

PENAMPUNGAN AIR BERSIH PADA MUSIM KEMARAU DENGAN PEMANFAATAN *EMBUNG GEOMEMBRANE* (Studi Kasus: Desa Tanggung Prigel, Glagah, Lamongan)

Hamмам Rofiqi Agustapraja^{1,*}, Mukhammad Alifuddin¹

¹*Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Islam Lamongan
Jl. Veteran 53A, Jetis, Lamongan*

^{*}*Email: hammamrofiqi@unisla.ac.id*

Abstract

Water is a major and important resource in the process of life in the world because of every living creature whether human, animal, and plant needs water. 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 the 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 the Gumbel 1 method for 10 years plan amounted to 146.601 mm/day. Rainfall intensity analysis is done by using the Mononobe method for 10 years rainfall intensity plan amounted to 6.108 mm/hour. For the next 10 years, population projection is done using a calculation of the 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 m³/sec. While the plan for reservoir debit of 0.003254 m³/sec so it is considered sufficient to fulfill the clean water need in the Tanggung Prigel Village, Glagah District.

Kata kunci : *Reservoir, Geomembrane, Clean Water, Debit*

PENDAHULUAN

Air merupakan sumber daya dan faktor determinan yang sangat penting dalam kehidupan karena tidak ada satu pun makhluk hidup baik tanaman, ikan dan ternak yang tidak memerlukan air. Meskipun perannya sangat strategis, namun pengelolaan air masih jauh dari yang diharapkan, sehingga air yang semestinya merupakan kebutuhan pokok manusia berubah menjadi penyebab bencana bagi manusia. Indikatornya, di musim kemarau,

kekurangan air bersih ladang dan sawah sering kali kekeringan dan sebaliknya di musim penghujan, ladang dan sawah banyak yang terendam air.

Secara kuantitas, permasalahan air bagi masyarakat terutama di musim kemarau adalah persoalan ketidaksesuaian distribusi air antara kebutuhan dan pasokan menurut waktu (temporal) dan tempat (spatial). Persoalan menjadi semakin kompleks, rumit dan sulit diprediksi karena

pasokan air tergantung dari sebaran curah hujan di sepanjang tahun, yang sebarannya tidak merata walau di musim hujan sekalipun. Oleh karena itu, diperlukan teknologi tepat guna, murah dan efektif untuk mengatur ketersediaan air agar dapat memenuhi kebutuhan air (*water demand*) yang semakin sulit dilakukan dengan cara-cara alamiah (*natural manner*). 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 pada 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.

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 untuk antisipasi kebakaran. Untuk kegunaan itu maka dapat di gunakan penampung air (*embung geomembrane*) sebagai alternative untuk cadangan air baku di waktu musim kemarau. Karena kendala yang dihadapi 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.

Tujuan penelitian ini untuk mengetahui kondisi ketersediaan air setelah 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.

METODE PENELITIAN

Dalam melaksanakan penelitian ini, secara garis besar tahapan yang dilakukan adalah sebagai berikut:

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, dan 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.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Menentukan Volume Kolam Penampung

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*: 50,00 m, lebar *embung* : 50,00 m, tinggi / kedalaman *embung* : 3,00 m. Maka untuk menghitung volume ini digunakan persamaan menggunakan rumus (2.1) sebagai berikut :

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

Dimana :

$$V = \text{Volume}(\text{ m}^3)$$

$$P = \text{Panjang Embung}(\text{ m})$$

$$L = \text{Lebar Embung}(\text{ m})$$

$$T = \text{Tinggi/kedalaman}$$

$$\text{Embung}(\text{ m})$$

Maka :

$$V = 50,00 \times 50,00 \times 3,00 = 7500 \text{ m}^3$$

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

Liter

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

Jumlah penduduk 10 Tahun mendatang (proyeksi)

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. Berdasarkan pada tabel 4.3 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 persamaan (2.2) sebagai berikut :

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

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

Berdasarkan dari data yang di dapat pada tabel (4.4) maka :

P_o = Jumlah penduduk pada tahun 2016

$$= 2550 \text{ jiwa}$$

P_t = Jumlah penduduk pada awal tahun 2007

$$= 2329 \text{ jiwa}$$

$$t = 2016 - 2007$$

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

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

$$r = 24,555$$

maka di dapat persamaan arithmatik :

$$P_n = P_o + r n$$

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

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

No	Tahun	N	Metode Arithmatik $P_n = 2550 + 24,555.N$ (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 : Olah Data

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

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.

Maka berdasarkan dari persamaan rumus (2.3) diperoleh :

1. Kebutuhan air bersih (Q_{md})

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

Dimana :

Q_{md} = Kebutuhan air bersih

P_n = Jumlah penduduk tahun n

Q = Kebutuhan air per orang/hari

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

$$= 2.795 \times 60 \text{ liter/orang/hari}$$

$$= 167.700 \text{ liter/hari}$$

$$= 1,9409 \text{ liter/detik}$$

$$= 0,001941 \text{ m}^3/\text{detik}$$

Dari perhitungan di atas maka dapat diketahui untuk kebutuhan air bersih sebesar : $0,001941 \text{ m}^3/\text{detik}$.

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 :

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

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

N = Jumlah stasiun pengamatan

R1 = Curah hujan pada stasiun pengamatan satu (mm) Rn = Curah hujan pada stasiun pengamatan n (mm)
 R2 = Curah hujan pada stasiun pengamatan dua (mm) Hasil perhitungan yang akan di sajikan pada tabel di bawah ini.

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

Tahun	Stasiun Blawi (mm)	Stasiun Karangbinangun (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)

Perhitungan Curah Hujan Rencana Melalui Pengukuran Dispersi

Untuk mengetahui Besarya dispersi dapat dilakukan pengukuran dispersi yaitu melalui perhitungan parameter statistic untuk $(X_i - X)$, $(X_i - X)^2$, $(X_i - X)^3$, $(X_i - X)^4$ terlebih dahulu.

Dimana :

X_i = Besarya curah hujan daerah (mm)

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

Untuk menentukan pengukuran dispersi yang disajikan dalam tabel di bawah ini :

Tabel 3. Perhitungan Dispersi

No	Tahun	Rh (X_i)	Rh Rata-rata (X)	$(X_i - X)$	$(X_i - X)^2$	$(X_i - X)^3$	$(X_i - X)^4$
1	2007	78,3	102,46	-24,16	583,7	-14102,3	340712,2
2	2008	162	102,46	59,54	3545	211069,9	12567107,2
3	2009	92	102,46	-10,46	109,4	-1144,44	11970,8
4	2010	96	102,46	-6,46	41,73	-269,58	1741,48
5	2011	104	102,46	1,54	2,37	3,65	5,621
6	2012	109	102,46	6,54	42,77	279,72	1829,4
7	2013	84	102,46	-18,46	340,77	-6290,64	116125,2
8	2014	117	102,46	14,54	211,41	3073,92	44694,8
9	2015	90,3	102,46	-12,16	147,86	-1798,04	21864,2
10	2016	92	102,46	-10,46	109,41	-1144,44	11970,8
Jumlah		1024,6		0,0	5134,43	189677,8	13118021,9

Sumber : Olah Data Primer

Adapun macam pengukuran dispersi antara lain :

1. Deviasi standar (Sd)

Untuk mengetahui nilai Sd digunakan persamaan (2.5) sebagai berikut :

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

Dimana :

Sd = Deviasi standar

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

X_i = Curah hujan minimum (mm/hari)

n = Lamanya pengamatan

Maka :

$$Sd = \frac{\sqrt{\sum(xi-x)^2}}{n-1} = \frac{\sqrt{5134,43}}{10-1}$$

$$Sd = 23,884$$

2. Koefisien skewness (Cs)

Untuk kemencengan (*skewness*) digunakan persamaan (2.6) sebagai berikut :

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

Dimana :

Cs = Koefisien kemencengan

X_i = Nilai variat

X = Nilai rata-rata

n = Jumlah data

Maka :

$$Cs = \frac{n \sum_{i=1}^n \{(xi-x)^3\}}{(n-1)(n-2)Sd^3} = \frac{10.189677,82}{(10-1)(10-2).23,884^3}$$

$$Cs = 1,933$$

Koefisien kurtosis (Ck)

Perhitungan kurtosis menggunakan persamaan (2.7) sebagai berikut :

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

Dimana :

Ck = Koefisien kurtosis

X_i = Nilai variat

X = Nilai rata-rata

n = Jumlah data

Sd = standar deviasi

Maka :

$$Ck = \frac{n \sum_{i=1}^n \{(xi-x)^4\}}{Sd^4} = \frac{\frac{1}{10} 13118021,94}{23,884^4} = \frac{1311802,194}{325408,018}$$

$$Ck = 4,031$$

Koefisien variasi (Cv)

Untuk menghitung koefisien variasi digunakan persamaan (2.8) sebagai berikut :

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

Dimana :

Cv = Koefisien variasi

Sd = Standar deviasi

X = Nilai rata-rata

Maka :

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

$$Cv = 0,233$$

Analisis Sebaran Metode Distribusi Gumbel 1

Berdasarkan pada tabel (2.1) kriteria pemilihan jenis distribusi teoritis, dengan hasil perhitungan Cs = 1,933 dan Ck = 4,031 maka metode distribusi gumbel di anggap sudah mendekati persyaratan yang telah ditentukan. Untuk menentukan curah hujan rancangan dipakai analisa gumbel. Untuk perhitungan dipakai persamaan (2.9) :

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

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 (tabel 2.3)
 Y_n = *Reduced mean*, merupakan fungsi dari banyaknya data (n) (tabel 2.1)

S = Standar deviasi
 S_n = Reduced standar deviasi, merupakan fungsi dari banyaknya data (n) (tabel 2.2)
 Maka untuk mengetahui perhitungan distribusi sebaran metode gumbel untuk tahun rencana 10 tahun disajikan pada tabel di bawah ini :

Tabel 4. Distribusi Sebaran Metode Gumbel

No	Periode	X	Sd	S_n	Y_n	Y_t	X_t
1	2	102,46	23,88	0,94	0,49	0,36	11,96
2	5	102,46	23,88	0,94	0,49	1,49	128,09
3	10	102,46	23,88	0,94	0,49	2,25	204,96

Sumber : Olah Data Primer

Intesitas Curah Hujan

Perhitungan intensitas curah hujan menggunakan metode Dr. Mononobe dengan persamaan (2.10) sebagai berikut :

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

Dimana :

I = intensitas hujan (mm/jam)

R_{24} = 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 : Olah Data Primer

Debit Banjir Rancangan

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

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)

Maka :

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

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

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

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

Konstruksi Embung Geomembrane

Untuk konstruksi pemanenan air hujan dengan embung geomembrane bisa di buat lebih cepat dan dengan biaya lebih ekonomis dalam pembuatannya, bila di dibandingkan dengan embung permanen yang menggunakan beton sebagai lapisannya. Yang pada dasarnya geomembrane dan beton sama-sama berfungsi sama yaitu mengurangi resapan pada embung

tersebut. 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 :
 - a. Adanya tanah (tempat) yang resmi dan tidak dalam sengketa, misalnya adanya tanah kas desa (TKD)
 - b. Akses keluar masuk alat berat dan buangan tanah harus terpenuhi
 - c. Ada tangkapan air hujan (catchmen area) yang bisa di arahkan ke embung geomembrane tercukupi
 - d. 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 kepal 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 penyaring dan 1 tandon besar sebagai pendistribusian

SIMPULAN

Dari penelitian ini dapat disimpulkan bahwa potensi air hujan yang tertampung di *embung Geomembrane* pada Desa Tanggung Prigel Kecamatan Glagah adalah sebagai berikut :

1. Kebutuhan air baku pada musim kemarau 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

DAFTAR PUSTAKA

- Abidin, Zainal, 2010, *Pemanfaatan Potensi Air Hujan dengan menggunakan cistern sebagai alternatif sumber air bersih pada gedung Department Teknik Sipil FTUI* (skripsi). Fakultas Teknik Universitas Indonesia
- Agustapraja, H.R., 2019, Pengembangan Konsep Ecotourism Pada Sendang Desa Tekerharjo, Kecamatan Solokuro, Kabupaten Lamongan. *Jurnal Teknik*, 11(1), 1077-1082
- Agustapraja, H.R., & Kartikasari, D., 2017, Studi Evaluasi Pekerjaan Struktur Box Culvert Pada Proyek Pembangunan Jembatan Kucing Ruas Sukodadi–Sumberwudi Kabupaten Lamongan. *Ukarst*, 1(1), 80-88
- Alexander dan Harahab, 2009, Perencanaan Embung Tambakboyo Kabupaten Sleman DIY
- 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\)](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 7Perhitungan – 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