

ANALISIS EFEKTIVITAS DAYA TAMPUNG EMBUNG TAMAN FIRDAUS UNIVERSITAS SRIWIJAYA

Rivadavia Raykaru Putra, Dinar D.A. Putranto, Putri Kusuma Wardani
Fakultas Teknik, Universitas Sriwijaya, Bukit Besar, Palembang, Indonesia
Email: rivadaviarp1604@gmail.com, dinar.dputranto@gmail.com,
puterikusumawardhani@unsri.ac.id

Abstrak

Banjir terjadi karena berkurangnya daerah tampungan air akibat peningkatan penggunaan lahan, baik untuk permukiman maupun kegiatan ekonomi. Tujuan dari penelitian ini adalah menganalisis besar kapasitas tampungan pada tanggul. Embung taman Firdaus Universitas Sriwijaya (UNSRI) ini terletak di wilayah kabupaten ogan ilir dan bermanfaat sebagai tempat tampungan air hujan dan pengendalian banjir. Embung memiliki banyak manfaat untuk memenuhi kebutuhan air untuk Unsri. Embung Unsri memiliki luas 24 Ha, embung sebelah barat 8 m dari dasar dan panjang 50 m. Hasil Analisa data, volume tampungan embung dengan kedalaman 5 m dengan luas embung 1 seluas 423804,79 m² dapat menampung air dengan kapasitas volume tampungan yaitu sebesar 2119023.95 m³. Hasil dari pengujian kadar air rata-rata pada tanah asli (\square) = 87.38 %. Hasil pengujian berat jenis tanah rata-rata (Gs) sebesar 2.19. Hasil dari pengujian Atterberg limit, nilai batas cair pada tanah (LL) = 57.00 %, batas plastis pada tanah (PL) = 48,37 %, dan indeks plastisitas pada tanah (IP) = 8.63 %. Berdasarkan klasifikasi AASTHO maka tanah di Embung Taman Firdaus UNSRI termasuk kelompok A-2-5, sebagai kerikil berlanau atau berlempung dan pasir. Sedangkan berdasarkan klasifikasi USCS, digolongkan dalam tanah Silts and Clays (CH). Hasil pengujian permeabilitas yaitu nilai permeabilitas (K) = 3,034191 x 10⁻⁵ cm/det, bersifat low permeability.

Kata Kunci: Banjir; Embung; Permeabilitas; Rembesan.

Abstract

Floods occur due to reduced water catchment areas due to increased land use, both for settlements and economic activities. The purpose of this research is to analyze the storage capacity of the embankment. The Firdaus Taman Firdaus Reservoir of Sriwijaya University (UNSRI) is located in the Ogan Ilir district and is useful as a place for rainwater storage and flood control. Embung has many benefits to meet the water needs of UNSRI. The UNSRI reservoir has an area of 24 hectares, the west reservoir is 8 m from the bottom and 50 m long. Results of data analysis, the volume of the reservoir with a depth of 5 m with an area of pond 1 covering an area of 423804.79 m² can accommodate water with a storage volume capacity of 2119023.95 m³. The results of testing the average water content in the original soil

How to cite:	Rivadavia Raykaru Putra, Dinar D.A. Putranto, Putri Kusuma Wardani (2023) Analisis Efektivitas Daya Tampung Embung Taman Firdaus Universitas Sriwijaya, (8) 7, http://dx.doi.org/10.36418/syntax-literate.v6i6
E-ISSN:	2548-1398
Published by:	Ridwan Institute

(□) = 87.38 %. The test results for the average soil specific gravity (G_s) are 2.19. The results of the Atterberg limit test, the liquid limit value in soil (LL) = 57.00 %, the plastic limit in soil (PL) = 48.37 %, and the plasticity index in soil (IP) = 8.63 %. Based on the AASTHO classification, the soil in the UNSRI Firdaus Taman Embung belongs to group A-2-5, as silt or loamy gravel and sand. Meanwhile, based on the USCS classification, it is classified as Silts and Clays (CH). The results of the permeability test are the permeability value (K) = 3.034191×10^{-5} cm/s, which is low permeability.

Keywords: Flood; Reservoir; Permeability; Seepage.

Pendahuluan

Embung merupakan bangunan penampung air dan melepaskan kembali ketika puncak banjir lewat dan berfungsi sebagai pengendali banjir (Anam et al., 2015). Dimana memiliki tampungan maksimum kurang dari 500,00 m³ dan tinggi jagaan maksimum 15 m. Embung memiliki tiga tipe berdasarkan fungsinya yaitu tampungan mati, tampungan efektif dan tampungan pengendali banjir (Kustamar, 2019);(Garsia et al., 2014). Embung terdiri dari tubuh embung, sistem penampungan air, sistem pengambilan air dan sistem pengelak banjir (Fitri et al., 2011). Tubuh embung menggunakan material urugan tanah, beton atau pasangan batu kali. Untuk pemilihan tubuh embung dengan material urugan tanah dilakukan dengan pertimbangan terhadap volume dan gradasi material yang tersedia dan kemampuannya dalam mereduksi debit rembes, material urugan tanah memiliki dua tipe yaitu urugan tanah homogen dan urugan tanah berlapis/zonal (Arsyad, 2010).

Pembangunan Embung Universitas Sriwijaya untuk mengendalikan dan menyediakan sumber pasokan air bagi kegiatan perkebunan maupun pertanian di Taman Firdaus Universitas Sriwijaya, Sistem konstruksi tubuh embung berupa urugan tanah homogen dengan cara menimbun tanah hasil penggalian embung itu sendiri (Kometa & Ebot, 2012). Dimana tubuh embung bagian utara dan barat diperkuat dengan penggunaan Riprap, tubuh embung bagian selatan diperkuat dengan menggunakan Corrugated Concrete Sheet Pile (CCSP), dan tubuh embung bagian timur hanya berupa urugan tanah timbunan saja (Karol, 2003).

Air yang disimpan di dalam suatu embung akan cenderung mencari jalan keluar (mengalir) ke bagian hilirnya (Liu et al., 2008). Rembesan adalah air yang mencari jalannya melalui material yang porus atau suatu rekahan baik yang ada di dalam tubuh maupun fondasinya (Nasional, 2016). Gaya atau tekanan air rembesan dapat menimbulkan alur air baru atau alur eksisting hingga tubuh embung rekah. Jadi, pengendalian rembesan adalah merupakan faktor sangat penting dalam desain, pelaksanaan konstruksi dan Operasi dan Pemeliharaan (O&P) embung (Kalkani, 1997). Setiap embung pasti mengalami rembesan, namun besarnya pengaruh rembesan terhadap tubuh embung sangat tergantung pada material timbunan (Azwarman, 2018). Rembesan yang terjadi secara berlebihan memungkinkan dapat berpengaruh terhadap keamanan embung.

Untuk mengetahui tubuh embung bagian barat yang mana sudah diperkuat menggunakan riprap seberapa besar tingkat rembesan yang terjadi pada tubuh embung maka perlu dilakukan analisis besar debit filtrasi (rembesan) pada tubuh Embung Universitas Sriwijaya. Dengan permasalahan tersebut penelitian ini akan membahas tentang analisa rembesan kontruksi dinding embung taman firdaus Universitas Sriwijaya.

Metode Penelitian

Penelitian ini dilakukan di Wilayah Taman Firdaus Universitas Sriwijaya dan sekitar perkantoran Kab. Ogan Ilir, dengan tinggi badan embung sebelah barat 8 m dari dasar dan panjang 50 m. Embung Universitas Sriwijaya memiliki luas 24 Ha dengan volume tampungan sebesar 912.000 m³. Selain bermanfaat sebagai tampungan air hujan dan pengendalian banjir embung memiliki banyak manfaat untuk memenuhi kebutuhan air untuk Universitas Sriwijaya (Lasminto, 2009). Adapun letak lokasi penelitian dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1 Peta Lokasi Penelitian (Sumber: Google Earth, 2021)

Data yang dikumpulkan dalam rangka menunjang penelitian dikelompokkan menjadi dua, yaitu data primer dan data sekunder. Data primer yang diperoleh secara langsung dari survey lokasi di wilayah Taman Firdaus dan wilayah sekitar di Kabupaten Ogan Ilir. Provinsi Sumatera Selatan. Data primer meliputi: Dokumentasi, Pengukuran lebar embung dengan menggunakan (*theodolite*, Rambu ukur dan *waterpass*), melakukan pengukuran kedalaman embung menggunakan *sounding reel*, dan melakukan pengukuran elevasi muka air banjir, normal dan minimum (Sarwono et al., 2015);(Zhang & Wang, 2007). Sedangkan data sekunder yang tersedia di instansi-instansi terkait, meliputi: Peta lokasi Taman Firdaus Universitas Sriwijaya, Data teknis embung, dan data curah hujan.

Pengolahan data yang dilakukan meliputi perhitungan maupun pemodelan menggunakan bantuan program berdasarkan data-data yang diperoleh baik secara

primer maupun sekunder. Adapun tahapan pengolahan data adalah sebagai berikut; 1) Perhitungan Debit Rembesan Metode Casagrade. 2) Data Curah Hujan. 3) Perhitungan Kapasitas tampungan. 4) Tinggi Muka Air.

Hasil dan Pembahasan

Analisa Frekuensi

Dalam perhitungan analisis frekuensi ini, terdapat empat metode distribusi yang digunakan yaitu, distribusi Normal, Log Normal, Log Person Tipe III, dan Gumbel. Selain itu terdapat beberapa parameter statistik yang digunakan untuk menentukan distribusi probabilitas (PDF = probability distribution function). Berikut ini merupakan perhitungan parameter statistik yang digunakan dalam analisis frekuensi berdasarkan Tabel 1.

Tabel 1
Perhitungan parameter statistik untuk distribusi Normal dan Gmbel

No	Tahun	X	(X-Xi)	(X - Xi) ²	(X - Xi) ³	(X - Xi) ⁴
1	2007	108	0.1	0.01	0.001	1E-04
2	2008	84	-23.9	571.21	-13651.9	326280.9
3	2009	86	-21.9	479.61	-10503.5	230025.8
4	2010	95	-12.9	166.41	-2146.69	27692.29
5	2011	54	-53.9	2905.21	-156591	8440245
6	2012	113	5.1	26.01	132.651	676.5201
7	2013	125	17.1	292.41	5000.211	85503.61
8	2014	166	58.1	3375.61	196122.9	11394743
9	2015	143	35.1	1232.01	43243.55	1517849
10	2016	105	-2.9	8.41	-24.389	70.7281
Σ		1079		9056.9	61582.08	22023086

Berikut ini merupakan hasil perhitungan parameter statistik yang digunakan dalam analisis frekuensi berdasarkan Tabel 1. (1) Nilai rata-rata (x) = 107.9; (2) Simpangan Baku (s) = 31.7226; (3) Koefisien Variasi (Cv) = 3.4014; (4) Koefisien Skewness (Cs) = 0.268; (5) Koefisien Kurtosis (Ck) = 4.31. Selanjutnya perhitungan untuk parameter statistik logaritma dari data curah hujan maksimum pada pos penakar hujan, yang ditunjukkan pada tabel 2 berikut ini.

Tabel 2
Parameter Statistik untuk distribusi Lo Normal dan Log Person III

No	Tahun	X	logX	logX-logXi	(logX-logXi) ²	(logX-logXi) ³	(logX-logXi) ⁴
1	2007	108	2.0334	0.0185	0.0003	0.0000	0.00
2	2008	84	1.9243	-0.0906	0.0082	-0.0007	0.00
3	2009	86	1.9345	-0.0804	0.0065	-0.0005	0.00
4	2010	95	1.9777	-0.0372	0.0014	-0.0001	0.00
5	2011	54	1.7324	-0.2825	0.0798	-0.0225	0.01
6	2012	113	2.0531	0.0382	0.0015	0.0001	0.00
7	2013	125	2.0969	0.0820	0.0067	0.0006	0.00
8	2014	166	2.2201	0.2052	0.0421	0.0086	0.00
9	2015	143	2.1553	0.1404	0.0197	0.0028	0.00
10	2016	105	2.0212	0.0063	0.0000	0.0000	0.00
Σ		1079	20.1489	0.0000	0.1663	-0.0118	0.01

Berikut ini merupakan perhitungan parameter statistic yang digunakan dalam analisis frekuensi berdasarkan Tabel 2. (1) Nilai rata-rata (x) = 2.0149; (2) Simpangan

Baku (s) = 0.1359; (3) Koefisien Variasi (Cv) = 0.06746; (4) Koefisien Skewness (Cs) = 0.6545; (5) Koefisien Kurtosis (Ck) = 5.05209. Dari perhitungan di atas, terdapat sifat khas masing-masing parameter statistik dapat ditinjau dari besarnya nilai koefisien kemencengan (Cs) dan koefisien ketajaman (Ck) yang sesuai dengan syarat dari masing-masing jenis distribusi. Kesimpulan analisis untuk pemilihan distribusi dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3
Kesimpulan Analisis untuk pemilihan jenis Distribusi

No	Metode Distribusi	Sifat Distribusi		Perhitungan Distribusi		Keterangan
		Cs	Ck	Cs	Ck	
1	Normal	0	3	0.268	4.315	Tidak Memenuhi
2	Gumbel	≤ 1,139	≤ 5,402	0.268	4.315	Memenuhi
3	Log Person III	0 < Cs < 9		0.6545	5.05209	Memenuhi
4	Log Normal	Cs = Cv+Cv =3		0.6545	5.05209	Tidak Memenuhi

Maka, kesimpulan dari Tabel 3, metode distribusi yang memenuhi persyaratan sifat distribusi adalah metode Distribusi Gumbel.

Uji Kecocokan

Uji kecocokan distribusi diperlukan untuk mengetahui apakah data curah hujan yang ada sudah sesuai dengan jenis distribusi yang dipilih, sehingga diperkirakan dapat mewakili distribusi tersebut. Uji Kecocokan dari suatu distribusi probabilitas dapat dilakukan dengan dua metode uji kecocokan yang umumnya digunakan, yaitu uji chisquare dan uji smirnov-kolmogorov.

Uji Kecocokan Chi-Square

Berikut ini merupakan parameter statistik untuk melakukan uji chi-square untuk distribusi Gumbel.

- Jumlah data (n) = 10
- Nilai rata-rata (X) = 107.9 mm
- Standar deviasi (Sd) = 31.7226 mm

Dalam melakukan perhitungan uji kecocokan chi-square terdapat beberapa tahapan yang harus dilakukan. Tahapan untuk perhitungan uji chi square pada distribusi normal adalah sebagai berikut:

- 1) Tentukan derajat nyatanya (α) dan hitung jumlah kelas (k) serta derajat kebebasan (DK) yaitu:
 Jumlah Kelas (k) = 1 + 3,322 Log n = 1 + 3,322 Log 10 = 4,322 = 4 Kelas
 Derajat Kebebasan = k - (α + 1) = 5 - (1+1) = 2
- 2) Berdasarkan jumlah kelas tersebut, tentukan rentang probabilitas untuk setiap kelasnya (p), dimana rentang probabilitas = 1/k Probabilitas (p) = $\frac{1}{k} = \frac{1}{4} = 0,25$
- 3) Dengan menggunakan rentang probabilitas setiap kelasnya, hitung faktor frekuensi (Ktr) dan juga rentang varian x

$$Ktr = \sqrt{\frac{1}{k}} \times (0.5772 + \ln(\frac{T}{T-1}))^r = \sqrt{\frac{1}{6}} \times (0.5772 + \ln(\ln(\frac{5}{5-1}))) = 0.720$$
 Sehingga, $\overset{n}{X}_t = X + (Ktr \times Sd) = 107.9 + (0.720 \times 31.7226 = 130.735$

Selanjutnya dengan cara dan rumus yang sama, hasil perhitungan dapat dilihat pada Tabel 4 dan 5 berikut.

Tabel 4
Perhitungan nilai Xt Uji chi square untuk distribusi Gumbel

T	KT	R24
1000.000	4.938	264.547
5.000	0.720	130.735
2.500	0.074	110.239
1.667	-0.382	95.780
1.250	-0.822	81.840
1.010	-1.642	55.824

Tabel 5
Perhitungan uji chi square untuk distribusi Gumbel

Kelas	Rentang Probabilitas	Rentang Hujan (mm)	Ei	Oi	(Oi-Ei) ²	c ²	
1	0,001<p≤0,20	264.547 >R24≥	130.735	2.8	5	4.84	1.729
2	0,20<p≤0,40	130.735 >R24≥	110.239	2.8	2	0.64	0.229
3	0,40<p≤0,60	110.239 >R24≥	95.780	2.8	2	0.64	0.229
4	0,60<p≤0,80	95.780 >R24≥	81.840	2.8	2	0.64	0.229
5	0,80<p≤0,99	81.840 >R24≥	55.824	2.8	3	0.04	0.014
				S	14	c²	2.429
						c²	Kritis 5.992

Berdasarkan hasil perhitungan di atas, di dapat nilai $X^2 < X^2$ kritis, maka distribusi Gumbel dapat di terima.

Uji Kecocokan Smirnov-Kolmogorov

Berikut parameter statistik yang digunakan untuk melakukan uji Smirnov-Kolmogorov untuk distribusi Log Person III

- Jumlah data (n) = 10
- Nilai rata-rata (X) = 107.9 mm
- Standar deviasi (Sd) = 31.7226 mm
- Koefisien Skewness (Cs) = 4.315

Adapun tahapan dalam perhitungan uji smirnov-kolmogrov untuk distribusi normal adalah sebagai berikut:

- 1) Tentukan derajat nyata (α) yaitu 0,05 dan juga jumlah data (n) yaitu 10
- 2) Urutkan data mulai dari data yang terbesar hingga data terkecil dengan nomor urut data $m = 1,2,3,4, \dots, n$.
- 3) Hitung probabilitas empiric ($P_{empirik}$) untuk setiap varian x yang telah diurutkan.

Untuk $m = 1, P_{empirik} = \frac{m}{n+1} = \frac{1}{10+1} = 0,0909$

- 4) Hitung faktor frekuensi Ktr untuk setiap varian x dengan menggunakan persamaan berikut;

$$Ktr = \frac{X-Xi}{s} = \frac{150-107.9}{31.723} = 1.327, P_{teoritik} = \frac{1}{T} = \frac{1}{10.285} = 0.097$$

$$T = \frac{1}{1 - \exp(-\exp(0.5772 + \frac{1}{\sqrt{6}}x\pi x Kt))} = \frac{1}{1 - \exp(-\exp(0.5772 + \frac{1}{\sqrt{6}}x\pi x 1.327))} = 10.285$$

5) Hitung selisih probabilitas dan tentukan nilai tertinggi (Δ_{maks})

$$\Delta = (P_{empirik} - P_{teoritik}) = (0,067 - 0,097) = 0,031$$

Hasil perhitungan dapat dilihat pada Tabel 6 berikut;

Tabel 6
Perhitungan uji Smirnov-Kolmogorov untuk distribus Gumbel

m	R24	Pempirik	Pteoritik	Δ_i
1	150	0.067	0.097	0.031
2	147	0.133	0.109	0.024
3	146	0.200	0.113	0.087
4	145	0.267	0.118	0.149
5	145	0.333	0.118	0.216
6	140	0.400	0.142	0.258
7	135	0.467	0.171	0.296
8	114	0.533	0.355	0.178
9	111	0.600	0.391	0.209
10	103	0.667	0.496	0.171
11	101	0.733	0.524	0.209
12	85	0.800	0.758	0.042
13	78	0.867	0.848	0.019
14	57	0.933	0.988	0.054
Di Max				0.296
Di Kritik				0.349

Nilai Δ kritis untuk $\alpha = 0,05$ dan $n = 10$ adalah 0,41, karena $\Delta_{maks} < \Delta$ kritis, maka distribusi Gumbel dapat diterima.

Perhitungan Curah Hujan Periode Ulang

1) Distribusi Normal

Adapun parameter statistik yang digunakan dalam perhitungan distribusi normal adalah sebagai berikut :

- Jumlah data (n) : 10
- Nilai rata – rata (x) : 107.9
- Standar deviasi (Sd) : 31.7226
- Faktor frekuensi (Ktr) : 0,84 (untuk periode 5 tahun)

Hasil perhitungan X_t untuk periode ulang selanjutnya dapat dilihat pada Tabel 7.

Tabel 7
Curah hujan rencana dengan metode distribusi Normal

Tr	Kt	X
2	0	107.9
5	0.84	134.547
10	1.28	148.5049
25	1.7	161.8284
50	2.05	172.9313
100	2.33	181.8136

2) Distribusi Log Normal

Adapun parameter statistik yang digunakan perhitungan distribusi log normal adalah sebagai berikut:

Jumlah data (n) : 10
 Nilai rata – rata (x) : 2.0149
 Standar deviasi (Sd) : 0,1359
 Faktor frekuensi (Ktr) : 0,84 (untuk periode 5 tahun)
 Nilai K_{Tr} Untuk Periode ulang selanjutnya dalam Lampiran I
 Nilai X_t dihitung dengan persamaan :
 $\text{Log } X_t = \text{Log } X + K_{Tr}, S_D \text{ Log } X = 2.0149 + (0,84 \times 0,1359) = 2,1291$
 $X_t = 10^{2,1291} = 134.6066$

Hasil perhitungan X_t untuk periode ulang selanjutnya dapat dilihat pada Tabel 8.

Tabel 8
Curah Hujan rancangan dengan metode distribusi Log Normal

Tr	Kt	Y	X
2	0	2.0149	103.4890
5	0.84	2.1291	134.6066
10	1.28	2.1889	154.4796
25	1.7	2.2460	176.1802
50	2.05	2.2935	196.5753
100	2.33	2.3316	214.5786

3) Distribusi Log Person Tipe III

Adapun parameter statistik yang digunakan dalam perhitungan distribusi log person tipe III adalah sebagai berikut :

Jumlah data (n) : 10
 Nilai rata – rata (Log x) : 2.0149
 Standar deviasi (Sd) : 0,1359
 Koefisien kemencengan (Cs) : 0.6545

Nilai Ktr selengkapnya dapat dilihat pada lampiran. Sehingga nilai X_t dihitung dengan persamaan :

$\text{Log } X_t = \text{Log } X + K_{tr}, S_d \text{ Log } X = 2.0149 + (0,885 \times 0,1359) = 2.1352$
 $X_t = 10^{2,1352} = 106,5161 \text{ mm}$

Hasil perhitungan X_t untuk periode ulang selanjutnya dapat dilihat pada Tabel 9.

Tabel 9
Curah hujan rencana dengan metode distribusi Log Pearson III

Tr	Pr	K	K s	LogX	X
2	50	0.0921	0.0125	2.0274	106.5161
5	20	0.8852	0.1203	2.1352	136.5222
10	10	1.2447	0.1692	2.1841	152.7846
25	4	1.5701	0.2134	2.2283	169.1593
50	2	1.7484	0.2376	2.2525	178.8672
100	1	1.8938	0.2574	2.2723	187.1973

4) Distribusi Gumbel

Adapun parameter statistik yang ginukan dalam perhitungan distribusi gumbel adalah sebagai berikut:

Jumlah data (n) = 10
 Nilai rata-rata = 107.9
 Standar Deviasi = 31.7226

$$Y_n = 0,51$$

$$S_n = 1.0095$$

$$Y_{tr} = 1,5004 \text{ (untuk periode ulang 5 Tahun)}$$

Nilai X_t dihitung dengan persamaan :

$$X_{tr} = X + (Y_{tr} / S_d) = 107.9 + (0.0318 / 91.874) = 139.0224 \text{ mm}$$

Hasil perhitungan X_t untuk periode ulang selanjutnya dapat dilihat pada Tabel 10.

Tabel 10
Curah hujan rencana dengan metode distribusi Gumbel

Tr	Ytr	Xtr
2	0.3668	103.4001
5	1.5004	139.0224
10	2.2510	162.6093
25	3.1993	192.4087
50	3.9028	214.5155
100	4.6012	236.4621

Dari hasil perhitungan analisis frekuensi menggunakan empat metode distribusi probabilitas di atas, terlihat bahwa ada setiap distribusi probabilitas akan didapat hasil berbeda. Berikut rekapitulasi hasil perhitungan setiap distribusi dapat dilihat pada Tabel 11.

Tabel 11
Rekapitulasi perhitungan curah hujan rencana dengan 4 distribusi

Periode Ulang	Analisa Frekuensi Curah Hujan Rencana (mm)			
	Normal	Log Normal	Log Pearson Type III	Gumbel
2	103.400	103.489	106.516	103.400
5	134.547	134.607	136.522	139.022
10	148.505	154.480	152.785	162.609
25	161.828	176.180	169.159	192.409
50	172.931	196.575	178.867	214.516
100	181.814	214.579	187.197	236.462

Perhitungan Intensitas Hujan

Kurva IDF (*intensity duration frequency curve*) memberikan hubungan antara intensitas hujan, lama hujan dan frekuensi hujan. Dalam melakukan analisis IDF diperlukan data hujan jangka pendek, misalnya 5 menit, 10 menit, 30 menit, 60 menit dan jam-jaman untuk membentuk lengkung IDF, sehingga diharapkan dapat terlihat pada kurva IDF mengenai besaran intensitas hujan dengan durasi dan periode tertentu. Nilai intensitas hujan tersebut dapat dicari menggunakan persamaan Mononobe dengan distribusi yang sudah dipilih sebelumnya yaitu Distribusi Gumbel.

Tabel 12
Data R₂₄ distribusi Gumbel

Tr	Xtr
2	103.4001
5	139.0224
10	162.6093
25	192.4087
50	214.5155
100	236.4621

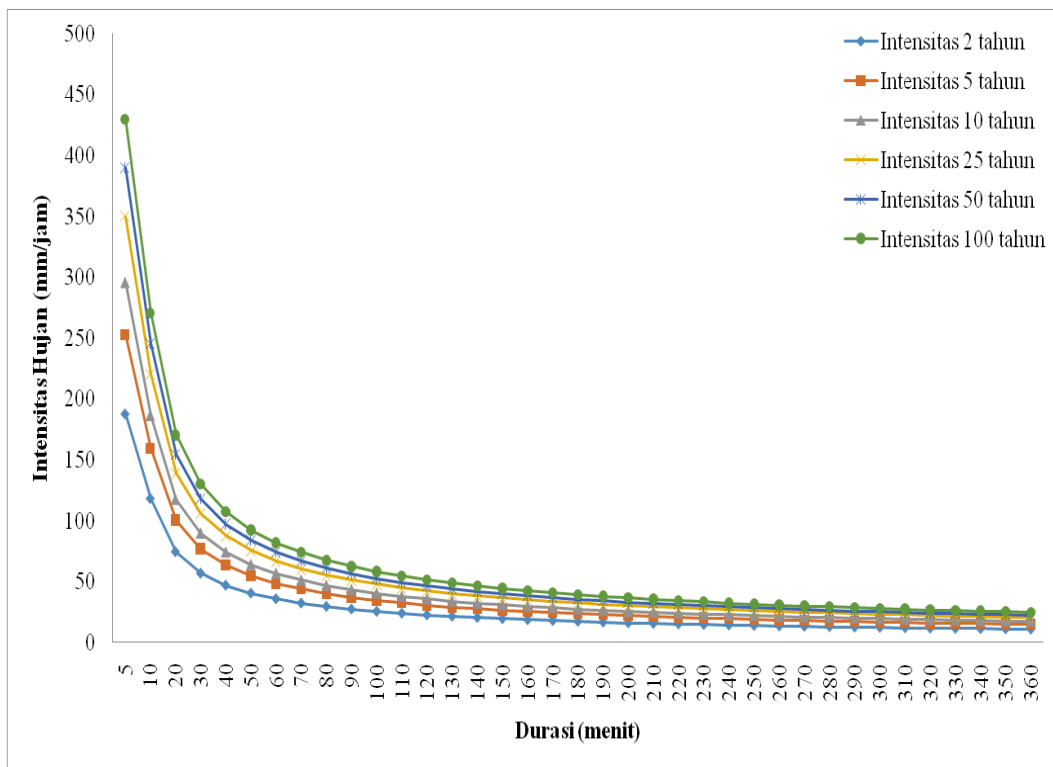
Perhitungan intensitas hujan untuk periode ulang 2 tahun, 5 tahun, 10 tahun, 20 tahun dan 50 tahun dengan durasi 5 menit sampai 360 menit dapat dilihat pada Tabel 13 berikut. Berdasarkan hasil perhitungan tersebut, kemudian membuat kurva IDF dengan bantuan Ms. Excel seperti yang terlihat pada Gambar 2.

Distribusi Curah Hujan

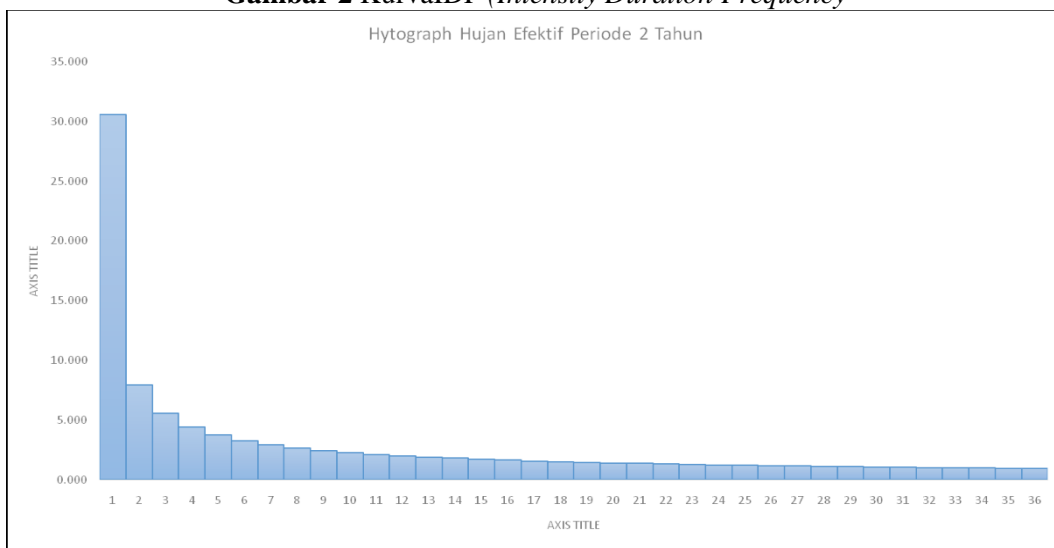
Untuk mendapatkan debit banjir rencana maka diperlukan perhitungan dari data curah hujan rencana yang didistribusikan ke dalam hujan jam-jaman atau mendistribusikan hujan harian ke jam-jaman atau menit-menitan (*hyetograph*) (Walker et al., 2005). Adapun metode yang digunakan adalah dengan metode Mononobe Modifikasi (*Modified Mononobe*). Berikut perhitungan untuk distribusi hujan rencangan dengan menggunakan metode *modified mononobe* untuk beberapa periode ulang dapat dilihat pada table 13 dan histograp dari *hyetograph* dapat dilihat pada gambar 2.

Tabel 13
Intensitas hujan periode ulang T – tahun

t menit	t jam	Periode Ulang (Tahun)					
		2	5	10	25	50	100
5	0.083	187.890	252.620	295.481	349.630	389.801	429.680
10	0.167	118.364	159.141	186.141	220.253	245.559	270.682
20	0.333	74.564	100.252	117.262	138.751	154.692	170.519
30	0.500	56.903	76.507	89.487	105.887	118.052	130.130
40	0.667	46.973	63.155	73.870	87.407	97.450	107.420
50	0.833	40.480	54.425	63.659	75.325	83.980	92.572
60	1.000	35.847	48.196	56.373	66.704	74.368	81.977
70	1.167	32.346	43.489	50.868	60.190	67.105	73.971
80	1.333	29.591	39.785	46.535	55.063	61.390	67.670
90	1.500	27.356	36.781	43.021	50.905	56.754	62.560
100	1.667	25.501	34.286	40.103	47.452	52.904	58.317
110	1.833	23.931	32.175	37.634	44.531	49.647	54.726
120	2.000	22.582	30.362	35.513	42.021	46.849	51.642
130	2.167	21.409	28.784	33.668	39.838	44.415	48.959
140	2.333	20.377	27.397	32.045	37.917	42.274	46.599
150	2.500	19.461	26.165	30.604	36.213	40.373	44.504
160	2.667	18.641	25.063	29.315	34.688	38.673	42.630
170	2.833	17.903	24.070	28.154	33.314	37.141	40.941
180	3.000	17.233	23.170	27.102	32.068	35.753	39.410
190	3.167	16.623	22.350	26.142	30.933	34.487	38.015
200	3.333	16.064	21.599	25.263	29.893	33.327	36.737
210	3.500	15.550	20.908	24.455	28.936	32.261	35.561
220	3.667	15.075	20.269	23.708	28.053	31.276	34.475
230	3.833	14.635	19.677	23.016	27.233	30.362	33.469
240	4.000	14.226	19.127	22.372	26.472	29.513	32.533
250	4.167	13.844	18.613	21.771	25.761	28.721	31.659
260	4.333	13.487	18.133	21.209	25.096	27.980	30.842
270	4.500	13.152	17.682	20.682	24.473	27.284	30.076
280	4.667	12.836	17.259	20.187	23.886	26.631	29.355
290	4.833	12.540	16.860	19.720	23.334	26.015	28.677
300	5.000	12.259	16.483	19.279	22.813	25.434	28.036
310	5.167	11.994	16.127	18.863	22.319	24.884	27.429
320	5.333	11.743	15.789	18.468	21.852	24.363	26.855
330	5.500	11.505	15.468	18.093	21.408	23.868	26.310
340	5.667	11.278	15.163	17.736	20.986	23.398	25.791
350	5.833	11.062	14.873	17.397	20.585	22.950	25.298
360	6.000	10.856	14.596	17.073	20.202	22.523	24.827



Gambar 2 Kurva IDF (Intensity Duration Frequency)



Gambar 3 Hyetograph dengan Modified Mononobe periode 2 tahun

Tabel 14
Perhitungan Modified Mononobe untuk periode ulang 2 tahun

t menit	Td Jam	It mm/Jam	It.Td mm/jam	Dp mm	Pi %	Hyetograph mm
10	0.167	118.364	19.727	19.727	30.285	30.578
20	0.333	74.564	24.855	5.128	7.872	7.948
30	0.500	56.903	28.452	3.597	5.522	5.575
40	0.667	46.973	31.315	2.863	4.396	4.438
50	0.833	40.480	33.733	2.418	3.712	3.748
60	1.000	35.847	35.847	2.114	3.245	3.276

70	1.167	32.346	37.737	1.890	2.902	2.930
80	1.333	29.591	39.455	1.718	2.637	2.662
90	1.500	27.356	41.034	1.580	2.425	2.449
100	1.667	25.501	42.501	1.467	2.252	2.274
110	1.833	23.931	43.873	1.372	2.106	2.127
120	2.000	22.582	45.164	1.291	1.982	2.001
130	2.167	21.409	46.385	1.221	1.875	1.893
140	2.333	20.377	47.545	1.160	1.781	1.798
150	2.500	19.461	48.652	1.106	1.698	1.715
160	2.667	18.641	49.710	1.058	1.624	1.640
170	2.833	17.903	50.724	1.015	1.558	1.573
180	3.000	17.233	51.700	0.976	1.498	1.512
190	3.167	16.623	52.640	0.940	1.443	1.457
200	3.333	16.064	53.548	0.908	1.394	1.407
210	3.500	15.550	54.426	0.878	1.348	1.361
220	3.667	15.075	55.277	0.851	1.306	1.318
230	3.833	14.635	56.102	0.825	1.267	1.279
240	4.000	14.226	56.903	0.802	1.231	1.242
250	4.167	13.844	57.683	0.780	1.197	1.208
260	4.333	13.487	58.442	0.759	1.165	1.177
270	4.500	13.152	59.182	0.740	1.136	1.147
280	4.667	12.836	59.904	0.722	1.108	1.119
290	4.833	12.540	60.608	0.705	1.082	1.092
300	5.000	12.259	61.297	0.689	1.057	1.068
310	5.167	11.994	61.971	0.674	1.034	1.044
320	5.333	11.743	62.630	0.659	1.012	1.022
330	5.500	11.505	63.276	0.646	0.991	1.001
340	5.667	11.278	63.909	0.633	0.971	0.981
350	5.833	11.062	64.529	0.621	0.953	0.962
360	6.000	10.856	65.138	0.609	0.935	0.944
				65.138	100.000	103.400

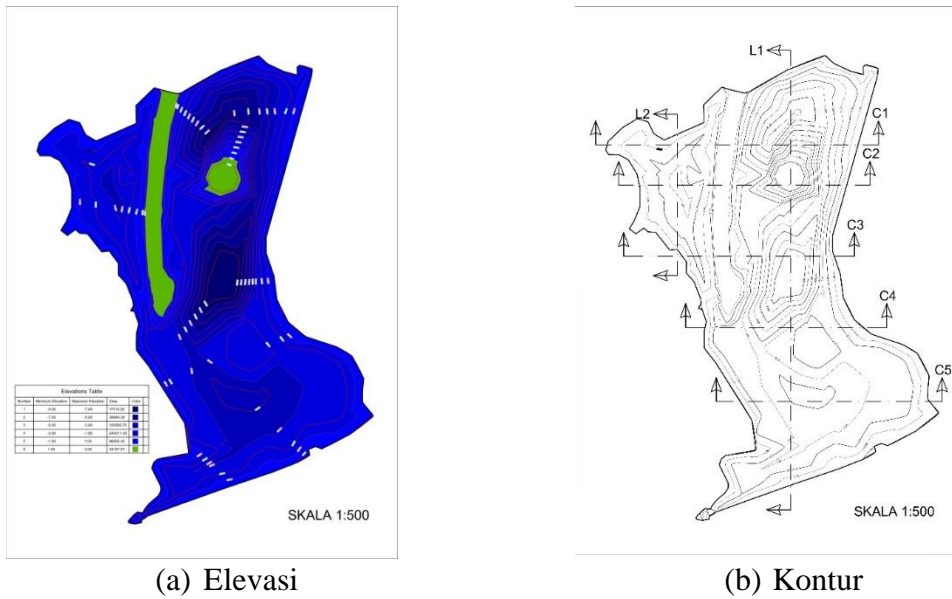
Analisis Kedalaman Embung

Analisis kedalaman embung dilakukang dengan menggunakan alat Echosounder. Echosounder adalah suatu alat navigasi untuk mengukur kedalaman laut dengan cara mengirimkan gelombang/getaran akustik dari permukaan ke dasar laut yang akan kembali diterima oleh transducer yang terpasang di dasar kapal (Quan et al., 2014). Penghitungan kedalaman didapat dari waktu tempuh arah yang berbeda yang berasal dari kecepatan suara di dalam air.

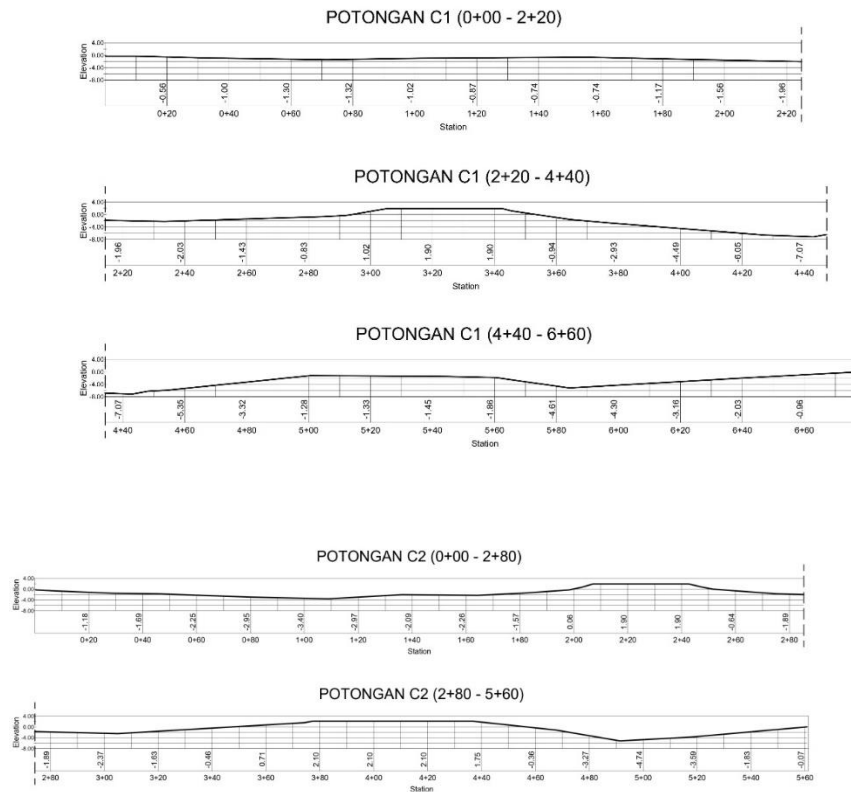


Gambar 4 Dokumentasi Pengamatan Dengan Echosounder

Kedalaman Embung Menggunakan Echosounder. Pengukuran pertama kedalaman danau dengan gambar peta elevasi dan peta kontur (Gambar 5).

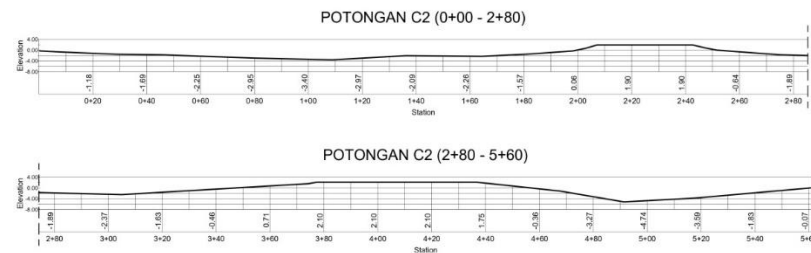


Total jarak 253m dibagi menjadi 6 titik pengambilan data dengan perbandingan jarak 50 m per titik. Dari peta topografi di atas dapat dilihat bahwa potongan bagian I sebagai berikut (Gambar 6):



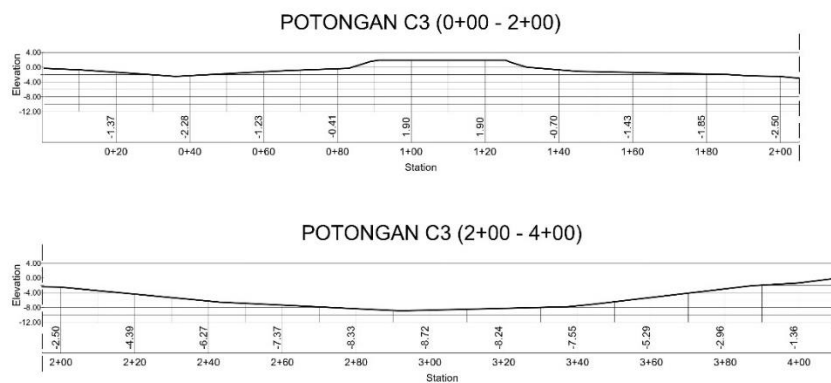
Gambar 6 Peta kontur Bagian C1

Dengan hasil bagian C1 memiliki kedalaman dasar embung sedalam 7,07 m, kemudian untuk C2 memiliki kedalaman embung dengan gambar 7 sebagai berikut:



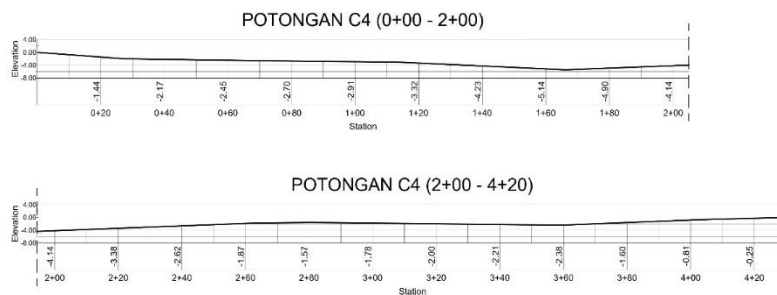
Gambar 7 Peta kontur Bagian C2

Kedalaman embung pada bagian C2 memiliki kedalaman dasar sedalam 2,37 m, untuk bagian C3 memiliki kedalaman dengan gambar 8 sebagai berikut:



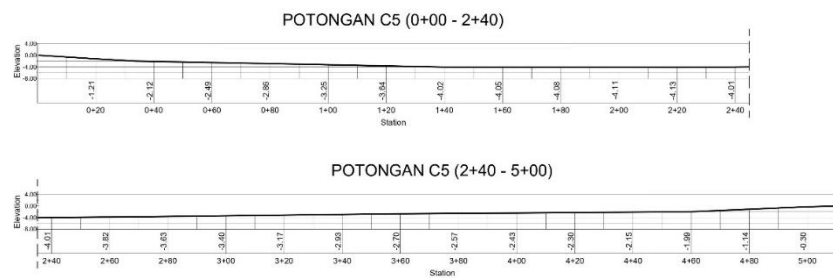
Gambar 8 Peta kontur Bagian C3

Kedalaman embung pada peta kontur bagian C3 ini adalah sedalam 8,72 m. Sedangkan untuk embung pada bagian C4, dan C5 adalah sebagai berikut:



Gambar 9 Peta kontur Bagian C4

Kedalaman dasar embung pada bagian C4 sedalam 4,14 m, sedangkan untuk gambar kedalaman embung bagian C5 adalah sebagai berikut:



Gambar 10 Peta kontur Bagian C5

Kedalaman embung bagian C5 adalah sedalam 4,01 m, dari gambar diatas dapat dilihat bahwa tingkat kedalaman embung memiliki struktur kedalaman yang fariatif yang berbeda ditiap bagian yang di bagi. Kedalaman embung yang terdalam mencapai 8,72 m.

Data Teknis Embung

Data teknis Embung Taman Firdaus UNSRI berdasarkan tinjauan lapangan dirangkum sebagai berikut.

1. Luas Embung

Luas Embung di dapat dari pengolahan ulang data drone pada tahun 2021 yang kemudian dibuat permodelannya menggunakan AutoCAD 2016. Berdasarkan permodelan tersebut dilakukan pengukuran luas area menggunakan *tools properties* pada aplikasi AutoCAD 2016. Luas area Embung yang didapat dari permodelan tersebut sebesar 423804,79 m² atau 42,38 ha.

2. Volume Tampungan Embung

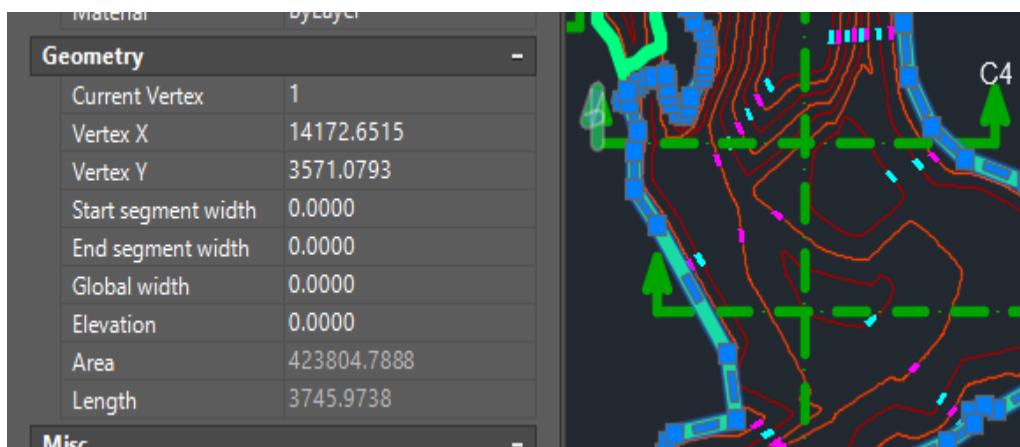
Volume tampungan pada Embung Taman Firdaus UNSRI dihitung menggunakan data luas embung dan data kedalaman rata-rata pada embung dari data pengukuran yang tercantum pada data drone 2021.

$$\text{Luas embung} = 423804,79 \text{ m}^2 = 42,09 \text{ Ha}$$

$$\text{Kedalaman Rata-rata} = 5 \text{ m}$$

$$\text{Volume} = 423804,79 \text{ m}^2 \times 5 \text{ m} = 2119023.95 \text{ m}^3$$

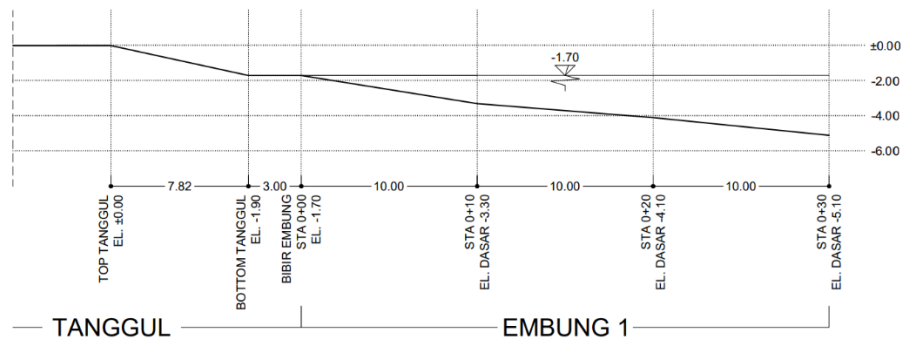
Dari hasil perhitungan rumus diatas maka dapat dilihat bahwa besar kapasitas tampungan embung 1 taman firdaus adalah sebesar 2119023.95 m³.



Gambar 11
Luas Area Embung Taman Firdaus

3. Tinggi Embung dari Dasar Puncak Tanggul

Tinggi embung dari dasar puncak tanggul diukur menggunakan potongan embung yang dimodelkan dalam gambar berikut.



Gambar 12 Luas Area Embung Taman Firdaus

Dari gambar diatas dapat diukur bahwa ketinggian embung dari dasar puncak tanggul adalah 5,10 m.

Analisis Klasifikasi Tanah

Data Tanah

a. Pengujian Kadar Air (ω)

Kadar air tanah adalah perbandingan berat air dalam satuan tanah dengan berat kering tanah, jadi semakin besar berat tanah kering maka semakin kecil jumlah kadar air yang dihasilkan (Hardiyatmo, 2010). Hasil dari pengujian kadar air tanah menunjukkan bahwa sampel tanah tersebut mengandung kadar air rata-rata pada tanah asli (ω) sebesar 87.38 %.

b. Pengujian Berat Jenis Tanah (G_s)

Pengujian berat jenis tanah dilakukan untuk menentukan kepadatan massa butiran atau partikel tanah yaitu perbandingan antara berat butiran tanah dan berat air suling di udara dengan volume yang sama pada temperatur tertentu. Hasil dari pengujian berat jenis tanah asli rata-rata pada tanah asli (G_s) 2.19.

c. Pengujian Batas Cair (LL)

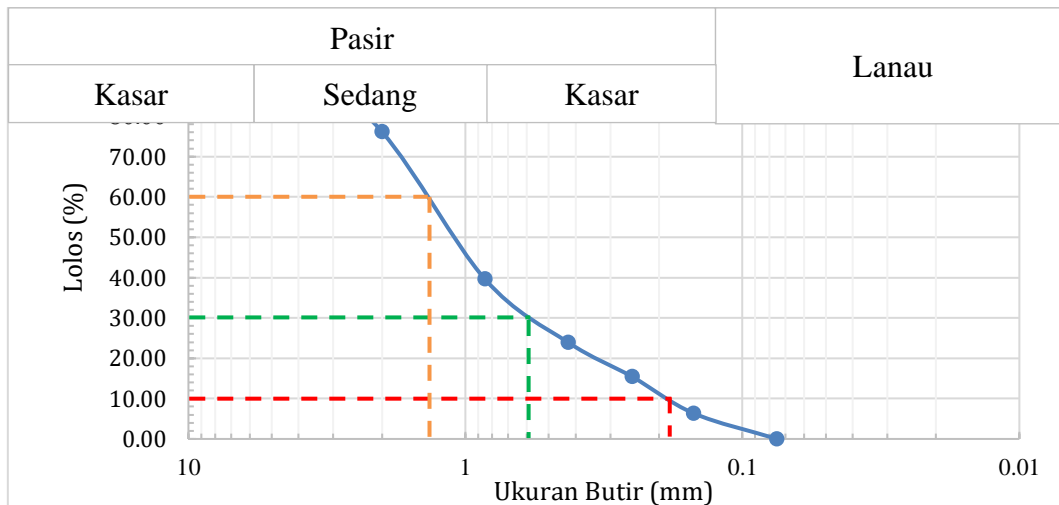
Pengujian ini dilakukan untuk menentukan batas cair tanah. Batas cair tanah adalah kadar air tanah dalam keadaan batas cair dan plastis. Batas cair untuk mengetahui jenis dan sifat-sifat tanah dari bagian tanah yang mempunyai ukuran butir lolos saringan no. 40. Didapatkan nilai batas cair pada tanah (LL) adalah sebesar 57.00 %.

d. Pengujian Batas Plastis (PL)

Pengujian ini dilakukan untuk menentukan kadar air tanah pada kondisi batas plastis. Batas plastis adalah kadar air minimum suatu sampel tanah dalam keadaan plastis (kadar air peralihan dari kondisi semi solid ke kondisi plastis) (Nicholson, 2014). Hasil dari pengujian batas plastis tanah asli rata-rata (PL) sebesar 48.37 %. Indeks plastisitas (PI) merupakan selisih antara nilai batas cair (LL) dan batas plastis (PL). Indeks plastisitas (PI) adalah selisih batas cair dan batas plastis = $LL - PL = 57 \% - 48.37 \% = 8.63 \%$.

e. Analisis Saringan Tanah

Pengujian analisis saringan bertujuan untuk menentukan persentase ukuran butir tanah pada benda uji yang tertahan saringan no. 200 dan untuk menentukan pembagian butiran (gradasi) agregat halus dan agregat kasar. Berikut grafik hasil pengujian analisis saringan tanah (Gambar 13) .



Gambar 13 Grafik Analisis Saringan

Hasil pengujian *soil properties* dirangkum dalam Tabel 15. Hasil sistem klasifikasi AASTHO, tanah dapat diklasifikasikan kedalam kelompok tanah A-2-5. Tanah A-2 merupakan kelompok batas antara kelompok tanah berbutir kasar dan berbutir halus. Kelompok A-2 terdiri dari campuran kerikil/pasir dengan tanah berbutir halus yang cukup banyak (< 35%) sehingga digolongkan sebagai kerikil berlanau atau berlempung dan pasir. Berdasarkan klasifikasi USCS, digolongkan dalam tanah Silts and Clays (CH) berdasarkan nilai LL. Dan termasuk dalam jenis High Plasticity. Rekapitulasi hasil soil properties tanah dapat dilihat pada Tabel 15.

Tabel 15
Data Soil Properties

Pemeriksaan	Hasil
Kadar air (ω)	87,38 %
Spesific gravity (Gs)	2,19
Batas plastis (PL)	48,37 %
Batas cair (LL)	57 %
Indeks plastis (PI)	8,63 %
Klasifikasi tanah menurut USCS	CH
Klasifikasi tanah menurut AASHTO	A-2-5

Permeabilitas tanah didefinisikan sebagai sifat dari material berpori yang memberikan jalan bagi air untuk mengalir melalui rongga-rongga didalamnya (Travis & Mays, 2008). Hasil pengujian permeabilitas yaitu nilai permeabilitas (K) sebesar $3,034191 \times 10^{-5}$ cm/det maka jenis tanahnya adalah kerikil berlanau atau berlempung dan pasir (*low permeability*).

Kesimpulan

Berdasarkan uraian di atas, maka kesimpulan dari penelitian ini yaitu sebagai berikut: Dalam perhitungan volume tampungan embung dengan kedalaman 5 m dengan luas embung 1 seluas 423804,79 m² dapat diketahui embung 1 Taman Firdaus dapat menampung air dengan kapasitas volume tampungan yaitu sebesar 2119023.95 m³. Hasil

dari pengujian kadar air tanah untung memastikan terjadi atau tidaknya rembesan pada tanggul adalah sebagai berikut hasil dari pengujian kadar air tanah dari hasil pengujian tersebut menunjukkan bahwa sampel tanah tersebut mengandung kadar air rata-rata pada tanah asli (ω) sebesar 87.38 %, kemudian untuk hasil pengujian berat jenis tanah menunjukkan bahwa berat jenis tanah rata-rata pada tanah asli (G_s) sebesar 2.19.

Hasil dari pengujian Atterberg limit, nilai batas cair pada tanah (LL) sebesar 57.00 %, batas plastis pada tanah (PL) sebesar 48,37 %, dan indeks plastisitas pada tanah (IP) sebesar 8.63 %. Berdasarkan klasifikasi AASTHO maka tanah di Embung Taman Firdaus UNSRI, Ogan Ilir, Inderalaya masuk kelompok MA-2-5, sebagai kerikil berlanau atau berlempung dan pasir. Sedangkan berdasarkan klasifikasi USCS, digolongkan dalam tanah *Silts and Clays* (CH). Hasil pengujian permeabilitas didapatkan nilai permeabilitas (K) sebesar $3,034191 \times 10^{-5}$ cm/det, bersifat *low permeability*.

BIBLIOGRAPHY

- Anam, S., Dermawan, V., & Sisingih, D. (2015). Evaluasi Fungsi Bangunan Pengendali Banjir Sungai Barabai Kabupaten Hulu Sungai Tengah Provinsi Kalimantan Selatan. *Jurnal Teknik Pengairan: Journal of Water Resources Engineering*, 6(2), 271–286.
- Arsyad, S. (2010). Konservasi tanah dan Air. Edisi kedua. *Institute Pertanian Bogor, Bogor*.
- Azwarman, A. (2018). Kajian Teknis Bangunan Pelimpah Embung Pinang Merah Di Kabupaten Merangin Provinsi Jambi. *Jurnal Civronlit Unbari*, 3(2), 63–72. <https://doi.org/10.33087/civronlit.v3i2.35>
- Fitri, A., Hasan, Z., & Ghani, A. A. B. (2011). *Effectiveness of Aman Lake as flood retention ponds in flood mitigation effort: study case at USM Main Campus, Malaysia*.
- Garsia, D., Sujatmoko, B., & Rinaldi, R. (2014). *Analisis Kapasitas Tampung Embung Bulakan Untuk Memenuhi Kekurangan Kebutuhan Air Irigasi Di Kecamatan Payakumbuh Selatan*. Riau University.
- Hardiyatmo, H. C. (2010). *Mekanika Tanah II, Edisi ke 5*. Gadjah Mada University Press, Yogyakarta.
- Kalkani, E. C. (1997). Geological conditions, seepage grouting, and evaluation of piezometer measurements in the abutments of an earth dam. *Engineering Geology*, 46(2), 93–104.
- Karol, R. H. (2003). *Chemical grouting and soil stabilization, revised and expanded* (Vol. 12). Crc Press.
- Kometa, S. S., & Ebot, M. A. T. (2012). Watershed degradation in the Bamendjin area of the North West Region of Cameroon and its implication for development. *Journal of Sustainable Development*, 5(9), 75.

- Kustamar, K. (2019). *Sistem Drainase perkotaan pada kawasan pertanian urban dan pesisir*. Dreamlitera.
- Lasminto, U. (2009). Studi Potensi Tampung Hulu Dps Sungai Sampean Untuk Pengendalian Banjir Dan Penyediaan Air Bersih. *Jurnal Purifikasi*, 10(1), 9–18.
- Liu, M., Tian, H., Chen, G., Ren, W., Zhang, C., & Liu, J. (2008). Effects of land-use and land-cover change on evapotranspiration and water yield in China during 1900-2000 1. *JAWRA Journal of the American Water Resources Association*, 44(5), 1193–1207.
- Nasional, B. S. (2016). *Metode Analisis dan Cara Pengendalian Rembesan Air untuk Bendungan Tipe Urugan (SNI 8065: 2016)*. Jakarta: Standar Nasional Indonesia.
- Nicholson, P. G. (2014). *Soil improvement and ground modification methods*. Butterworth-Heinemann.
- Quan, N. H., Phi, H. L., Tran, P. G., Radhakrishnan, M., Quang, C. N. X., Thuyen, L. X., & Vinh, K. Q. (2014). Urban retention basin in developing city: from theoretical effectiveness to practical feasibility. *13th International Conference on Urban Drainage, Kuching, Malaysia*.
- Sarwono, B., Ansori, M. B., & Ratnasari, D. A. (2015). Studi Pengendalian Banjir Sungai Kalidawir Tulungagung. *Jurnal Hidroteknik*, 1(1), 13–20.
- Travis, Q. B., & Mays, L. W. (2008). Optimizing retention basin networks. *Journal of Water Resources Planning and Management*, 134(5), 432–439. [https://doi.org/10.1061/\(ASCE\)0733-9496\(2008\)134:5\(432\)](https://doi.org/10.1061/(ASCE)0733-9496(2008)134:5(432))
- Walker, N. D., Wiseman Jr, W. J., Rouse Jr, L. J., & Babin, A. (2005). Effects of river discharge, wind stress, and slope eddies on circulation and the satellite-observed structure of the Mississippi River plume. *Journal of Coastal Research*, 21(6), 1228–1244.
- Zhang, H., & Wang, X. (2007). Land-use dynamics and flood risk in the hinterland of the Pearl River Delta: The case of Foshan City. *The International Journal of Sustainable Development & World Ecology*, 14(5), 485–492.

Copyright holder:

Rivadavia Raykaru Putra, Dinar D.A. Putranto, Putri Kusuma Wardani (2023)

First publication right:

Syntax Literate: Jurnal Ilmiah Indonesia

This article is licensed under:



