

STUDI ALTERNATIF PERENCANAAN SISTEM DRAINASE STADION MERDEKA KABUPATEN JOMBANG

Fandy Achmad Dwiyanto¹, Bambang Suprpto², Azizah Rokhmawati³

¹Mahasiswa Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Islam Malang
e-mail : 22001051077@unisma.ac.id

²Dosen Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Islam Malang
e-mail : bambang.suprpto@unisma.ac.id

³Dosen Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Islam Malang
e-mail : azizah.rokhmawati@unisma.ac.id

ABSTRACT

Football in Indonesia is a very popular sport and infrastructure in football is certainly very important, especially stadiums that meet national and FIFA standards. Independent stadiums are good enough but their drainage systems are not good. The goal is to help improve the stadium in the future. This study uses rainfall data as a reference for drainage planning and collects field data and literature, then analyzes it to plan drainage channels. The results of this study are 1) The rainfall discharge for a 25-year return period is 156.77 mm. 2) The planned drainage system uses 3-inch PVC pipes that have been perforated with a slope of 0.2%. 3) The distance between pipes is 1.1 m using 4-inch/114 cm PVC pipes. 4) with the planning of infiltration wells as the final disposal site for the drainage system using dimensions of 1 meter in diameter and 5 meters in depth, there are 19 wells located next to the field 5) The amount of the planned budget from the results of this planning is Rp. 1,889,600.000,00

Keywords: Drainage Planning, Cost Budget Plan, Merdeka Stadium

1. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Indonesia merupakan negara dengan iklim tropis yang terdiri dari dua musim, yaitu musim kemarau dan musim hujan. Musim hujan sering kali menjadi pemicu utama dari masalah genangan air. Menurut Badan Pusat Statistik Kabupaten Jombang 2023, Kabupaten Jombang memiliki curah hujan yang cukup tinggi dengan rata-rata 238,45 mm. Selama musim hujan, curah hujan tinggi dapat menimbulkan penumpukan air dipermukaan tanah, jika tidak dapat diserap dengan baik dapat menimbulkan genangan.

Genangan yang terjadi akibat waktu resapan air yang lama merupakan salah satu penyebab utama yang harus diperhitungkan secara cermat dalam perencanaan sistem drainase lapangan sepak bola. Analisis hidrologi merupakan faktor penting dalam perencanaan.

Fasilitas drainase harus di desain untuk mengalirkan air akibat intensitas hujan yang tinggi. Drainase lapangan sepak bola dirancang khusus untuk memastikan bahwa permukaan lapangan tetap kering dan dapat digunakan dengan baik, terutama dalam kondisi cuaca yang bervariasi.

Stadion Merdeka merupakan stadion yang berada di Kecamatan Jombang, Kabupaten Jombang dibangun pada tahun 1960, Provinsi Jawa Timur. Stadion Merdeka merupakan *homebase* dari klub sepak bola PSID Jombang. Sejak awal pembangunan Stadion Merdeka Jombang, belum ada perbaikan yang signifikan. Hal tersebut berpengaruh pada debit air pada stadion yang menyebabkan genangan di area lapangan. Sistem drainase yang tidak memadai menyebabkan air hujan yang turun tidak dapat dialirkan dengan baik sehingga menyebabkan genangan di area stadion.

Sistem drainase yang terdapat di Stadion Merdeka Jombang menggunakan sistem drainase *single purpose* yang mana sistem drainase tersebut hanya terletak di tepi lapangan sepak bola [1]. Drainase ini tidak cukup efektif untuk mengatasi genangan air di area lapangan serta dapat meningkatkan resiko cedera bagi para atlet [2].

Sistem drainase bawah permukaan atau drainase bawah tanah (*subsurface drainage*) merupakan salah satu solusi yang dapat digunakan untuk mencegah terjadinya genangan di area lapangan Stadion Merdeka Jombang. Sistem drainase bawah permukaan merupakan sistem drainase yang berdasarkan pada infiltrasi air hujan yang mengenai permukaan kemudian meresap melalui pori-pori tanah ke pipa-pipa *drain*. Sistem drainase bawah permukaan (*subsurface drainage*) sangat diperlukan di lapangan Stadion Merdeka Jombang karena drainase ini dapat mengumpulkan dan mengalirkan genangan air yang berada di lapangan stadion ke saluran pembuangan secara efektif dan efisien [3].

Selain sungai dan drainase perkotaan sumur resapan juga merupakan salah satu bangunan yang berfungsi untuk mencegah banjir, konsepsi air tanah serta sebagai pembuangan akhir air hujan, perencanaan sumur resapan di lapangan diharapkan mampu mengatasi permasalahan banjir sehingga permukaan lapangan tidak terjadi genangan saat hujan, infrastruktur yang tertata dengan baik serta mendukung pengembangan fasilitas sehingga dapat bermanfaat untuk stadion [4].

Sumur resapan merupakan salah satu teknik rekayasa konservasi air. Variabel-variabel yang menentukan ukuran atau dimensi sumur resapan bergantung pada beberapa faktor, antara lain luas permukaan, karakteristik curah hujan, meliputi intensitas, lama hujan, dan interval hujan, koefisien permeabilitas, dan peningkatan tinggi muka air tanah. Ada beberapa metode untuk menetapkan dimensi sumur resapan. Dikonseptualisasikan bahwa volume air dalam sumur dapat dihitung berdasarkan keseimbangan antara air yang masuk ke dalam sumur dengan air yang meresap ke dalam tanah. Air yang meresap dapat dihitung dari muka air tanah. Dasar sumur resapan dibuat agar mencapai lapisan

tanah yang porous sehingga air cepat meresap ke dalam tanah [5].



Gambar 1 Kondisi stadion setelah hujan
Sumber : Dokumen pribadi, 2025

1.2 Identifikasi Masalah

1. Terjadi genangan pada area lapangan stadion Merdeka Kabupaten Jombang.
2. Belum optimalnya fungsi drainase pada stadion Merdeka Kabupaten Jombang.
3. Stadion Merdeka Kabupaten Jombang tidak ada drainase bawah permukaan di tengah lapangan.

1.3 Rumusan Masalah

Berdasarkan identifikasi masalah yang ada, maka dapat dirumuskan beberapa masalah sebagai berikut:

1. Berapa besar debit curah hujan rencana kala ulang 25 tahun ?
2. Bagaimana desain sistem drainase bawah permukaan (*subsurface drainage*) yang aman agar tidak terjadi genangan air di permukaan Stadion Merdeka Kabupaten Jombang ?
3. Berapa jarak pipa dan dimensi pipa drainase yang dibutuhkan pada sistem drainase bawah permukaan Stadion Merdeka Kabupaten Jombang ?
4. Berapa besar RAB yang di perlukan pada stadion merdeka kabupaten ?

1.4 Batasan Masalah

1. Perencanaan sistem drainase hanya sebatas lapangan sepak bola Stadion Merdeka Kabupaten Jombang.
2. Pada penelitian ini tidak membahas AMDAL yang ditimbulkan.
3. Pada penelitian ini tidak membahas detail bangunan pelengkap yang ada di area sekitar stadion.

2. TINJAUAN PUSTAKA

Literatur yang digunakan dalam hal ini terkait dan signifikan dengan drainase, Analisa hidrologi (curah hujan rerata, curah hujan rancangan, analisis debit banjir), drainase stadion, perencanaan sistem drainase, drainase bawah permukaan (struktur tanah lapangan olahraga, laju infiltrasi, porositas tanah, kecepatan resapan tanah, jarak pipa drainase, dan diameter pipa drainase). Analisa intensitas hujan, debit limpasan hujan, debit banjir rancangan, analisa kapasitas penampang saluran, perencanaan ulang dimensi saluran yang tidak memenuhi kapasitas dan literatur lain berupa buku pedoman, tesis, jurnal, dan sebagainya yang relevan dengan perencanaan drainase stadion.

3. Metodologi Penelitian

3.1 Lokasi Penelitian

Lokasi penelitian yang di ambil adalah Stadion Sepak Bola Merdeka Kabupaten Jombang yang terletak di Jl. Hayam Wuruk No.6, Candi Mulyo, Kecamatan Jombang, Kabupaten Jombang, Provinsi Jawa Timur. Kecamatan Jombang terletak dalam wilayah Kabupaten Jombang. Kecamatan Jombang terletak pada koordinat antara 112° 11' 00" - 112° 13'30" Bujur Timur dan antara 7° 30' 30" Lintang Selatan dan 7°32'45" Lintang Selatan.



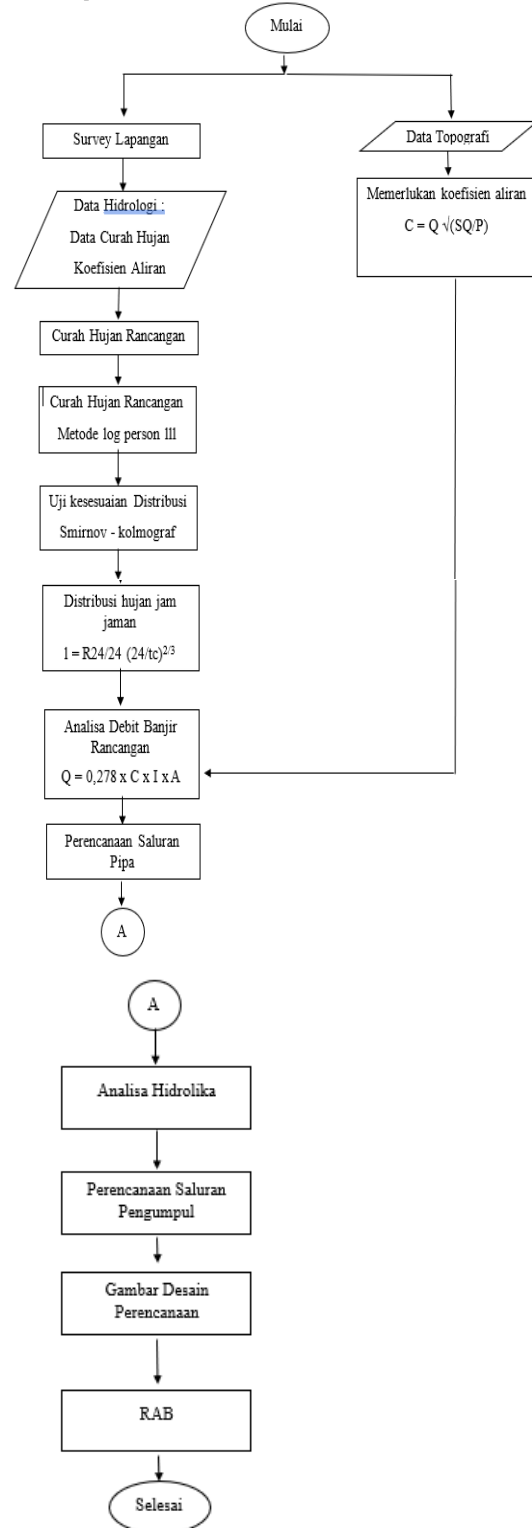
Gambar 1. Peta Lokasi Stadion Merdeka Kabupaten Jombang
Sumber: Google Earth

3.2 Pengumpulan Data

Pengumpulan data dilakukan untuk mendapatkan semua informasi penelitian yang berguna dalam menganalisis gambaran tentang kondisi fisik daerah layanan dari setiap sistem drainase pada daerah kajian, maka diperlukan beberapa data yaitu:

1. Data curah hujan
2. Peta topografi
3. Peta jaringan drainase
4. Data layout stadion

3.3 Bagan Alir Penelitian



Gambar 2 Bagan alir penelitian
Sumber: Peneliti 2024

4. PEMBAHASAN

4.1 Analisa Curah Hujan

Curah hujan adalah jumlah air hujan yang jatuh ke permukaan dalam periode waktu tertentu, curah hujan menggambarkan intensitas hujan yang terjadi di suatu daerah tertentu dan merupakan indikator penting dalam pengelolaan sumber daya air.

1. Uji konsistensi data

Dalam analisis ini, uji konsistensi data menggunakan metode RAPS (*Rescaled Adjusted Partial Sums*)

Tabel 1 Analisa Hujan Maksimum

Tahun	Hujan Harian Maksimum (mm)/hr
2019	117
2020	125
2023	127
2018	127
2017	130
2014	132,2
2022	135
2021	138
2015	142,5
2016	158
Rata - Rata	133,17

Sumber: Hasil Perhitungan, 2024

Analisa uji konsistensi data hujan stasiun jombang ditampilkan pada **Tabel 2** dibawah ini:

Tabel 2 Analisa hasil uji konsistensi data

No	Tahun	Maks (mm)	R-Rerata	SK*	Dy ²	SK**	[SK**]
1	2014	485	75,3	75,3	567,01	0,94	0,94
2	2015	585	175,3	175,3	3073,01	2,18	2,18
3	2016	365	-44,7	-44,7	199,81	-0,56	0,56
4	2017	460	50,3	50,3	253,01	0,62	0,62
5	2018	362	-47,7	-47,7	227,53	-0,59	0,59
6	2019	298	-111,7	-111,7	1247,69	-1,39	1,39
7	2020	375	-34,7	-34,7	120,41	-0,43	0,43
8	2021	415	5,3	5,3	2,81	0,07	0,07
9	2022	429	19,3	19,3	37,25	0,24	0,24
10	2023	323	-86,7	-86,7	751,69	-1,08	1,08
Jumlah		4097	JUMLAH		6480,21	2,18	Max
Rerata		409,7				-1,39	Min
Banyak data (n)		10					

Sumber: Hasil Perhitungan, 2024

Keterangan :

SK* = Curah Hujan 2014 – Rerata Curah Hujan

Dy² = |SK*|² / n

SK** = Sk* Tahun 2014 – Dy

[Sk**] = 0,94

Sk** maks = 2,18

Sk** min = -1,39

Q = [Sk**] maks

= 2,18

R = Sk** maks – Sk** min

= 3,57

$Q/\sqrt{n} = 2,18/\sqrt{10} = 0,69 < 1,14$ (untuk jumlah data sebanyak 10 dengan derajat kepercayaan 95%) maka data konsisten

$R/\sqrt{n} = 3,57/\sqrt{10} = 1,13 < 1,28$ (untuk jumlah data sebanyak 10 dengan derajat kepercayaan 95%) maka data konsisten.

4.2 Analisa Curah Hujan Rancangan

Dalam penelitian ini Analisa curah hujan rancangan digunakan untuk mengetahui peluang terjadinya hujan harian maksimum dalam periode kala ulang tertentu. Hasil analisa curah hujan rancangan menggunakan metode log person III ditampilkan dibawah ini:

Tabel 3 Analisa Curah Hujan Rancangan

Tahun	Xi (mm)	Log Xi	(LogXi - Log Xrt)	(LogXi - Log Xrt) ²	(LogXi - Log Xrt) ³
2014	132,2	2,121	-0,002	0,00000	0,00000
2015	142,5	2,154	0,031	0,00095	0,00003
2016	158	2,199	0,076	0,00572	0,00043
2017	130	2,114	-0,009	0,00008	0,00000
2018	127	2,104	-0,019	0,00037	-0,00001
2019	117	2,068	-0,055	0,00301	-0,00017
2020	125	2,097	-0,026	0,00068	-0,00002
2021	138	2,140	0,017	0,00028	0,00000
2022	135	2,130	0,007	0,00005	0,00000
2023	127	2,104	-0,019	0,00037	-0,00001
Log Xrt		2,123			
Jumlah		21,23	Jumlah	0,0115	0,0003
Standart Deviasi		0,036			
Banyak Data		10			
CS skeness		0,814			

Sumber: Hasil Perhitungan, 2024

Tabel 4 Hasil Analisis Kala Ulang Metode Log Pearson Type III

Kala Ulang (Tr) Tahun	Log Xrt	Cs Log Xi	Sd Log Xi	G	Log Xn	X(mm)
2	2,123	0,893	0,036	0,148	2,005	101,23
10	2,123	0,893	0,036	1,339	2,171	148,24
25	2,123	0,893	0,036	2,018	2,195	156,77

Sumber: Hasil Perhitungan, 2024

4.3 Uji Kesesuaian Distribusi

Pengujian ini dilakukan dengan tujuan untuk mengetahui kebenaran hipotesis yang sudah diambil dari distribusi frekuensi yang

sesuai yaitu dengan uji chi kuadrat dan Smirnov kolmograf.

1. Uji Chi Kuadrat

Tabel 5 Analisa Uji Chi Kuadrat

Batas Kelas	EF	OF	OF-OF	(OF-EF) ² /EF
0-125,03	2,5	2	-0,5	0,1
125,03 - 131,42	2,5	3	0,5	0,1
131,42 - 139,53	2,5	3	0,5	0,1
139,53 - ∞	2,5	2	-0,5	0,1
Jumlah	10	10	0	0,4

Sumber: Hasil Perhitungan, 2024

Berdasarkan hasil analisis di atas diketahui bahwa nilai X^2 hasil analisis kurang dari chi kuadrat yaitu $0,4 < 5,99$ sehingga metode log pearson type III telah memenuhi analisis uji chi kuadrat.

2. Uji Smirnov Kolmogorov

Nilai ΔP_i maksimal sebesar 0,0743 sehingga jika dibandingkan dengan nilai ΔP Smirnov Kolmogorov untuk derajat kepercayaan 5% dan n 10 yaitu sebesar 0,41, dapat disimpulkan bahwa nilai $\Delta P_i < \Delta P$ yaitu $0,0743 < 0,41$, sehingga persamaan *distribusi Log Pearson Type III* dinyatakan lolos uji Smirnov Kolmogorov dapat digunakan dalam analisis hidrologi.

4.4 Analisis Waktu Konsentrasi Hujan

$$t_c = 0,0195 \left(\frac{L}{S^{0,5}} \right)^{0,77}$$

$$t_c = 0,0195 \left(\frac{37}{0,002^{0,5}} \right)^{0,77}$$

$$t_c = 2,943 \text{ menit}$$

$$t_c = 2,943 / 60$$

$$= 0,049 \text{ jam}$$

Berdasarkan analisis di atas diketahui bahwa waktu konsentrasi hujan adalah 0,0439 jam atau 2,634 menit

4.5 Analisis Distribusi Hujan Jam-Jaman

Berdasarkan data curah hujan, curah hujan rencana digunakan dengan kala ulang 25 tahun yaitu $R_{25} = 156,77 \text{ mm/Jam}$.

Tabel 6 Hasil Distribusi Curah Hujan

Intensitas Hujan	
T	25 Tahun
0,049 jam	405,877 mm/jam
1	54,34 mm/jam
2	34,24 mm/jam
3	26,13 mm/jam
4	21,57 m/jam
5	18,59 mm/jam
6	16,46 mm/jam

Sumber: Hasil Perhitungan, 2024

4.6 Analisis Debit Banjir Rancangan (Q)

Koefisien limpasan (C) = untuk rerumputan dengan kemiringan 0,2% sebesar 0,18 – 0,22 di ambil rata rata = 0,20.

$$C = 0,20$$

$$I = 405,877 \text{ mm/jam}$$

$$= 0,405 \text{ m/jam}$$

$$= 0,0001125 \text{ m/detik}$$

$$A = 7140 \text{ m}^2$$

$$= 0,0714 \text{ km}^2$$

$$Q = 0,278 \times 0,20 \times 0,0001125 \times 7140$$

$$= 0,0446 \text{ m}^3/\text{detik}$$

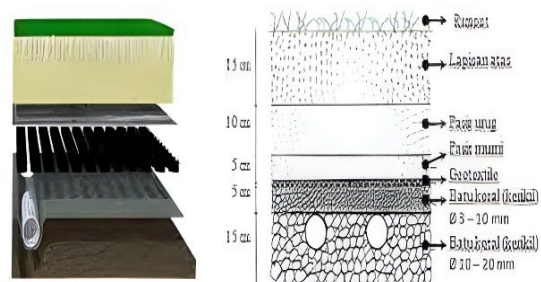
4.7 Analisis Drainase Stadion Merdeka Kabupaten Jombang

Analisis drainase Merdeka Kabupaten Jombang direncanakan berdasarkan dengan infiltrasi atau resapan air hujan pada permukaan tanah dan lapisan tanah. Drainase Stadion Merdeka Kabupaten Jombang dianalisis berdasarkan dengan drainase bawah permukaan tanah (*sub surface drainage*).). Perencanaan ini tidak boleh ada genangan air yang ada di permukaan lapangan. Kemiringan lapangan juga harus sangat kecil direncanakan 0,003. Rumput Stadion juga harus tumbuh dan dipelihara dengan sangat baik.

4.8 Analisis Struktur Tanah

Perencanaan Stadion Merdeka Kabupaten Jombang data struktur tanah sebagai berikut :

1. Rumput
2. Lapisan Penutup = 15 cm
3. Pasir Urug = 10 cm
4. Pasir Murni = 5 cm
5. Geotextile = 1 cm
6. Kerikil = 5 cm
7. Batu Kerikil d10 – 20 mm = 15 cm
8. Pipa Saluran
9. Tanah Dasar



Gambar 2. Lapisan struktur tanah

Sumber: Ahmad Humaidi (2021)

4.9 Koefisien Permeabilitas Tanah (Kv)

Data tebal tiap lapisan tanah stadion merdeka kabupaten jombang tersebut direncanakan sesuai pada gambar di atas. Adapun perhitungan nilai konduktivitas tanah sebagai berikut:

$$K_v (eq) = \frac{H}{\left(\frac{H_1}{K_1}\right) + \left(\frac{H_2}{K_2}\right) + \left(\frac{H_3}{K_3}\right) + \dots + \left(\frac{H_n}{K_n}\right)}$$

$$K_v (eq) = \frac{51}{\left(\frac{15}{0,0018}\right) + \left(\frac{10}{0,052}\right) + \left(\frac{5}{0,00289}\right) + \left(\frac{1}{0,1905}\right) + \left(\frac{5}{0,52}\right) + \left(\frac{15}{0,17}\right)}$$

$$K_v (eq) = \frac{51}{10358,85}$$

$$K_v (eq) = 0,0050 \text{ cm/detik}$$

$$K_v (eq) = 2,4 \text{ cm/jam}$$

$$K_v (eq) = 576 \text{ cm/hari} = 5760 \text{ mm/hari}$$

4.10 Kecepatan Resapan Tanah (V)

Kecepatan resap tanah sangat ditentukan oleh kemampuan tanah dalam meresapkan air atau koefisien permeabilitas tanah. Sehingga nilai kecepatan resap tanah stadion merdeka kabupaten jombang adalah sebagai berikut:

$$V = \frac{R}{n}$$

$$V = \frac{100}{0,31}$$

$$= 322,58 \text{ mm/hari}$$

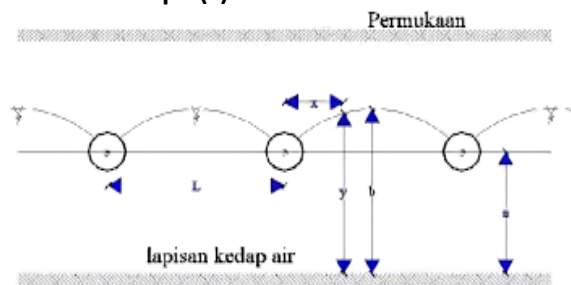
$$= 32,26 \text{ cm/hari}$$

$$= 1,34 \text{ cm/jam}$$

Keterangan :

V = Kecepatan Resapan Tanah
R = Laju Infiltrasi
n = Porositas Tanah

4.11 Jarak Pipa (L)



Gambar 3 Sket penentuan jarak antar pipa

Sumber: Ahmad Humaidi, 2021

Diketahui

- Jarak dari lapisan kedap air ke saluran drainase = 0,55 m
- Tinggi muka air resapan di atas saluran dan diantara dua saluran = 0,9 m

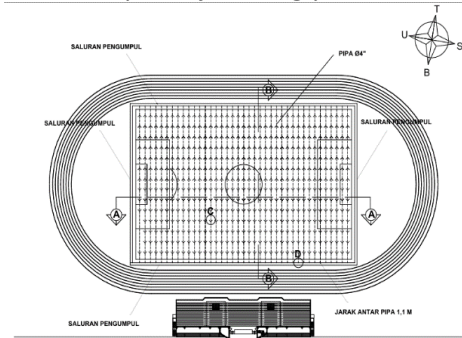
Maka:

$$L = 2 \sqrt{\frac{K}{V} b^2 - a^2}$$

$$L = 2 \sqrt{\frac{12,4}{1,34} 0,9^2 - 0,55^2}$$

$$L = 1,08 \sim 1,1 \text{ m}$$

Jadi jarak pipa yang digunakan untuk stadion merdeka kabupaten jombang yaitu 1,1 meter



Gambar 4 Jaringan pipa drainase
Sumber : Dokumen pribadi, 2025

4.12 Kapasitas Pipa

Dari perhitungan jarak antar pipa, selanjutnya untuk menghitung kapasitas pipa *drain* dapat dihitung sebagai berikut:

$$\tan \alpha = \frac{0,55}{0,5 \times 1,1}$$

$$\tan \alpha = 1$$

$$\alpha = 45$$

$$\sin^2 \alpha = 0,5$$

Selanjutnya perhitungan kapasitas pipa yang akan digunakan untuk menampung debit yang dialirkan oleh pipa untuk setiap satuan luas permukaan tanah, perhitungannya dijelaskan sebagai berikut :

$$q = 4/5 \times n \times V \times \sin^2 \alpha$$

$$q = 4/5 \times 0,31 \times 322,58 \times 0,5$$

$$q = 39,99 \text{ mm/hari}$$

$$q = 0,040 \text{ m/hari}$$

Dengan Panjang pipa 37 (pipa terpanjang yang menuju saluran rencana), serta jarak antar pipa 1,1 m, maka kapasitas pipa dapat diketahui dengan perhitungan sebagai berikut :

$$Q = q \times L \times P$$

$$Q = 0,040 \times 1,1 \times 37$$

$$Q = 1628 \text{ m}^3/\text{hari}$$

$$Q = 0,067 \text{ m}^3/\text{jam}$$

$$Q = 0,0019 \text{ m}^3/\text{detik}$$

4.13 Diameter Pipa

Dalam perencanaan ini digunakan pipa PVC dengan harga n berkisar 0,013 – 0,015. Pipa PVC ini digunakan untuk saluran drainase

bawah permukaan, dengan berbentuk gelombang beralur alur yang diberi lubang , sehingga perhitungan diameter pipa adalah sebagai berikut:

$$\begin{aligned}
 Q &= A \times V \\
 V &= 1/n \times R^{2/3} \times S^{1/2} \times A \\
 \text{Koefisien meaning (n)} &= 0,015 \\
 \text{Kemiringan (s)} &= 0,002 \\
 Q &= 1/n \times R^{2/3} \times S^{1/2} \times A \\
 0,0019 &= 1/0,015 \times (A/P)^{2/3} (0.002)^{1/2} \cdot (\pi r^2) \\
 0,0019 &= 66,66 \times (\pi r / 2 \pi r)^{2/3} (0.002)^{1/2} \cdot \pi r^2 \\
 0,0019 &= 66,66 \times (r/2)^{2/3} (0.002)^{1/2} \cdot \pi r^2 \\
 0,0019 &= 66,66 \times 1/2^{2/3} \times (0.002)^{1/2} \cdot \pi \\
 r^{8/3} &= 0,0019/5,90 \\
 r^{8/3} &= 0,00032 \\
 r &= 0,49 \text{ m}
 \end{aligned}$$

maka nilai d adalah

$$\begin{aligned}
 d &= r \times 2 \\
 d &= 0,49 \text{ m} \times 2 = 0,98 \text{ m} \\
 d &= 9,8 \text{ cm di pakai 4 inch (menyesuaikan ukuran pipa pvc di pasaran)
 \end{aligned}$$

Sehingga pipa yang digunakan diberi lubang di bagian atas pipa. Ukuran yang paling mendekati adalah pipa PVC AW dengan diameter 4 inch atau sama dengan 114 cm.



Gambar 5 Detail Pipa PVC 4 INCH
Sumber : Dokumen pribadi, 2025

4.14 Dimensi Saluran Pengumpul

Analisis *surface drain* diperlukan untuk merencanakan dimensi saluran pada sisi lapangan. Analisis ini menggunakan konsep Qhidrologi = Qhidrolika, sehingga debit limpasan dari *catchment area* yang sudah ditentukan dapat ditampung oleh saluran dengan dimensi yang telah direncanakan. Berikut merupakan contoh perhitungan dimensi untuk saluran 0-1 di dalam stadion:

$$\begin{aligned}
 Q_{\text{hidrologi}} &= 0,0446 \text{ m}^3 / \text{dt} \\
 b &= 0,30 \text{ m} \\
 h_{\text{rencana}} &= 0,65 \text{ m (trial and error)} \\
 s_{\text{rencana}} &= 0,0002 \\
 n_{\text{manning}} &= 0,014 \text{ (saluran beton)} \\
 \text{tinggi jagaan (w)} &= 0,25 \text{ m} \\
 \text{Luas penampang basah saluran(A)} &
 \end{aligned}$$

$$A = b \times h = 0,195 \text{ m}^2$$

Keliling basah saluran (P)

$$P = b + (2 \times h) = 1,6 \text{ m}$$

Jari-jari hidrolis (R)

$$R = \frac{A}{p} = 0,121 \text{ m}$$

Kecepatan air pada saluran (V)

$$\begin{aligned}
 V &= \frac{1}{n} \cdot R^{2/3} \cdot S^{1/2} \\
 &= \frac{1}{0,014} \cdot 0,121^{2/3} \cdot 0,0002^{1/2} \\
 &= 0,247 \text{ m/detik}
 \end{aligned}$$

Debit hidrolika saluran:

$$\begin{aligned}
 Q_{\text{hidrolika}} &\geq Q_{\text{hidrologi}} \\
 V \times A &\geq 0,0446 \\
 0,247 \times 0,195 &\geq 0,0446 \\
 0,0481 \text{ m}^3 / \text{dt} &\geq 0,0446 \text{ m}^3 / \text{dt} \rightarrow \text{OK}
 \end{aligned}$$

Jadi dimensi rencana aman untuk menampung limpasan debit hidrologi yang terjadi.

Tinggi saluran (H)

$$\begin{aligned}
 H &= h + w \\
 &= 0,65 + 0,25 \\
 &= 0,9 \text{ m} \rightarrow 0,9 \text{ m}
 \end{aligned}$$

Sehingga didapatkan dimensi saluran sebagai berikut:

$$\begin{aligned}
 b &= 0,30 \text{ m} \\
 h &= 0,65 \text{ m} \\
 H &= 0,9 \text{ m}
 \end{aligned}$$

4.15 Analisis Hujan Efektif

Perhitungan nilai kedalaman hujan efektif awal atau sebelum berkembang dan di ambil dari 2 Kelompok tanah, yaitu 60% Kelompok tanah D dan 40 % kelompok tanah C (Tanah Terbuka : Rumput baik), dapat dihitung sebagai berikut:

$$\begin{aligned}
 \text{CN Komposit} &= (0,6 \times 80) + (0,4 \times 74) \\
 \text{CN Komposit} &= 77,6 \\
 S &= \frac{25400}{\text{CN Komposit}} - 254 \\
 &= \frac{25400}{77,6} - 254 \\
 &= 73,32 \text{ mm} \\
 P_e &= \frac{(p - 0,2 \times S)^2}{(p + 0,8 \times S)} \\
 &= \frac{(409,7 - 0,2 \times 73,32)^2}{409,7 - 0,8 \times 73,32} \\
 &= 31,42 \text{ mm}
 \end{aligned}$$

Perhitungan kedalaman hujan efektif berkembang (Tanah Terbuka : Rumput baik), dapat dihitung sebagai berikut:

$$\begin{aligned}
 \text{CN Komposit} &= \\
 &= \frac{\% \text{CN Tanah Terbuka} + \% \text{CN Keseluruhan}}{\text{Rerata Hujan Maks}}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
&= \frac{600 + 370}{409,7} \\
&= 2,4 \\
S &= \frac{25400}{\text{CN Komposit}} - 254 \\
&= \frac{25400}{2,4} - 254 \\
&= 10329 \text{ mm} \\
P_e &= \frac{(p - 0,2 \times S)^2}{(p + 0,8 \times S)} \\
&= \frac{(409,7 - 0,2 \times 10329)^2}{409,7 - 0,8 \times 10329} \\
&= 60,72 \text{ mm}
\end{aligned}$$

4.16 Analisis Debit

Beberapa perhitungan debit sebagai berikut:

a. Debit Andil Banjir

Debit Limpasan dapat dihitung menggunakan metode rasional. Digunakan persamaan sebagai berikut:

$$\begin{aligned}
QR &= 0,278 \times C \times I \times A \\
QR &= 0,278 \times 0,20 \times 0,0001125 \times 7140 \\
QR &= 0,0446 \text{ m}^3/\text{detik} \\
&= 160,56 \text{ m}^3/\text{jam}
\end{aligned}$$

b. Volume Andil banjir

Volume Andil Banjir dapat dihitung sebagai berikut:

$$\begin{aligned}
VQ &= 0,85 \times C \times A \times p_e \\
VQ &= 0,85 \times 0,20 \times 7140 \times 60,72 \\
VQ &= 73,70 \text{ m}^3
\end{aligned}$$

4.17 Menghitung Volume Air yang Meresap

Menghitung volume air hujan yang meresap kedalam sumur dapat digunakan pada persamaan sebagai berikut :

$$\begin{aligned}
V_{rsp} &= te/24 \times A \times \text{Total K} \\
V_{rsp} &= 70,63/24 \times 10,205 \times 0,035 \\
V_{rsp} &= 1,06 \text{ m}^3
\end{aligned}$$

4.18 Dimensi Sumur Resapan

Dalam sumur resapan ada beberapa perhitungan dimensi sumur sebagai berikut:

a. Jumlah Kebutuhan Sumur dan Kedalaman Sumur

Dalam keadaan muka air tanah >2 m maka tersedia cukup baik dan menentukan jumlah sumur dan kedalaman berdasarkan volume andil banjir dan dapat dihitung dengan persamaan sebagai berikut:

$$\begin{aligned}
V_{storasi} &= V_{ab} - V_{rsp} \\
V_{storasi} &= 73,70 - 1,06 \\
V_{storasi} &= 72,64
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
H_{\text{total}} &= 72,64 / 0,785 \text{ m} = 92,54 \text{ m} \\
N &= 92,54/5 = 18,5 \Rightarrow 19 \text{ Sumur}
\end{aligned}$$

Resapan

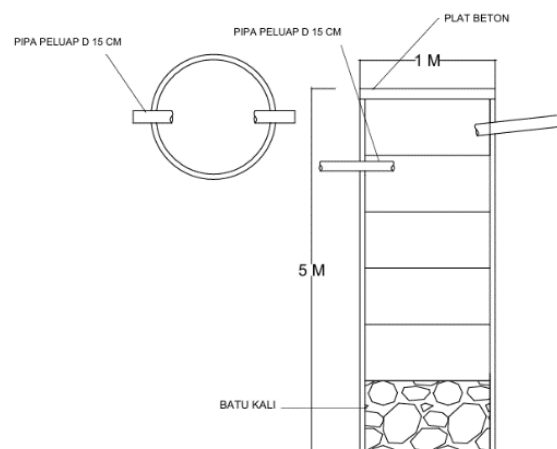
Jadi jumlah sumur resapan sebanyak 19 sumur dan memiliki kedalaman 5 m diameter 1 m.

b. Luas dinding sumur berbentuk lingkaran

$$\begin{aligned}
L_{\text{Dinding}} &= \pi \times D \times H \\
L_{\text{Dinding}} &= 3,14 \times 1 \times 5 \\
L_{\text{Dinding}} &= 15,7 \text{ m}^2
\end{aligned}$$

c. Luas alas sumur berbentuk lingkaran

$$\begin{aligned}
L_{\text{Alas}} &= \frac{1}{4} \times \pi \times D^2 \\
L_{\text{Alas}} &= \frac{1}{4} \times 3,14 \times 1^2 \\
L_{\text{Alas}} &= 0,785 \text{ m}^2
\end{aligned}$$



Gambar 6 Detail sumur resapan
Sumber : Dokumen Pribadi, 2025

4.19 Rekapitulasi Rencana Anggaran Biaya

Perencanaan sistem drainase Stadion Merdeka Kabupaten Jombang memerlukan rencana anggaran biaya, berikut adalah hasil analisis rencana anggaran biaya yang diperlukan untuk sistem drainase Stadion Merdeka Kabupaten Jombang.

Tabel 7 Rekapitulasi RAB

REKAPITULASI RENCANA ANGGARAN BIAYA		
No	URAIAN PEKERJAAN	JUMLAH
I	Pekerjaan Persiapan	Rp. 109.161.840,00
II	Pekerjaan Tanah	Rp. 1.238.882.820,00
III	Pekerjaan Pipa Pvc 3 Inch	Rp. 330.945.800,00
IV	Pekerjaan Saluran Pengumpul	Rp. 47.923.168,80
V	Pekerjaan Sumur Resapan	Rp. 102.388.492
VI	Pekerjaan Plesteran Dan Acian	Rp. 6.768.033,00
	JUMLAH TOTAL	Rp. 1.726.908.317,3
	PAJAK PPN (10%)	Rp. 172.690.831,73
	TOTAL	Rp. 1.899.599.149,03
	DI BULATKAN	Rp. 1.899.600.000,00

Sumber: Hasil Perhitungan, 2024

5. PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Setelah melakukan berbagai analisis dan perhitungan, maka dapat diambil kesimpulan beberapa kesimpulan dari pengerjaan tugas akhir ini sebagai berikut :

1. Perhitungan debit curah hujan rencana kala ulang 25 tahun memberikan gambaran yang lebih jelas tentang besarnya curah hujan yang diperkirakan akan terjadi dengan frekuensi tersebut. Dengan besar 156,77 mm.
2. Desain sistem drainase bawah permukaan (*subsurface drainage*) yang aman agar tidak terjadi genangan air di permukaan Stadion Merdeka Kabupaten Jombang adalah dengan menggunakan pipa PVC 4 Inch yang sudah diberi lubang dan dengan kemiringan 0,2 %. (dari tengah lapangan ke sisi samping lapangan)
3. Jarak antar pipa yang dibutuhkan untuk mengalirkan air pada Stadion Merdeka Kabupaten Jombang yaitu 1,1 meter dengan dimensi pipa menggunakan pipa PVC 4 Inch atau setara dengan 114 cm.
4. Besar rencana anggaran biaya yang diperlukan untuk perencanaan sistem drainase pada Stadion Merdeka Kabupaten Jombang yaitu sebesar Rp. 1.899.600.000,00.

5.2 Saran

Berikut merupakan beberapa saran dari penulis untuk perencanaan drainase Stadion Merdeka Kabupaten Jombang:

1. Perlunya kebutuhan *subsurface drainage* pada stadion yang baik saat ini karena pada permukaan lapangan sepakbola yang rata, sehingga air tidak dapat mengalir ke sisi lapangan menyebabkan kondisi tanah menjadi jenuh dan terjadi genangan air di lapangan.
2. Perlu mengganti tanah asli dengan tanah urug sesuai standar lapangan sepakbola serta untuk peresapan pada pipa drain.
3. Perawatan dan pemantauan berkala mengenai sistem drainase sehingga jika terjadi masalah dapat dengan cepat dan dilakukan suatu perbaikan.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Zakiyuddin, Abdi Firdaus, Bambang Suprpto, dan Azizah Rokhmawati. 2022 "Studi Perencanaan Sistem Drainase Berbasis Epa- Swmm V5.1 Pada Perumahan Permata Dirgantara Kecamatan Pakis Kabupaten Malang."
- [2] Buchori Muslim, Bambang suprpto dan Azizah Rokhmawati. 2021 "Studi Alternatif Perencanaan Ulang Sistem Drainase Lapangan Sepak Bola Stadion Surajaya Lamongan."
- [3] Muhammad Dzikri, Eko Noerhayati, dan Azizah Rokhmawati. 2023 "Studi Evaluasi Saluran Drainase Stadion 17 Mei Banjarmasin Provinsi Kalimantan Selatan Menggunakan Epa Swmm 5."
- [4] Rokhmawati, A., Fachrurozi Ilhamsyah & Bambang Suprpto (2023) "Recharge Wells Model Based On Shape Factors For Flood Management In Klojen District, Malang City", *Journal Innovation of Civil Engineering (JICE)*, 4(2), pp. 185–194.
- [5] Rokhmawati, A., Suhardjono, S., Andawayanti, U. & Juwono, P.T. (2020). "In situ permeability and shape factor of flat-base recharge wells using variations of porous walls", *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 437, 012031.