

DRAINASE BAWAH PERMUKAAN UNTUK PENGENDALIAN BANJIR LAPANGAN SEPAKBOLA DESA SELAGANGGENG, MREBET, PURBALINGGA

Nastain¹, Purwanto Beki Santosa¹, Oksa Dwi Setiawan²

¹ Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Jenderal Soedirman, Purwokerto

² Mahasiswa Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Jenderal Soedirman, Purwokerto

Informasi Makalah

Dikirim, 03 Juni 2024
Direvisi, 09 September 2024
Diterima, 13 September 2024

Kata Kunci:

*banjir
debit hujan
drainase bawah permukaan*

Keyword:

*flood
rain discharge
subsurface drainage*

INTISARI

Banjir pada lapangan sepakbola Desa Selaganggeng, Kecamatan Mrebet, Kabupaten Purbalingga terjadi karena sistem drainase yang ada tidak baik. Air hujan yang jatuh di area lapangan tidak dapat segera diresapkan ke dalam tanah atau dialirkan ke saluran pembuang. Namun hal ini dapat diatasi dengan cara membuat sistem drainase bawah permukaan berupa pipa-pipa lateral di bawah tanah yang terhubung dengan saluran pembuang. Analisis hidrologi dilakukan untuk mendapatkan debit hujan sebagai dasar untuk merencanakan dimensi pipa dan jarak antar pipa terpasang. Hasil analisis hidrologi didapatkan bahwa debit hujan dengan kala ulang 5, 10, 15, dan 20 tahun berturut-turut adalah sebesar $4,432 \times 10^{-2}$ m³/detik, $5,694 \times 10^{-2}$ m³/detik, $6,289 \times 10^{-2}$ m³/detik, dan $6,947 \times 10^{-2}$ m³/detik. Banjir tidak terjadi jika pipa dipasang pada kedalaman 0,4 m dengan diameter Ø 4 inci dan jarak antar pipa adalah 3,30 m serta perlu pergantian lapisan tanah lapangan dengan yang lebih porous.

ABSTRACT

Flooding at the football field in Selaganggeng Village, Mrebet District, Purbalingga Regency occurred because the existing drainage system was not good. Rainwater that falls on the field area cannot be immediately absorbed into the ground or channeled into drainage channels. However, this can be overcome by creating a subsurface drainage system in the form of lateral pipes underground that are connected to drainage channels. Hydrological analysis is carried out to obtain rain discharge as a basis for planning pipe dimensions and the distance between installed pipes. The results of the hydrological analysis show that the rain discharge with return periods of 5, 10, 15 and 20 years respectively is $4,432 \times 10^{-2}$ m³/second, $5,694 \times 10^{-2}$ m³/second, $6,289 \times 10^{-2}$ m³/second, and $6,947 \times 10^{-2}$ m³/sec. Flooding does not occur if the pipe is installed at a depth of 0.4 m with a diameter of Ø 4 inches and the distance between pipes is 3.30 m and it is necessary to replace the field soil layer with a more porous one.

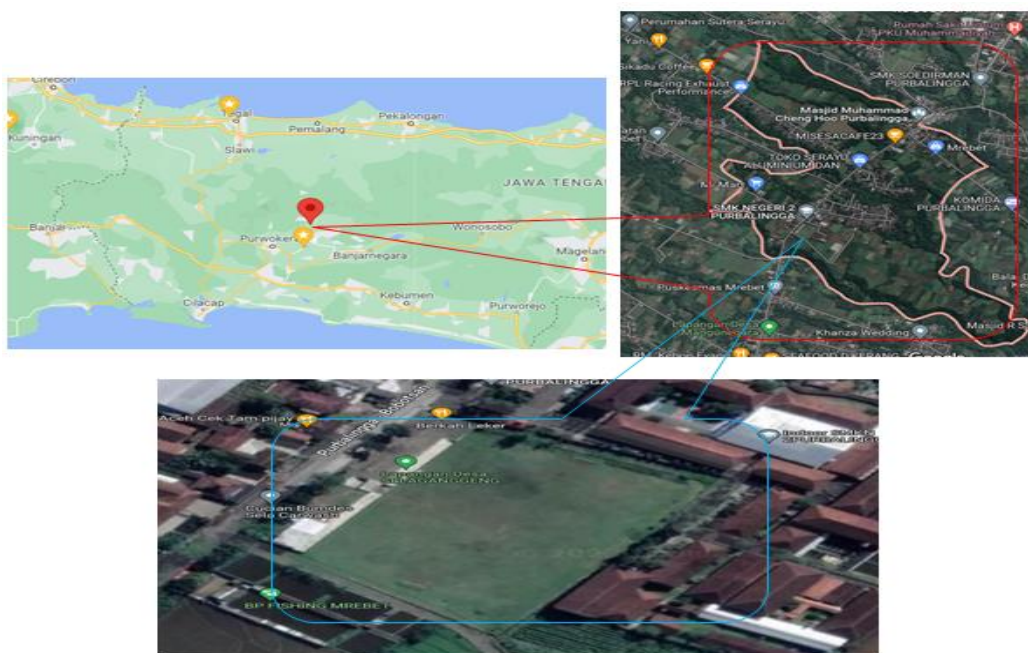
Korespondensi Penulis:

Nastain
Program Studi Teknik Sipil
Universitas Jenderal Soedirman Purwokerto
JL. Mayjen Sungkono KM.05, Balter Purbalingga
Email: nastain@unsoed.ac.id

1. PENDAHULUAN

Desa Selaganggeng adalah salah satu desa di Kecamatan Mrebet, Kabupaten Purbalingga Jawa Tengah yang memiliki jumlah penduduk kurang lebih 4.881 jiwa yang tersebar dalam 3 dusun, 17 RT dan 5 RW. Mata pencaharian utama masyarakat Desa Selaganggeng adalah sebagai wiraswasta, petani, dan karyawan swasta [1]. Fasilitas infrastruktur Desa Selaganggeng yang telah dimiliki relatif cukup lengkap, tetapi khususnya fasilitas infrastruktur lapangan desa selalu banjir pada setiap musim hujan. Kondisi ini membuat lapangan desa tidak dapat digunakan untuk aktifitas pemerintahan desa maupun masyarakat secara

optimal. Usaha pengendalian banjir yang sudah dilakukan yaitu berupa pembuatan saluran draenase pada sisi lapangan pada tahun 2019, dirasa tidak dapat mengatasi banjir yang terjadi. Hal ini karena saluran draenase yang telah dibuat tidak dapat berfungsi maksimal. Air yang jatuh di area lapangan tidak dapat mengalir dengan baik ke saluran draenase, karena kontour tanah lapangan yang relatif datar dan kondisi saluran draenase yang dangkal karena sedimentasi dan sampah. Hal ini diperparah lagi dengan kondisi tanah lapangan yang berupa tanah lempung, sehingga air juga tidak mampu meresap ke dalam tanah dengan baik karena porositas tanah lempung yang rendah. Oleh karena itu kajian dan perencanaan sistem draenase bawah permukaan sebagai alternatif solusi pengendalian banjir lapangan sepakbola menjadi penting untuk dilakukan. Lokasi desa dan lapangan sepakbola Selaganggeng Kecamatan Mrebet, Kabupaten Purbalingga dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Lokasi desa dan lapangan sepak bola Desa Selaganggeng Kecamatan Mrebet Purbalingga

Banjir terjadi karena sistem drainase lapangan kurang baik [2], air hujan yang jatuh di area lapangan tidak dapat segera diresapkan dan atau dialirkan ke saluran pembuangan atau sungai. Lapangan sepak bola yang tidak memiliki sistem drainase yang baik dapat tergenang pada sebagian atau seluruh bagian. Kondisi lapangan yang tergenang rawan membuat pemain terjatuh karena terpeleset, salah jatuh saat melompat, dan terbentur dengan lawan main [3]. Genangan juga dapat menghambat laju bola sehingga banyak strategi yang sulit dimainkan jika laju bola terhambat.

Football Association (FA) sudah menetapkan aturan resmi yang harus dipenuhi oleh suatu lapangan sepak bola dalam menggelar acara pertandingan [4], [5]. Lapangan sepak bola harus mempunyai sistem drainase yang didesain untuk meniadakan air pada permukaan lapangan dengan cepat agar tidak menimbulkan genangan. Penggunaan sistem drainase bawah permukaan diyakini dapat menjadi solusi terbaik drainase lapangan sepakbola. Air hujan yang jatuh di area lapangan tidak dialirkan sebagai aliran permukaan tetapi diresapkan ke dalam tanah melalui pipa-pipa lateral di bawah tanah yang terhubung dengan saluran pembuang di pinggir lapangan [5], [6]. Dengan sistem drainase bawah permukaan maka fungsi permukaan lapangan sepakbola tidak akan terganggu, karena saluran berupa pipa berada di bawah permukaan tanah. Menurut Mahardika [7] debit pipa draenase pada sistem drainase bawah permukaan dapat dihitung dengan Persamaan (1).

$$Q = q \times L \times P \quad (1)$$

dimana :

- Q = debit yang dialirkan
- q = kemampuan infiltrasi tanah ($\text{m}^3/\text{det}/\text{m}^2$)
- L = jarak pipa drain (m)
- P = panjang pipa drain (M)

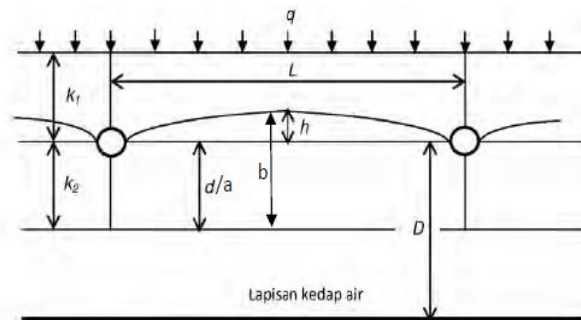
Sedangkan jarak efektif pipa (L) drainase dapat menggunakan persamaan Dupuit seperti pada Persamaan (2).

$$L = 2\sqrt{\frac{k}{v}(b^2 - a^2)} \quad (2)$$

dimana :

- L = jarak pipa drain (m)
- k = koefisien permeabilitas (mm/jam)
- v = laju infiltrasi (mm/jam)
- b = ketinggian maksimum *water table* diatas *impervious layer* (m)
- a = ketinggian air dalam pipa ke lapisan kedap (m)

Tata letak sistem drainase bawah permukaan pada umumnya dapat disajikan seperti pada Gambar 2.



Gambar 2. Perletakan saluran drainase bawah tanah [7]

Oleh karena itu penelitian ini dilakukan untuk mengkaji dan merencanakan sistem drainase bawah permukaan lapangan sepakbola Desa Selaganggeng Kecamatan Mrebet, Kabupaten Purbalingga Jawa Tengah.

2. METODE PENELITIAN

2.1. Lokasi Penelitian

Lokasi penelitian adalah lapangan sepak bola Desa Selaganggeng, Kecamatan Mrebet, Kabupaten Purbalingga. Dengan koordinat Latitude -7.325275 dan Longitude 109.356925.

2.2. Pengumpulan Data

A. Data Hujan

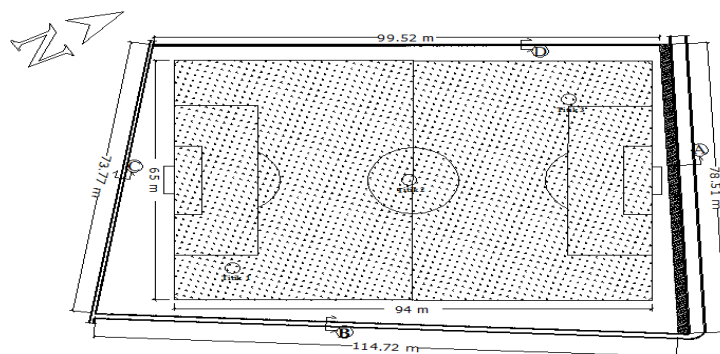
Data hujan berupa data hujan harian maksimum dari satelit NASA Power [8], [9], [10], [11], [12], [13] dari tahun 2001-2022 melalui laman <https://power.larc.nasa.gov/> dengan menggunakan titik koordinat lokasi lapangan sepak bola Desa Selaganggeng Kabupaten Purbalingga yaitu Latitude -7.325275 dan Longitude 109.356925.

B. Porositas Tanah

Nilai porositas tanah diketahui dengan melakukan pengujian sampel tanah dilaboratorium berdasarkan SNI 03-3637-1994 dan SNI 1964-2008.

C. Infiltrasi Tanah

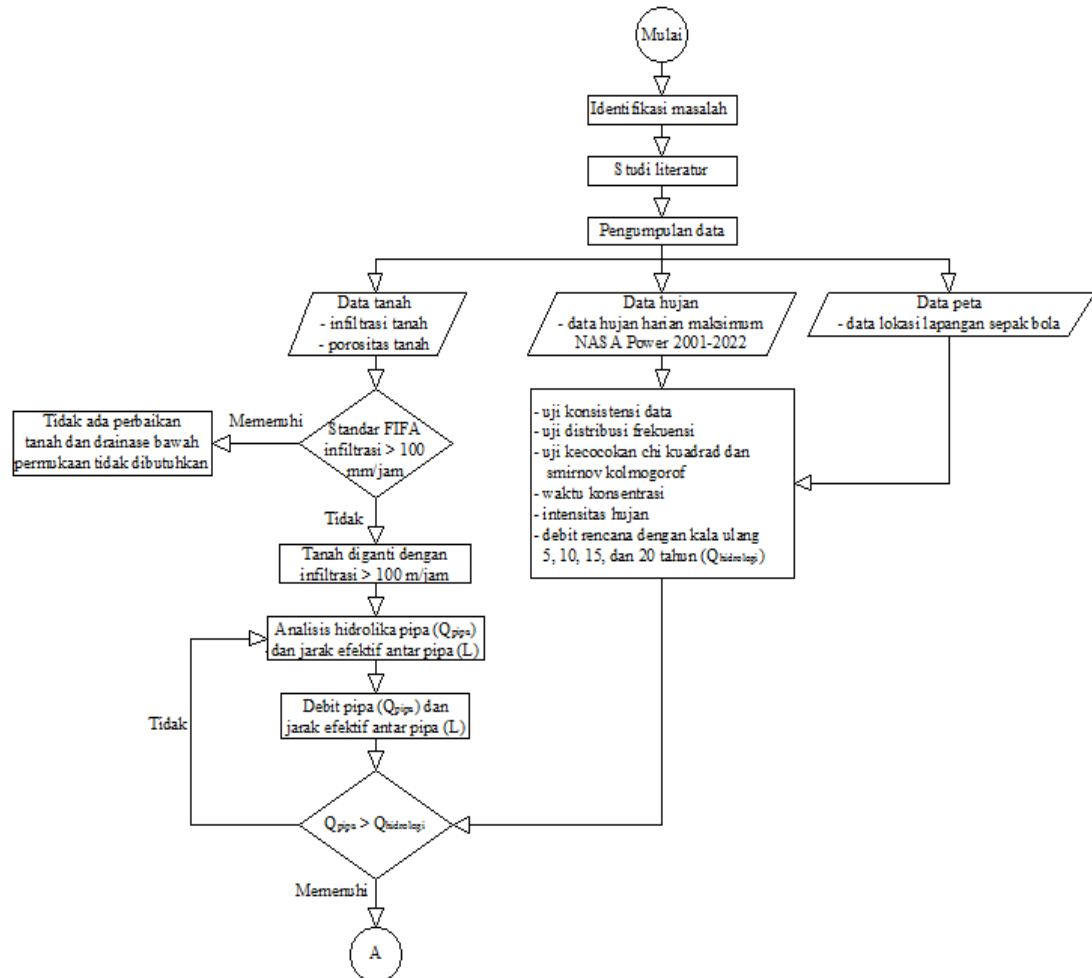
Pengujian infiltrasi tanah dilakukan di lapangan menggunakan metode *single-ring infiltrometer*, dimana alat terbuat dari pipa dengan panjang 40 cm dan diameter 20 cm. Pengujian dilakukan pada 3 titik lokasi lapangan yaitu lokasi tengah (lokasi 2) dan kedua ujung lapangan (lokasi 1 dan lokasi 3) seperti pada Gambar 3.



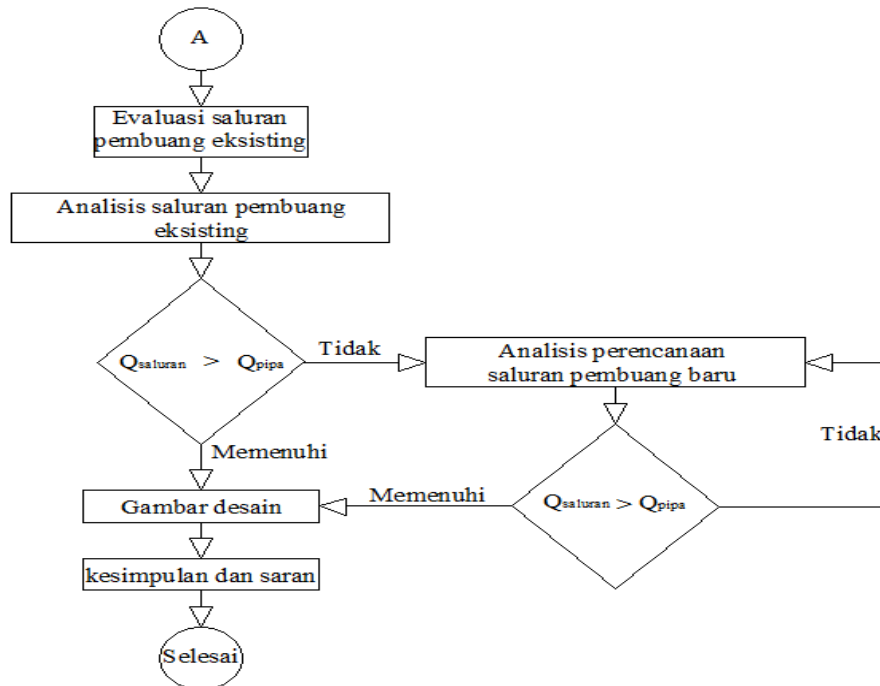
Gambar 3. Titik lokasi pengujian infiltrasi tanah lapangan sepakbola

2.3. Tahapan Penelitian

Penelitian dilakukan melalui beberapa tahapan, yaitu pengumpulan data (data tanah dan data hujan), analisis hidrologi untuk menentukan debit hujan berdasarkan analisis frekuensi, analisis hidraulika untuk menentukan jarak pipa dan diameter pipa berdasarkan debit pipa serta perencanaan saluran pembuang. Tahapan dan alur penelitian ditunjukkan pada Gambar 4 dan Gambar 5.



Gambar 4. Tahapan pengumpulan data, analisis hidrologi dan hidraulika



Gambar 5. Tahapan perencanaan saluran pembuang

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. Karakteristik Tanah

Hasil pengujian sampel tanah di Laboratorium Mekanika Tanah Teknik Sipil Universitas Jenderal Soedirman, didapatkan nilai berat jenis tanah rata-rata adalah sebesar 2,146 seperti dilihat pada Tabel 1 dan nilai porositas tanah rata-rata adalah 0,480 seperti pada Tabel 2.

Tabel 1. Hasil uji berat jenis tanah

No	Pengujian	Satuan	Sampel		
			1	2	3
1	Berat tanah kering ($W_s = W_3 - W_1$)	gram	30,4	36,9	32,6
2	Berat air ($W_w = W_4 - W_1$)	gram	100,3	102,9	98,1
3	Suhu air	°C	26	26	26
4	Faktor koreksi suhu air		0,997	0,997	0,997
5	Berat air setelah ada tanah ($W_{ws} = W_3 - W_2$)	gram	84,1	84,4	85,4
6	Suhu air + tanah	°C	28	28	28
7	Faktor koreksi suhu air + tanah		0,996	0,996	0,996
8	$I (W_w \times (4) - (W_{ws} \times (7)))$	gram	16,195	18,488	12,707
9	Berat jenis tanah ($G_s = W_s/I$)		1,877	1,996	2,565
Rata-rata			2,146		

Tabel 2. Hasil uji porositas tanah

No	Pengujian	Satuan	Sampel		
			1	2	3
1	Berat volume tanah	gram/cm ³	1,085	1,170	1,020
2	Berat jenis tanah		1,877	1,996	2,565
3	Angka pori		0,730	0,706	1,516
4	Porositas		0,422	0,414	0,603
Rata-rata			0,480		

Sedangkan hasil uji infiltrasi menggunakan metode *single-ring infiltrometer* didapatkan nilai laju infiltrasi rata-rata sebesar 18,185 cm/jam atau 181,85 mm/jam, seperti ditunjukkan pada Tabel 3. Nilai

infiltrasi untuk kebutuhan drainase bawah permukaan harus diperhitungkan terhadap nilai porositas tanahnya, yaitu dikalikan dengan nilai porositas tanah sebesar 0,480 dan didapat nilai laju infiltrasi akhir sebesar 87,202 mm/jam. Nilai laju infiltrasi yang didapat masih kurang dari standar FIFA, yaitu harus >100 mm/jam sehingga diperlukan pergantian media tanah lapangan yang ada.

Tabel 3. Hasil uji infiltrasi metode *single-ring infiltrometer*

	Titik pengujian		
	Lokasi 1	Lokasi 2	Lokasi 3
Infiltrasi (cm/jam)	17,762	17,562	19,231
Rata-rata (cm/jam)	18,185		

3.2. Analisis Hidrologi

Debit air hujan pada drainase bawah permukaan adalah volume air hujan per satuan waktu yang mengalami infiltrasi sepenuhnya pada luas area lapangan yaitu seluas 8.109,854 m² atau tidak terjadi limpasan/ *run off*. Debit hujan rancangan dihitung berdasarkan intensitas hujan (I) dengan kala ulang 20 tahun dari data hujan yang diperoleh dari NASA Power yaitu melalui <https://power.larc.nasa.gov/> [14], [15], [16], [17], [18], [19], [20]. Data curah hujan menggunakan koordinat lapangan sepak bola Desa Selanggang Kabupaten Purbalingga yaitu Latitude -7.325275 dan Longitude 109.356925, dengan data hujan dari tahun 2001 sampai tahun 2022.

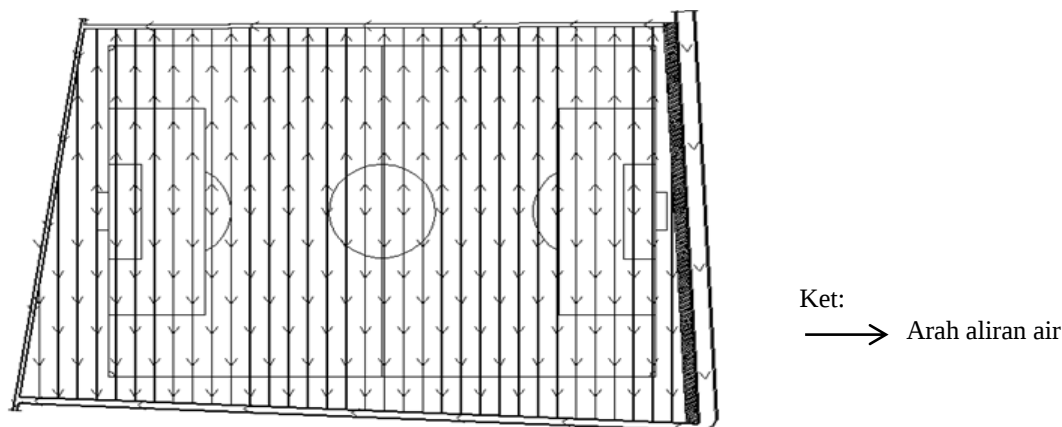
Hasil perhitungan intensitas hujan dengan metode Mononobe [21] berdasarkan hujan rencana distribusi Log Person III dan debit hujan dengan metode rasional untuk kala ulang 5, 10, 15 dan 20 tahun dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4. Intensitas dan debit hujan dengan periode ulang

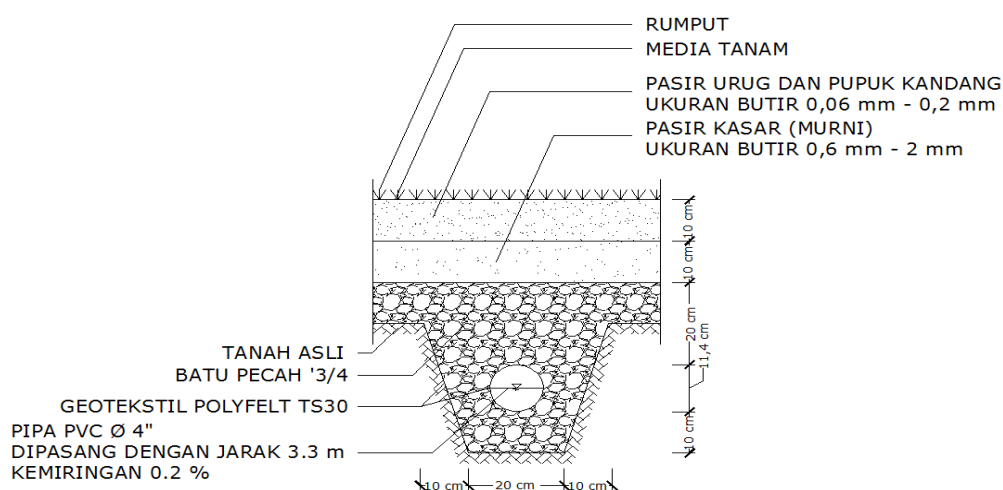
	Periode ulang			
	5	10	15	20
Intensitas hujan (mm/jam)	39,350	50,551	55,836	61,674
Debit hujan (m ³ /det)	4,432 x 10 ⁻²	5,694 x 10 ⁻²	6,289 x 10 ⁻²	6,947 x 10 ⁻²

3.3. Analisis Hidraulika

Analisis hidraulika dilakukan untuk menghitung jarak antar pipa dan diameter pipa yang digunakan. Jarak antar pipa terpasang (L) dihitung dengan rumus Dupoit berdasarkan Persamaan (2), dimana jika perencanaan tata letak diambil jarak *impervious layer* terhadap permukaan tanah adalah 3,5 m, kedalaman pipa dari permukaan tanah adalah 0,4 m, laju infiltrasi tanah (dengan melakukan pergantian media tanah yang ada) adalah 100 mm/jam dan selisih muka air tanah maksimum adalah 0,1 m maka didapatkan jarak antar pipa terpasang (L) adalah 3,3 m dan diameter pipa Ø 4 inci dipasang dengan kemiringan sebesar 0,2%. Denah tataletak pipa dan potongan melintang sistem drainase bawah permukaan seperti pada Gambar 6 dan Gambar 7.



Gambar 6. Denah tataletak pipa dan arah aliran air



Gambar 7. Potongan melintang pipa drainase

4. KESIMPULAN

Hasil analisis didapatkan bahwa debit hujan dengan kala ulang 5, 10, 15, dan 20 tahun berturut-turut adalah sebesar $4,432 \times 10^{-2} \text{ m}^3/\text{detik}$, $5,694 \times 10^{-2} \text{ m}^3/\text{detik}$, $6,289 \times 10^{-2} \text{ m}^3/\text{detik}$, dan $6,947 \times 10^{-2} \text{ m}^3/\text{detik}$. Banjir tidak terjadi jika pipa dipasang pada kedalaman 0,4 m dengan diameter Ø 4 inci dan jarak antar pipa adalah 3,30 m serta perlu pergantian lapisan tanah lapangan dengan yang lebih porus.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada LPPM Unsoed melalui dana penelitian dan pengabdian kepada masyarakat tahun 2023, sehingga penelitian ini dapat berjalan dengan baik.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] B. P. S. (BPS), *Kabupaten Purbalingga Dalam Angka 2023*. BPS Purbalingga, 2023.
- [2] Suripin, *Sistem Drainase Perkotaan Yang Berkelanjutan*. ANDI. Yogyakarta, 2004.
- [3] S. Edisono, *Drainase Perkotaan*. Gunadarma, Jakarta., 1997.
- [4] FIFA, *Code of Practice for the Design, Construction and Testing of Football Turf Fields*. 2023.
- [5] F. Wibowo, *Analisa Peresapan air pada Lapangan Sepakbola Jember Sport Center (JSC)*. Universitas Jember, Jember., 2014.
- [6] H. Prodjopangarso, *Draenase*. Laboratorium P4S Fakultas Teknik Universitas Gajah Mada. Yogyakarta, 1987.
- [7] I. G. P. A. Mahardika, *Re-Design Sistem Saluran Drainase Di Gelanggang Olah Raga (Gor) Bhuana*

- Patra Singaraja. Universitas Ngurah Rai, Bali., 2019.
- [8] I. G. N. P. Dharmayasa, C. A. Simatupang, and D. M. Sinaga, "NASA Power's: an alternative rainfall data resources for hydrology research and planning activities in Bali Island, Indonesia," *J. Infrastruct. Plan. Eng.*, vol. 1, no. 1, pp. 1-7., 2022.
 - [9] A. R. As-Syakur, T. Tanaka, R. Prasetya, S. I. K., and I. W. Kasa, "Comparison of TRMM multisatellite precipitation analysis (TMPA) products and daily-monthly gauge data over Bali," *Int. J. Remote Sens.*, vol. 32, no. 24, pp. 8969–8982, 2011.
 - [10] A. H. Sparks, "Nasapower: a NASA POWER global meteorology, surface solar energy and climatology data client for R," *J. Open Source Softw.*, vol. 3, no. 30, p. 1035, 2018.
 - [11] A. Murphy, "The Coefficient of Correlation and Determination as Measures of Performance in Forecast Verification," *Weather Forecast.*, vol. 10, no. 4, pp. 681–688, 1995.
 - [12] U. Pfeifroth, J. Trentmann, A. Fink, and B. Ahrens, "Evaluating satellitebased diurnal cycles of precipitation in the African tropics," *s. J Appl Meteorol Clim.*, vol. 55, pp. 23–39, 2016.
 - [13] G. J. Huffman, R. F. Adler, and D. T. Bolvin, "The TRMM Multisatellite Precipitation Analysis (TMPA): quasi-global, multiyear, combined sensor precipitation estimates at fine scales," *J. Hydrometeorol.*, vol. 8, no. 1, pp. 38–55., 2007.
 - [14] V. N. Dike, T. C. Chineke, O. K. Nwofor, and U. K. Okoro, "Evaluation of horizontal surface solar radiation levels in southern Nigeria," *J. Renew. Sustain. energy*, vol. 3, no. 2, p. 023101, 2011.
 - [15] S. Rustiana *et al.*, "Rainfall prediction of Cimanuk watershed regions with canonical correlation analysis (CCA)," *J. Phys. Conf. Ser.*, vol. 893, no. 1, 2017.
 - [16] D. W. Pratiwi, J. Sujono, and A. P. Rahardjo, "Evaluasi Data Hujan Satelit untuk Prediksi Data Hujan Pengamatan Menggunakan Cross Correlation," in *Prosiding Semnastek*, 2017.
 - [17] R. S. Linggasari and Y. L. Handayani, "Perbandingan penggunaan data hujan satelit dan data hujan lapangan untuk pemodelan hidrologi hujan-aliran (studi kasus DAS Tapung Kiri)," *JOM FTEKNIK*, vol. 2, no. 2, pp. 1–10, 2015.
 - [18] Giarno, M. P. Hadi, S. Suprayogi, and S. H. Murti, "Distribution of accuracy of TRMM daily rainfall in Makassar Strait," *Forum Geogr.*, vol. 32, no. 1, pp. 38–52, 2018.
 - [19] N. Rahmawati and M. W. Lubczynski, "Validation of satellite daily rainfall estimates in the complex terrain of Bali Island, Indonesia," *Theor. Appl. Clim.*, vol. 134, pp. 513–532, 2018.
 - [20] D. Gunawan, "Perbandingan curah hujan bulanan dari data pengamatan permukaan, satelit 434 TRMM and model permukaan NOAA," *J. Meteorol. Geofis.*, vol. 9, no. 1, pp. 1–10, 2008.
 - [21] S. Harto, *Analisa Hidrologi*. Jakarta: PT Gramedia Pustaka Utama., 1993.