



Analisis Hidrologi Perencanaan Embung Bratayudha

Ai Rustini¹, Sulwan Permana²

Jurnal Konstruksi
Institut Teknologi Garut
Jl. Mayor Syamsu No. 1 Jayaraga Garut 44151 Indonesia
Email : jurnal@itg.ac.id

¹1711068@itg.ac.id

²sulwanpermana@itg.ac.id

Abstrak – Kabupaten Garut merupakan salah satu daerah yang berada di Provinsi Jawa Barat yang beriklim tropis basah, hal ini menyebabkan curah hujannya cukup tinggi sehingga terdapat beberapa lokasi yang sering mengalami luapan air yang tinggi atau biasa disebut banjir. Pembangunan embung merupakan langkah yang bisa diambil dalam penanganan banjir yang terjadi di salah satu daerah di Garut yaitu Jl. Bratayudha. Tujuan dari penelitian ini yaitu menentukan tipe embung yang cocok dengan tempat perencanaan serta menentukan kapasitas tampungan embung tersebut dengan menggunakan metode perhitungan analisis hidrologi yang meliputi hujan rencana dengan menggunakan Distribusi Normal, Log Normal 2 dan 3 parameter, Gumbel tipe I dan Log Pearson tipe III. Volume embung ditentukan dengan luasan genangan embung berdasarkan elevasi data kontur pada peta topografi. Tahap terakhir adalah menentukan material konstruksi. Hasil perencanaan Embung Bratayudha mempunyai luas 6480 m² dengan volume maksimum 15.552 m³ dan elevasi maksimum 40,4 + m. Untuk tubuh embung direncanakan berupa dinding turap batu kali yang dilapisi oleh bahan kedap air dan dikombinasikan dengan beton bertulang. Embung Bratayudha ini diharapkan dapat memenuhi kebutuhan pengairan lahan pertanian warga. Selain itu, letak embung yang berada pada level muka tanah yang tinggi dan pemandangan alam yang elok, diharapkan dapat menjadi obyek pariwisata baru di Kabupaten Garut.

Kata Kunci – Analisis Hidrologi; Bratayudha; Volume Embung.

I. PENDAHULUAN

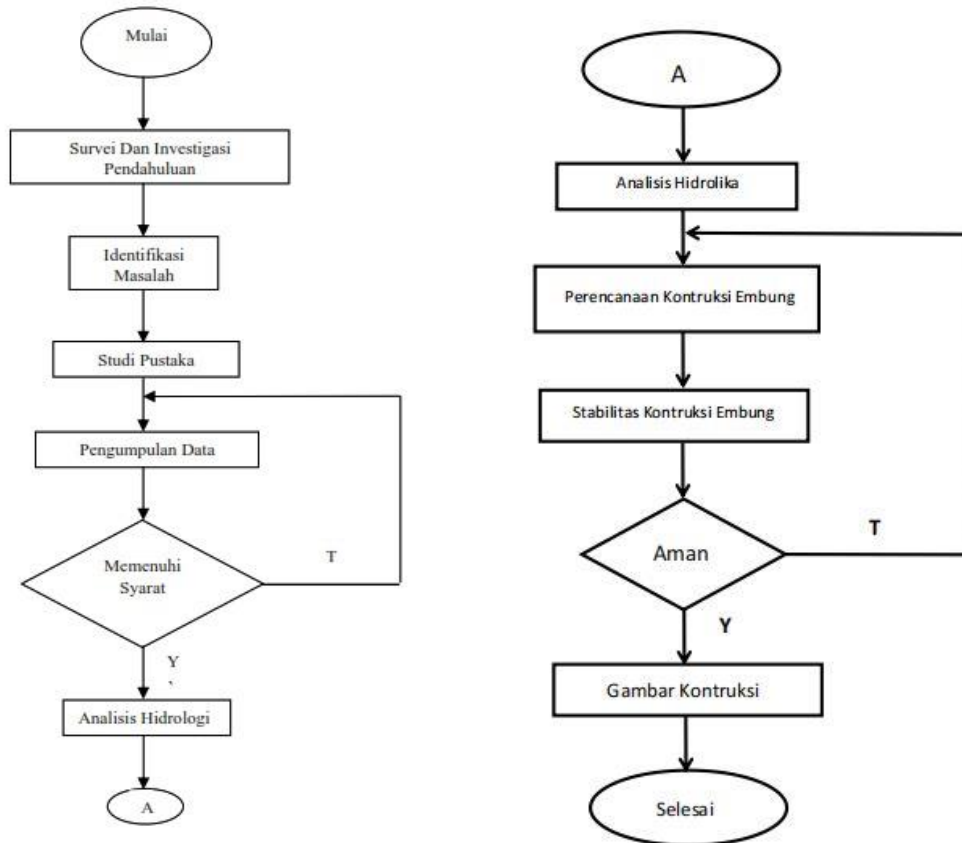
Kabupaten Garut merupakan salah satu daerah yang berada di Provinsi Jawa Barat yang beriklim tropis basah dengan bulan basah sembilan bulan dan bulan kering tiga bulan, hal ini menyebabkan curah hujannya cukup tinggi sehingga terdapat beberapa lokasi yang sering mengalami luapan air yang tinggi atau biasa disebut banjir [1], [2]. Pembangunan embung merupakan langkah yang bisa diambil dalam penanganan banjir yang terjadi di salah satu daerah di Garut yaitu Jl. Bratayudha [3].

Penelitian ini didasarkan pada beberapa penelitian terdahulu yang mempunyai karakteristik yang relatif sama [4], [5]. Beberapa penelitian yang dijadikan acuan dalam penelitian ini misalnya, Perencanaan embung pada kali Kedungwaru guna penanggulangan banjir di wilayah kabupaten Tulung Agung (2015) [6], Perencanaan Embung Sidomulih Kabupaten Banyumas Jawa Tengah (2017) [3], Pengendalian banjir berbasis konservasi sumber daya air (2018) [7], Pengelolaan dan pengendalian air hujan dalam perumahan sebagai upaya konservasi air tanah (2019) [8], Perencanaan sumur resapan untuk mereduksi genangan air di kawasan Universitas Pertanian (2020) [9]. Perbedaan antara penelitian ini dengan penelitian terdahulu yaitu terletak pada lokasi penelitan serta metode yang digunakan [10], [11].

Penelitian yang dilakukan menentukan berapa kapasitas embung dan pemilihan tipe embung serta perencanaan teknis embung Bratayudha untuk menangani permasalahan banjir yang terjadi di jalan Bratayudha ini serta memenuhi pasokan air baku di musim kemarau, sehingga dapat meningkatkan taraf hidup masyarakat sekitar [7], [12].

II. METODOLOGI PENELITIAN

A. Diagram Penelitian



Gambar 1: Diagram Alir Penelitian

B. Lokasi Penelitian

Lokasi penelitian ini dilaksanakan di Jalan Bratayudha Garut Jawa Barat, Dengan batas wilayah sebagai berikut: Sebelah Utara Kolam Ikan Pak Berlin, Sebelah Selatan Kolam Ikan, Sebelah Timur Jalan Bratayudha, Sebelah Barat Saluran Irigasi Cikendi



Sumber: Google Maps (2021)
Gambar 2: Lokasi Penelitian

C. Metode Pengumpulan Data

Metode pengumpulan data yang digunakan dalam penelitian ini yaitu:

1. Studi Literatur, metode ini merupakan metode yang paling penting dalam penyusunan penelitian ini, dengan cara membaca dan memahami beberapa literatur buku ataupun jurnal-jurnal penelitian yang telah dilakukan sebelumnya.
2. Pengumpulan data sekunder dan sosialisasi, metode ini dilakukan dengan cara berdiskusi secara langsung dan penelusuran lapangan dengan melibatkan masyarakat untuk mendapatkan data/informasi terhadap aspirasi dan respon positif masyarakat tentang pelaksanaan kegiatan perencanaan teknis embung serta pengumpulan data-data dari instansi terkait seperti data curah hujan dan klimatologi, peta topografi, peta geologi regional serta data-data lain yang berkaitan.

D. Metode Pengolahan Data

Metode Pengolahan data dalam penelitian ini yaitu:

1. Analisis hidrologi

Analisi Hidrologi untuk perencanaan embung akan menghasilkan keluaran berupa kebutuhan tampungan kolam, ketersediaan air dan puncak banjir desain. Perhitungan kebutuhan tampungan kolam embung perlu ditambah dengan sejumlah cadangan untuk mengantisipasi kehilangan air akibat penguapan dan resapan (infiltrasi). Lokasi embung bratayudha ini merupakan sawah warga serta terdapat sungai Cikendi yang digunakan sebagai saluran irigasi pada kawasan sawah ini. Mayoritas kawasan merupakan perumahan sehingga debit *runoff* kawasan cukup besar [9]. Analisis hidrologi ini berupa:

- a. Analisis curah hujan menggunakan rumus:

$$\text{PoligonThiessen} = d = \frac{A_1d_1+A_2d_2+\dots+A_nd_n}{A} \quad (1)$$

- b. Analisis hujan rencana

Curah hujan yang direncanakan adalah curah hujan tahunan maksimum dengan kemungkinan

periode ulang tertentu. Analisis curah hujan terencana bertujuan untuk menentukan periode kembalinya kejadian hidrologi di masa yang akan datang [13]. Analisis curah hujan dapat dihitung untuk periode ulang 2, 5, 10, dan 20 tahun. 50 tahun dan 100 tahun. Metode yang digunakan yaitu:

$$\text{Distribusi Normal} = P(X) = \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{1}{2}\left(\frac{x-\mu}{\sigma}\right)^2} \quad (2)$$

dimana :

$P(X)$: fungsi probabilitas kontinu

π : 3,14

e : 2,71

x : Variabel acak kontinu

μ : Rata-rata nilai X

σ : Deviasi standar dari nilai X

$$\text{Distribusi Log Normal} = \text{Log}(X_T) = \overline{\text{Log}(X)} + K.Sd \quad (3)$$

dimana:

$\text{Log}(X_t)$: Periode ulang t tahun

$\text{Log}(X)$: Rata-rata nilai $\text{log}(X)$

Sd : Standar deviasi

K : Karakteristik distribusi log normal tipe II parameter

$$\text{Distribusi Gumbel Tipe I} = X_T = \bar{X} + \frac{Sd}{S_n}(Y_T - Y_n) \quad (4)$$

dimana:

X_T : nilai rata - rata hujan

Sd : Standar deviasi

Y_T : nilai reduksi varian dari variabel yang diharapkan terjadi

Y_n : nilai rata-rata dari reduksi varian, nilainya tergantung dari jumlah data (n),

S_n : deviasi standar dari reduksi variat (*reduced standar deviation*) nilainya tergantung dari jumlah data (n)

$$\text{Distribusi Log Pearson Tipe III} = Y = \bar{Y} + K.S \quad (5)$$

dimana:

Y : $\text{Log}(X_t)$ = nilai curah hujan periode ulang t tahun

X : Data Curah Hujan

\bar{Y} : $\text{Log}(x)$ = Nilai rata curah hujan logaritmik

Sd : Standar Deviasi

K : Karakteristik distribusi Log Pearson tipe III parameter

Cs : Koefisien kemencengan

n : Jumlah data hujan

$$\text{- Intensitas dan waktu hujan} = R_t = \frac{R_{24}}{24} \left(\frac{24}{t}\right)^{2/3} \quad (6)$$

$$\text{- Waktu konsentrasi air pada permukaan} = t_c = t_o + t_f \quad (7)$$

2. Perhitungan volume embung menggunakan rumus :

$$VX = \frac{1}{3} \times \Delta h(FY + FX + \sqrt{FY + FX}) \quad (8)$$

dimana:

VX : Volume pada Kontur (m^3)

Δh : Beda Tinggi antar Kontur (m)

Fy : Luas pada kontur 1 (m^2)

Fx : Luas pada kontur 2 (m^2)

III. HASIL DAN DISKUSI

A. Curah Hujan Rata-rata

Data curah hujan yang digunakan yaitu curah hujan rencana kawasan menggunakan persamaan polygon thiessen antara stasiun terdekat dengan embung yaitu stasiun Kepakan, data hujan yang digunakan adalah data hujan 24 jam maksimum tahunan (R_{24}) stasiun Kepakan selama durasi 22 tahun (tahun 1998–2019) dapat dilihat pada tabel 1.

Tabel 1: Hujan Rata-Rata

No	Tahun	R24 (mm)
1	1998	80,2
2	1999	95
3	2000	80
4	2001	75
5	2002	80,2
6	2003	75
7	2004	108,4
8	2005	97
9	2006	98
10	2007	100
11	2008	87
No	Tahun	R24 (mm)
12	2009	108,4
13	2010	100
14	2011	71
15	2012	98
16	2013	271
17	2014	97
18	2015	103
19	2016	70
20	2017	96
21	2018	64
22	2019	78,5



Sumber : PUPR Kab. Garut (2020)
Gambar 3: Hujan Maksimum Kepakan

B. Analisis Frekuensi Curah Hujan

Analisis frekuensi curah hujan menggunakan 6 metode, yaitu metode distribusi normal, distribusi log normal, distribusi log pearson tipe III, distribusi log normal 3 parameter dan distribusi gumbel. Analisis frekuensi curah hujan dalam kala ulang 2, 5, 10, 20, 25, 50, 100 dan 1000 tahun. Tabel 2 memperlihatkan hasil perhitungan analisis frekuensi curah hujan dengan 6 metode.

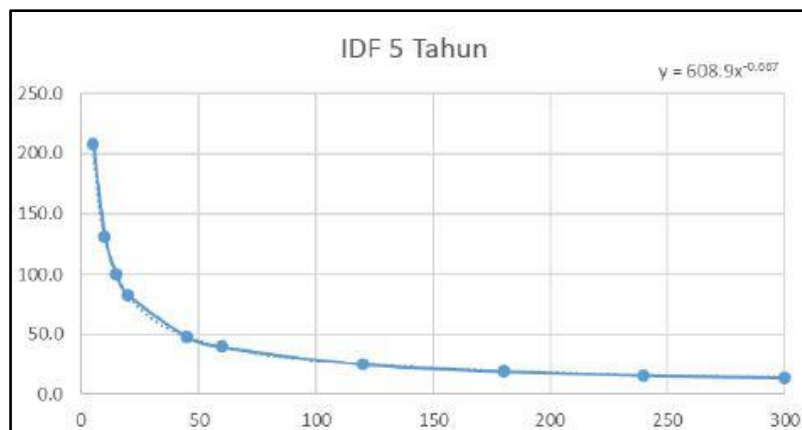
Tabel 2: Hasil Analisis Frekuensi Curah Hujan

Tabel :		Hasil Analisis Frekuensi Curah Hujan Harian Maksimum Tahunan (mm)					
Stasiun :		Kepakan					
Proyek :		Embung					
Periode Ulang T (Tahun)	t	Distribusi Probabilitas					
		Normal	Lognormal II parameter	Lognormal III parameter	Gumbel I	Pearson III	Log Pearson III
2	0,0000	96,9	89,3	85	90,8	83,2	83,6
5	0,8416	131,5	125,6	114,6	134,1	108,9	106,3
10	1,2816	149,5	150,2	140,5	162,7	138	130,3
20	1,6449	164,4	174,1	170,3	190,2	173	161,7
25	1,7507	168,8	181,7	180,7	198,9	185,2	173,8
50	2,0537	181,2	205,5	216,3	225,7	226,3	219
100	2,3263	192,4	229,5	256,9	252,4	271,2	278,5
500	2,8782	215	287,2	372,9	313,9	388,3	502,6
1000	3,0902	223,7	313	433,5	340,4	443,6	656,3
Penyimpanan Maksimum		30,31	22,93	16,01	26,73	21,77	21,97
Delta Kritis (Sig. Level 5%)		28,2	28,2	28,2	28,2	28,2	28,2

Berdasarkan tabel 2 terlihat bahwa perhitungan curah hujan rencana dengan menggunakan beberapa metode diatas, memperlihatkan hasil yang tidak jauh berbeda antara metode distribusi satu dengan distribusi lainnya. Maka untuk drainase akan menggunakan metode distribusi yang memiliki standar deviasi terkecil yaitu distribusi Log Normal tipe III parameter.

C. Intensitas dan Waktu Hujan

Intensitas hujan dihitung pada periode ulang 2, 5, 10, 20 dan 25 tahun. Hasil perhitungan Intensitas Hujan akan dibuat grafik atau kurva IDF yang akan diregresi agar menghasilkan suatu persamaan untuk menghitung intensitas hujan rencana dalam menghitung debit banjir rencana untuk mendesain saluran drainase. Berikut ini adalah hasil perhitungan intensitas hujan bisa dilihat pada gambar 4.



Sumber : PUPR Kab. Garut (2020)

Gambar 4: Kurva IDF 5 tahun

Berdasarkan tabel periode ulang Sistem Drainase Perkotaan, periode ulang yang disarankan adalah 2-5 tahun. Intensitas hujan untuk perhitungan debit banjir menggunakan persamaan yang diturunkan dari kurva IDF metode Mononobe periode ulang 5 tahun, yaitu $y = 608.9x - 0.667$, dimana y = intensitas hujan (mm/jam) dan x adalah waktu konsentrasi hujan. Hasil dari kurva IDF periode 5 tahun dapat dilihat pada tabel 3.

Tabel 3: Hasil dari Kurva IDF

Waktu Konsentrasi Hujan (menit)	Intensitas Hujan (mm/jam)
5	208,2
10	131,2
15	100,1
20	82,6
45	48,1
60	39,7
120	25,0
180	19,1
240	15,8
300	13,6

D. Volume Embung

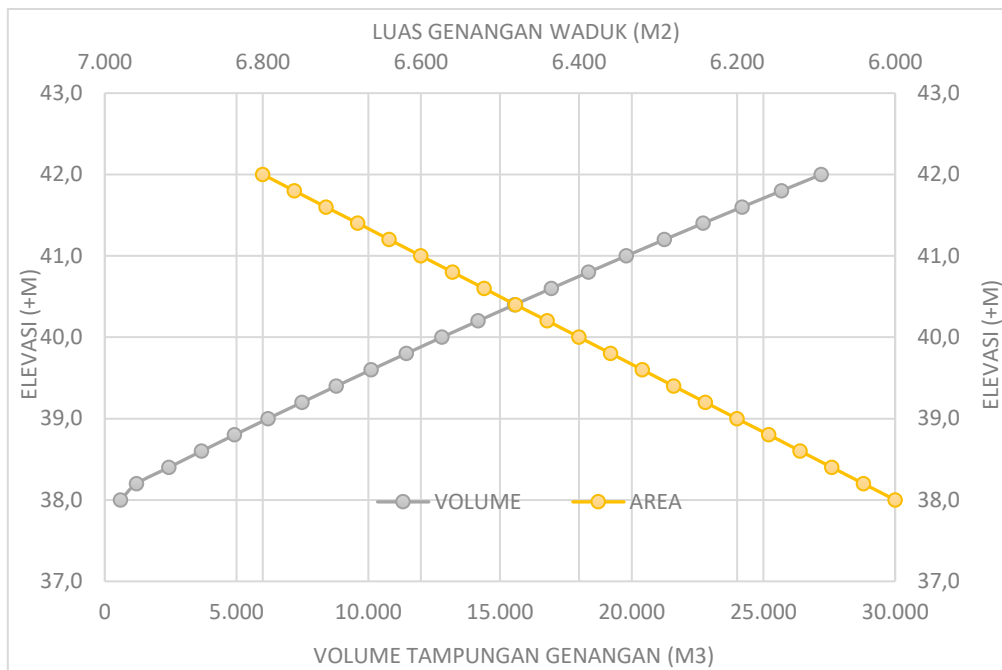
Luas genangan embung dihitung per-elevasi berdasarkan data kontur pada peta Topografi. Persamaan yang digunakan adalah persamaan pendekatan volume yaitu:

$$VX = \frac{1}{3} \times \Delta h(FY + FX + \sqrt{FY + FX}) \tag{9}$$

Tabel 4: Hasil perhitungan Volume Embung

H (m)	Elevasi (+ m)	L _{KOLAM} (m)	P _{KOLAM} (m)	Area (m ²)	Volume Tampungan (X Juta m ³)
0,00	38,0	60,0	100,0	6.000,00	0
0,20	38,2	60,4	100,0	6.040,00	1208
0,40	38,4	60,8	100,0	6.080,00	2432
0,60	38,6	61,2	100,0	6.120,00	3672
0,80	38,8	61,6	100,0	6.160,00	4928
1,00	39,0	62,0	100,0	6.200,00	6200
1,20	39,2	62,4	100,0	6.240,00	7488
1,40	39,4	62,8	100,0	6.280,00	8792
1,60	39,6	63,2	100,0	6.320,00	10112
1,80	39,8	63,6	100,0	6.360,00	11448
2,00	40,0	64,0	100,0	6.400,00	12800
2,20	40,2	64,4	100,0	6.440,00	14168
2,40	40,4	64,8	100,0	6.480,00	15552
2,60	40,6	65,2	100,0	6.520,00	16952
2,80	40,8	65,6	100,0	6.560,00	18368
3,00	41,0	66,0	100,0	6.600,00	19800
3,20	41,2	66,4	100,0	6.640,00	21248
3,40	41,4	66,8	100,0	6.680,00	22712
3,60	41,6	67,2	100,0	6.720,00	24192
3,80	41,8	67,6	100,0	6.760,00	25688
4,00	42,0	68,0	100,0	6.800,00	27200

Setelah menghitung volume kumulatif, selanjutnya menentukan kapasitas maksimum embung dengan menggunakan kurva lengkung kapasitas embung seperti pada gambar 5.



Gambar 5: Kurva Lengkung Kapasitas Embung

Untuk menentukan kapasitas maksimum embung, dapat dilihat pada gambar 5 terdapat titik perpotongan antara volume dan area yang menunjukkan bahwa kapasitas maksimum embung tersebut memiliki Luas 6480 m² dengan Volume maksimum 15.552 m³ dan elevasi maksimum 40,4 + m

IV. KESIMPULAN

Kolam Retensi/Embung Bratayudha merupakan pengendali banjir dan alternatif penyediaan sumber daya air. Mekanismenya adalah embung digunakan untuk menampung air hujan dan dari hasil penampungan ini kemudian air disalurkan untuk irigasi pertanian ataupun untuk keperluan yang lain. Dengan kapasitas daya tampung sebesar ± 15552 m³ dengan luas 6480 m² dan elevasi maksimum 40,4 + m, Embung Bratayudha ini diharapkan dapat memenuhi kebutuhan pengairan lahan pertanian warga. Selain itu, letak Embung yang berada pada level muka tanah yang tinggi dan pemandangan alam yang elok, diharapkan dapat menjadi obyek pariwisata baru di Kabupaten Garut.

Berdasarkan hasil analisis, untuk tubuh embung direncanakan berupa dinding turap batu kali yang dilapisi oleh bahan kedap air dan dikombinasikan dengan beton bertulang. Dikarenakan elevasi embung terletak di bawah Sungai Cikendi maka *outflow* dari embung harus berupa rumah pompa. Saran dari penulis untuk penelitian selanjutnya diperlukan kajian terhadap saluran pembuangan, analisis terhadap *outflow* berupa rumah pompa, bangunan-bangunan pelengkap embung lainnya.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Kementerian PUPR, "Modul Analisis Hidrologi Pelatihan Perencanaan Embung 2017," *Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat Badan Pengembangan Sumber Daya Manusia*, 2017.
- [2] E. D. P. Putra and S. Anwar, "Analisis Hidrologi Bendungan Cipanas Kabupaten Sumedang," *Jurnal Konstruksi*, 2017.

- [3] Pusat Pendidikan dan Pelatihan Sumber Daya Air dan Konstruksi Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat, “Modul Pengantar Perencanaan Embung,” 2017.
- [4] *Kriteria Perencanaan Air Bersih*. Jakarta: Ditjen Cipta Karya Dinas PU, 2000.
- [5] A. Sadana, *Perencanaan Kawasan Pemukiman*, Cetakan ke. Yogyakarta: Yogyakarta : Graha Ilmu 2014, 2014.
- [6] Kementrian PUPR, “Modul Analisis Hidrologi Perencanaan Embung.” 2018.
- [7] U. Aryowibowo, H. Setiawan, H. Nugroho, and P. Nugroho, “Perencanaan Embung Sidomulih Kabupaten Banyumas Jawa Tengah,” *Jurnal Karya Teknik Sipil*, vol. 6, no. 1, pp. 193–205, 2017.
- [8] D. Pratomo and M. Suranto, “PENGELOLAAN DAN PENGENDALIAN AIR HUJAN DALAM PERUMAHAN SEBAGAI UPAYA KONSERVASI AIR TANAH MANAGEMENT AND CONTROL OF RAINWATER IN HOUSING FOR SOIL,” *vol*, vol. 17, pp. 19–27.
- [9] R. Karepowan, L. Kawet, and F. Halim, “Perencanaan Hidrolis Embung Desa Touliang Kecamatan Kakas Barat Kabupaten Minahasa Sulawesi Utara,” *Jurnal Sipil Statik*, vol. 3, no. 6, 2015.
- [10] T. T. Mahardhika, D. Sisinggih, and H. Suprijanto, “Studi Perencanaan Embung Kembangan Kecamatan Pule Kabupaten Trenggalek Provinsi Jawa Timur,” *Jurnal Teknologi dan Rekayasa Sumber Daya Air*, 2021, doi: 10.21776/ub.jtresda.2021.001.02.03.
- [11] A. A. Jawil and H. A. Wutun, *Analisis Hidrologi Rencana Bendungan Buttu Batu*, no. Analisa Hdrologi. 2017.
- [12] S. Simanjuntak, *Analisis Hidrologi Kebutuhan Air Pada Daerah Irigasi Pakkat*. Universitas HKBP Nommensen Medan, 2011.
- [13] B. Triatmodjo and H. Terapan, “Beta Offset.” Yogyakarta, 2008.