

PENGUNAAN EMBUNG *GEOMEMBRANE* SEBAGAI PENAMPUNGAN AIR BERSIH DESA TANGGUNG PRIGEL

Mukhammad Alifuddin¹, Sugeng Dwi Hartantyo²

¹ Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Islam Lamongan

² Dosen Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Islam Lamongan

email: mohammadalif06@gmail.com, sugeng.dwih@gmail.com

Abstract

The technology of artificial geomembrane reservoir or water tank is the small reservoir in the village land (TKD) which is built to collect the water in the rainy season by using waterproof material as the layer by utilizing the rainwater through the river around which is then used as an alternative source of clean water (water supply) in the dry season. As for the calculation methods used for this research include: analysis of rainfall area using algebra average method (arithmetic mean), the calculation of rainfall plan can be done by using disperse measurement, with the statistical parameter of calculation result of $S_d = 23.884$ $C_s = 1.933$ $C_k = 4.031$ $C_v = 0.233$. The distribution analysis is done using Gumbel 1 method for 10 years plan amounted to 146.601 mm/day. Rainfall intensity analysis is done by using Mononobe method for 10 years rainfall intensity plan amounted to 6.108 mm/hour. For the next 10 years population projection is done using calculation of Arithmetic method of 2.795 populations. The conclusion of this research indicates that the clean water need in the dry season at Tanggung Prigel Village, Glagah District in 2026 is approximately $0.001941 \text{ m}^3/\text{sec}$. While the plan for reservoir debit of $0.003254 \text{ m}^3/\text{sec}$ so it is considered sufficient to fulfill the clean water need in the Tanggung Prigel Village, Glagah District..

Keywords: Reservoir, Geomembrane, Clean Water, Debit

1. PENDAHULUAN

Teknologi *embung geomembrane* atau tandon air merupakan salah satu pilihan yang menjanjikan karena teknologinya sederhana, biayanya relatif murah di bandingkan *embung* permanen menggunakan beton dan mudah di terapkan. *Embung geomembrane* buatan atau tandon air merupakan waduk berukuran mikro di lahan yang berasal dari tanah kas desa (TKD) yang dibangun untuk menampung kelebihan air di musim hujan dengan menggunakan material kedap air sebagai lapisannya dengan cara memanfaatkan tangkapan air hujan (sungai) di sekitarnya. Di lahan tanah kas desa di bangun *embung geomembrane* yang berfungsi sebagai tempat penampungan air drainase saat kelebihan air di musim hujan dan sebagai sumber air baku (bersih) pada musim kemarau.

Geomembrane yang terbuat dari bahan polymer lembaran yang relative tipis. Tapi juga bisa dibuat dengan lapisan *geotextile*

yang di semprotkan aspal secara terus menerus sehingga membentuk lapisan kedap air. Prinsip penyambungan *polymer / plastic HDPE* adalah panas,tekanan, waktu dan pendinginan, ketiga factor tersebut harus di miliki pada saat kita melakukan penyambungan, adapun standart yang biasa dipakai dalam kontraktor atau pembangunan pembangunan juga memiliki Standart Nasional Indonesia (SNI) yang biasa di pakainya.

Pada Desa Tanggung Prigel Kecamatan Glagah Lamongan tersebut ketersediaan air bersih sangat kurang di musim kemarau, karena saat musim penghujan biasanya warga memanfaatkan air yang berasal dari air sungai untuk keperluan sehari-hari. Air tersebut di gunakan untuk semua kegiatan seperti air untuk mencuci, mandi, wudhu, menyiram tanaman, minum ternak dan sumber air darurat untukantisipasi kebakaran. Untuk kegunaan itu maka dapat digunakan penampungan air (*embung geomembrane*)

sebagai alternative untuk cadangan air baku di waktu musim kemarau. Karena kendala yang di hadapi sumber air bawah tanah (sumur gali) airnya cenderung asin, dan untuk memperoleh air tawar dan bersih warga harus membeli. Sedangkan konsumsi air bersih sangat dibutuhkan sehingga peneliti memilih tempat tersebut untuk dijadikan tempat penelitian. Dari latar belakang diatas maka dilakukan penelitian dengan judul "Penggunaan *Embung Geomembrane* Sebagai Penampungan Air Bersih Desa Tanggung Prigel".

Tujuan penelitian ini untuk mengetahui kondisi ketersediaan air setelah di adanya *embung geomembrane* dan untuk mengetahui kondisi ketersediaan air baku serta untuk mengetahui teknik dan tata cara proses pembuatan *embung geomembrane* di desa Tanggung Prigel kecamatan Glagah-Lamongan.

2. METODE PENELITIAN

Tahapan Penelitian

Dalam melaksanakan penelitian ini, secara garis besar tahapan yang akan dilakukan digambarkan pada diagram alir dibawah ini:

1. Perumusan Masalah

Dalam bagian ini dipaparkan permasalahan yang akan dibahas dalam penulisan skripsi ini.

2. Studi Literatur Dan Pengumpulan Data

Dalam bagian ini dilakukan studi literatur dan pencarian data-data dari berbagai sumber yang berkaitan dengan penulisan skripsi ini, seperti :

- 1) Metode panen air hujan dengan sistem penyimpanan di *embung geomembrane*
- 2) Data Topografi
- 3) Data curah hujan wilayah studi
- 4) Data Jumlah Penduduk

3. Metode Panen Air Hujan

Dalam bagian ini dilakukan deskripsi mengenai sistem panen air hujan yang dapat digunakan untuk mengumpulkan dan menyimpan volume limpasan air hujan, sungai tersebut untuk kemudian digunakan kembali.

4. Perhitungan Hidrologi, Volume Limpasan, dan Luas Permukaan *Embung*

Dalam bagian ini dilakukan pengolahan data curah hujan untuk memperoleh volume limpasan air hujan yang jatuh di permukaan

embung dan sekitar aliran sungai di Desa Tanggung Prigel. Dengan menggunakan data curah hujan dan luasan permukaan *embung* didapat volume limpasan air hujan yang jatuh di *embung*.

5. Perhitungan Volume Limpasan Tertampung

Pada bagian ini dilakukan pengolahan data untuk memperoleh volume limpasan air hujan yang jatuh di *embung* sebagai daerah tangkapan (*catchment area*) untuk mengetahui seberapa banyak dari volume limpasan air hujan yang akan ditampung pada sistem instalasi panen air hujan yang akan digunakan.

6. Efisiensi Metode Panen Hujan dengan menggunakan *embung geomembrane*

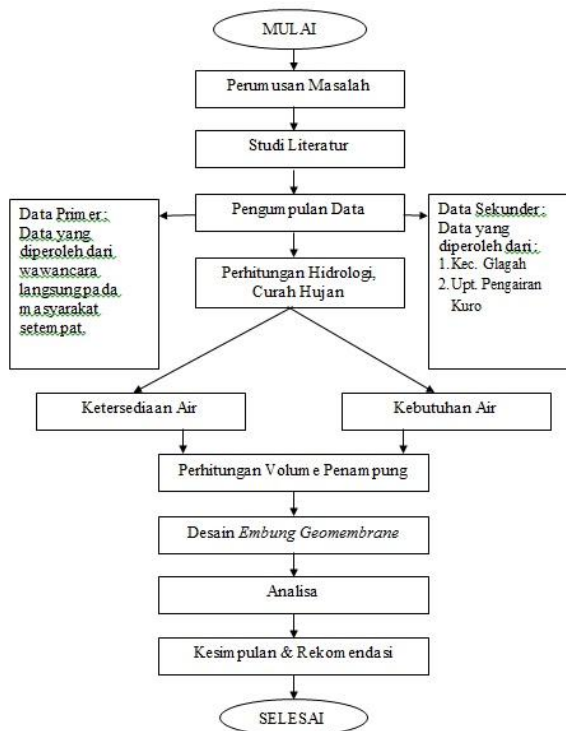
Pada bagian ini dilakukan analisa pengolahan data untuk menentukan efisiensi dari sistem instalasi panen air hujan yang dipilih dan apabila tingkat efisiensi yang dicapai masih belum memenuhi tingkat efisiensi yang diinginkan maka dilakukan pemilihan metode lain dari panen air hujan.

7. Analisis

Dari hasil penelitian ini selanjutnya jika efisiensi yang dicapai tidak sesuai untuk diterapkan maka bagian ini akan memberikan analisa mengenai penyebab rendahnya nilai efisiensi dan langkah yang dapat ditempuh untuk memperbaiki nilai efisiensi tersebut.

8. Kesimpulan Dan Rekomendasi

Pada bagian ini disimpulkan dan diberikan rekomendasi dari semua pokok permasalahan yang telah dianalisa dalam penelitian ini, sebagai pedoman penelitian di masa yang akan datang yang berkaitan dengan pokok permasalahan ini.



Gambar 1 Diagram Flow Chart

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Perhitungan volume penampung (embung geomembrane)

Untuk menentukan volume kolam penampung (*embung geomembrane*) maka perlu diketahui volume air yang terpanen di embung dan volume air yang dibutuhkan. Jadi untuk menentukan volume kolam penampung, dapat diketahui dengan rumus sebagai berikut :

Diketahui:

panjang *embung*: 50 m,

lebar *embung* : 50 m,

tinggi / kedalaman *embung* : 3 m.

Maka untuk menghitung volume ini digunakan persamaan menggunakan rumus sebagai berikut :

$$V = P \times L \times T$$

Dimana :

V = Volume (m³)

P = Panjang *Embung* (m)

L = Lebar *Embung* (m)

T= Tinggi/kedalaman *Embung*(m)

Maka :

$$V = 50 \times 50 \times 3 = 7500 \text{ m}^3$$

$$7500 \text{ m}^3 \times 1000 = 7.500.000 \text{ Liter}$$

Jadi volume *embung geomembrane* dapat menampung air : 7.500.000 Liter.

2. Jumlah penduduk (Proyeksi) 10 Tahun

Untuk memperkirakan jumlah penduduk 10 tahun mendatang dapat kita perkirakan jumlahnya (proyeksikan) dengan bantuan rumus. Perkiraan jumlah penduduk beberapa tahun mendatang itu sangat berguna dalam perencanaan pembangunan embung, misalnya dalam hal menghitung kebutuhan air bersih (baku) di Desa Tanggung Prigel Kecamatan Glagah dalam 10 tahun mendatang. Dari data pertumbuhan penduduk dapat diketahui tingkat pertumbuhan penduduk Desa Tanggung Prigel dalam 10 tahun terakhir, dan untuk jumlah penduduk terakhir berdasarkan data yang di dapat tahun 2015 jumlah penduduk 2550 jiwa, dengan angka pertumbuhan penduduk rata-rata 24,5 jiwa tiap tahunnya . Maka untuk memperkirakan jumlah penduduk untuk 10 tahun kedepan yaitu tahun rencana 2026 dapat dihitung dengan menggunakan metode Arithmatik sebagai berikut:

$$P_n = P_o + r(n) \text{ dan } r = \frac{P_o + P_t}{t}$$

P_o = Jumlah penduduk pada tahun 2016
= 2550 jiwa

P_t = Jumlah penduduk pada awal tahun 2007
= 2329 jiwa

$$t = 2016 - 2007$$

$$r = \frac{(2550 - 2329)}{(2016 - 2007)}$$

$$r = \frac{221}{9}$$

$$r = 24,555$$

maka di dapat persamaan arithmatik :

$$P_n = P_o + r n$$

$$P_n = 2550 + 24,555 n$$

Dimana :

P_n =Jumlah penduduk pada tahun n (ditanyakan)

P_o = Jumlah penduduk awal tahun proyeksi

n = Periode waktu yang di tinjau

r = Tingkat pertumbuhan penduduk tiap tahun

t = Banyak tahun sebelum tahun analisis

P_t = Jumlah penduduk pada tahun ke akhir/ ke-t

Tabel 1 Perhitungan Proyeksi Penduduk Tahun 2016-2026 Berdasarkan Metode Arithmatik

No	Tahun	N	Metode Arithmatik Pn= 2550 + 24,555.N (jiwa)
1	2016	0	2550
2	2017	1	2574
3	2018	2	2599
4	2019	3	2624
5	2010	4	2648
6	2021	5	2673
7	2022	6	2697
8	2023	7	2722
9	2024	8	2746
10	2025	9	2771
11	2026	10	2795

Sumber : Perhitungan

Dari hasil perhitungan tersebut dapat di proyeksikan jumlah penduduk Desa Tanggung Prigel untuk 10 Tahun kedepan pada Tahun 2026 berjumlah : 2.795 jiwa.

3. Menghitung kebutuhan air bersih beberapa tahun mendatang

Dasar perencanaan dari perhitungan air bersih (baku) dari suatu daerah adalah banyaknya populasi, kegiatan serta kebiasaan yang dilakukan sehari-hari populasi ditempat tersebut. Berdasarkan kriteria pada tabel (2.1), dengan jumlah warga desa dukuh tunggal 2.795 jiwa maka dapat dikatakan kota kecil dan diambil rata- rata kebutuhan air bersih adalah 100 liter/orang/harinya. Yang umumnya kebutuhan air bersih untuk mandi, mencuci, wudhu, dan lain-lain.

Kebutuhan air bersih (Q_{md})

$$Q_{md} = P_n \times q$$

Maka :

$$\begin{aligned} Q_{md} &= 2.795 \times 60 \text{ liter/orang/hari} \\ &= 167.700 \text{ liter/hari} \\ &= 1,9409 \text{ liter/detik} \\ &= 0,001941 \text{ m}^3/\text{detik} \end{aligned}$$

Dimana :

Q_{md}= Kebutuhan air bersih

P_n = Jumlah penduduk tahun n

Q = Kebutuhan air per orang/hari

Dari perhitungan diatas maka dapat diketahui untuk kebutuhan air bersih sebesar : 0,001941 m³/detik.

4. Analisis Curah Hujan Rencana

Untuk menentukan curah hujan rencana berdasarkan data hujan di stasiun Blawi,

stasiun Karangbinangun dan stasiun Kuro di dapatkan curah hujan maksimum pada tiap-tiap stasiun. Maka dapat digunakan metode rata-rata aljabar (*Arithmetic mean*) sebagai berikut :

Rumus :

$$\bar{R} = 1/n (R_1+R_2+\dots\dots+R_n)$$

Di mana :

\bar{R} = Curah hujan maksimum rata-rata DAS (mm)

N = Jumlah stasiun pengamatan

R1 = Curah hujan pada stasiun pengamatan satu (mm)

R2 = Curah hujan pada stasiun pengamatan dua (mm)

Rn = Curah hujan pada stasiun pengamatan n (mm)

Hasil perhitungan yang akan di sajikan pada tabel dibawah ini.

Tabel 2 Data Curah Hujan Harian Maksimum Metode Rata-rata aljabar

Tahun	Stasiun Blawi (mm)	Stasiun Karangbina ngun (mm)	Stasiun Kuro (mm)	CH rata-rata max
2007	65	80	90	78,3
2008	200	164	122	162
2009	55	124	97	92
2010	81	85	121	96
2011	96	105	110	104
2012	113	86	128	109
2013	75	72	104	84
2014	119	123	109	117
2015	75	90	106	90,3
2016	110	78	88	92

Sumber: perhitungan metode aljabar (*arithmetic mean*)

5. Perhitungan Curah Hujan Rencana

a. Parameter Statistik (Pengukuran Dispersi)

Untuk mengetahui Besarnya dispersi dapat dilakukan pengukuran dispersi yaitu melalui perhitungan parameter statistic untuk (Xi-X), (Xi-X)², (Xi-X)³, (Xi-X)⁴ terlebih dahulu.

Dimana :

Xi = Besarnya curah hujan daerah (mm)

X = Rata-rata curah hujan maksimum daerah (mm)

Untuk menentukan pengukuran dispersi yang disajikan dalam tabel dibawah ini :

Tabel 3 Perhitungan Dispersi

Tahun	Rh (X _i)	Rh Rata-rata (X)	(X _i - X)	(X _i - X) ²	(X _i - X) ³	(X _i - X) ⁴
2007	78,3	102,46	-24,16	583,7	-14102,3	340712,2
2008	162	102,46	59,54	3545	211069,9	12567107,2
2009	92	102,46	-10,46	109,4	-1144,44	11970,8
2010	96	102,46	-6,46	41,73	-269,58	1741,48
2011	104	102,46	1,54	2,37	3,65	5,621
2012	109	102,46	6,54	42,77	279,72	1829,4
2013	84	102,46	-18,46	340,77	-6290,64	116125,2
2014	117	102,46	14,54	211,41	3073,92	44694,8
2015	90,3	102,46	-12,16	147,86	-1798,04	21864,2
2016	92	102,46	-10,46	109,41	-1144,44	11970,8
Jumlah	1024,6		0,0	5134,43	189677,8	13118021,9

Sumber : Perhitungan

Adapun macam pengukuran dispersi antara lain :

1. Deviasi standar (Sd)

Untuk mengetahui nilai Sd digunakan persamaan sebagai berikut :

$$Sd = \frac{\sqrt{\sum(xi-x)^2}}{n-1}$$

$$Sd = \frac{\sqrt{\sum(xi-x)^2}}{n-1}$$

$$= \frac{\sqrt{5134,43}}{10-1}$$

$$Sd = 23,884$$

Dimana :

Sd = Deviasi standar

X = Curah hujan rata-rata (mm/hari)

X_i = Curah hujan minimum (mm/hari)

n = Lamanya pengamatan

2. Koefisien skewness (Cs)

Untuk kemencengan (*skewness*) digunakan persamaan sebagai berikut :

$$Cs = \frac{n \sum_{i=1}^n \{(xi-x)^3\}}{(n-1)(n-2)Sd^3}$$

$$Cs = \frac{n \sum_{i=1}^n \{(xi-x)^3\}}{(n-1)(n-2)Sd^3}$$

$$= \frac{10.189677,82}{(10-1)(10-2).23,884^3}$$

$$Cs = 1,933$$

Dimana :

Cs = Koefisien kemencengan

X_i = Nilai variat

X = Nilai rata-rata

n = Jumlah data

3. Koefisien kurtosis (Ck)

Perhitungan kurtosis menggunakan persamaan sebagai berikut :

$$Ck = \frac{n \sum_{i=1}^n \{(xi-x)^4\}}{Sd^4}$$

$$Ck = \frac{n \sum_{i=1}^n \{(xi-x)^4\}}{Sd^4}$$

$$= \frac{1}{10} \frac{13118021,94}{23,884^4}$$

$$= \frac{1311802,194}{325408,018}$$

$$Ck = 4,031$$

Dimana :

Ck = Koefisien kurtosis

X_i = Nilai variat

X = Nilai rata-rata

n = Jumlah data

Sd = standar deviasi

4. Koefisien variasi (Cv)

Untuk menghitung koefisien variasi digunakan persamaan sebagai berikut :

$$Cv = \frac{Sd}{X}$$

$$Cv = \frac{Sd}{X} = \frac{23,884}{102,46}$$

$$Cv = 0,233$$

Dimana :

Cv = Koefisien variasi

Sd = Standar deviasi

X = Nilai rata-rata

6. Analisis Sebaran

1. Metode Distribusi Gumbel 1

Kriteria pemilihan jenis distribusi teoritis, dengan hasil perhitungan Cs = 1,933 dan Ck = 4,031 maka metode distribusi gumbel dianggap sudah mendekati persyaratan yang telah ditentukan.

Untuk menentukan curah hujan rancangan dipakai analisa gumbel. Untuk perhitungan dipakai persamaan :

$$X_T = X + \frac{S}{S_n} (Y_t - Y_n)$$

Dimana :

X_T = Curah hujan rencana dalam periode ulang T tahun (mm/hari)

X = Curah hujan rata-rata hasil pengamatan

Y_t = Reduced variabel, parameter gumbel untuk periode T tahun

Y_n = *Reduced mean*, merupakan fungsi dari banyaknya data (n)

S = Standar deviasi

S_n = Reduced standar deviasi, merupakan fungsi dari banyaknya data (n)

Maka untuk mengetahui perhitungan distribusi sebaran metode gumbel untuk tahun

rencana 10 tahun disajikan pada tabel dibawah ini:

Tabel.4 Distribusi Sebaran Metode Gumbel

Periode	X	Sd	Sn	Yn	Yt	Xt
2	102,46	23,88	0,94	0,49	0,36	11,96
5	102,46	23,88	0,94	0,49	1,49	128,09
10	102,46	23,88	0,94	0,49	2,25	204,96

Sumber : Perhitungan

7. Intesitas Curah Hujan

Perhitungan intensitas curah hujan menggunakan metode Dr. Mononobe dengan persamaan sebagai berikut :

$$I = \frac{R24}{24} \left(\frac{24}{t} \right)^{2/3}$$

Dimana :

I = intensitas hujan (mm/jam)

R24 = curah hujan maksimum harian dalam 24 jam (mm/jam)

t = lama hujan

Maka untuk perhitungan disajikan dalam tabel dibawah ini:

Tabel 5 Intesitas Curah Hujan Dengan Mononobe

T (jam)	R24		
	R2 (99,222)	R5 (127,729)	R10 (146,601)
1	34,398	44,281	50,823
2	21,669	27,895	32,016
3	16,537	21,288	24,433
4	13,650	17,572	20,169
5	11,764	15,143	17,381
6	10,417	13,410	15,392
7	9,400	12,100	13,888
8	8,599	11,070	12,705
9	7,950	10,234	11,746
10	7,410	9,540	10,949
11	6,954	8,952	10,275
12	6,562	8,448	9,696
13	6,221	8,009	9,192
14	5,921	7,623	8,749
15	5,655	7,280	8,356
16	5,417	6,973	8,004
17	5,202	6,697	7,687
18	5,008	6,447	7,399
19	4,830	6,218	7,137
20	4,668	6,009	6,897
21	4,519	5,817	6,677
22	4,381	5,639	6,473
23	4,253	5,475	6,284
24	4,134	5,322	6,108

Sumber : Perhitungan

8. Debit Banjir Rancangan

$$Q = 0,00278 \times C \times I \times A$$

$$Q = 0,0278 \times C \times I \times A$$

$$= 0,0278 \times 0,60 \times 6,108 \times 115.000.000 \text{ m}^2$$

$$= 117.163.656 \text{ mm}^3/\text{jam} = 0,003254546 \text{ m}^3/\text{detik}$$

Dimana :

Q = Debit banjir rencana

C = koefisien pengaliran, 0,60 (daerah perumahan)

I = Intensitas curah hujan (mm/jam)

A = Daerah pengaliran, jika A dalam Ha=0,0278. (m³)

Dari perhitungan debit banjir rancangan yaitu sebesar 0,00325 m³/detik

9. Kontruksi Embung Geomembrane

Adapun proses-proses kontruksi dalam pembuatan embung geomembrane adalah sebagai berikut :

1. Survey lapangan untuk menentukan letak lokasi pembuatan embung geomembrane yang harus memenuhi beberapa kriteria antara lain :
 - Adanya tanah (tempat) yang resmi dan tidak dalam sengketa, misalnya: adanya tanah kas desa (TKD)
 - Akses keluar masuk alat berat dan buangan tanah harus terpenuhi
 - Ada tangkapan air hujan (catchmen area) yang bisa di arahkan ke embung geomembrane tercukupi
 - Lokasi tidak jauh dari pemukiman
2. Mendesain gambar sederhana embung geomembrane
3. Mempersiapkan material dan alat berat alat
4. Pengaliran tanah (normalisasi) menggunakan excavator untuk mendapatkan kedalaman embung yang maksimal
5. Proses pengangkutan buangan tanah menggunakan dump truck
6. Setelah proses normalisasi selesai, dilanjutkan proses pemberian material kedap air geomembrane bertujuan untuk menghindari resapan air di dalam embung
7. Proses penyambungan dengan tujuan merekatkan antara sisi geomembrane yang satu dengan sisi lainnya serta pemasangan pipa pemasukan air (input)

8. Semua proses dan tahapan pemasangan *geomembrane* telah selesai
9. Sistem pendistribusian air melalui proses penyaringan filter sederhana menggunakan 4 tabung peyaring dan 1 tandon besar sebagai pendistribusian

4. KESIMPULAN

Kesimpulan

Dari penelitian ini dapat disimpulkan sebagai berikut :

1. Kebutuhan air baku pada musim kemarau di Desa Tanggung Prigel Kecamatan Glagah pada tahun 2026 sebesar = 0,001941 m³/detik
2. Setelah adanya *embung Geomembrane* keadaan air di Desa Tanggung Prigel cukup baik, dengan debit rancangan sebesar 0,003254 m³/detik maka kebutuhan air bersih (baku) sepenuhnya bisa tercukupi.

Saran

1. Melengkapi data luas sungai dan debit DAS air aliran sekitar.
2. Melakukan survey lebih lanjut untuk mengetahui kebutuhan air aktual.
3. Untuk pemanfaatan lebih lanjut dan air hujan yang dipanen kiranya diperlukan penelitian yang lebih mendalam tentang kualitas air.

DAFTAR PUSTAKA

- Abidin, Zainal. *Pemanfaatan Potensi Air Hujan dengan menggunakan cistern sebagai alternatif sumber air bersih pada gedung Department Teknik Sipil FTUI* (skripsi). Fakultas Teknik Universitas Indonesia, 2010.
- Alexander dan Harahab. (2009). *Perencanaan Embung Tambakboyo Kabupaten Sleman D.I.Y.*
- Anette dan Coki. (2008). *Perencanaan Detail Embung Undip sebagai Pengendalian Banjir Kanal Timur.*
- Chao-Hsien Liaw and Yao-Lung Tsai, 2004, *Optimum Storage Volume of Rooftop Rain Water Harvesting System for Domestic Use*, Journal of the American Water Resources Association; Aug 2004; 40, 4; Proquest Agriculture Journals pg. 901.
- Kompasiana, *Memanen Air Hujan Rain Water Harvesting Sebagai Alternatif Sumber Air* (http://www.kompasiana.com/purwanti_asih_anna_levi/memanen-air-hujan-rain-water-harvesting-sebagai-alternatif-sumber-air_5517a1c3a333117107b6600c)
- Lancaster, Brad. *Pemanenan air hujan 2006 untuk lahan kering, Vol.1.Rainsource Tekan dan 2) Air terjun*, Patricia. 2006. *Pemanenan air hujan untuk Penggunaan Pemandangan 2nd Ed* , Pima County Cooperative. Extension Mekanisasi.litbang.deptan.go.id, *Estimasi kebutuhan air tanaman daerah tropis.*
- Potter, Merle C. and Wiggert D.C., *Mechanics of Fluids*.Prentice-Hall. USA
- Rekayasa-Hidrologi-Modul-7-Perhitungan-Tinggi-Hujan-Rencana-Cara-Kurva-Gumbel-3.doc
- Sharpe, William E. and Swistock, Bryan., 2008, *Household Water Conservation*, College of Agricultural Sciences, Agricultural Research and Cooperative Extension College of Agricultural Sciences, The Pennsylvania State University.
- Sosrodarsono, S., dan K. Takeda. 1976. *Hidrologi untuk Pengairan*. Jakarta PT. Pradnya Paramita
- Thomas, Terry, tanpa tahun, *Rainwater Harvesting: Practical Action*, School of Engineering, University of Warwick, Coventry CV4 7AL, UK.
- WHO (2004), www.who.int.
- Wordpress (2008) *Embung Kulak Secang* (<http://sumberdayaair.wordpress.com/2008/04/15/embung-kulak-secang/>) diakses pada tanggal 18 Januari 2016
- Worm, Janette & Hattum, Tim van., 2006, *Rainwater Harvesting For Domestic Use*, Agrodok 43, Agromisa Foundation and CTA, Wageningen.

Halaman ini sengaja dikosongkan