

PERENCANAAN ULANG EMBUNG TABEK GADANG KOTA BUKITTINGGI

ALFINDRA SYAHPUTRA¹, ISHAK², SELPA DEWI²

Mahasiswa Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, UM Sumatera Barat¹, Dosen Program Studi
Teknik Sipil, Fakultas Teknik, UM Sumatera Barat^{2,3}

Email: alvindrasyahputra.as@gmail.com¹, ishakumsb@gmail.com², selvadewi109@gmail.com³

Abstrak: Air merupakan sumber kehidupan bagi seluruh makhluk penduduk di dunia. Semua makhluk hidup sangat membutuhkan air untuk perkembangan dan pertumbuhannya. Siklus air berarti bahwa jumlah air di dunia dijaga konstan. Misalnya, pengelolaan air yang tidak memadai di musim hujan menyebabkan erosi dan banjir, sedangkan di musim kemarau menjadi kering dan sulit untuk mengamankan sumber air. Hal di atas merupakan salah satu permasalahan yang kita hadapi dalam pembangunan dan pengelolaan sumber daya air. Kita harus menyelesaikan masalah ini secepat mungkin. Untuk itu diperlukan pengelolaan sumber daya air yang baik dan pengelolaan yang baik dalam pembangunan, yang berdampak pada keberlanjutan dan keseimbangan lingkungan saat ini dan di masa yang akan datang. Jumlah penduduk yang semakin meningkat setiap tahunnya di Kota Bukittinggi dan aktivitas masyarakat disekitar daerah aliran sungai (DAS) yang semakin beragam serta kebutuhan akan air semakin meningkat menyebabkan masalah keseimbangan antara kebutuhan dan ketersediaan air. Embung untuk menampung air dengan memperhitungkan curah hujan di sekitar daerah tersebut dan dapatnya terpenuhi atau taraf hidup masyarakat di daerah tersebut dapat meningkat. Dalam perencanaan embung, diperlukan data curah hujan yang diolah dengan distribusi Normal, distribusi Log normal, distribusi Gumbel, dan distribusi Log Type III, dan di uji dengan perhitungan debit banjir dengan menggunakan metode Rasional dan Wer Duwen agar mendapatkan hasil yang diinginkan lalu. Dengan luas DAS 17,45 km² dan daya tampung mencapai 5040 m³ didapatkan dimensi embung dengan tinggi 9 m, lebar mercu 8 m, lebar dasar 40 m, elevasi mercu +21,99 m, elevasi dasar +14,00 m, kemiringan hulu 2,8, dan kemiringan hilir 2,1.

Kata Kunci : Embung, Distribusi, Data Curah Hujan.

Abstracts: Water is the source of life for all living creatures in the world. The water cycle means that the amount of water in the world is kept constant. For example, inadequate water management in the rainy season causes erosion and flooding, while in the dry season it becomes dry and it is difficult to secure water sources. The above is one of the problems we face in the development and management of water resources. We have to solve this problem as soon as possible. For this reason, good management of water resources and good management in development will have an impact on the sustainability and balance of the environment today and in the future. The increasing number of residents every year in the City of Bukittinggi and the activities of the community around the watershed (DAS) are increasingly diverse and the need for water is increasing causing problems of balance between demand and availability of water. Besides, this area will also be used as a tourist attraction and will be able to help the economy of the residents of the Tabek Gadang area. In planning the reservoir, it is necessary to process rainfall data with Normal distribution, normal Log distribution, Gumbel distribution, and Log Type III distribution, and tested with flood discharge calculations using the Rational and Wer Duwen methods in order to get the desired results then. With a watershed area of 17.45 km² and a capacity of 5040 m³, the dimensions of the reservoir are 9 m high, 8 m wide, base width is 40 m, crest elevation +21.99 m, base elevation +14.00 m, upstream slope 2,8, and a downstream slope of 2.1.

Keywords : Embung, Distribution, Rainfall Data

A. Pendahuluan

Embung merupakan pelestarian air yang berfungsi sebagai danau untuk mengumpulkan air selama musim hujan dan dapat digunakan untuk membantu organisasi hortikultura, perkebunan, dan hewan peliharaan selama musim kemarau.

Seiring dengan bertambahnya jumlah penduduk Kota Bukittinggi dari tahun ke tahun dan kebutuhan air yang semakin meningkat, aktivitas masyarakat daerah aliran sungai (DAS) semakin beragam sehingga menimbulkan masalah keseimbangan antara kebutuhan dan ketersediaan air. Yang diharapkan dapat dimanfaatkan oleh banyak orang untuk memenuhi kebutuhan air bersih di masyarakat, dapat menunjang perekonomian warga kita.

Embung dapat dirancang untuk menampung air mengingat besarnya curah hujan di daerah tersebut dan diharapkan dapat mengisi atau meningkatkan taraf hidup masyarakat di daerah tersebut.

B. Metode Penelitian

Penelitian investigatif adalah kegiatan menyelidiki berbagai sumber yang berkaitan dengan masalah yang bersangkutan. Literatur yang digunakan berasal dari ceramah, buku, jurnal, artikel, dll.

1. Lokasi Penelitian

Wilayah penelitian ini berada di Tabek Gadang Kota Bukittinggi. Lokasi ini terletak di jalan alternatif by pass ke tigo baleh. Representasi wilayah eksplorasi dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1 Lokasi Penelitian

2. Metode Pengumpulan Data

Pengumpulan data diambil dari berbagai sumber baik instansi atau perorangan. Data yang dibutuhkan :

a. Pengumpulan Data Primer

Pada umumnya data primer didapatkan melalui survey – survey yang dilakukan langsung ataupun aplikasi bantuan untuk mendapatkan data embung, yaitu :

- Peta topografi
- Peta lokasi kawasan
- Data formasi geologi
- Autocad

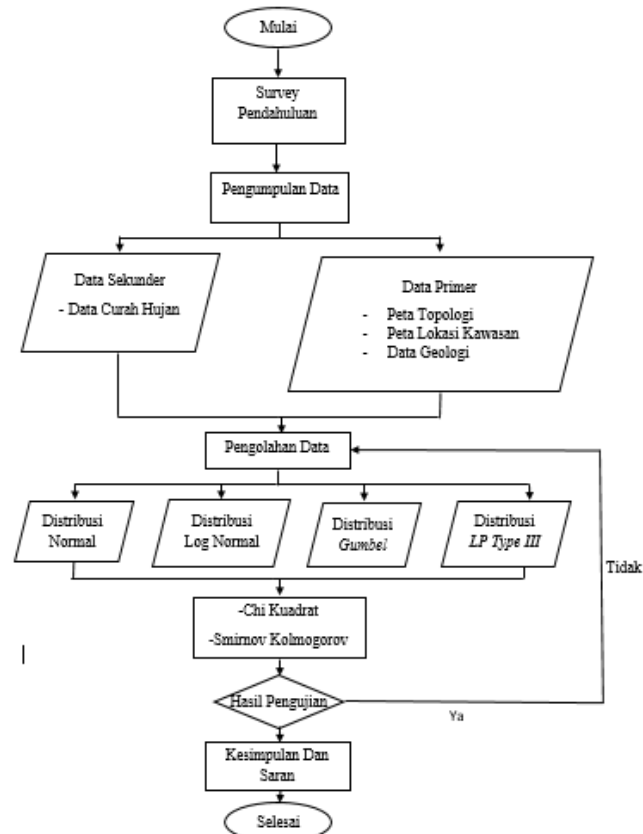
b. Pengumpulan Data Sekunder

Pada umumnya data sekunder didapatkan melalui perantara atau pihak yang telah melakukan pengumpulan data tersebut sebelumnya, seperti :

- Data curah hujan stasiun di sekitar lokasi

3. Waktu dan Jalan Penelitian

Untuk melakukan survey tempat penelitian dilakukan dalam 12 hari. Dan jalan penelitian seperti berikut :



C. Pembahasan dan Analisis

1. Analisis Distribusi Probabilitas

Penentuan Besaran Dampak Pengamatan pada Cekungan Pada Proyek Embung Tabek Gadang terdapat tiga stasiun hujan yaitu Stasiun Suliki, Stasiun Canduang, dan Stasiun Manggopoh. Setelah menghitung DAS Tabek Gadang, Anda dapat memeriksanya dalam gambar topologi yang mempertimbangkan luas pengaruh setiap stasiun curah hujan. Kisaran yang dapat Anda lihat di tabel adalah $\pm 17,45 \text{ km}^2$.

No	Nama Stasiun	Luas DAS (km ²)
1	Suliki	4,340061
2	Canduang	10,891987
3	Manggopoh	2,219682
Luas Total		17,45173

Gambar 2 Luas DAS Stasiun

Tabel 1 Analisis Curah Hujan Maksimum Metode Thissen Polygon

Tahun	St Suliki	St Canduang	St Manggopoh	Maksimum
2012	21	100,7	6	66,976
2013	9	60	33	64,830
2014	15	70,3	33	72,253
2015	8	110,5	12	69,092
2016	20	100,3	3	66,208
2017	23	90	15	56,298
2018	9	110	34	97,036
2019	5	51	30	56,959

2020	1	101	112	155,81
2021	32	79,5	18	67,993

2. Metode Probabilitas

Curah hujan yang digunakan dalam periode berulang dapat diperkirakan berdasarkan data curah hujan harian maksimum. Curah hujan biasanya dihitung untuk periode perulangan 5, 20, 50, 100, 200 tahun.

Analisis frekuensi perlu dilakukan untuk menemukan distribusi yang sesuai dengan data yang tersedia dari alat pengukur hujan di sekitar lokasi konstruksi. Jenis distribusi frekuensi yang banyak digunakan dalam hidrologi adalah distribusi Gumbel, Normal, Log Normal dan Log Pearson Type III.

Oleh karena itu, empat metode diuji kesesuaiannya dan juga diperlukan pemeriksaan berupa parameter. Tes ini dilakukan dengan menggunakan metode *Chi-Kuadrat*

Tabel 2 Perhitungan Chi-Kuadrat normal

T	KT	XT
5	0,84	102,349022
2,5	0,25	84,7877033
1,67	-0,25	69,9052302
1,25	-0,84	52,3439119

Rumus :

$$\text{Interval Kelas } XT = X_{rt} + (S \times KT)$$

$$XT = 77,35 + (29,8 \times 0,84) = 102,34902$$

Tabel 3 Perhitungan Chi-Kuadrat Log normal

T	KT	SLog _x	Log XT	XT
5	0,84	0,131	1,9778	95,024
2,5	0,25	0,131	1,9003	79,494
1,67	-0,25	0,131	1,8347	68,338
1,25	-0,84	0,131	1,7572	57,169

$$\text{Rumus : } \text{Log } XT = 1,87 + (0,84 \times 0,131) = 1,977832$$

$$XT = (10)^{1,977832} = 95,02368$$

Tabel 4 Perhitungan Chi-Kuadrat Gumbel

T	YT	KT	XT
5	1,500	0,979	106,47
2,5	0,672	0,150	81,82
1,67	0,087	-0,434	64,428
1,25	-0,476	-0,997	47,662

$$\text{Rumus : } Yt = -LN(-LN((5-1)/(5))) = 1,500$$

$$KT = \frac{1,500 - 0,4952}{0,9497} = 0,979$$

Tabel 5 Perhitungan Chi-Kuadrat Log Pearson Type III

T	KT	Log X _r	SLog	Log XT	XT
5	0,609	1,87	0,131	1,947	88,611
2,5	-0,155	1,87	0,131	1,847	70,330
1,67	-0,514	1,87	0,131	1,800	63,093
1,25	-0,777	1,87	0,131	1,765	58,269

$$\text{Rumus : } \text{Log } XT = 1,87 + (0,609 \times 0,131) = 1,947$$

$$XT = (10)^{1,947} = 88,611$$

Data yang dikumpulkan dalam pengujian ini menggunakan data yang diperoleh dari data normal untuk memperoleh data yang maksimal sehingga diperoleh kesepakatan dengan metode Smirnov-Kolmogorov.

Tabel 6 Perhitungan Smirnov Kolmogorov Normal

i	X_i	$P(X_i)$	$f(t)$	luas di bawah	$P^*(X_i)$	ΔP
1	155,82	0,09	2,64	0,99585	0,0	0,087
2	97,04	0,18	0,66	0,74537	0,3	0,073
3	72,25	0,27	-0,17	0,4325	0,6	0,295
4	69,09	0,36	-0,28	0,3897	0,6	0,247
5	67,99	0,45	-0,31	0,3783	0,6	0,167
6	66,98	0,55	-0,35	0,3632	0,6	0,091
7	66,21	0,64	-0,37	0,3557	0,6	0,008
8	64,83	0,73	-0,42	0,3372	0,7	0,064
9	56,96	0,82	-0,68	0,2483	0,8	0,066
10	56,30	0,91	-0,71	0,2389	0,8	0,148
JUMLAH	773,46					
X_{it}	77,346					
S	29,8					
MAX						0,295

$$\text{Rumus: } f(t) = \frac{155,82 - 77,34}{29,8} = 2,64$$

Tabel 7 Perhitungan Smirnov Kolmogorov Log Normal

i	X_i	$\text{Log}(X_i)$	$P(X_i)$	$f(t)$	luas di bawah	$P^*(X_i)$	ΔP
1	155,82	2,19	0,09	2,48	0,9934	0,007	0,0843
2	97,04	1,99	0,18	0,91	0,8186	0,181	0,0004
3	72,25	1,86	0,27	-0,07	0,4721	0,528	0,2552
4	69,09	1,84	0,36	-0,21	0,4168	0,583	0,2196
5	67,99	1,83	0,45	-0,27	0,3936	0,606	0,1519
6	66,98	1,83	0,55	-0,32	0,3745	0,626	0,08
7	66,21	1,82	0,64	-0,35	0,3632	0,637	0,0004
8	64,83	1,81	0,73	-0,42	0,3372	0,663	0,0645
9	56,96	1,76	0,82	-0,85	0,1977	0,802	0,0159
10	56,30	1,75	0,91	-0,89	0,1867	0,813	0,0958
JUMLAH	773,46	18,67					
$\text{Log } X_{it}$	77,346	1,867					
$S \text{Log } X$	29,8	0,131					
MAX							0,255

$$\text{Rumus: } \text{Log}(X_i) = \text{Log}(155,82) = 2,19$$

$$P(X_i) = 1 - (10 + 1) = 0,09$$

$$f(t) = \frac{2,19 - 1,867}{0,131} = 2,48$$

$$P^1(X_i) = 1 - 0,9719 = 0,0$$

$$\Delta P = 0,09 - 0,007 = 0,084339$$

Tabel 8 Perhitungan Smirnov Kolmogorov Gumbel

No (X_i)	Ranking	$P(X_i)$	$f(t)$	Y_n	S_n	Y_t	T	$p^*(X_i)$	ΔP
1	155,82	11	2,64	0,4952	0,9497	2,9989	20,570	0,0486	10,9514
2	97,04	5,5	0,66	0,4952	0,9497	1,1234	3,599	0,2779	5,2221
3	72,25	3,7	-0,17	0,4952	0,9497	0,3327	1,944	0,5144	3,1523
4	69,09	2,8	-0,28	0,4952	0,9497	0,2318	1,836	0,5447	2,2053
5	67,99	2,2	-0,31	0,4952	0,9497	0,1968	1,795	0,5571	1,6429
6	66,98	1,8	-0,35	0,4952	0,9497	0,1643	1,754	0,5701	1,2632
7	66,21	1,6	-0,37	0,4952	0,9497	0,1398	1,713	0,5838	0,9877
8	64,83	1,4	-0,42	0,4952	0,9497	0,0959	1,673	0,5977	0,7773
9	56,96	1,2	-0,68	0,4952	0,9497	-0,1553	1,45	0,6897	0,5326
10	56,30	1,1	-0,71	0,4952	0,9497	-0,1764	1,434	0,6974	0,4026
JUMLAH	773,46								
X_{it}	77,346								
SD	29,8								
Max									10,9514

$$\text{Rumus: } P(X_i) = \frac{10 + 1}{1} = 11$$

$$f(t) = \frac{155,82 - 77,34}{29,8} = 2,64$$

$$Y_t = (2,64 \times 0,9497) + 0,4952 = 2,9989$$

$$P^1(X_i) = 1/20,570 = 0,0486$$

$$\Delta P = 0,0486 - 11 = 10,9514$$

Tabel 9 Perhitungan Smirnov Kolmogorov Log Pearson Type III

No (Xi)	Ranking	Log(Xi)	P(Xi)	f(t)	p' (Xi)	ΔP
1	155,82	2,193	11,00	2,48	0,158	10,842
2	97,04	1,987	5,50	0,91	0,028	5,472
3	72,25	1,859	3,67	-0,07	0,012	3,655
4	69,09	1,839	2,75	-0,21	0,017	2,733
5	67,99	1,832	2,20	-0,27	0,019	2,181
6	66,98	1,826	1,83	-0,32	0,005	1,828
7	66,21	1,821	1,57	-0,35	0,006	1,566
8	64,83	1,812	1,38	-0,42	0,007	1,368
9	56,96	1,756	1,22	-0,85	0,011	1,212
10	56,30	1,750	1,10	-0,89	0,011	1,089
JUMLAH	773,46	18,675				
Log X		1,87				
SLog X		0,131				
Cs		2,00				
Max						10,842

$$\text{Rumus : } \log(X_i) = \log(155,82) = 2,193$$

$$P(X_i) = (10 + 1)/11 = 11$$

$$f(t) = \frac{2,193 - 1,87}{0,131} = 2,48$$

$$\Delta P = 11 - 0,158 = 10,842$$

3. Distribusi Hujan Pilihan

Rangkuman uji distribusi presipitasi dilakukan dengan perhitungan empat metode. Hal ini terbukti dari uji distribusi menggunakan metode Chi-Kuadrat dan Smirnov-Kolmogorov.

Tabel 10 Rekapitulasi Pengujian Distribusi Curah Hujan

NO	Periode Ulang (T)	Curah Hujan Rencana (mm)			
		Metode Distribusi Frekuensi			
		Normal	Log normal	Gumbel	Log Pearson Type III
1	2	77,34646674	73,70514354	71,43234085	73,70514354
2	5	102,34902158	95,02368046	108,8351911	95,02368046
3	10	115,44559792	108,5490118	132,3569265	108,5490118
4	25	128,24452480	123,6250273	159,7838028	125,1296999
5	50	138,36460652	137,0141501	184,117281	137,0141501
6	100	146,69879146	149,1225901	205,9998602	149,1225901
7	1000	169,32015060	187,6590375	278,7088196	187,6590375

Rangkuman tersebut didasarkan pada hasil uji distribusi menggunakan uji distribusi chi-kuadrat dan Smirnov-Kolmogorov, seperti terlihat pada tabel di bawah ini:

Tabel 11 Pengujian Distribusi Chi-Kuadrat

Hasil	Normal	Log Normal	Gumbel	Log Pearson Type III
Chi-Kuadrat X2	16	5	11	7
Chi-Kuadrat X2cr	5,991	5,991	5,991	5,991
Hipotesa	Tidak Diterima	Diterima	Tidak Diterima	Tidak Diterima

Tabel 12 Pengujian Distribusi Smirnov-Kolmogorov

Hasil	Normal	Log Normal	Gumbel	Log Pearson Type III
Smirnov Hitung (ΔP)	0,29	0,26	10,95	10,84

max)				
Smirnov Kritis (ΔP kritis)	0,41	0,41	0,41	0,41
Hipotesa	Diterima	Diterima	Tidak Diterima	Tidak Diterima

Dari kedua metode distribusi tersebut, metode curah hujan kedua yang digunakan adalah metode Log Normal yang digunakan dalam analisis limpasan banjir.

4. Analisis Debit Banjir

perhitungan debit banjir dengan menggunakan Metode Rasional dan Metode *Der Weduwen*, seperti tabel berikut:

Tabel 13 Perhitungan Debit Banjir Metode Rasional

Parameter	Periode Ulang					
	2	5	10	25	50	100
Tc (/jam)	0,7755640	0,7755640	0,7755640	0,7755640	0,7755640	0,7755640
I (m/jam)	30,270221	39,025605	44,580370	50,771991	56,270817	61,243674
Q(m ³ /det)	88,115057	113,60152	129,77116	147,79465	163,80145	178,27718

Adapun :

$$I = \frac{73,70514}{24} \left(\frac{24}{0,775564} \right)^{\frac{2}{3}} = 30,27022 \text{ mm/jam}$$

$$tc = \left(\frac{0,87 \times 5180^2}{1000 \times 0,045174} \right)^{0,385} = 0,775564 \text{ Jam}$$

$$Q = 0,278 \times 0,6 \times 30,27022 \times 17,45 = 88,11506 \text{ m}^3/\text{det}$$

Tabel 14 Perhitungan Debit Banjir Metode *Der Weduwen*

T	Xi	β	qn	α	Qn	t
2	73,70514	0,907661	71,67595	0,943101	1070,764	1,174455
5	95,02368	0,927448	172,762	0,975483	2727,694	1,044898
10	108,549	0,946541	350,3385	0,987892	5717,089	0,95258
25	123,625	0,970126	921,698	0,99545	15533,69	0,840696

Tabel 14 Perhitungan Debit Banjir Metode *Der Weduwen*

50	137,0142	0,982784	1987,043	0,997908	34009,05	0,762253
100	149,1226	0,990681	4264,342	0,999031	73655,22	0,692066

Adapun :

$$qn = \frac{73,70514}{24} \times \frac{67,55}{2 + 1,45} = 46,32066 \text{ m}^3/\text{det.km}^2$$

$$\beta = \frac{120 + \frac{2+1}{2+9} 17,45}{120 + 17,45} = 0,907661$$

$$\alpha = 1 - \frac{4,1}{0,907661 \times 71,67595 + 7} = 0,943101$$

$$Q = 0,943101 \times 0,907661 \times 71,67595 \times 17,45 = 1070,764 \text{ m}^3/\text{det}$$

$$t = 0,25 \times 5,18 \times 1070,76^{-0,125} \times 0,045174^{-0,25} = 1,174455 \text{ jam}$$

Hasil perhitungan limpasan banjir menunjukkan bahwa perbandingan kedua metode digunakan untuk menentukan limpasan banjir. Debit banjir dari metode rasional pada kala ulang 50 = 163,80 M³/s digunakan untuk desain reservoir.

5. Debit Andalan

Aliran utama adalah beban minimum yang digunakan untuk memenuhi kebutuhan air. Perhitungan Weibull ini didasarkan pada 10 tahun curah hujan bulanan. Beban utama yang diterima adalah $79 \text{ M}^3/\text{s}$.

6. Perencanaan Hidrolika Embung

a. Penentuan Tinggi Jagaan

Tinggi jagaan merupakan jarak bebas antara puncak permukaan air dan permukaan air terbesar rencana. Tinggi jagaan dapat ditentukan dengan tinggi kenaikan permukaan air yang disebabkan Banjir Abnormal seperti perhitungan berikut :

$$\Delta h = \frac{2}{3} \times \frac{0,2 \times 163,80}{79} \times \frac{1,00}{1 + \frac{163,80 \times 1,00}{79(3 \times 3600)}} = 1,61$$

Dari perhitungan banjir abnormal, maka dapat diketahui :

$$H_f \geq 2 \text{ m}$$

b. Tinggi Embung

Ukuran tinggi embung sangat dipengaruhi oleh ukuran setiap tampungan yang ada.

Tampungan itu adalah :

Maka tinggi embung (H) = MAB – dasar kolam + tinggi jagaan

$$= 21,99 - 14 + 1$$

$$= 8,99 \text{ m} \approx$$

$$9 \text{ m Elevasi puncak mercu embung} =$$

$$14 + 9$$

$$= +23 \text{ m}$$

c. Lebar Mercu Embung

Untuk mendapatkan lebar dasar mercu danau ditentukan dengan menggunakan rumus berikut:

$$B = 3,60 (H)^{1/3} - 3,00$$

$$= 3,60 (9)^{1/3} - 3,00$$

$$= 8 \text{ m}$$

Berdasarkan perhitungan diatas diperoleh lebar mercu embung minimum 3 m.

d. Panjang Dasar Embung

Panjang badan mercu embung adalah seluruh panjang mercu embung yang membentang dari ujung kiri sampai dengan ujung kanan tebing termasuk penggalan yang masuk ke setiap ujung tebing, hingga panjang mercu utama adalah 40 m.

e. Penimbunan Ekstra

Penimbunan ekstra ini bertujuan agar setelah interaksi kombinasi selesai, kenaikan puncak puncak/mercu diharapkan sampai pada ketinggian yang diatur (Evaluasi rencana). Penurunan badan embung yang disebabkan oleh siklus konsolidasi di badan embung biasanya dari 0,20 menjadi 0,40% dari tinggi embung.

D. Penutup

Simpulan

- Berdasarkan dari hasil perhitungan menggunakan *Thiessen Polygon* untuk mencari luas DAS pada Embung Tabek Gadang Kota Bukittinggi. Didapatkan luas DAS sebesar $17,45 \text{ Km}^2$, Hasil ini didapatkan menggunakan bantuan ArcMap dengan mengandalkan 3 stasiun terdekat daerah Embung. Serta kapasitas yang dapat ditampung embung sebesar 5040 m^3 .
- Berdasarkan hasil analisa perhitungan perencanaan dan analisa embung didapatkan :

Luas daerah embung	= 1.9 Hektar
Tinggi	= 9.0 m
Tinggi Jagaan	= 1.0 m
Lebar mercu	= 8.0 m
Lebar dasar	= 40.0 m
Elevasi mercu	= +21.99 m
Elevasi dasar	= +14.00 m
Kemiringan hulu	= 2.8 %
Kemiringan hilir	= 2.1 %

Saran

Disarankan untuk selanjutnya menghitung wilayah DAS menggunakan *google earth* dan *ArcMap*, agar didapatkan titik polygon pada embung dan mempermudah untuk memilih stasiun curah hujan.

Daftar Pustaka

- Agasty, D. M., Sulistiyono, H., & Setiawan, A. (n.d.). *Perencanaan Ulang Embung Lilin Di Kecamatan Gerung Kabupaten Lombok Barat*. 1-6.
- Aisy, N. R. (2017). *Studi Perencanaan Embung Kates, Desa Kates, Kecamatan Kauman, Kabupaten Tulungagung*. Universitas Muhammadiyah Malang.
- Alexander, & Harahab, S. (2019). *perencanaan Embung Tambaboyo Kabupaten Sleman D.I.Y.* Universitas Diponegoro Semarang.
- Ariyanto, M. (2016). *Studi Perencanaan Pelimpah Embung Krueng Raya Kelurahan Krueng Raya Kecamatan Mesjid Raya Kabupaten Aceh Besar* (Doctoral dissertation, Universitas Brawijaya).
- Aziz, A. A., Priana, S. E., & Dewi, S. (2021). *PERENCANAAN SALURAN SEKUNDER IRIGASI BATANG TOMBONGAN 1 KE BATANG TOMBONGAN 2 DI PANTI RAO KABUPATEN PASAMAN BARAT*. *Ensiklopedia Research and Community Service Review*, 1(1), 55-61.
- Dewi, S. (2018). *Menentukan Distribusi Representatif Frekuensi Curahan Hujan Harian Maksimum Dengan Metode histogram Dan Metode Parametik Di Provinsi Sumatera Barat*. *Rang Teknik Journal*, 1(1).
- Dewardha Mas Agastya, D. M. A. (2018). *PERENCANAAN ULANG EMBUNG LILIN DI KECAMATAN GERUNG KABUPATEN LOMBOK BARAT (Redesign of Lilin Small Dam in Gerung District West Lombok)* (Doctoral dissertation, Universitas Mataram).
- Dyah Setiati, V., Indrosaptono, D., & Adji Murতোমো, B. (2015). *HOTEL RESORT DI KAWASAN EMBUNG KLEDUNG TEMANGGUNG* (Doctoral dissertation, Fakultas Teknik Universitas Diponegoro).
- Hidayat, T., Tugiono, S., & Purwadi, O. T. (2019). *Perencanaan Embung Konservasi di Laboratorium Lapangan Terpadu Fakultas Teknik Universitas Lampung*. *JRSDD, EDISI SEPTEMBER 2019, VOL. , HAL: 417-426 (ISSN:2303-0011)*, 418-426.
- INDRA ROMDIANA, B. A. I. Q. (2017). *TINJAUAN ULANG PERENCANAAN EMBUNG BISOK BOKAH KECAMATAN KOPANG KABUPATEN LOMBOK TENGAH* (Doctoral dissertation, Universitas Mataram).