

Perencanaan Desain Embung Untuk Kebutuhan Air Baku Dan Pengendalian Banjir (Studi Kasus: Universitas Sultan Ageng Tirtayasa, Kampus Sindangsari)

Rifky Ujjianto¹, Restu Wigati², Ivandhika Rizal Ardiansyah³, Kulsum⁴

^{1,2,3}Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Sultan Ageng Tirtayasa

⁴Jurusan Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Sultan Ageng Tirtayasa
Jl. Jenderal Sudirman Km. 3 Kota Cilegon – Banten 42435

rifky@untirta.ac.id

restu.wigati@untirta.ac.id

Diterima redaksi: 25 Maret 2022 | Selesai revisi: 13 April 2022 | Diterbitkan online: 30 April 2022

ABSTRAK

Universitas Sultan Ageng Tirtayasa saat ini menerapkan konsep *Smart & Green Campus* yaitu dengan memanfaatkan sumberdaya yang ada dilingkungan kampus secara efektif dan efisien. Berdasarkan pedoman *UI GreenMetric* penggunaan air di kampus merupakan salah satu indikator penting yang bertujuan untuk meningkatkan konservasi air dan program daur ulang air. Adanya kampus baru ini akan mengurangi kualitas lingkungan karena semakin berkurangnya lahan hijau yang berfungsi sebagai daerah resapan dan juga akan adanya kebutuhan air digedung kampus ini. Tujuan penelitian ini adalah merencanakan embung yang berfungsi untuk memenuhi kebutuhan air dan pengendali banjir di kampus. Analisis ini menghitung debit andalan menggunakan metode F.J Mock, perhitungan kebutuhan air berdasarkan jumlah penghuni, perhitungan volume tampungan dan untuk menghitung debit banjir rencana menggunakan HSS Nakayasu. Berdasarkan hasil penelitian total kebutuhan air satu kampus sebesar 4607,14 m³/bulan. Perhitungan dengan debit andalan 90%, ketersediaan air sebesar 12106,05 m³/tahun. Kebutuhan air lebih besar daripada ketersediaan airnya, karena itu didapatkan gedung yang optimal dan efektif untuk kebutuhan air yaitu kebutuhan air 90% Gedung FISIP dan 85% Gedung FAPERTA. Debit banjir HSS Nakayasu didapatkan waktu puncak 11,09 menit, dan debit puncak 3,67 m³/s. Hasil analisis penelitian ini didapatkan volume tampungan embung yang dibutuhkan adalah sebesar 12106,05 m³. Embung direncanakan dengan kemiringan lereng 1V:3H, lebar dasar embung 30 m, panjang dasar embung 132 m, tinggi jagaan 1 m, tinggi tampungan mati 1 m, tinggi total tubuh embung 4 m, lebar pelimpah 8 m, tinggi pelimpah 3 m, dan jumlah pelimpah 2 buah.

Kata kunci: embung, kebutuhan air, debit andalan, debit banjir

ABSTRACT

Sultan Ageng Tirtayasa University is currently implementing the Smart & Green Campus concept, namely by utilizing existing resources in the campus environment effectively and efficiently. Based on the guidelines UI GreenMetric, water use on campus is an important indicator that aims to improve water conservation and water recycling programs. The existence of this new campus will reduce the quality of the environment due to the decrease in green land that functions as a catchment area and also the need for water in this campus building. The purpose of this study is to plan a reservoir that serves to meet the needs of water and flood control on campus. This analysis calculates the mainstay discharge using the FJ Mock method, calculating water needs based on the number of occupants, calculating the storage volume and to calculate the planned flood discharge using the HSS Nakayasu. Based on the research campus of the total water requirement of 4607,14 m³/month.

Calculations by mainstay discharge of 90%, water availability at 12106,05 m³/year of water . The demand for water is greater than the availability of water, therefore the optimal and effective building for water needs is 90% for the FISIP building and 85% for the FAPERTA building. Flood discharge HSS Nakayasu obtained 11,09 minute peak time and peak discharge of 3,67 m³/s. The results of this research analysis showed that the required reservoir volume for the reservoir is 12106,05 m³. The reservoir is planned with a slope of 1V:3H, the bottom width of the reservoir is 30 m, the bottom length of the reservoir is 132 m, the guard height is 1 m, the height of the dead reservoir is 1 m, the total height of the reservoir is 4 m, the width of the spillway is 8 m, the spillway height is 3 m, and number of spillways 2 pieces.

Keywords: reservoir, water demand, mainstay discharge, flood discharge

1. Pendahuluan

1.1 Latar Belakang

Seiring berkembangnya zaman, perkembangan disuatu wilayah memberikan dampak positif terhadap kemajuan ekonomi dan pembangunan, dan memberikan dampak negatif yang menimbulkan penurunan kualitas lingkungan [1]. Salah satu cara untuk menanggulangnya adalah dengan menerapkan konsep *smart & green campus* dengan cara memanfaatkan sumber daya yang ada dilingkungan secara efektif dan efisien. Berdasarkan konsep UI *GreenMetric* pemanfaatan sumber daya air merupakan indikator penting yang bertujuan untuk mengurangi penggunaan air, meningkatkan program konservasi air, program daur ulang air, dan penggunaan air olahan [2].

Salah satu cara untuk pemanfaatan air adalah dengan membangun embung. Embung merupakan bangunan konservasi air berbentuk kolam atau cekungan untuk menampung air hujan, air limpasan, serta sumber air lainnya untuk memenuhi berbagai kebutuhan air [3].

Untuk mengatasi permasalahan lingkungan tersebut maka direncanakan embung di wilayah Universitas Sultan Ageng Tirtayasa, Kampus Sindangsari sebagai pemanfaatan air dan untuk mencegah banjir di wilayah kampus Universitas Sultan Ageng Tirtayasa, Kampus Sindangsari.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang masalah tersebut, dapat dirumuskan permasalahan berikut:

1. Berapa banyak kebutuhan air baku yang diperlukan untuk gedung Fakultas Sosial dan Politik, Fakultas Pertanian, Fakultas

Ekonomi dan Bisnis, Fakultas Hukum, Laboratorium Terpadu, Kelas Terpadu, *Student Center*, Rektorat, Auditorium, Perpustakaan, Asrama Putra, dan Asrama Putri?

2. Berapa besar debit andalan pada Embung Kampus UNTIRTA Sindangsari dan berapa banyak gedung yang dapat terlayani?
3. Berapa besar debit banjir rencana kala ulang 2 tahun pada Embung Kampus UNTIRTA Sindangsari?
4. Berapakah volume tampungan Embung Kampus UNTIRTA Sindangsari yang sesuai dengan ketersediaan air?
5. Bagaimanakah desain embung yang sesuai dengan ketersediaan air?

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah:

1. Mengetahui kebutuhan air baku yang diperlukan gedung Fakultas Sosial dan Politik, Fakultas Pertanian, Fakultas Ekonomi dan Bisnis, Fakultas Hukum, Laboratorium Terpadu, Kelas Terpadu, *Student Center*, Rektorat, Auditorium, Perpustakaan, Asrama Putra, dan Asrama Putri.
2. Mengetahui besar debit andalan pada Embung Kampus UNTIRTA Sindangsari dan gedung yang dapat terlayani.
3. Mengetahui besar debit banjir rencana kala ulang 2 tahun pada Embung Kampus UNTIRTA Sindangsari.
4. Mengetahui volume tampungan Embung Kampus UNTIRTA Sindangsari yang sesuai dengan ketersediaan air.

5. Merencanakan desain embung sesuai dengan ketersediaan air.

1.4 Manfaat Penelitian

Manfaat yang diperoleh dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Dapat dijadikan referensi dan rekomendasi bentuk desain rencana, penggunaan fungsi, dan kebutuhan air baku yang dapat digunakan pada pembangunan kampus ini.
2. Menjadi acuan bagi penelitian selanjutnya dalam perhitungan perencanaan embung untuk kebutuhan air baku dan pengendalian banjir.
3. Menambah wawasan mahasiswa jurusan Teknik Sipil dibidang hidrologi dan perencanaan sumber daya air.

2. Tinjauan Pustaka

Trilita et al., (2020) telah melakukan penelitian tentang kolam retensi di Kabupaten Nunukan, Kalimantan Utara. Berdasarkan hasil penelitian tersebut volume air yang dapat mengisi kolam retensi tersebut sebesar $0,235 \times 10^6 \text{ m}^3$, sedangkan kebutuhan air bakunya yang diperlukan sebesar $0,131 \times 10^6 \text{ m}^3$. Jumlah penduduk yang dapat terlayani kebutuhan air bakunya adalah 6000 jiwa dengan kebutuhan air baku perorang sebesar 60 liter/hari. Perencanaan debit banjir dengan periode kala ulang 100 tahun adalah sebesar $4,701 \text{ m}^3/\text{s}$ [4]. Pada penelitian Amrullah, (2018) tentang perencanaan kolam retensi dalam menanggulangi banjir di Desa Tegaldowo Kab. Pekalongan. Penelitian ini menghasilkan kesimpulan pada kolam retensi dihasilkan variasi volume dan kapasitas pompa yaitu, pompa debit $4,82 \text{ m}^3/\text{s}$ dibutuhkan volume kolam sebesar 29532 m^3 dengan durasi pemompaan 5 jam, pompa dengan debit $4,39 \text{ m}^3/\text{s}$ dibutuhkan volume kolam sebesar 33165 m^3 dengan durasi pemompaan 5,5 jam, pompa dengan debit $4,02 \text{ m}^3/\text{s}$ dibutuhkan volume kolam sebesar 36165 m^3 dengan durasi pemompaan 6 jam [5].

Wesli, (2018) telah melakukan penelitian tentang investigasi embung Alue Sapi di Kabupaten Aceh Utara. Hasil penelitian tersebut menghasilkan kebutuhan air pada embung untuk mengairi sawah seluas 500 Ha sebesar $0,65 \text{ m}^3/\text{s}$. Hasil analisis hidrologi

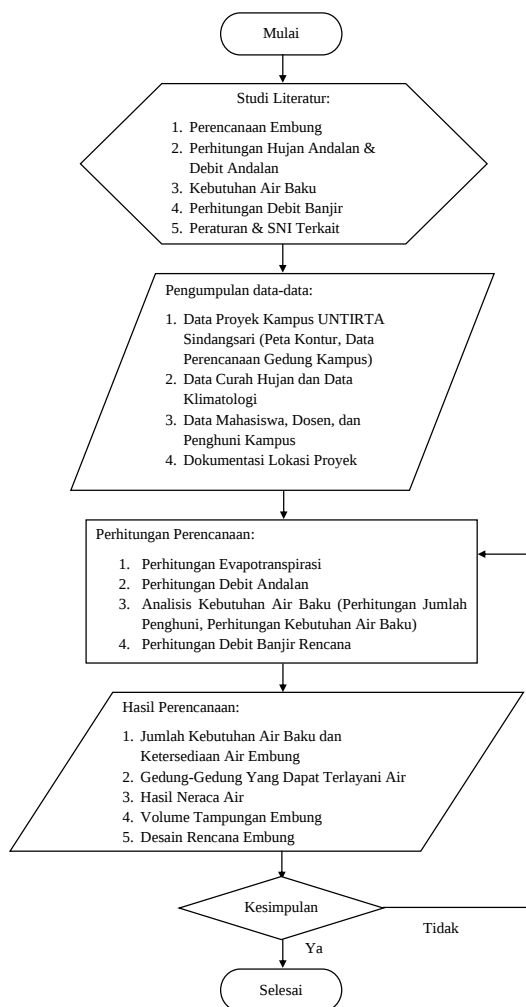
menggambarkan bahwa debit periode ulang 2 tahunan sebesar $0,784 \text{ m}^3/\text{s}$, periode ulang 5 tahunan sebesar $1,036 \text{ m}^3/\text{s}$, periode ulang 10 tahunan sebesar $1,203 \text{ m}^3/\text{s}$ dan periode ulang 25 tahunan sebesar $1,413 \text{ m}^3/\text{s}$. Hal ini menunjukkan bahwa kebutuhan air lebih kecil dari ketersediaan air, dan potensi air pada embung Alue Sapi cukup memadai. Terjadinya masalah tidak berfungsinya embung disebabkan oleh kerusakan pada bagian dinding bangunan bendung, kerusakan pada pintu pembagi dan kurangnya kapasitas tampungan embung [6].

Hidayat et al., (2019) telah melakukan penelitian mengenai perencanaan embung konservasi di laboratorium lapangan terpadu Fakultas Teknik Universitas Lampung. Penelitian ini menghasilkan debit rencana $0,375 \text{ m}^3/\text{s}$ dengan pola hujan efektif 90% didapatkan volume tampungan $4951,404 \text{ m}^3$, direncanakan tipe embung urugan dengan dimensi tinggi 3,750 m, elevasi dasar +105,00, elevasi permukaan +108,00, panjang 165,613 m, lebar mercu 2,60 m kemiringan tanggul 1:1,5 dengan pasangan batu, pelimpah tipe ogge dan kolam olak tipe vluhter [7].

Saves et al., (2020) telah melakukan penelitian mengenai Perencanaan embung berdasarkan kebutuhan air baku Desa Pasarenan Kabupaten Sampang tahun 2027. Hasil penelitian ini debit andalan untuk perencanaan embung di Desa Pasarenan, Kabupaten Sampang sebesar $0,0108 \text{ m}^3/\text{s}$, proyeksi pertumbuhan penduduk pada tahun 2027 di Desa Pasarenan, Kabupaten Sampang sebanyak 7.183 jiwa, kebutuhan air baku sebesar $0,0110 \text{ m}^3/\text{s}$, berdasarkan hasil analisis keseimbangan air, maka dapat disimpulkan bahwa neraca air menunjukkan nilai defisit atau negatif untuk ketersediaan air di tahun 2027 yaitu sebesar $-0,0002 \text{ m}^3/\text{s}$, dimensi embung yang diperlukan untuk berdasarkan kebutuhan air baku tahun 2027, yaitu elevasi dasar embung sebesar +47,00 m, elevasi puncak embung sebesar +49,50 m dengan tinggi embung 2,5 m [8].

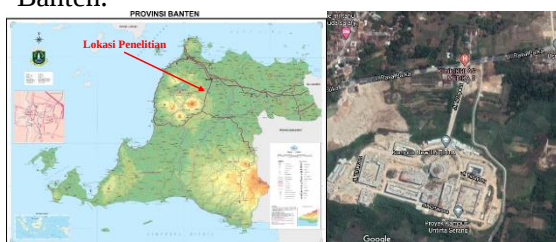
3. Metodologi Penelitian

Penelitian ini terdiri dari beberapa tahapan agar penelitian terstruktur. Berikut merupakan alur penelitian yang disajikan dalam bentuk diagram alir:



Gambar 1. Bagan Alir Penelitian
(Sumber: Hasil Analisis Penulis, 2021)

Lokasi penelitian terletak di Universitas Sultan Ageng Tirtayasa Kampus Sindangsari, Kecamatan Pabuaran, Kabupaten Serang, Banten.



Gambar 2. Peta Provinsi Banten dan Peta Lokasi Kampus UNTIRTA Sindangsari
(Sumber: Badan Koordinasi dan Pemetaan Nasional, 2003 & Google Earth, 2020)

Dalam penyusunan penelitian ini digunakan data berupa data primer, data sekunder dan data literatur atau pustaka. Data primer didapatkan langsung dari sumber berupa wawancara atau observasi secara langsung. Sedangkan data

sekunder adalah data yang diperoleh melalui perantara. Data sekunder yang digunakan dalam penelitian ini sebagai berikut:

1. Data curah hujan, data curah hujan yang digunakan berasal dari 4 pos stasiun hujan terdekat yaitu pos hujan Pipitan, Cadasari, Padarincang dan Pamarayan dalam kurun waktu 10 tahun terakhir yang didapatkan dari BBWS Ciujung, Cidanau, Cidurian.
2. Data Klimatologi, data klimatologi yang digunakan adalah data temperature rata-rata bulanan Kabupaten Serang yang didapatkan dari publikasi Kabupaten Serang dalam angka 2020 yang dibuat oleh BPS Kabupaten Serang.
3. Data jumlah penghuni dan kapasitas gedung kampus,

Tabel 1. Jumlah Penghuni Kampus

No	Gedung	Jumlah Dosen	Tendik	Jumlah Mahasiswa
1	FISIP	64	21	2055
2	FAPERTA	70	30	1937
3	FEB	109	28	2775
4	FH	51	27	1904
5	Rektorat	37	122	-
6	Perpustakaan	0	32	-

(Sumber: Hasil Analisis Penulis, 2021)

Tabel 2. Jumlah Kapasitas Gedung

No.	Gedung	Kapasitas (Orang)
1	Student Center	500
2	Lab Terpadu	54
3	Auditorium	2500
4	Kelas Terpadu	1114

(Sumber: Hasil Analisis Penulis, 2021)

4. Data peta kontur,



Gambar 3. Peta Kontur
(Sumber: Data Peta Topografi Embung Proyek New Campus Untirta, 2020)

4. Penelitian dan Pembahasan

4.1 Hujan Andalan

Salah satu cara untuk menentukan besarnya curah hujan andalan berdasarkan keandalan yang direncanakan adalah dengan menggunakan metode tahun dasar perencanaan

[9]. Perhitungan hujan andalan didapatkan dari data 4 stasiun hujan dalam kurun waktu 10 tahun yaitu tahun 2010-2019, data hujan yang didapat dihitung menggunakan rata-rata

aljabar. Perhitungan hujan andalan menggunakan metode tahun dasar perencanaan. Didapatkan hasil sebagai berikut:

Tabel 3. Hujan Andalan Metode Tahun Dasar

Proabilitas	Hujan Andalan (mm/bulan)											
	Jan	Feb	Mar	Apr	Mei	Jun	Jul	Agu	Sep	Okt	Nov	Des
10,0%	477,8	366,8	284	289,3	236,3	226,5	351,5	274	468,5	184,6	266	321,8
20,0%	376,1	329,8	263,3	253,5	211,1	200,8	285,5	59,75	123,1	178,9	246,5	314,5
30,0%	365,8	283	235,6	217,1	210,5	147	193,5	47,93	90,75	157,8	214,1	299
40,0%	343,5	261	197,9	213,5	162,9	131,8	179,4	45	82,38	155	195,7	291,7
50,0%	341,4	244,3	192,5	188	161	102,8	82,63	37,25	49,75	127,5	176,8	255,3
60,0%	273	231,3	185,1	173,8	157,3	88,5	80	24	40	100,5	167,5	249
70,0%	244,9	223	182,1	131,5	146,8	88,25	14,13	17	35	97,5	158,8	221,8
80,0%	185,1	198,8	147,8	130,1	125,8	84,63	12,75	15,25	13,75	56,5	120,2	212,8
90,0%	175,8	190	145,5	117	99,5	69,5	8,5	13,5	4,625	38,88	108,8	210,7
99,9%	172	75	132,4	80,5	82,75	41,5	3,75	10,25	0,25	22,5	86,75	0

(Sumber: Hasil Analisis Penulis, 2021)

Hujan andalan yang digunakan dalam penelitian ini adalah keandalan 90%.

4.2 Evapotranspirasi

Analisis perhitungan evapotranspirasi menggunakan metode Thornthwaite, data klimatologi yang digunakan adalah data temperatur rata-rata yang didapatkan dari Badan Pusat Statistik Kabupaten Serang [10]. Data-data temperatur disajikan sebagai berikut:

Tabel 4. Temperatur Rata-Rata Bulanan Kabupaten Serang Tahun 2019

Tahun	Suhu / Temperatur (°C)											
	Jan	Feb	Mar	Apr	Mei	Jun	Jul	Agu	Sep	Okt	Nov	Des
2019	27,7	27,9	27,3	28	28,2	27,9	27,5	27,4	27,8	28,7	28,7	27,9

(Sumber: Badan Pusat Statistik Kabupaten Serang, 2020)

Metode Thornthwaite menggunakan faktor pengali berdasarkan letak geografis penelitian, berikut data faktor pengali Thornthwaite:

Tabel 5. Faktor Pengali Metode Thornthwaite

Faktor Pengali Thornthwaite												
Jan	Feb	Mar	Apr	Mei	Jun	Jul	Agu	Sep	Okt	Nov	Des	
1,06	0,95	1,04	1	1,02	0,99	1,02	1,03	1	1,05	1,03	1,06	

(Sumber: Triatmodjo, 2009)

Hasil perhitungan evapotranspirasi masing-masing bulan diberikan pada tabel berikut ini:

Tabel 6. Evapotranspirasi Metode Thornthwaite

Evapotranspirasi Thornthwaite						
Bulan	Tm (°C)	I	a	ET (cm)	Faktor Pengali	ET Koreksi (cm)
Jan	27,7	13,356	4,247	15,730	1,06	16,674
Feb	27,9	13,502		16,218	0,95	15,407
Mar	27,3	13,065		14,788	1,04	15,380
Apr	28	13,576		16,467	1	16,467
Mei	28,2	13,723		16,972	1,02	17,312
Jun	27,9	13,502		16,218	0,99	16,056
Jul	27,5	13,210		15,254	1,02	15,559
Agu	27,4	13,138		15,020	1,03	15,470
Sep	27,8	13,429		15,973	1	15,973
Okt	28,7	14,093		18,287	1,05	19,202
Nov	28,7	14,093		18,287	1,03	18,836
Des	27,9	13,502		16,218	1,06	17,192
Jumlah	162,188					

(Sumber: Hasil Analisis Penulis, 2021)

4.3 Debit Andalan

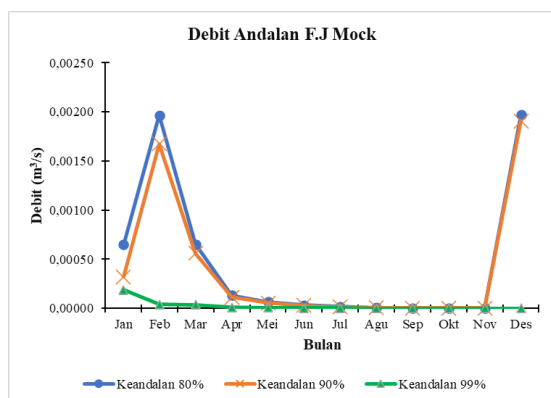
Untuk menghitung debit andalan dapat menggunakan metode F.J. Mock. Metode ini

menyimulasikan neraca air bulanan berdasarkan hubungan antara curah hujan, evapotranspirasi dan karakteristik DAS [11]. Hasil debit andalan disajikan pada tabel berikut:

Tabel 7. Debit Keandalan F.J. Mock

Bulan	Debit Keandalan (m ³ /s)		
	80%	90%	99%
Jan	0,00064976	0,00031882	0,00018610
Feb	0,00196741	0,00167596	0,00003919
Mar	0,00065089	0,00055997	0,00003466
Apr	0,00013226	0,00011409	0,00001069
Mei	0,00006400	0,00005520	0,00000517
Jun	0,00003307	0,00002852	0,00000267
Jul	0,00001600	0,00001380	0,00000129
Agu	0,00000800	0,00000690	0,00000065
Sep	0,00000413	0,00000357	0,00000033
Okt	0,00000200	0,00000173	0,00000016
Nov	0,00000103	0,00000089	0,00000008
Des	0,00196836	0,00190736	0,00000004

(Sumber: Hasil Analisis Penulis, 2021)



Gambar 4. Debit Andalan F.J. Mock
(Sumber: Hasil Analisis Penulis, 2021)

Ketersediaan air bulanan yang digunakan adalah dengan keandalan 90% didapatkan dari hasil perhitungan debit andalan, ketersediaan air dirubah dari m³/s menjadi m³/bulan. Ketersediaan air disajikan dalam tabel berikut:

Tabel 8. Ketersediaan Air Keandalan 90%

Ketersediaan Air (m ³ /bulan)					
Jan	Feb	Mar	Apr	Mei	Jun
853,94	4054,48	1499,82	295,72	147,86	73,96
Jul	Agu	Sep	Okt	Nov	Des
36,96	18,48	9,24	4,62	2,31	5108,69

(Sumber: Hasil Analisis Penulis, 2021)

4.4 Kebutuhan Air

Perhitungan kebutuhan air berdasarkan data jumlah mahasiswa, dosen dan penghuni kampus lainnya. Kebutuhan air untuk gedung asrama menggunakan acuan SNI-03-7065-2005 [12] karena asrama merupakan gedung yang beroperasi selama 24 jam. Sedangkan

untuk gedung-gedung lainnya menggunakan acuan kebutuhan air non domestik berdasarkan kriteria perencanaan Dinas PU [13]. Kebutuhan air pada Kampus UNTIRTA Sindangsari dijelaskan dalam tabel berikut:

Tabel 9. Kebutuhan Air Kampus Total

Nama Gedung	Kapasitas (Org)	Kebutuhan Air (Ltr/Org /Hari)	Kebutuhan Air (Ltr/Hari)	Kebutuhan Rata-Rata (m ³ /Bln)
Ged. FISIP	2140	10	21400	650,92
Ged. FAPERTA	2037	10	20370	619,59
Ged. FH	1982	10	19820	602,86
Ged. FEB	2912	10	29120	885,73
Rektorat	159	10	1590	48,36
Student Center	500	10	5000	152,08
Perpustakaan	32	10	320	9,73
Lab. Terpadu	54	10	540	16,43
Auditorium	1250	10	12500	100
Kelas Terpadu	1114	10	11140	338,84
Asrama Putra	162	120	19440	591,3
Asrama Putri	162	120	19440	591,3
Jumlah	12504		160680	4607,14

(Sumber: Hasil Analisis Penulis, 2021)

Dilihat dari tabel kebutuhan air dan ketersediaan air yang ada, nilai kebutuhan air satu kampus masih lebih besar dari ketersediaan air disetiap bulannya, sehingga penulis memutuskan untuk menampung terlebih dahulu ditahun pertama, dan baru akan digunakan pada tahun berikutnya, dan didapatkan penggunaan air yang paling optimal dan efektif adalah untuk 90% Gedung FISIP dan 85% Gedung FAPERTA. Rincian perhitungan disajikan dalam tabel berikut:

Tabel 10. Kebutuhan Air Gedung FISIP dan FAPERTA

Nama Gedung	Kebutuhan Air Total (m ³ /bulan)	Penggunaan Air Optimal	Kebutuhan Air Setelah Optimalisasi (m ³ /bulan)
Ged. FISIP	650,92	90%	585,83
Ged. FAPER TA	619,59	85%	526,65
Total			1112,47

(Sumber: Hasil Analisis Penulis, 2021)

4.5 Neraca Air

Perhitungan cadangan air didapatkan dari ketersediaan air dikurangi dengan penggunaan air setiap bulannya dan akan didapatkan

volume embung untuk kebutuhan air baku dari nilai cadangan air terbesar. Hasil perhitungan neraca air disajikan dalam tabel dibawah ini:

Tabel 11. Perhitungan Neraca Air 90% FISIP dan 85% FAPERTA

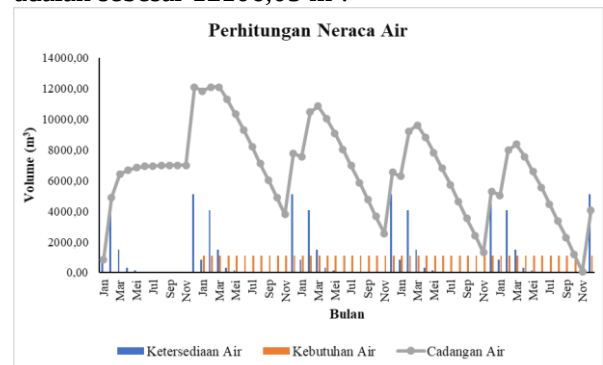
Tahun Pertama			
Bulan	Ketersediaan Air (m ³)	Kebutuhan Air (m ³)	Cadangan Air (m ³)
Jan	853,94	0	853,94
Feb	4.054,48	0	4.908,42
Mar	1.499,82	0	6.408,24
Apr	295,72	0	6.703,96
Mei	147,86	0	6.851,82
Jun	73,93	0	6.925,75
Jul	36,96	0	6.962,71
Agu	18,48	0	6.981,20
Sep	9,24	0	6.990,44
Okt	4,62	0	6.995,06
Nov	2,31	0	6.997,37
Des	5.108,69	0	12.106,05
Tahun Kedua			
Bulan	Ketersediaan Air (m ³)	Kebutuhan Air (m ³)	Cadangan Air (m ³)
Jan	853,94	1112,47	11847,52
Feb	4.054,48	1112,47	12106,06
Mar	1.499,82	1112,47	12106,06
Apr	295,72	1112,47	11289,30
Mei	147,86	1112,47	10324,68
Jun	73,93	1112,47	9286,14
Jul	36,96	1112,47	8210,63
Agu	18,48	1112,47	7116,64
Sep	9,24	1112,47	6013,40
Okt	4,62	1112,47	4905,55
Nov	2,31	1112,47	3795,39
Des	5.108,69	1112,47	7791,60
Tahun Ketiga			
Bulan	Ketersediaan Air (m ³)	Kebutuhan Air (m ³)	Cadangan Air (m ³)
Jan	853,94	1112,47	7533,06
Feb	4.054,48	1112,47	10475,07
Mar	1.499,82	1112,47	10862,42
Apr	295,72	1112,47	10045,66
Mei	147,86	1112,47	9081,05
Jun	73,93	1112,47	8042,50
Jul	36,96	1112,47	6966,99
Agu	18,48	1112,47	5873,00
Sep	9,24	1112,47	4769,77
Okt	4,62	1112,47	3661,91
Nov	2,31	1112,47	2551,75
Des	5.108,69	1112,47	6547,96
Tahun Keempat			
Bulan	Ketersediaan Air (m ³)	Kebutuhan Air (m ³)	Cadangan Air (m ³)
Jan	853,94	1112,47	6289,43

Feb	4.054,48	1112,47	9231,44
Mar	1.499,82	1112,47	9618,78
Apr	295,72	1112,47	8802,02
Mei	147,86	1112,47	7837,41
Jun	73,93	1112,47	6798,86
Jul	36,96	1112,47	5723,35
Agu	18,48	1112,47	4629,36
Sep	9,24	1112,47	3526,13
Okt	4,62	1112,47	2418,27
Nov	2,31	1112,47	1308,11
Des	5.108,69	1112,47	5238,94

Tahun Kelima			
Bulan	Ketersediaan Air (m ³)	Kebutuhan Air (m ³)	Cadangan Air (m ³)
Jan	853,94	1112,47	5045,79
Feb	4.054,48	1112,47	7987,80
Mar	1.499,82	1112,47	8375,14
Apr	295,72	1112,47	7558,39
Mei	147,86	1112,47	6593,77
Jun	73,93	1112,47	5555,23
Jul	36,96	1112,47	4479,72
Agu	18,48	1112,47	3385,72
Sep	9,24	1112,47	2282,49
Okt	4,62	1112,47	1174,64
Nov	2,31	1112,47	64,47
Des	5.108,69	1112,47	4060,68

(Sumber: Hasil Analisis Penulis, 2021)

Berdasarkan hasil perhitungan diatas, ketersediaan air ditampung pada tahun pertama dan baru akan digunakan ditahun berikutnya, air yang tertampung pada tahun pertama didapatkan sebesar 12106,05 m³. Sehingga volume tampungan embung yang dibutuhkan adalah sebesar 12106,05 m³.



Gambar 5. Grafik Neraca Air Gedung FISIP 90% dan Gedung FAPERTA 85%
(Sumber: Hasil Analisis Penulis, 2021)

4.6 Analisis Hujan Maksimum Rata-Rata

Curah hujan yang digunakan adalah curah hujan maksimum dari setiap tahun di 4 stasiun hujan. Hasil rata-rata aljabar disajikan dalam tabel dibawah ini:

Tabel 12. Hujan Maksimum Rata-Rata Aljabar

No.	Tahun	Curah Hujan Stasiun(mm)				Rata-rata Aljabar(mm)
		Pipitan	Cadasari	Pamarayan	Padarincang	
1	2010	105	21	109	194	107,25
2	2011	85	72	66	96	79,75

3	2012	77	110	90	115	98
4	2013	113	82	75	127	99,25
5	2014	80	108	77	64	82,25
6	2015	81,5	67	88	116	88,13
7	2016	101	96	73	135	101,25
8	2017	90	79	93	125	96,75
9	2018	87	70	98	153	102
10	2019	136	186	115,5	221	164,63

(Sumber: Hasil Analisis Penulis, 2021)

4.7 Pemilihan Jenis Distribusi

Metode sebaran analisis frekuensi yang digunakan adalah distribusi gumbel, normal, lognormal dan log pearson III. Hasil analisis frekuensi diperoleh sebagai berikut:

Tabel 13. Hujan Maksimum Rata-Rata Aljabar

Jenis Distribusi	Persyaratan	Hasil Hitungan		Keterangan Hasil	Kesimpulan
		Syarat	Data		
Normal	%Variat 1 = 68,27%	68,27%	90,00%	Memenuhi	MENOLAK SEBAGIAN KONDISI DISTRIBUSI NORMAL
	%Variat 2 = 95,44%	95,44%	90,00%	Tidak Memenuhi	
	CS $\approx$ 0	$\approx$ 0	2,334	Tidak Memenuhi	
	Ck $\approx$ 3	$\approx$ 3	9,90	Tidak Memenuhi	
Lognormal	Cs = $cv^3 + 3Cv$	0	1,8	Tidak Memenuhi	MENOLAK DISTRIBUSI LOG NORMAL
	Ck = $cv^8 + 6Cv^6 + 15Cv^4 + 16Cv^2 + 3$	3	8,20	Tidak Memenuhi	
Jenis Distribusi	Persyaratan	Syarat	Data	Keterangan Hasil	Kesimpulan
Gumbel	Cs $\leq$ 1,14	1,14	2,33	Tidak Memenuhi	MENOLAK DISTRIBUSI GUMBEL
	Ck $\leq$ 5,4	5,4	9,90	Tidak Memenuhi	
Log Pearson III	Selain nilai-nilai diatas		1,8	Memenuhi	MENERIMA DISTRIBUSI LOG PEARSON III
			0,001	Memenuhi	

(Sumber: Hasil Analisis Penulis, 2021)

Berdasarkan persyaratan diatas dapat disimpulkan bahwa distribusi Log Pearson III memenuhi syarat, maka dipilih distribusi ini.

Tabel 14. CH Rancangan Log Pearson III

Periode Ulang (T)	PT	wT	kT	YT	xT (mm)
2	0,50	1,18	-0,282	1,975	94,43
5	0,20	1,79	0,643	2,056	113,65
10	0,10	2,15	1,318	2,114	130,10
25	0,04	2,54	2,193	2,190	155,01
50	0,02	2,80	2,848	2,247	176,73
100	0,01	3,03	3,499	2,304	201,34
1000	0,00	3,72	5,660	2,492	310,35

(Sumber: Hasil Analisis Penulis, 2021)

4.8 Uji Kecocokan Data

Uji kecocokan data digunakan untuk mengetahui apakah persamaan distribusi peluang yang telah dipilih dapat mewakili dari distribusi statistik sampel data yang dianalisis

[14]. Untuk pengujian ini dapat menggunakan uji Chi-Kuadrat dan Smirnov-Kolmogorov.

Tabel 15. Rekapitulasi Uji Kecocokan Data Chi-Kuadrat

Distribusi Probabilitas	X ² Terhitung	Xcr ²	Keterangan
Normal	11,00	5,991	Ditolak
Gumbel	8,00	5,991	Ditolak
Log Normal	6,00	5,991	Ditolak
Log Pearson III	3,00	5,991	Diterima

(Sumber: Hasil Analisis Penulis, 2021)

Tabel 16. Rekapitulasi Uji Kecocokan Data Smirnov-Kolmogorov

Distribusi Probabilitas	Δpmaks	ΔpKritik	Keterangan
Normal	0,23	0,41	Diterima
Gumbel	0,21	0,41	Diterima
Log Normal	0,19	0,41	Diterima

Log Pearson III	0,09	0,41	Diterima
-----------------	------	------	----------

(Sumber: Hasil Analisis Penulis, 2021)

Tabel 17. Rekapitulasi Hasil Uji Distribusi

Distribusi Probabilitas	Hasil χ^2	Hasil Δp	Keterangan
-------------------------	----------------	------------------	------------

Normal	11,00	0,23	Ditolak
Gumbel	8,00	0,21	Ditolak
Log Normal	6,00	0,19	Ditolak
Log Pearson III	3,00	0,09	Dipilih

(Sumber: Hasil Analisis Penulis, 2021)

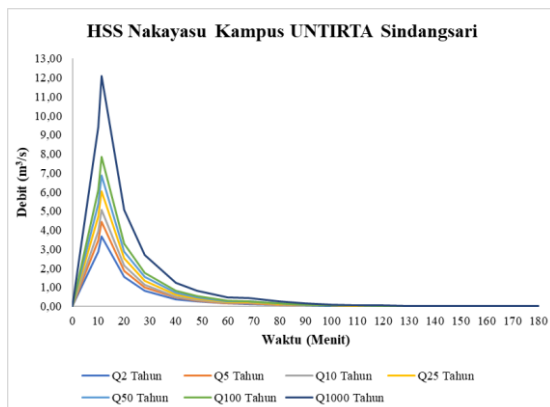
4.9 Hidrograf Satuan Sintetis

Salah satu metode yang umum digunakan untuk menghitung hidrograf satuan sintesis adalah dengan menggunakan Metode Nakayasu. Hidrograf satuan sintesis Nakayasu dikembangkan berdasarkan beberapa sungai di Jepang [15]. Hasil Perhitungan HSS Nakayasu diberikan dalam tabel berikut ini:

Tabel 18. Perhitungan Debit Hidrograf Satuan Sintesis Nakayasu

T (menit)	Unit Hidrograf (m ³ /s)	Q2 (m ³ /s)	Q5 (m ³ /s)	Q10 (m ³ /s)	Q25 (m ³ /s)	Q50 (m ³ /s)	Q100 (m ³ /s)	Q1000 (m ³ /s)
0	0	0	0	0	0	0	0	0
10	0,07867	2,8631	3,4457	3,9444	4,6997	5,3584	6,1045	9,4097
11,09315	0,10092	3,6726	4,4199	5,0596	6,0285	6,8733	7,8303	12,0700
20	0,04228	1,5386	1,8517	2,1197	2,5256	2,8795	3,2805	5,0566
30	0,02247	0,8176	0,9840	1,1264	1,3420	1,5301	1,7432	2,6870
40	0,01028	0,3742	0,4504	0,5156	0,6143	0,7004	0,7979	1,2300
50	0,00674	0,2455	0,2954	0,3382	0,4029	0,4594	0,5234	0,8067
60	0,00375	0,1366	0,1644	0,1882	0,2242	0,2557	0,2912	0,4489
70	0,00254	0,1279	0,1540	0,1762	0,2100	0,2394	0,2728	0,4204
80	0,00141	0,0755	0,0908	0,1040	0,1239	0,1412	0,1609	0,2480
90	0,00087	0,0449	0,0541	0,0619	0,0737	0,0841	0,0958	0,1477
100	0,00053	0,0276	0,0332	0,0380	0,0453	0,0516	0,0588	0,0906
110	0,00033	0,0169	0,0204	0,0233	0,0278	0,0317	0,0361	0,0556
120	0,00020	0,0104	0,0125	0,0143	0,0170	0,0194	0,0221	0,0341
130	0,00012	0,0064	0,0077	0,0088	0,0105	0,0119	0,0136	0,0209
140	0,00008	0,0039	0,0047	0,0054	0,0064	0,0073	0,0083	0,0128
150	0,00005	0,0024	0,0029	0,0033	0,0039	0,0045	0,0051	0,0079
160	0,00003	0,0015	0,0018	0,0020	0,0024	0,0028	0,0031	0,0048
170	0,00002	0,0009	0,0011	0,0012	0,0015	0,0017	0,0019	0,0030
180	0,00001	0,0007	0,0009	0,0010	0,0012	0,0014	0,0016	0,0024

(Sumber: Hasil Analisis Penulis, 2021)

**Gambar 6.** HSS Nakayasu UNTIRTA Sindangsari (Sumber: Hasil Analisis Penulis)

4.10 Volume Debit Banjir

Perencanaan embung pada kampus UNTIRTA Sindangsari dengan *catchment area* sebesar 9,48 ha direncanakan dengan kala ulang sebesar 2 tahun. Berikut hasil perhitungan volume tampungan banjir disajikan sebagai berikut:

Tabel 19. Volume Kumulatif Tampungan Banjir

T (Menit)	Selisih T (menit)	Inflow (m ³ /s)	Vol Inflow (m ³)	Vol. Kumulatif (m ³)
0	0	0	0	0
10	10	2,86313	1717,880	1717,88
11,093	1,093	3,67260	240,882	1958,76
20	8,907	1,53861	822,250	2781,01
30	10	0,81759	490,553	3271,56
40	10	0,37425	224,549	3496,11
50	10	0,24546	147,278	3643,39
60	10	0,13660	81,961	3725,35
70	10	0,12793	76,756	3802,11
80	10	0,07545	45,273	3847,38
90	10	0,04493	26,957	3874,34
100	10	0,02757	16,541	3890,88
110	10	0,01692	10,150	3901,03
120	10	0,01038	6,228	3907,26
130	10	0,00637	3,821	3911,08
140	10	0,00391	2,345	3913,42
150	10	0,00240	1,439	3914,86
160	10	0,00147	0,883	3915,75
170	10	0,00090	0,542	3916,29
180	10	0,00074	0,445	3916,73

(Sumber: Hasil Analisis Penulis, 2021)

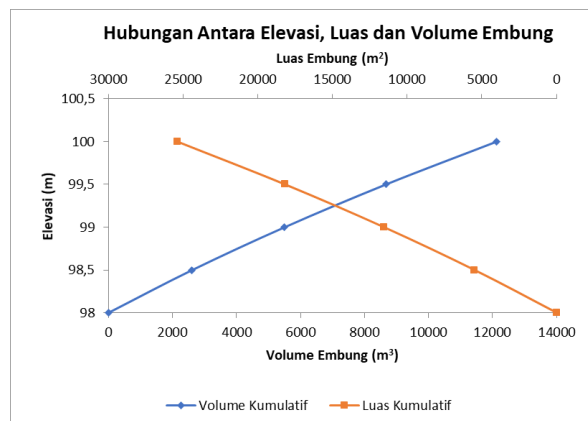
4.11 Perencanaan Kapasitas Embung

Embung direncanakan dengan penampang trapesium dengan mengikuti garis batas kontur di Kampus UNTIRTA Sindangsari, kebutuhan volume tampungan embung adalah sebesar 12106,05 m³. Embung akan direncanakan sebagai berikut:

Tabel 20. Perhitungan Volume dan Luas Kumulatif Embung

Elevasi MDPL (m)	Panjang Embung (m)		Lebar Embung (m)		Luas Atas (La) (m ²)	Luas Bawah (Lb) (m ²)	Luas Kumulatif (m ²)	Tinggi (Z) (m)	Volume (Va) (m ³)	Va Kumulatif (m ³)
	Atas	Bawah	Atas	Bawah						
± 97,00	TAMPUNGAN MATI (DEAD STORAGE)									
± 98,00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
± 98,50	141	138	39	36	5499	4968	5499	0,5	2615,63	2615,63
± 99,00	144	141	42	39	6048	5499	11547	0,5	2885,66	5501,29
± 99,50	147	144	45	42	6615	6048	18162	0,5	3164,69	8665,98
± 100,00	150	147	48	45	7200	6615	25362	0,5	3452,72	12118,70
± 101,00	TINGGI JAGAAN (FREEBOARD)									

(Sumber: Hasil Analisis Penulis, 2021)



Gambar 7. Hubungan Antara Elevasi, Luas dan Volume Embung
(Sumber: Hasil Analisis Penulis)

Berdasarkan perhitungan diatas didapatkan volume kumulatif desain sebesar 12118,70 m³ dari kebutuhan volume embung sebesar 12106,05 m³, maka desain embung ini sudah mencukupi dari kebutuhan embung tersebut.

4.12 Gambar Desain Rencana Embung

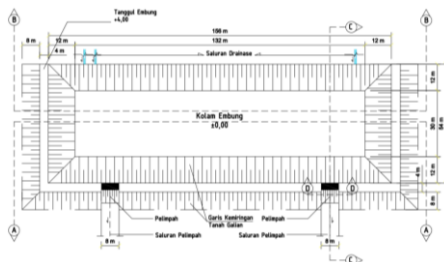
Embung dengan penampang trapesium direncanakan sebagai berikut:

Kemiringan lereng embung = 1V:3H
 Elevasi dasar embung (MDPL) = ± 97 m
 Lebar dasar embung = 30 m
 Panjang dasar embung = 132 m
 Tinggi jagaan (fb) = 1 m
 Tinggi tampungan mati = 1 m
 Tinggi tampungan efektif = 2 m
 Tinggi total tubuh embung = 4 m
 Lebar Pelimpah = 8 m
 Tinggi Pelimpah = 3 m
 Jumlah Pelimpah = 2 buah

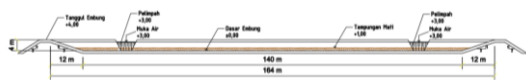


Gambar 8. Peta Lokasi Embung
(Sumber: Google Earth, 2021)

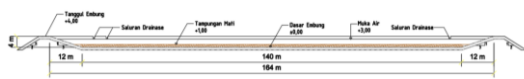
Gambar desain rencana embung digunakan software Autocad berdasarkan data-data diatas:



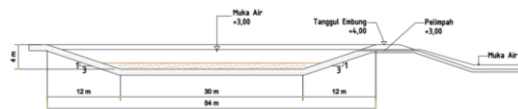
Gambar 9. Desain Tampak Atas Embung
(Sumber: Hasil Analisis Penulis, 2021)



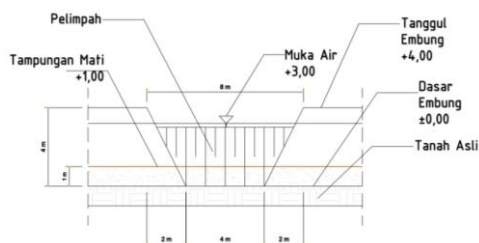
Gambar 10. Potongan A-A Embung
(Sumber: Hasil Analisis Penulis, 2021)



Gambar 11. Potongan B-B Embung
(Sumber: Hasil Analisis Penulis, 2021)



Gambar 12. Potongan C-C Embung
(Sumber: Hasil Analisis Penulis, 2021)



Gambar 13. Potongan D-D Embung
(Sumber: Hasil Analisis Penulis, 2021)

5. Kesimpulan dan Saran

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil analisis dan pembahasan, dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Kebutuhan air pada masing-masing gedung didapatkan nilai sebagai berikut: Gedung FISIP sebesar 650,92 m³/bulan, Gedung FAPERTA sebesar 619,59 m³/bulan, Gedung FH sebesar 602,86 m³/bulan, Gedung FEB sebesar 885,73 m³/bulan, Gedung Rektorat sebesar 48,36 m³/bulan, Gedung *Student Center* sebesar 152,08 m³/bulan, Gedung Perpustakaan sebesar 9,73 m³/bulan,

Gedung Lab Terpadu sebesar 16,43 m³/bulan, Gedung Auditorium sebesar 100 m³/bulan, Gedung Kelas Terpadu sebesar 338,84 m³/bulan, Gedung Asrama Putra sebesar 591,3 m³/bulan, Gedung Asrama Putri sebesar 591,3 m³/bulan. Total kebutuhan air baku untuk keseluruhan gedung adalah sebesar 4607,14 m³/bulan.

2. Berdasarkan hasil analisis perhitungan dengan debit keandalan 90% dengan metode F.J. Mock, untuk ketersediaan air sebesar 12106,05 m³/tahun. Kebutuhan air baku lebih besar daripada ketersediaan yang ada, maka gedung-gedung yang berada di Kampus UNTIRTA Sindangsari tidak seluruhnya terlayani kebutuhan airnya, beberapa gedung yang dapat terlayani kebutuhan airnya adalah 90% kebutuhan air gedung FISIP, dan 85% kebutuhan air gedung FAPERTA yang dapat memenuhi sebanyak 1926 orang untuk gedung FISIP dan 1731 orang untuk gedung FAPERTA yang diperuntukan untuk *flushing toilet* dan wastafel.
3. Perhitungan debit metode HSS Nakayasu yang dianalisis jika terjadi hujan selama 3 jam didapatkan waktu puncak pada waktu ke 11,09 menit, dengan debit puncak sebesar 3,67 m³/s untuk kala ulang 2 tahun.
4. Volume tampungan embung berdasarkan ketersediaan air adalah sebesar 12106,05 m³.
5. Desain rencana embung adalah sebagai berikut: Kemiringan lereng embung adalah 1V:3H, elevasi dasar embung (MDPL) adalah + 97 m, lebar dasar embung sebesar 30 m, panjang dasar embung sebesar 132 m, tinggi jagaan sebesar 1 m, tinggi tampungan mati sebesar 1 m, tinggi tampungan efektif sebesar 2 m, tinggi total tubuh embung sebesar 4 m, lebar pelimpah sebesar 8 m, tinggi pelimpah sebesar 3 m, jumlah pelimpah sebesar 2 buah. Didapatkan volume desain embung sebesar 12118,70 m³.

5.2 Saran

Agar dalam penelitian selanjutnya dapat memperoleh hasil yang lebih baik, maka sebaiknya memperhatikan hal-hal sebagai berikut ini:

1. Memastikan kelengkapan data-data yang dibutuhkan.
2. Pemeliharaan bangunan embung secara rutin perlu dilakukan agar fungsi dan manfaat yang direncanakan maksimal dan tidak mengalami penurunan kapasitas dan fungsi.
3. Untuk gedung-gedung yang belum terlayani kebutuhan airnya, terdapat alternatif lain untuk pemenuhan airnya yaitu dengan memanfaatkan konsep *rainwater harvesting* dengan cara pemanenan air hujan melalui atap.
4. Untuk penelitian selanjutnya dapat dilanjutkan dengan menganalisis jaringan perpipaan untuk sistem pendistribusian airnya menuju gedung-gedung yang sudah direncanakan, dapat juga menghitung analisis stabilitas lereng embung dan menghitung rencana anggaran biaya yang dibutuhkan.

Daftar Pustaka

- [1] Peraturan Menteri Pekerjaan Umum, Peraturan Menteri Pekerjaan Umum Nomor 12/PRT/M/2014 Tentang Penyelenggaraan Sistem Drainase Perkotaan, 2014.
- [2] Sekretariat UI GreenMetric, Petunjuk UI GreenMetric World University Rankings 2019, Depok, Jawa Barat: Sekretariat UI GreenMetric, 2019.
- [3] Direktorat Pengelolaan Air Irigasi Direktorat Jendral Prasarana dan Sarana Pertanian Kementerian Pertanian, Pedoman Teknis Konservasi Air dan Antisipasi Anomali Iklim, Jakarta, DKI Jakarta: Kementerian Pertanian, 2014.
- [4] M. N. Trilita, W. Suryandari dan N. Handajani, "Study of Hidrology Nunukan Raw Water Retention Basin in North Kalimantan," *Journal of Physics : Conference Series*, pp. 1-5, 2019.
- [5] M. F. Amrullah, "Analisis Perencanaan Kolam Retensi Dalam Menanggulangi Bencana Banjir di Desa Tegaldowo Kab. Pekalongan," 2018.
- [6] Wesli, "Survey Investigasi Disain (SID) Embung Alue Sapi di Kabupaten Aceh Utara," *Teras Jurnal*, vol. 8, pp. 379-390, Maret 2018.
- [7] T. Hidayat, S. Tugiono dan O. T. Purwadi, "Perencanaan Embung Konservasi di Laboratorium Lapangan Terpadu Fakultas Teknik Universitas Lampung," *JRSDD*, vol. 7, pp. 417-426, September 2019.
- [8] F. Saves, H. dan A. Sugianto, "Perencanaan Embung Berdasarkan Kebutuhan Air Baku Desa Pasarenan Kabupaten Sampang Tahun 2027," *ETERNITAS Jurnal Teknik Sipil*, vol. 1, pp. 1-6, April 2020.
- [9] L. M. Limantara, *Rekayasa Hidrologi*, Yogyakarta: ANDI, 2018.
- [10] BPS Kabupaten Serang, Kabupaten Serang Dalam Angka Serang Regency In Figures 2020, Serang: BPS Kabupaten Serang, 2020.
- [11] L. M. Limantara dan W. R. Putra, "Analisa Kenadalan Tampungan Waduk di Embung Tambak Pocok Bangkalan," *JURNAL TEKNIK SIPIL Jurnal Teoritis dan Terapan Bidang Rekayasa Sipil*, vol. 23, pp. 127-134, Agustus 2016.
- [12] Badan Standarisasi Nasional, SNI-03-7065-2005 Tata Cara Perencanaan Sistem Plambing, Jakarta: Badan Standarisasi Nasional, 2005.
- [13] Direktorat Jendral Cipta Karya Kementerian Pekerjaan Umum, Kriteria Penyediaan Air Bersih, Direktorat Jendral Cipta Karya Kementerian Pekerjaan Umum, 1996.
- [14] Badan Standarisasi Nasional, SNI 2415:2016 Tata Cara Perhitungan Debit Banjir Rencana, Jakarta: Badan Standarisasi Nasional, 2016.
- [15] C. D. Soemarto, *Hidrologi Teknik*, Surabaya: Usaha Nasional, 1986.