

Perencanaan Embung Konservasi Studi Kasus Area Fakultas Kedokteran Universitas Lampung

**Nining Wahyuni¹⁾
Ofik Taufik Purwadi²⁾
Sumiharni³⁾**

Abstract

In the Faculty of Medicine, University of Lampung there is a pool with a small reservoir that can overflow during the rainy season, because it has not been able to accommodate the inflow water. The solution is planning a small dam to increase its function as water reservoir, flood control, and conservation.

The methods are used to redesign this small dam conservation are hydrological analyses, small dam construction planning, analysis stability of planned constructions and estimating building construction cost. The result are storage capacity of small dam is 3627,9560 m³ from storage capacity before redesign is 3219,7176 m³, the flood debit of 0,8219 m³/s with cycle period 5 years, small dam planned height of 4,5 m, with a base elevation at +103,5 the dam crest elevation +106,61. Spillway which used is Open Ogee type and basin specific energy building Vlughter type. Stability small dam construction stated as safe with flood condition, normal condition and empty condition. Cost estimated of design planning of conservation small dam at Medicine Faculty University of Lampung is Rp3.265.660.000. (three billion two hundred sixty five million hundred sixty thousand Rupiah).

Keyword : Small dam, Conservation, University of Lampung

Abstrak

Di Fakultas Kedokteran Universitas Lampung terdapat suatu kolam dengan tampungan kecil yang dapat meluap saat musim penghujan, karena belum mampu menampung kelebihan air yang masuk. Solusi untuk mengatasinya adalah diperlukan perencanaan pada kolam tersebut menjadi embung konservasi agar dapat meningkatkan fungsinya yaitu sebagai penampung air, pengendalian banjir, dan dapat mengkonservasi air.

Metode yang digunakan adalah analisis hidrologi, perencanaan konstruksi, analisis stabilitas dan perhitungan rencana anggaran biaya. Hasil analisis didapatkan volume tampungan embung sebesar 3627,9560 m³ dari volume tampungan sebelumnya 3219,7176 m³, debit banjir sebesar 0,8219 m³/detik dengan kala ulang 5 tahun. Embung direncanakan bertipe dinding penahan air kantilever memiliki tinggi 4,5 m dengan elevasi dasar +103,5 dan elevasi puncak +106,61. Bangunan pelimpah yang digunakan tipe Ogge terbuka dan kolam olak tipe Vlughter. Stabilitas konstruksi embung dinyatakan aman pada saat embung kondisi banjir, normal maupun kosong. Estimasi biaya perencanaan Embung Konservasi di Fakultas Kedokteran Universitas Lampung sebesar Rp3.265.660.000. (tiga milyar dua ratus enam puluh lima juta enam ratus enam puluh ribu rupiah).

Kata kunci : embung, konservasi, Universitas Lampung.

¹⁾ Mahasiswa pada Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Lampung.

²⁾ Staf pengajar pada Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Lampung. Jalan. Prof. Sumantri Brojonegoro 1. Gedong Meneng Bandar Lampung. 35145.

³⁾ Staf pengajar pada Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik Universitas Lampung. Jalan Prof. Sumantri Brojonegoro 1. Gedong Meneng Bandar Lampung. 35145.

1. PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Kebutuhan air di Unila akan meningkat seiring perkembangan dari waktu ke waktu. Bila penggunaan air meningkat maka persediaan air pada sumber air akan berkurang dan bahkan bisa habis. Di Unila, tepatnya di Fakultas Kedokteran terdapat sebuah kolam, dimana pada musim kemarau kolam tersebut berfungsi untuk menampung air. Namun saat musim hujan, kolam tersebut belum mampu menampung kelebihan air hujan. Upaya untuk memanfaatkan kelebihan air hujan adalah merencanakan embung pada kolam tersebut dengan tujuan memanfaatkan air dengan baik serta mengkonservasi air agar tetap tersedia di area Fakultas Kedokteran Unila.

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Analisis Hidrologi

Analisis hidrologi dilakukan untuk mendapatkan data karakteristik hidrologi suatu daerah aliran sungai (DAS). Dari analisis ini akan didapatkan data debit *inflow* maupun *outflow* yang nantinya akan digunakan pada tahap perencanaan konstruksi tubuh embung.

2.1.1. Penentuan Data Curah Hujan

Dalam menganalisis data hujan pada perencanaan embung yang DASnya tidak terlalu luas, dilakukan analisis hujan titik (*point rainfall*) yang didapat dari satu stasiun hujan.

2.1.2. Perencanaan Curah Hujan Rencana

Secara sistematis metode analisis curah hujan rencana dilakukan sebagai berikut :

2.1.2.1 Parametrik Statistik

Parametrik Statistik terdiri dari perhitungan hujan rerata, standar deviasi (Sd), koefisien varian (Cv), koefisien kemencengan (Cs) , koefisien kurtosis (Ck).

2.1.2.2 Pemilihan Jenis Sebaran

Setiap jenis sebaran memiliki sifat-sifat khas sehingga harus diuji kesesuaiannya dengan sifat statistik masing-masing sebaran tersebut. Jenis sebaran diantaranya distribusi Normal, distribusi Log Normal, distribusi Gumbel dan distribusi Log Pearson Tipe III. Berikut adalah persamaan distribusi Log Pearson Tipe III (Triatmodjo, 2008)

$$Y_T = Y + K_T \cdot S_d \quad (1)$$

2.1.2.3 Uji Keselarasan

Ada dua cara yang dapat dilakukan untuk menguji jenis distribusi yang dipilih sesuai dengan data yang ada, yaitu Chi-Kuadrat dan Smirnov Kolmogorov (Triatmodjo, 2008).

2.1.3 Perhitungan Intensitas Curah Hujan

Intensitas curah hujan adalah ketinggian curah hujan yang terjadi pada kurun waktu dimana air tersebut berkonsentrasi. Apabila yang tersedia adalah data hujan harian, maka dapat digunakan persamaan *Mononobe* berikut ini (Triatmodjo, 2008) :

$$I = \frac{R_{24}}{24} x \left(\frac{24}{t} \right)^{2/3} \quad (2)$$

2.2. 2.1.4 Perhitungan Debit Rencana

Dalam mencari debit rencana dapat digunakan beberapa metode. Apabila diketahui DAS kurang dari 2,5 km² maka dapat menggunakan metode rasional (Triatmodjo, 2008).

$$Q = 0,278 C.I.A \quad (3)$$

2.2 Analisis Hubungan Elevasi dengan Volume Embung

Apabila diketahui luas permukaan dengan elevasi maka volume dapat dicari dengan menghitung dua garis kontur yang berurutan dengan menggunakan persamaan pendekatan volume (Soedibyo, 2003). Persamaan pendekatan volume yaitu:

$$V_x = \frac{1}{3} \cdot Z_x \cdot (F_x \cdot F_y \sqrt{F_x} + \sqrt{F_y}) \quad (4)$$

2.3 Penelurusan Banjir (*Flood Routing*)

Flood routing adalah analisis tinggi air banjir yang mungkin terjadi melewati pelimpah. Tinggi muka air embung terbesar harus dihitung dengan teliti agar saat terjadi banjir embung tetap dalam keadaan aman. Rumus dasar *flood routing* adalah (Soedibyo, 2003):

$$\frac{I_1 + I_2}{2} \cdot t - \frac{O_1 + O_2}{2} \cdot t = S_2 + S_1 \quad (5)$$

2.4 Embung Konservasi

Embung konservasi adalah bangunan air berbentuk waduk kecil yang bertujuan untuk mengkonservasi air, menampung air, mengendalikan banjir pada suatu daerah pengaliran sungai serta dapat menjaga muka air tanah tetap ada di daerah sekitarnya. Embung yang direncanakan adalah embung tipe beton dengan bentuk dinding penahan air. Perencanaan embung terdiri dari tinggi embung, lebar mercu, tinggi jagaan dan bangunan pelimpah.

2.5 Stabilitas Embung

Stabilitas embung yaitu analisis untuk menentukan apakah embung yang direncanakan mampu menahan muatan dan gaya-gaya yang bekerja dalam keadaan apapun. Stabilitas embung dihitung terhadap guling, geser dan daya dukung tanah. Menurut Soedibyo (2003), gaya-gaya yang bekerja pada embung meliputi gaya berat sendiri, *uplift pressure*, gaya gempa, tekanan tanah serta gaya hidrostatik. Stabilitas terhadap keruntuhan daya dukung tanah menurut Terzaghi (Hardiyatmo, 2002) digunakan persamaan:

$$qu = c.Nc + Df \cdot \gamma.Nq + 0,5 \cdot B\gamma \cdot N\gamma \quad (6)$$

2.6 Rencana Anggaran Biaya (RAB)

Dalam menghitung RAB digunakan Analisa Harga Satuan (AHS) dengan mengacu pada Peraturan Menteri Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat No. 28/PRT/M/2016 tentang Analisis Harga Satuan Pekerjaan Bidang Pekerjaan Umum.

3. METODE PENELITIAN

3.1. Lokasi Penelitian

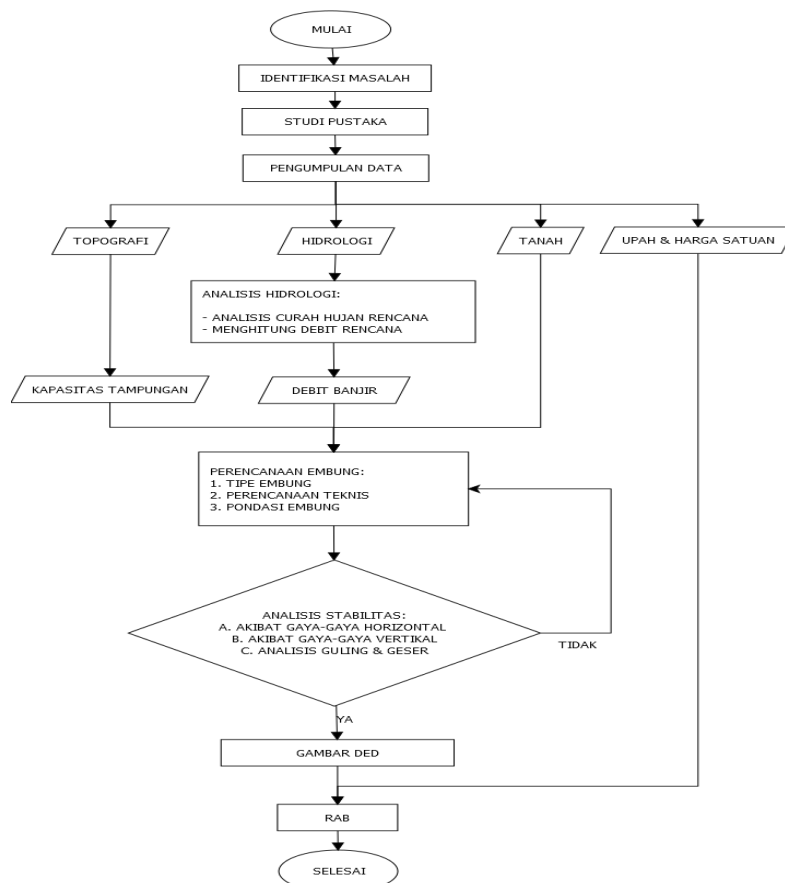
Lokasi penelitian terdapat di area Kampus Fakultas Kedokteran Universitas Lampung, Jl. Prof. Dr. Soemantri Brojonegoro No.1 Bandar Lampung.



Gambar 1. Foto Udara Lokasi Penelitian.

3.2 Diagram Alir

Diagram alir perencanaan embung terdapat pada gambar di bawah ini:



Gambar 2. Diagram alir perencanaan.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1. Analisis Hidrologi

4.1.1. Curah Hujan Maksimum

Digunakan data curah hujan maksimum tahunan yang didapat dari stasiun Polinela dengan rentang data 10 tahun yakni dari tahun 2009 sampai dengan 2018.

Tabel 1. Data Curah Hujan Maksimum Tahunan.

No.	Tahun	R Maksimum (mm)
1	2009	75,2
2	2010	81,5
3	2011	68,9
4	2012	106,3
5	2013	107,9
6	2014	102,8
7	2015	91,6
8	2016	87,5
9	2017	159,6
10	2018	65,3

4.1.2. Perhitungan Curah Hujan Rencana

Perhitungan menggunakan metode Log Pearson Tipe III disajikan dalam Tabel 2.

Tabel 2. Perhitungan Curah Hujan Rencana.

Kala Ulang	Log Rr	S	K	Log R	R (mm)
2 Th	1,9619	0,1141	-0,1379	1,9462	88,3430
5 Th	1,9619	0,1141	0,7760	2,0504	112,3083
10 Th	1,9619	0,1141	1,3367	2,1144	130,1302
25 Th	1,9619	0,1141	2,0022	2,1903	154,9829

4.2. Analisis Debit Banjir Rencana

4.2.1. Analisis Intensitas Curah Hujan

Perhitungan intensitas hujan menggunakan persamaan *Mononobe* dengan periode ulang 5 tahun dan metode *Alternating Block Method* (ABM) yang dapat dilihat dalam Tabel 3.

Tabel 3. Perhitungan ABM.

Durasi, t (jam)	I (mm/jam)	Hujan, $R = I \times t$	ΔR (mm)	ΔR % (mm)	Hieterograf	
					%	mm
0,00	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,000
0,3581	77,2146	27,6479	27,6479	44,7337	9,1440	10,269
1	38,9351	38,9351	11,2872	18,2624	16,3740	18,389
2	24,5276	49,0552	10,1201	16,3740	44,7337	50,240
3	18,7181	56,1542	7,0990	11,4860	18,2624	20,510
4	15,4514	61,8056	5,6515	9,1440	11,4860	12,900
Total		61,8056	100,0000	100,0000	112,3083	112,3083

Perhitungan debit masuk (Q_{inflow}) dihitung menggunakan metode Hidrograf Satuan Sintesis-*Soil Conservation Service* (HSS-SCS) yang disajikan dalam Tabel 4.

Tabel 4. Hidrograf Aliran Metode SCS Periode Ulang 5 Tahun

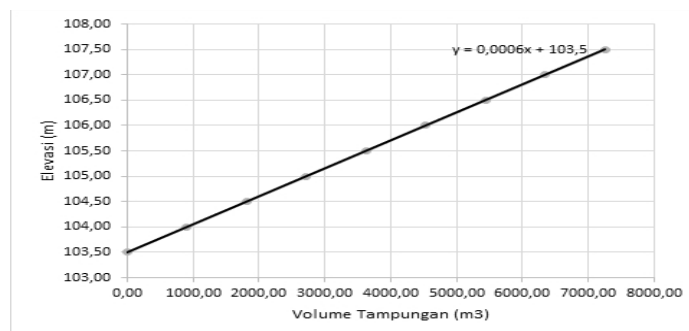
Waktu (jam)	UH ($m^3/s/mm$)	q akibat hujan (mm)					Q (m^3/s)
		10,269	18,3894	50,240	20,510	12,900	
0	0,0000	0,0000					0,0000
1	0,0259	0,2660	0,0000				0,2660
2	0,0130	0,1335	0,2391	0,0000			0,3726
3	0,0086	0,0883	0,1581	0,6531	0,0000		0,8996
4	0,0065	0,0668	0,1195	0,4321	0,2666	0,000	0,8850
5	0,0052	0,0534	0,0956	0,3266	0,1764	0,168	0,82
6	0,0043	0,0442	0,0791	0,2612	0,1333	0,111	0,6287
7	0,0037	0,0380	0,0680	0,2160	0,1067	0,084	0,5126
8	0,0032	0,0329	0,0588	0,1859	0,0882	0,067	0,4329
9	0,0029	0,0298	0,0533	0,1608	0,0759	0,055	0,3752
10	0,0026	0,0267	0,0478	0,1457	0,0656	0,048	0,3336
11	0,0024	0,0246	0,0441	0,1306	0,0595	0,041	0,3002
12	0,0022	0,0226	0,0405	0,1206	0,0533	0,037	0,2744
13	0,0020	0,0205	0,0368	0,1105	0,0492	0,034	0,2506
14	0,0019	0,0195	0,0349	0,1005	0,0451	0,031	0,2310
15	0,0017	0,0175	0,0313	0,0955	0,0410	0,028	0,2136
16	0,0016	0,0164	0,0294	0,0854	0,0390	0,026	0,1960
17	0,0015	0,0154	0,0276	0,0804	0,0349	0,025	0,1827
18	0,0014	0,0144	0,0257	0,0754	0,0328	0,022	0,1702
19	0,0014	0,0144	0,0257	0,0703	0,0308	0,021	0,1619
20	0,0013	0,0134	0,0239	0,0703	0,0287	0,019	0,1557
21	0,0012	0,0123	0,0221	0,0653	0,0287	0,018	0,1465
22	0,0012	0,0123	0,0221	0,0603	0,0267	0,018	0,1394
23	0,0011	0,0113	0,0202	0,0603	0,0246	0,017	0,1332
24	0,0011	0,0113	0,0202	0,0553	0,0246	0,015	0,1269

4.2.2. Luas DAS dan Koefisien Pengaliran (C)

Didapatkan luas DAS sebesar $0,3526 \text{ km}^2$ dan koefisien aliran (C) rerata sebesar 0,4734.

4.3. Volume Embung

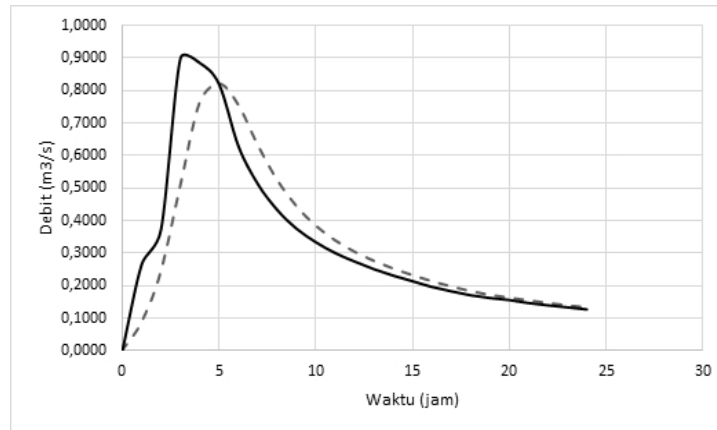
Perhitungan volume embung menggunakan rumus pendekatan volume dan disajikan dalam grafik hubungan volume dengan elevasi pada Gambar 4.



Gambar 4. Grafik Hubungan Volume Embung Rencana dengan Elevasi.

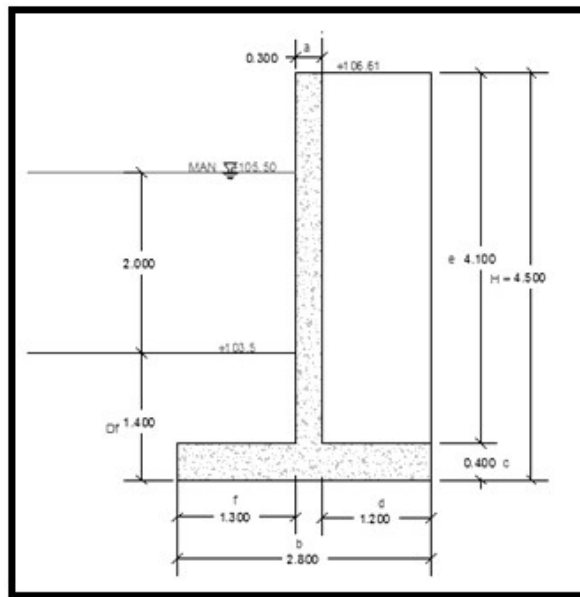
4.4 Penelusuran Banjir

Berdasarkan perhitungan *flood routing*, diperoleh debit banjir tertinggi yaitu $0,8219 \text{ m}^3/\text{s}$, tinggi air banjir di atas pelimpah $0,1502 \text{ m}$, serta elevasi muka air banjir (MAB) $+105,61$. Grafik hidrograf aliran Q_{in} dan Q_{out} disajikan dalam Gambar 5 berikut.



Gambar 5. Grafik Hidrograf Aliran Q_{in} dan Q_{out}

4.5. Perencanaan Tubuh Embung

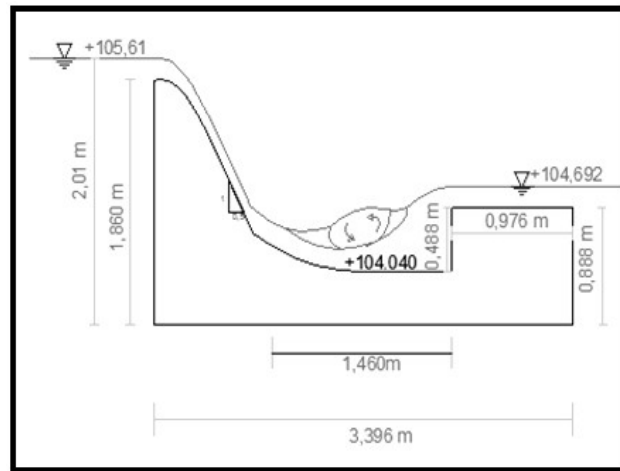


Gambar 6. Sketsa Rencana Tubuh Embung

Direncanakan tipe embung beton dengan bentuk dinding penahan air setinggi $4,5 \text{ m}$, lebar telapak $2,8 \text{ m}$, tinggi jagaan 1 m , lebar puncak 1 m dan muka air normal (MAN) $+105,5$.

4.4.1. Perencanaan Bangunan Pelimpah

Direncanakan pelimpah bertipe Ogee dengan saluran terbuka (lebar $1,5 \text{ m}$) dan peredam energi bertipe Vlughter.



Gambar 7. Potongan Melintang Peredam Energi.

4.5. Analisis Stabilitas Embung

Analisis stabilitas embung dihitung dalam empat kondisi, yaitu kondisi banjir, kondisi normal, kondisi kosong dan kondisi ekstrim yang disajikan pada Tabel 5 berikut.

Tabel 5. Rekapitulasi Stabilitas Embung.

No	Kondisi	Geser	Guling	Daya Dukung
1	Banjir	AMAN	AMAN	AMAN
2	Normal	AMAN	AMAN	AMAN
3	Kosong	AMAN	AMAN	AMAN
4	Ekstrim	TIDAK AMAN	TIDAK AMAN	AMAN

4.6. Analisis Stabilitas Pelimpah

Analisis stabilitas pelimpah dihitung dalam dua kondisi, yaitu kondisi banjir dan kondisi normal. Setelah dilakukan analisis, didapatkan kedua kondisi tersebut telah memenuhi faktor aman (*safety factor*) terhadap guling dan geser yang nilainya lebih besar dari 1,5 ($SF > 1,5$).

4.7. Penulangan Tubuh Embung

Penulangan embung dengan bentuk dinding penahan kantilever meliputi tulangan bagian badan dan bagian telapak. Direncanakan mutu beton K-250 dan mutu baja fy 420 Mpa. Momen bagian badan didapatkan 14,6571 tm dan tulangan yang dipakai yaitu D16-100. Momen bagian telapak didapatkan 4,0039 tm dan tulangan yang dipakai yaitu D16-150.

4.8. Rencana Anggaran Biaya (RAB)

Rencana Anggaran Biaya perencanaan Embung Konservasi di Area Fakultas Kedokteran Universitas Lampung sebesar Rp3.265.660.000,00 (Tiga Milyar Dua Ratus Enam Puluh Lima Juta Enam Ratus Enam Puluh Ribu Rupiah)

5. KESIMPULAN

Dari pembahasan di atas dapat disimpulkan:

1. Dari analisa *flood routing*, didapatkan *Qinflow* 0,8996 m³/s dan *Qoutflow* 0,8219 m³/s serta elevasi MAB +105,61.
2. Volume tampungan yang direncanakan sebesar 3627,9560 m³. Volume ini lebih banyak menampung air dari volume eksisting yang hanya sebesar 3219,7176 m³.
3. Tubuh embung direncanakan bertipe beton berbentuk dinding penahan kantilever setinggi 4,5 meter dan tinggi jagaan 1 meter dari MAB. Elevasi dasar embung adalah +103,5 dan elevasi muka air normal (MAN) adalah +105,5. Bangunan pelimpah direncanakan bertipe ambang bebas dengan mercu Ogee (lebar mercu 1,5 m) dan peredam energi bertipe Vlugther. Tulangan yang digunakan pada dinding adalah D16-100 dan pada telapak D16-150.
4. Analisis stabilitas pada tubuh embung terhadap geser, guling dan daya dukung termasuk dalam kategori aman saat embung dalam kondisi banjir, normal dan kosong. Tetapi saat kondisi ekstrim, stabilitas embung terhadap geser dan guling termasuk kategori tidak aman. Pada stabilitas pelimpah dengan kondisi banjir dan normal, keduanya termasuk dalam kategori aman.
5. Rencana Anggaran Biaya (RAB) pada perencanaan Embung Konservasi di Fakultas Kedokteran Universitas Lampung sebesar Rp3.265.660.000.

DAFTAR PUSTAKA

Hardiyatmo, Hary Christady, 2002, *Teknik Fondasi 2*, Yogyakarta.

Soedibyo, 2003, *Teknik Bendungan*, Jakarta: Pradnya Paramita, 402 hlm.

Triatmodjo, Bambang, 2008, *Hidrologi Terapan*, Beta Offset, Yogyakarta, 356 hlm.

