 250 mm, dan tebal plat mengikuti pasaran (70mm).



Gambar V. 6 Potongan Melintang Rencana Drainase U-Ditch

Tinggi drainase total (A) = tinggi drainase (H) + ambang bebas (W) + tebal plat blok (D), jadi (A) = 490 + 250 + 70 = 810 mm. Lebar drainase total (B) = lebar drainase (B) + tebal plat (T) kanan dan (T) kiri, jadi (B) = 340 + 70 + 70 = 480 mm. Tebal plat balok sesuai dengan pasaran yaitu minimal adalah 70 mm. Gambar diatas merupakan denah dari rencana saluran drainase *U – Ditch* yang akan dibuat dengan panjang saluran (garis biru) sebelah kiri atau atas pada gambar adalah 223 m dan saluran sebelah kanan atau bawah pada gambar adalah 177 m menuju Bangunan Hikmat (BH) 393.



Gambar V.7 Denah Rencana Drainase U-Ditch ke BH 393

IV. KESIMPULAN

Berdasarkan dari hasil analisis diatas untuk desain drainase di Emplasemen Stasiun Kesamben diperoleh kesimpulan:

1. Kondisi eksisting Stasiun Kesamben yang berada pada track galian menyebabkan letaknya lebih rendah daripada perkampungan penduduk disekitar area stasiun, dan kinerja drainase yang ada kurang optimal ditambah permukaan drainase yang masih tanah dan bukan beton menyebabkan aliran air terperangkap pada area tersebut, sehingga terjadi kebocoran dan rembesan aliran air dari perkampungan warga ke area Emplasemen Stasiun Kesamben.
2. didapat debit total sebesar 0,39 m³/detik dengan rata – rata intensitas curah hujan tertinggi dalam 5 tahun terakhir yaitu 590 mm dan termasuk kategori sangat tinggi yang terjadi pada November 2021.
3. Hasil analisis ditemukan bahwa dengan R = rata – rata curah hujan tertinggi yaitu pada bulan November 2021 sebesar 590 mm, diperoleh drainase dengan tinggi drainase (H) = 490 mm, lebar drainase (B) = 340 mm, ambang bebas (W) = 250 mm, dan tebal plat mengikuti pasaran (70 mm).

V. SARAN

Berdasarkan hasil analisis dan kesimpulan, dapat diajukan saran sebagai upaya mengoptimalkan kinerja sistem drainase di Emplasemen Stasiun Kesamben, yaitu:

1. Agar dilakukan perbaikan pada drainase yang bekerja kurang optimal dari yang semula dasarnya tanah menjadi beton agar air tidak terperangkap di area tersebut.
2. Perlu dilakukan redesain drainase yang sesuai dengan debit hujan dan debit limbah sebesar 0,39 m³/detik
3. Disarankan agar menggunakan drainase dengan tipe *U – Ditch* (pra - cetak) dengan ukuran dari hasil analisis dengan pembuangan akhir ke Bangunan Hukmat (BH) 393 pada km 93+998.

UCAPAN TERIMA KASIH

Puji syukur kehadiran Allah SWT atas rahmat dan hidayah-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan penelitian yang berjudul “REDESAIN DRAINASE DI EMPLASEMEN STASIUN KESAMBEN” dengan baik dan sesuai dengan waktu yang ditentukan.

Dalam pelaksanaan penelitian tidak dapat terselesaikan tanpa adanya dukungan, bantuan, dan bimbingan dari berbagai pihak dari awal hingga akhir penelitian. Oleh karena itu, perkenankan penulis untuk memberikan ucapan terima kasih kepada dan penghargaan yang setinggi-tingginya kepada:

1. Orang tua dan keluarga dirumah yang selalu mendukung dan mendoakan demi keberhasilan dan kesuksesan anggota keluarganya ini;
2. Bapak Avi Mukti Amin, S.Si.T., M.T. selaku Direktur Politeknik Transportasi Darat Indonesia-STTD dan jajarannya;
3. Bapak Uriansyah Pratama, S.ST., M.M selaku Kepala Program Studi Diploma III Manajemen Transportasi Perkeretaapian;
4. Bapak Rianto Rili Prihatmanty.,M.Sc , selaku dosen pembimbing I yang telah membantu memberikan arahan, bimbingan, serta saran sehingga KKW ini dapat diselesaikan dengan baik;
5. Bapak Ir. Jimmy Rudolf Charle Hosang,MT , selaku dosen pembimbing II yang telah membantu memberikan arahan, bimbingan, serta saran sehingga KKW ini dapat diselesaikan dengan baik;
6. Kepada seluruh pegawai dan alumni yang berada di Balai Teknik Perkeretaapian Kelas I Surabaya yang telah banyak membantu;
7. Kakak-kakak alumni yang telah banyak membantu memberikan masukan dan arahan; dan
8. Adik-adik angkatan 44 dan angkatan 45 yang telah membantu mendoakan demi kelancaran penulisan tugas akhir ini.

Dalam penyusunan penelitian ini, penulis merasa terdapat banyak kekurangan karena keterbatasan pengetahuan dan pengalaman. Oleh karena itu, penulis sangat mengharapkan saran yang membangun dari semua pihak supaya dapat menjadi pembelajaran bagi penulis dan sebagai bahan evaluasi diri bagi penulis maupun perbaikan bagi penulisan-penulisan berikutnya. Penulis berharap, penelitian ini dapat bermanfaat bagi penulis pribadi maupun pihak-pihak terkait yang membutuhkan.

DAFTAR PUSTAKA

- _____,2007. Undang-Undang Nomor 23 Tahun 2007 tentang Penyelenggaraan Perkeretaapian. Jakarta: Pemerintah Indonesia, 2007.
- _____,2019. Kementerian Perhubungan. Peraturan Menteri Perhubungan Nomor 63 Tahun 2019 tentang Standar Pelayanan Minimum Angkutan Orang dengan Kereta Api. Jakarta: Kementerian Perhubungan, 2012.
- _____,2009. Peraturan Pemerintah No. 56 Tahun 2009 Tentang Penyelenggara Perkeretaapian. Jakarta: Pemerintah Indonesia, 2009
- Hasmar, H.A. Halim 2012. Drainase Terapan. UII: Yogyakarta
- Stasiun Geofisika Malang. Data Curah Hujan Kabupaten Blitar 2019. Diakses pada 15 Juni 2024.
- Stasiun Geofisika Malang. Data Curah Hujan Kabupaten Blitar 2020. Diakses pada 15 Juni 2024.
- Stasiun Geofisika Malang. Data Curah Hujan Kabupaten Blitar 2021. Diakses pada 15 Juni 2024.
- Stasiun Geofisika Malang. Data Curah Hujan Kabupaten Blitar 2022. Diakses pada 15 Juni 2024.
- Stasiun Geofisika Malang. Data Curah Hujan Kabupaten Blitar 2023. Diakses pada 15 Juni 2024.
- Kakerissa, Y., Abner Doloksaribu, Jeni Paresa, dan Ahmad Asmar. "Perencanaan Drainase Perkotaan Pada Perumahan." MUSTEK ANIM HA 8, no. 3 (2019): 155-164.
- Parikesit, Danang, Imam Muthohar, Ofyar Z. Tamin, Ahmad Munawar, Erika Buchari, Suryo Hapsoro Tri Utomo, Siti Malkhamah, et al. Jalan Rel. Jakarta: Scopindo Media Utama, 2021.
- Purwanto, Eko. "Analisis Perbandingan Biaya dan Waktu Pada Pekerjaan Beton Drainase Jalan Raya Menggunakan Metode Sistem Cast In Situ dan Sistem Precast." Skripsi, Universitas Internasional Batam, 2019. UIB

Repository.

Tumpu, Miswar. "Drainase Perkotaan." ResearchGate, 2022. Diakses pada 13 Juli 2024.

Wijaya, Habib Krisna, Prastowo, Asep Sapei, dan Nora H. Pandjaitan. "Analisis Kriteria Rancangan Hidraulika pada Pemanfaatan Air Limpasan untuk Air Baku di Kawasan Perumahan." Jurnal Teknik Hidraulik 5, no. 1 (2014): 57-68

