

Kajian Pemanfaatan Air Embung Untuk Kebutuhan Air Bersih Pada Desa Pucuk Kecamatan Dawarblandong Kabupaten Mojokerto

Qoirur Rozikin, dan Erna Tri Asmorowati
Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Islam Majapahit (UNIM) Jl. Raya
Jabon KM 07, Mojokerto 60111 Indonesia
e-mail: asmoro1221@gmail.com

Abstrak— Air merupakan sumber daya alam yang sangat berperan penting dalam kehidupan manusia. Seiring jumlah pertumbuhan manusia yang bertambah, maka kebutuhan akan air otomatis semakin meningkat, sedangkan di bumi ini persediaan air adalah tetap. Melihat hal tersebut pada daerah kering dengan curah hujan yang relatif rendah sering terjadi permasalahan kekurangan air, terutama pada musim kemarau. Salah satunya yaitu Desa Pucuk Kecamatan Dawarblandong Kabupaten Mojokerto merupakan salah satu desa yang sering terjadi kekurangan air bersih ketika musim kemarau. Menampung air hujan dengan embung adalah salah satu alternatif yang cukup baik dalam mengatasi hal tersebut.

Penelitian ini didasarkan pada kebutuhan air baku, dengan menganalisis data berupa data jumlah penduduk dan data curah hujan. Analisis dimulai dengan menghitung debit *inflow* yang masuk embung. Kemudian, analisis kebutuhan air baku di peroleh dengan cara menghitung proyeksi jumlah penduduk dan fasilitas-fasilitas umum yang ada. Serta analisis perhitungan *water balance*. Selain itu dilakukan perhitungan dimensi sistem saringan pasir lambat.

Dari hasil analisa yang dilakukan didapat debit *inflow* terbesar pada bulan Desember 0,017 m³/detik dan pada pertengahan bulan Mei sampai awal bulan Nopember tidak ada debit *inflow*, kebutuhan air baku pada tahun 2027 sebesar 0,005 m³/detik. Menurut hasil tersebut *water balance* pada embung Desa Pucuk masih belum seimbang. Berdasarkan hasil perhitungan kebutuhan air baku, dimensi sistem saringan pasir lambat adalah lebar 7m, panjang 14 m dan kedalaman 2,5 m. Dengan hasil tersebut diharapkan dapat memberikan dengan menambah volume tampungan embung dan sebagai bahan rekomendasi agar kebutuhan air bersih penduduk di Desa Pucuk dapat tersedia dengan baik.

Kata Kunci— Air Embung, Water Balance, Saringan Pasir Lambat

I. PENDAHULUAN

Air merupakan kebutuhan dasar bagi kehidupan manusia, air juga merupakan suatu yang sangat penting untuk meningkatkan taraf hidup manusia. Dimana air merupakan sumber daya alam yang banyak berkontribusi bagi pertumbuhan dan perkembangan hidup manusia. Agar sumber daya air dapat dikelola dengan baik. Maka, diperlukan pelestarian secara seimbang (Nuramini, 2017).

Bencana kekeringan biasanya melanda daerah-daerah yang tingkat konservasi airnya kurang. Bencana ini merupakan ancaman vital bagi suatu daerah karena menyangkut kebutuhan dasar hidup manusia yaitu air. Wilayah kabupaten Mojokerto ketika musim kemarau banyak yang mengalami bencana kekeringan, khususnya di kawasan utara Mojokerto yang sering dilanda kelangkaan atau krisis air. Tercatat sedikitnya tujuh desa di Kecamatan Dawarblandong yang mengalami kesulitan air bersih (Jawa Pos Radar Mojokerto, 28 juni 2015).

Berdasarkan pantauan, kelangkaan tersebut dirasakan warga. Salah satunya di daerah Desa Pucuk, tepatnya di Dusun Pucuk Desa Pucuk Kecamatan Dawarblandong merupakan daerah kering atau daerah

kekurangan air, terutama untuk kebutuhan air baku dan irigasi. Masyarakat sekitar selama ini memanfaatkan air dari embung tadah hujan untuk kebutuhan sehari-hari seperti mencuci pakaian, mandi dan menyiram tanaman pada saat musim kemarau.

Untuk meningkatkan kebutuhan akan air bersih di daerah pedesaan yang menjadi kebutuhan dasar masyarakat, maka teknologi dan sumber air baku perlu disesuaikan dengan tingkat penguasaan teknologi dalam masyarakat itu sendiri. Menggunakan pengolahan air sederhana dengan sistem Saringan Pasir Lambat (SPL) adalah salah satu alternatif.

Sehubungan dengan kondisi di Dusun Pucuk Desa Pucuk Kecamatan Dawarblandong Kabupaten Mojokerto, yang memanfaatkan air embung sebagai sumber air baku dimana kuantitas dan kualitas air embung ini tidak terjamin. Maka perlu untuk dilakukan studi mengenai kajian pemanfaatan air embung untuk kebutuhan air bersih agar penduduk Desa Pucuk dapat menerima pelayanan kebutuhan air sesuai dengan kebutuhannya. Dengan upaya pengaturan pola sistem penyediaan air bersih yang sumber air bakunya berasal dari air embung, diharapkan agar kebutuhan air bersih masyarakat terpenuhi dalam mendukung aktivitas dan kelangsungan hidup penduduk Desa Pucuk.

Tujuan

- Mengetahui besar debit andalan dari Embung Desa Pucuk.
- Mengetahui kebutuhan air baku masyarakat Desa Pucuk.
- Mengetahui keseimbangan air bersih di Desa Pucuk.
- Mengetahui berapa dimensi bak pengolahan air baku dengan sistem Saringan Pasir Lambat (SPL).

Manfaat

Studi ini bertujuan untuk pendistribusian air Embung Desa Pucuk, sehingga waduk ini dapat berfungsi secara optimal. Diharapkan pemerintah setempat dapat memanfaatkan Embung Desa Pucuk secara optimal sehingga pemanfaatan embung ini dapat meningkatkan kebutuhan masyarakat terhadap air baku.

II. METODE PENELITIAN

Tahapan-tahapan pengerjaan penelitian Tugas Akhir ini akan di jelaskan sebagai berikut :

A. Pengumpulan Data

Pengumpulan data ini upaya untuk mengumpulkan data yang dibutuhkan yaitu data curah hujan, data klimatologi, dan data penduduk.

B. Perhitungan Curah Hujan Rata-rata

Perhitungan curah hujan rata-rata pada suatu daerah memiliki intensitas curah hujan yang berbeda-beda. Maka diperlukan perhitungan hujan rata-rata yang dianggap distribusinya merata pada suatu daerah.

$$P = \frac{P_1 + P_2 + P_3 \dots + P_n}{n} \quad (1)$$

dimana :

P = Curah hujan rata-rata.

P₁, P₂, ..., P_n = Curah hujan di tiap titik pengamatan dan n adalah jumlah titik pengamatan.

C. Perhitungan Evapotranspirasi

Evaporasi adalah proses perubahan bahan cair menjadi uap gas pada suatu permukaan tanah ataupun air. Evapotranspirasi adalah keperluan tanaman yang berupa total penguapan dari lahan dan air sebagai kebutuhan air konsumtif. perhitungan evaporasi dan transpirasi dilakukan bersamaan ketika praktik dilapangan (Nuramini dalam Triadmodjo, Bambang: 2008).

Perhitungan evapotranspirasi menggunakan metode Thornthwaite sebagai berikut :

$$I = (tn/5)^{1.514} \tag{2}$$

dimana :

I = indek panas bulanan
tn = temperatur udara rata-rata bulanan (°C)

Sedang indek panas tahunan adalah :

Besarnya evapotranspirasi, untuk bulan yang jumlah harinya 30 hari dari lamanya penyinaran matahari 12 jam, rumusnya dapat ditulis sebagai berikut :

$$Ep^* = 1,6 (10 t/J)^a \tag{4}$$

dimana :

Ep* = evapotranspirasi potensial bulanan belum terkoreksi (cm)
a = $675.10^{-9} J^3 - 771.10^{-7} J^2 + 1792.10^{-5} J + 0,49239$
t = temperatur udara rata-rata bulanan (°C)

Untuk bulan yang jumlah harinya tidak 30 hari dan lama penyinaran matahari tidak 12 jam.

$$Ep = Ep^* (S.Tx / 30 \times 12) \tag{5}$$

dimana :

Ep = evapotranspirasi potensial, belum terkorelasi (cm)
S = jumlah hari dalam jumlah tertentu (hari)
Tx = lama penyinaran matahari dari terbit hingga terbenam (jam)

Rumus Penman telah disederhanakan oleh SERRA menjadi :

$$J = 0,09 tn^{3/2} \text{ dan } a = 1,6 \times 10^{-2} J + 0,50 \tag{6}$$

Untuk menghitung nilai evapotranspirasi bulanan, Ep* atau Ep harus dikalikan dengan faktor koreksi sehingga :

$$PET = Ep \times \beta \tag{7}$$

dimana :

PET = evapotranspirasi potensial bulanan terkoreksi (cm)
Ep = evapotranspirasi potensial bulanan belum terkoreksi (cm)
 β = adjusting factor (faktor koreksi).

D. Perhitungan Debit Aliran Rendah

Dalam perhitungan ini mensimulasikan data hujan menjadi data debit, ada beberapa cara diantaranya model FJ Mock. Yang sering digunakan di wilayah indonesi yang daerahnya memiliki curah hujan sedang sampai tinggi seperti daerah Sumatera, Kalimantan, Jawa dan Bali. Dalam penggunaan metode FJ Mock ini akan menghasilkan debit aliran simulasi bulanan serta perlu dilakukan kalibrasi minimal satu tahun dengan menggunakan pengamatan debit jangka pendek untuk mengetahui ketepatan nilai parameter sebagai input pada model.

Adapun prosedur perhitungannya adalah sebagai berikut :

1. Hujan.

Nilai hujan bulanan (P) didapat dari pencatatan data hujan bulanan (mm) dan jumlah hari hujan pada bulan yang bersangkutan (h).

2. Evapotranspirasi.

Evapotranspirasi terbatas adalah pertimbangan evapotranspirasi aktual dengan kondisi vegetasi dan permukaan tanah. sehingga mempunyai persamaan sebagai berikut :

$$E = Eto \times \frac{d}{30} \times m \tag{8}$$

dimana :

E = Perbedaan antara evapotranspirasi potensial dan evapotranspirasi terbatas (mm)
ETo = Evapotranspirasi potensial (mm)
D = Jumlah hari kering atau hari tanpa hujan dalam 1 bulan

M = Prosentase lahan yang tidak tertutup vegetasi, ditaksir dari peta tata guna lahan, diambil :

- m = 0% untuk lahan dengan hutan lebat

- m = 0% pada akhir musim hujan, dan pertambahan 10% setiap bulan kering untuk lahan dengan hutan sekunder

- m = 10% - 40% untuk lahan yang terisolasi

- m = 20% - 50% untuk lahan pertanian yang diolah (sawah, ladang, perkebunan, dsb).

Perhitungan jumlah permukaan kering setengah bulanan (d), di asumsikan bahwa tanah hanya mampu menahan air 12 mm dalam satu hari dan mengalami penguapan sebesar 4 mm.

Berdasarkan hubungan antara sifat infiltrasi serta penguapan dari tanah permukaan dengan frekuensi curah hujan yang ada di Indonesia, didapatkan persamaan sebagai berikut :

$$d = 3/2 (18 - h) \text{ atau } d = 27 - 3/2 h \tag{9}$$

dimana :

h = Jumlah hari hujan dalam sebulan.

Selanjutnya dari persamaan (2.8) dan (2.9) didapat persamaan :

$$\frac{E}{Eto} = \left(\frac{m}{20}\right) (18 - h) \tag{10}$$

$$Et = Eto^* - E \tag{11}$$

dimana :

Et = evaporasi terbatas (mm).

Soil water surplus adalah volume air yang akan masuk ke permukaan tanah.

$$Soil\ water\ surplus = (P - Et) - soil\ storage \tag{12}$$

Soil water surplus = 0 jika defisit yaitu: $(P - Et) > soil\ storage$.

Initial storage adalah besarnya volume air pada saat permulaan mulainya perhitungan. Ditaksir sesuai dengan keadaan musim, seandainya musim hujan nilainya bisa menyamai nilai soil moisture capacity, tetapi pada musim kemarau nilainya akan menurun lebih kecil dari nilai soil moisture capacity.

3. Keseimbangan Air Permukaan Tanah

Keseimbangan air di permukaan tanah dihitung berdasarkan besarnya curah hujan bulanan dikurangi nilai evapotranspirasi terbatas rata-rata bulanan sehingga diperoleh persamaan :

$$\Delta S = P - Et \tag{13}$$

dimana :

ΔS = perubahan kandungan air tanah (soil storage).

nilainya positif apabila $P > Et$, air masuk ke dalam tanah.

nilainya negatif apabila $P < Et$, sebagian air tanah akan keluar sehingga terjadi defisit.

Soil storage adalah besar nilai dari $(P - Et)$, soil storage bulan sebelumnya, yang mengalami perubahan volume air yang ditahan oleh tanah.

Soil moisture adalah volume air $(P - Et)$, soil storage dan soil moisture bulan sebelumnya yang digunakan untuk melembabkan tanah.

Kapasitas soil moisture adalah volume air yang digunakan untuk mencapai kapasitas kelengasan tanah.

water surplus = $(P - E) - soil\ storage$ dan 0 jika $(P - Et) < soil\ storage$, yaitu volume air yang akan masuk ke permukaan tanah.

Simpanan awal (initial storage) didefinisikan sebagai besarnya volume pada saat permulaan mulainya perhitungan. Ditaksir sesuai dengan keadaan musim, untuk musim hujan nilainya bisa sama dengan soil moisture capacity, tetapi untuk musim kemarau pada umumnya dipakai data kadar air tanah.

4. Simpanan Air Tanah (Ground Water Storage)

Besarnya nilai run off dan ground water tergantung dari keseimbangan air dan kondisi tanahnya.

Data yang diperlukan adalah:

Koefisien infiltrasi = I diambil 0,2 - 0,5

Faktor resesi aliran air tanah = k, diambil 0,4 - 0,7

Persamaan :

$$I_n = Water\ Surplus \times I \tag{14}$$

$$V_n = k \cdot V_{(n-1)} + 0,5 (1 + k) I_n \tag{15}$$

$$DV_n = V_n - V_{n-1} \tag{16}$$

dimana :

I_n = Infiltrasi volume air yang masuk kedalam tanah.

V_n = volume air tanah.

A = volume tampungan per bulan.
 V_n = perubahan volume air tanah bulan ke-n.

V_(n-1) = volume air tanah bulan ke (n-1)
 I = koefisien infiltrasi

5. Aliran Sungai

$$\begin{aligned} Interflow &= \text{Infiltrasi} - \text{Volume air tanah (mm)} & (17) \\ Direct\ run\ off &= \text{Water surplus} - \text{Infiltrasi (mm)} & (18) \\ Baseflow &= \text{Aliran sungai yang ada sepanjang tahun (m}^3/\text{dt)} & (19) \\ Run\ off &= Interflow + Direct\ run\ off + Base\ flow\ (m}^3/\text{dt)} & (20) \end{aligned}$$

E. Perhitungan Debit Andalan

Perhitungan debit andalan merupakan debit yang tersedia sepanjang tahun dengan resiko kegagalan yang diperhitungkan sekecil mungkin. Semakin besar angka keandalan maka akan semakin kecil debit yang dihasilkan. Misal ditetapkan debit andalan 80% berarti akan dihadapi resiko kegagalannya adalah 20%. Perhitungan debit andalan yang baik, sebaiknya dilakukan dengan jangka waktu yang panjang, untuk mengurangi penyimpangan hasil perhitungan data yang terlalu besar (Hadisusanto, 2010).

$$P = m/(n+1) \times 100\% \quad (21)$$

dimana :

P = Probabilitas (%)
 m = Nomor urut data debit
 n = Jumlah data pengamatan debit.

F. Perhitungan Kebutuhan Air Bersih

Perhitungan kebutuhan air bersih tergantung dari banyaknya jumlah penduduk. Banyaknya kebutuhan air bersih dapat dikelompokkan menjadi:

- Kebutuhan rumah tangga (*domestic use*).
- Kebutuhan industri dan perdagangan (*industrial and commercial use*).
- Pemakaian fasilitas umum (*public use*).
- Kehilangan pada sistem, kesalahan meter, pencurian air, dll.

Perhitungan proyeksi jumlah penduduk (Metode Geometri) :

$$P_n = P_o \cdot (1+r)^n \quad (22)$$

dengan,

$$r = \left(\frac{P_o}{P_t} \right)^{\frac{1}{t}} - 1 \quad (23)$$

dimana :

P_n = Jumlah Penduduk n pada tahun yang akan datang
 P_o = Jumlah Penduduk pada akhir tahun data
 r = Angka pertumbuhan penduduk (%)
 n = Interval waktu (tahun).

Untuk menghitung jumlah kebutuhan air baku digunakan rumus sebagai berikut :

$$Q = P_n \times q \quad (24)$$

dimana :

Q = kebutuhan air baku
 P_n = jumlah penduduk terlayani (jiwa)
 q = debit keluaran individu

1. Standar Kebutuhan Air Domestik

Standar kebutuhan air domestik yaitu kebutuhan air untuk memenuhi keperluan sehari-hari yang biasanya digunakan pada tempat hunian pribadi untuk memenuhi keperluan sehari-hari seperti, memasak, minum, mencuci dan keperluan rumah tangga lainnya. Menggunakan satuan liter/orang/hari (Nuramini, 2017).

2. Standar Kebutuhan Air Non Domestik

Standar kebutuhan air non domestik adalah kebutuhan air yang digunakan selain untuk keperluan sehari-hari (domestik). Kebutuhan air non domestik digunakan untuk memenuhi kebutuhan penggunaan oleh badan-badan komersil, industri dan penggunaan umum, seperti penggunaan air untuk bangunan-bangunan pemerintah, rumah sakit, sekolah dan tempat ibadah (Nuramini, 2017).

Tabel 1.
 Kriteria Perencanaan Air Baku

NO	URAIAN	KATEGORI KOTABERDASARKAN JUMLAH PENDUDUK (JIWA)				
		> 1.000.000	500.000 s/d 1.000.000	100.000 s/d 500.000	20.000 s/d 100.000	< 20.000
		Metro	Besar	Sedang	Kecil	Desa
1	Konsumsi Unit Sambungan Rumah (SR) liter/org/hari	> 150	150 - 120	90 - 120	80 - 120	60 - 80
2	Konsumsi Unit Hidran Umum (HU) liter/org/hari	20 - 40	20 - 40	20 - 40	20 - 40	20 - 40
3	Konsumsi Unit Non Domestik					
	a. Niaga Kecil (liter/unit/hari)	600 - 900	600 - 900		600	
	b. Niaga Besar (liter/unit/hari)	1000 - 5000	1000 - 5000		1500	
	c. Industri Besar (Liter/detik/hektar)	0,2 - 0,8	0,2 - 0,8		0,2 - 0,8	
	d. Pariwisata (liter/detik/hektar)	0,1 - 0,3	0,1 - 0,3		0,1 - 0,3	
4	Kehilangan Air (%)	20-30	20-30	20-30	20-30	20
5	Faktor Hari Maksimum	1,15 - 1,25 * harian	1,15 - 1,25 * harian	1,15 - 1,25 * harian	1,15 - 1,25 * harian	1,15 - 1,25 * harian
6	Faktor Jam Puncak	1,75 - 2,0 * hari maks	1,75 - 2,0 * hari maks	1,75 - 2,0 * hari maks	1,75 * hari maks	1,75 * hari maks
7	Jumlah Jiwa Per SR (Jiwa)	5	5	5	5	5
8	Jumlah Jiwa Per HU (Jiwa)	100	100	100	100-200	200
9	Sisa Tekan di Penyediaan Distribusi (meter)	10	10	10	10	10
10	Jam Operasi (jam)	24	24	24	24	24
11	Volume Reservoir (% Max Day Demand)	15 - 25	15 - 25	15 - 25	15 - 25	15 - 25
12	SR : HU	50 : 50 s/d 80 : 20	50 : 50 s/d 80 : 20	80:30.	70:30.	70:30.
13	Cakupan Pelayanan (%)	90	90	90	90	70

Tabel 2.
 Kebutuhan Air Non Domestik

SEKTOR	NILAI	SATUAN
Sekolah	10	Liter/murid/hari
Rumah sakit	200	Liter/bed/hari
Puskesmas	2000	Liter/unit/hari
Masjid	3000	Liter/unit/hari
Mushola	2000	Liter/unit/hari
Kantor	10	Liter/pegawai/hari
Pasar	12000	Liter/Hektar/hari
Hotel	150	Liter/bed/hari
Rumah Makan	100	Liter/tempat duduk/hari
Komplek Militer	60	Liter/orang/hari
Kawasan industri	0,2 - 0,8	Liter/detik/hari
kawasan pariwisata	0,1 - 0,3	Liter/detik/hari

G. Perhitungan Kehilangan Air

Kehilangan air biasanya terjadi akibat beberapa faktor, seperti kebocoran pada pipa transmisi dan distribusi, pembacaan meteran yang salah dan penyambungan liar (Makawimbang dkk, 2017).

Besarnya kehilangan air ini direncanakan sebanyak 20% dari kebutuhan total air domestik dan non domestik, dimana total kebutuhan air domestik dan non domestik adalah kebutuhan rata-rata.

Kebutuhan rata-rata dapat dihitung menggunakan rumus sebagai berikut :

$$Q_a = (Q_d + Q_n) \times r_a \quad (25)$$

dimana :

Q_a = Debit kehilangan air (liter/detik)
 Q_d = Debit kebutuhan air domestik (liter/detik)
 Q_n = Debit kebutuhan air non domestik (liter/detik)
 r_a = Angka prosentase kehilangan air (%)

H. Perhitungan Kebutuhan Air Total

Kebutuhan air total adalah total kebutuhan air baik domestik maupun non domestik yang ditambah dengan kehilangan air. Kebutuhan air total digunakan untuk menghitung jumlah debit yang dibutuhkan. Rumus yang digunakan yaitu :

$$Q_t = Q_d + Q_n + Q_a \quad (26)$$

dimana :

- Qt = Kebutuhan air total (liter/hari)
- Qd = Kebutuhan air domestik (liter/hari)
- Qn = Kebutuhan air non domestik (liter/hari)
- Qa = Kehilangan air (liter/hari)

I. Perhitungan Kebutuhan Air Harian Maksimum dan Kebutuhan Air Jam Puncak

Kebutuhan air harian maksimum yaitu kebutuhan air terbesar pada hari tertentu selama satu tahun. Perhitungan yang digunakan yaitu :

$$Q_{hm} = f_{hm} \times Q_t \tag{27}$$

dimana :

- f_{hm} = faktor harian maksimum (1,15 – 1,25)
- Q_{hm} = kebutuhan air harian maksimum (liter/detik)
- Q_t = kebutuhan air total (liter/detik)

Kebutuhan air jam maksimum yaitu kebutuhan air terbesar pada jam tertentu dalam kebutuhan harian maksimum. Perhitungan yang digunakan adalah sebagai berikut :

$$Q_{jm} = f_{jm} \times Q_t \tag{28}$$

dimana :

- Q_{jm} = kebutuhan air jam maksimum (liter/detik)
- f_{jm} = faktor jam maksimum (1,75)
- Q_t = kebutuhan air total (liter/detik)

J. Perhitungan Neraca Air (Water Balance)

Untuk perhitungan ini yaitu waduk merupakan sebuah sistem dari suatu input dan output. Yang memiliki model neraca air waduk sebagai berikut :

$$I = o \pm \Delta S \tag{29}$$

dimana :

- I = Inflow / masukan
- O = Outflow / keluaran
- ΔS = Change in storage / perubahan simpanan air.

K. Perhitungan Sistem Pengolahan Air Bersih Dengan Proses Saringan Pasir Lambat Up Flow

Sistem saringan pasir lambat adalah merupakan teknologi pengolahan air sederhana yang mempunyai hasil pengolahan air bersih dengan kualitas yang baik. Keunggulan sistem saringan pasir lambat ini antara lain tidak memerlukan bahan kimia (koagulan) yang mana bahan kimia ini merupakan kendala yang sering dialami pada proses pengolahan air di daerah pedesaan (Said & Wahjono, 1999).

Saringan pasir lambat *Up Flow* adalah saringan pasir lambat dengan arah aliran dari bawah ke atas (*Up Flow*). Penggunaan sistem penyaringan dari arah bawah ke atas (*Up Flow*) dinilai sangat efektif, karena dapat dilakukan pencucian balik dengan cara mengalirkan air bersih yang berada di atas lapisan pasir ketika saringan pasir telah jenuh atau buntu, yang berfungsi sebagai air pencuci media penyaring (*back wash*). Melihat hal tersebut, maka pencucian media penyaring pada saringan pasir lambat *Up Flow* dilakukan tanpa pengeluaran atau pengerukan media penyaringnya (Said & Wahjono, 1999).

Persyaratan Perencanaan Saringan Pasir Lambat Persyaratan Umum

- Tersedia air baku yang akan diolah.
- Tersedia pengelola instalasi saringan pasir lambat.
- Tersedia lahan untuk pembangunan/penempatan instalasi.

Persyaratan Teknis

1. Kecepatan penyaringan 0,1 m/jam sampai dengan 0,4 m/jam.
2. Luas permukaan bak dihitung menggunakan rumus :

$$A = \left(\frac{Q}{v}\right) \tag{30}$$

dimana :

- Q = Debit air baku (m³/jam)
- v = Kecepatan penyaringan (m/jam)
- A = Luas permukaan bak (m²)

3. Luas permukaan bak

$$A = P \times L \tag{31}$$

dimana :

- P = Panjang bak (1 - 2)
- L = Lebar bak (1)

4. Jumlah bak minimal 2 buah.

Kedalaman bak, untuk ketentuannya seperti pada tabel dibawah ini:

Tabel 3. Kedalaman Saringan Pasir Lambat

No.	Kedalaman (D)	Ukuran (m)
1.	Tinggi bebas (freeboard)	0,20 s.d 0,30
2.	Tinggi air di atas media pasir	1,00 s.d 1,50
3.	Tebal pasir penyaring	0,60 s.d 1,00
4.	Tebal kerikil penahan	0,15 s.d 0,30
5.	Sasaran pengumpul bawah	0,10 s.d 0,20
	Jumlah	2,05 s.d 3,30

5. Diameter efektif (*effective size – SE*) butiran pasir kira-kira 0,2 mm sampai dengan 0,4 mm.

6. Media penahan

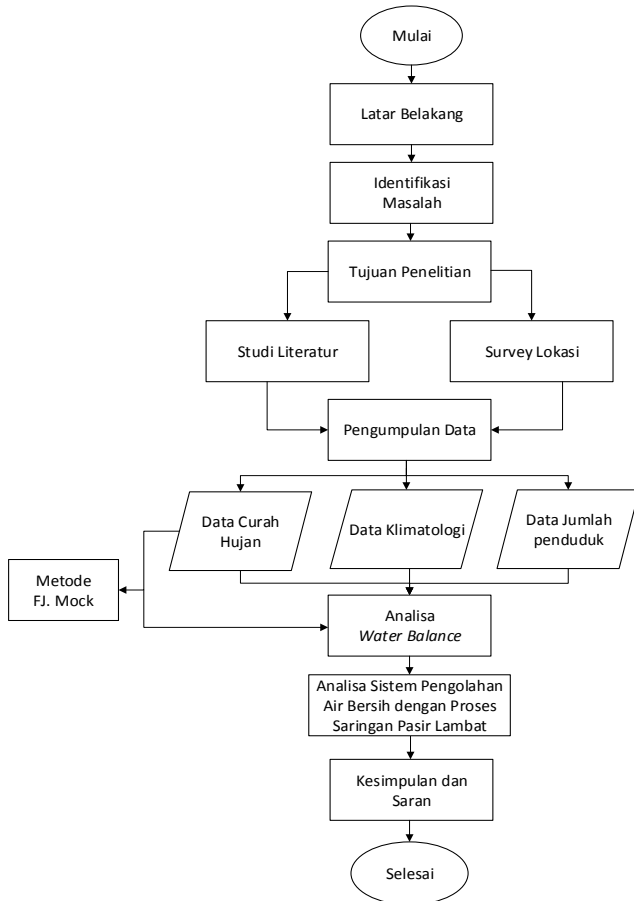
Susunan Jenis kerikil terdiri lapisan teratas butiran kecil dan butiran kasar pada butiran paling bawah. Gradasi butiran kerikil dapat dilihat pada tabel 4 sebagai berikut :

Tabel 4. Gradasi Butiran Media Kerikil

No.	Diameter kerikil rata-rata (mm)	Ketebalan (cm)	Lapisan ke (dari atas ke bawah)
1.	3 s.d 4	5 s.d 10	Ke – 1
2.	10 s.d 30	10 s.d 20	Ke – 2
Total ketebalan media kerikil		15 s.d 30	

7. Ketentuan air baku adalah sebagai berikut :

- Kekeruhan < 50 mg/Liter SiO₂
- Oksigen terlarut 6 mg/Liter
- Total koliform ≤ 500 MPN per 100 mL.



Gambar 1. Bagan Alir Pengerjaan Penelitian

III. HASIL DAN DISKUSI

Berdasarkan penjelasan pada bab-bab sebelumnya didapat perhitungan sebagai berikut :

A. Perhitungan Curah Hujan Rata-rata

Tabel 5.

Curah Hujan Rata-rata (mm/10harian)

Tahun	Minggu	Jan	Feb	Mart	Apr	Mei	Juni	Juli	Agust	Sept	Okt	Nop	Des
2007	1	15	172,5	86,5	25	0	0	18	0	0,5	0	104	148,5
	2	56	61	118	54	0	8,5	0	0	0	0	1,5	118
	3	76,5	37	75	80,5	27	11	0	8,5	0	36	14	136
2008	1	45,5	63,5	175,5	103,5	4,5	1	0	0	0	11,5	13	51
	2	78	5,5	121,5	2	2	1,5	0	0	0	0	62	301,5
	3	69	90,5	200,5	10	2	0	0	0	0	23	82	131,5
2009	1	100	121,5	262,5	33	32,5	39	0	0	0	21	0	5
	2	52	46,5	13,5	48,5	136	1	0	0	0	0	33	0,5
	3	179,5	219,5	64	90	220,5	0	2,5	0	0	0	177,5	249,5
2010	1	119,5	152	136	140	11,5	38	51	9,5	15	50,5	166,5	145,5
	2	142	155	12	131	78,5	27,5	2	41,5	48,5	44,5	73	40,5
	3	135,5	125,5	189	115,5	122	0	30	34,5	12	43,5	40,5	43,5
2011	1	74,5	92,5	131	116	148	0	0	0	0	0	104	25,5
	2	104	82,5	23,5	141,5	11	0	0	0	0	0	29	75,5
	3	170,5	52	268	83,5	0	41,5	0	0	0	0	29	68,5
2012	1	204	92,5	131	116	148	0	0	0	0	0	103,5	25,5
	2	104	82,5	23,5	151,5	11	0	0	0	0	0	29	75,5
	3	96	52	268	83,5	0	41,5	0	0	0	0	29	68,5
2013	1	158,5	74,5	128	103,5	26,5	90,5	9	4	0	0	0	76
	2	174,5	160	109,5	147,5	82	15	30,5	0	0	0	82	70,5
	3	196	46,5	30,5	28	80	12	10	0	0	0	62	172,5
2014	1	107	61,5	112,5	58,5	10,5	0	3	0	0	0	0	48,5
	2	32,5	68,5	164,5	72,5	16,5	3,5	0	0	0	0	8	80,5
	3	48	48,5	35	70,5	8	20,5	15,5	0	0	0	6,5	92
2015	1	27,5	79	119	30,5	42,5	0	0	0	0	0	1,75	37,5
	2	86,5	150	144,5	124,5	0	0	0	0	0	0	28,25	30,95
	3	95	33	39,5	122,5	10	0	0,5	0	0	0	16	47,35
2016	1	93,25	233,7	85,55	27,3	50,75	12,75	34,25	11,25	0	170,4	38	107,8
	2	48,75	93,35	36,3	56,7	56,65	29,75	9	5	2,2	3,55	64,65	100,4
	3	111,5	127,4	75,5	6,05	24,9	80,2	16,7	0	46,3	76,7	71,6	49,1
2017	1	64,5	59,35	81,45	145,4	14,25	18,5	5,4	0	0	7,75	0	74,4
	2	113,2	106,2	135,9	111	1	0,75	25,2	0	0	0	84,8	103,1
	3	111	248,1	174,1	113,1	29	2,75	4,1	0	72,8	5	104,7	54,5

B. Perhitungan Evapotranspirasi Metode Thornthwaite

Tabel 6.

Evapotranspirasi Metode Thornthwaite

No	Jenis Data	Satuan	Bulan					
			Jan	Feb	Mar	Apr	Mei	Jun
I Data								
1	Suhu Min	°C	22,6	22,5	22,5	22,4	22	21,1
2	Suhu Max	°C	30,4	30,4	30,7	31,1	31,3	31,2
3	Suhu Rata-rata	°C	26,5	26,4	26,6	26,7	26,6	26,1
II Perhitungan								
1	$(\frac{tn}{5})^{1,5154}$		6,85	6,82	6,88	6,91	6,88	6,73
2	$Ep=Ep \cdot x \{ \frac{(S.Tx)}{(30 \times 12)} \}$	cm/bln	15,18	13,71	15,18	14,69	15,18	14,69
3	$PET = Ep \times B$	cm/bln	14,79	12,68	15,63	15,27	16,79	15,92
		mm/bln	147,86	126,84	156,35	152,68	167,87	159,15
		mm/hari	4,93	4,23	5,21	5,09	5,60	5,31

No	Jenis Data	Satuan	Bulan					
			Jul	Agust	Sept	Okt	Nop	Des
I Data								
1	Suhu Min	°C	20,4	20,6	21,2	22,1	22,5	22,5
2	Suhu Max	°C	31,1	31,8	32,4	32,8	32,3	31,1
3	Suhu Rata-rata	°C	25,7	26,2	26,8	27,4	27,4	26,8
II Perhitungan								
1	$(\frac{tn}{5})^{1,5154}$		6,61	6,76	6,94	7,12	7,12	6,94
2	$Ep=Ep \cdot x \{ \frac{(S.Tx)}{(30 \times 12)} \}$	cm/bln	15,18	15,18	14,69	15,18	13,56	15,18
3	$PET = Ep \times B$	cm/bln	16,87	16,56	14,98	15,33	13,05	15,03
		mm/bln	168,65	165,56	149,83	153,26	130,47	150,27
		mm/hari	5,62	5,52	4,99	5,11	4,35	5,01

C. Perhitungan Debit Aliran Rendah Metode F.J Mock

Tabel 7

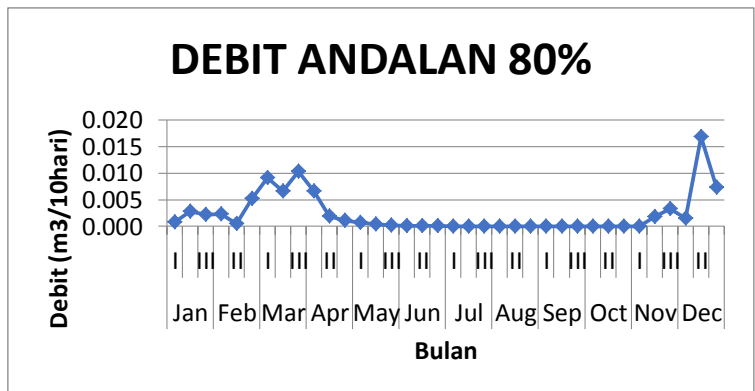
Rekapitulasi Debit Aliran Rendah Metode F.J Mock (mm³/detik)

NO	TAHUN	JANUARI			FEBRUARI			MARET			APRIL			MEI			JUNI			
		I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III	
1	2007	0,000	0,002	0,005	0,009	0,003	0,002	0,004	0,006	0,003	0,001	0,002	0,005	0,001	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
2	2008	0,001	0,003	0,002	0,002	0,001	0,005	0,009	0,007	0,001	0,007	0,002	0,000	0,001	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
3	2009	0,004	0,002	0,008	0,007	0,002	0,016	0,016	0,003	0,003	0,001	0,002	0,004	0,001	0,007	0,011	0,003	0,001	0,001	0,001
4	2010	0,005	0,007	0,007	0,009	0,009	0,010	0,008	0,002	0,009	0,008	0,008	0,007	0,002	0,004	0,006	0,002	0,001	0,000	0,000
5	2011	0,002	0,005	0,008	0,005	0,004	0,009	0,007	0,001	0,013	0,007	0,009	0,005	0,009	0,002	0,001	0,001	0,000	0,000	0,000
6	2012	0,010	0,005	0,004	0,005	0,004	0,005	0,007	0,001	0,013	0,007	0,009	0,005	0,009	0,002	0,001	0,001	0,000	0,000	0,000
7	2013	0,008	0,009	0,010	0,005	0,009	0,004	0,007	0,006	0,001	0,005	0,008	0,002	0,001	0,004	0,003	0,004	0,001	0,001	0,001
8	2014	0,005	0,001	0,001	0,002	0,003	0,002	0,005	0,008	0,001	0,002	0,003	0,003	0,001	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
9	2015	0,000	0,003	0,004	0,003	0,008	0,002	0,006	0,008	0,002	0,001	0,006	0,006	0,002	0,001	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
10	2016	0,004	0,001	0,004	0,013	0,016	0,010	0,005	0,002	0,003	0,001	0,002	0,000	0,001	0,002	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
11	2017	0,002	0,005	0,005	0,002	0,005	0,016	0,005	0,008	0,009	0,009	0,007	0,007	0,002	0,001	0,001	0,000	0,000	0,000	0,000

NO	TAHUN	JULI			AGUSTUS			SEPTEMBER			OKTOBER			NOVEMBER			DESEMBER			
		I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III	
1	2007	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
2	2008	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
3	2009	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
4	2010	0,002	0,000	0,000	0,000	0,001	0,000	0,000	0,001	0,000	0,001	0,000	0,001	0,001	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
5	2011	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
6	2012	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
7	2013	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
8	2014	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
9	2015	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
10	2016	0,001	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,001	0,009	0,001	0,003	0,001	0,003	0,003	0,005	0,005	0,002
11	2017	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,003	0,000	0,000	0,000	0,000	0,003	0,005	0,003	0,005	0,000

D. Perhitungan Debit Andalan

Dari hasil perhitungan debit andalan didapatkan nilai debit terbesar terjadi pada pertengahan bulan Desember dan pada akhir bulan Mei tidak tersedia debit andalan.



Gambar 2. Grafik Debit Andalan 80%

E. Perhitungan Total Kebutuhan Air

Didapatkan laju pertumbuhan penduduk Desa Pucuk dari tahun 2007-2017 sebesar 0,39. Hasil perhitungan tersebut akan digunakan untuk perhitungan proyeksi jumlah penduduk.

$$P_n = 3377 \times (1 + 0,0039)^n$$

Tabel 8.
Proyeksi Jumlah Penduduk

No	Tahun	n	Proyeksi Jumlah Penduduk (jiwa)
1	2017	0	3377
2	2018	1	3390
3	2019	2	3403
4	2020	3	3417
5	2021	4	3430
6	2022	5	3443
7	2023	6	3457
8	2024	7	3470
9	2025	8	3484
10	2026	9	3497
11	2027	10	3511

Tabel 9.
Jumlah Total Kebutuhan Air Domestik dan Non Domestik

Tahun	Rumah Tangga	Sekolah	Masjid	Mushola	Total
	lt/detik	lt/detik	lt/detik	lt/detik	
2017	1,92	0,04	0,14	0,39	2,49
2018	1,92	0,05	0,14	0,39	2,51
2019	1,93	0,06	0,14	0,39	2,52
2020	1,94	0,06	0,14	0,39	2,53
2021	1,95	0,06	0,14	0,39	2,54
2022	1,95	0,06	0,14	0,39	2,55
2023	1,96	0,07	0,14	0,39	2,56
2024	1,97	0,07	0,14	0,39	2,57
2025	1,98	0,07	0,14	0,39	2,58
2026	1,98	0,07	0,14	0,39	2,59
2027	1,99	0,08	0,14	0,39	2,60

F. Perhitungan Kehilangan Air

Tabel 10.
Kehilangan Air

Tahun	Kebutuhan Air Domestik	Kebutuhan Air Non Domestik	Kehilangan Air (Q _{id} +Q _{nr})x0,20
	lt/detik	lt/detik	
2017	1,92	0,57	0,50
2018	1,92	0,59	0,50
2019	1,93	0,59	0,50
2020	1,94	0,59	0,51
2021	1,95	0,59	0,51
2022	1,95	0,60	0,51
2023	1,96	0,60	0,51
2024	1,97	0,60	0,51
2025	1,98	0,60	0,52
2026	1,98	0,61	0,52
2027	1,99	0,61	0,52

G. Perhitungan Kebutuhan Air Total

Tabel 11.
Kebutuhan Air Total

Tahun	Kebutuhan Air Domestik	Kebutuhan Air Non Domestik	Kehilangan Air (Q _{id} +Q _{nr})x0,20	Kebutuhan Air Total
	lt/detik	lt/detik	lt/detik	
2017	1,92	0,57	0,50	2,99
2018	1,92	0,59	0,50	3,01
2019	1,93	0,59	0,50	3,02
2020	1,94	0,59	0,51	3,03
2021	1,95	0,59	0,51	3,05
2022	1,95	0,60	0,51	3,06
2023	1,96	0,60	0,51	3,07
2024	1,97	0,60	0,51	3,08
2025	1,98	0,60	0,52	3,10
2026	1,98	0,61	0,52	3,11
2027	1,99	0,61	0,52	3,12

H. Perhitungan Kebutuhan Air Harian Maksimum dan Jam Puncak

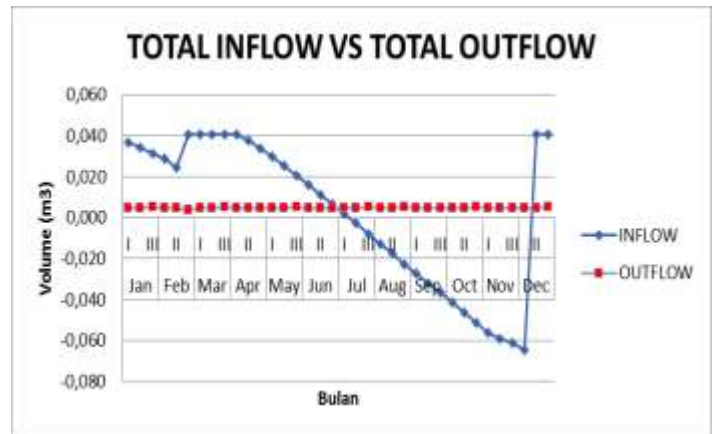
Tabel 12.

Kebutuhan air Harian Maksimum dan Jam Puncak

Tahun	Kebutuhan Air Total	Kebutuhan Air Harian Max	Kebutuhan Air Jam Puncak
	lt/detik	lt/detik	lt/detik
2017	2,99	3,58	5,22
2018	3,01	3,61	5,27
2019	3,02	3,63	5,29
2020	3,03	3,64	5,31
2021	3,05	3,66	5,33
2022	3,06	3,67	5,35
2023	3,07	3,68	5,37
2024	3,08	3,70	5,39
2025	3,10	3,71	5,42
2026	3,11	3,73	5,44
2027	3,12	3,74	5,46

I. Perhitungan Neraca Air (Water Balance)

Berdasarkan hasil perhitungan *Water Balance*. Debit inflow dan air tampungan embung masih belum cukup untuk memenuhi kebutuhan air bersih setiap tahun. Air embung hanya dapat memenuhi kebutuhan air bersih pada pertengahan bulan Desember sampai awal bulan Juli.



Gambar 3. Grafik Total Inflow dan Outflow

J. Perhitungan Saringan Pasir Lambat Upflow

Dimensi bak dapat dihitung berdasarkan hasil perhitungan total kebutuhan air pada jam puncak dan kecepatan penyaringan 0,2 m/jam berdasarkan SNI 3981 2008.

- Luas Bak (A) = 98 m²
- Panjang Bak (P) = 14 m
- Lebar Bak (L) = 7 m
- Kedalaman Bak = 2,5 m

IV. KESIMPULAN

- Debit andalan terbesar didapat pada bulan Desember sebesar 0,017 m³/detik dan pada pertengahan bulan Mei sampai awal bulan Nopember tidak ada debit inflow.
- Kebutuhan air baku pada kondisi normal sebesar 3,12 liter/detik, kebutuhan air baku pada kondisi harian maksimum sebesar 3,74 liter/detik, dan kebutuhan air baku pada kondisi jam maksimum sebesar 5,46 liter/detik.
- Debit inflow dan air embung masih belum mencukupi untuk memenuhi kebutuhan air bersih masyarakat dalam satu tahun.
- Didapatkan luas bak sebesar 98 m² dengan panjang 14 m, lebar 7 m dan kedalaman 2,5 m.

V. UCAPAN TERIMAKASIH

Ucapan terimakasih penulis Q.R sampaikan kepada Alloh SWT, keluarga besar, kedua orang tua, dosen Teknik Sipil UNIM, sahabat, teman-teman SIPIL 2014 dan semua pihak yang ikut membantu menyelesaikan penulisan tugas akhir ini. Sehingga, penulisan tugas akhir selaiakan dengan baik dan tepat waktu.

VI. DAFTAR PUSTAKA

- [1] Fadliansyah, Sundari , Y. S., & Saputra, Z. (2016). *Studi Optimasi Embung Rawasari Untuk Kebutuhan Air Bersih Kecamatan Tarakan Barat Kota Tarakan*.
- [2] Hadisusanto, N. (2010). *Aplikasi Hidrologi*. Malang: Jogja Mediautama.
- [3] hafni. (2012). *proses Pengolahan Air Bersih Pada PDAM Padang*
- [4] Hanggara, I., & Irvani, H. (2017). *Kajian Konservasi Air Hujan Desa Putukrejo Sebagai Upaya Mengatasi Kekeringan*. Jurnal Rekaya Teknik Sipil Universitas Madura.
- [5] Lungsari, D. (2017). *Analisis Hidrologi Dan Optimasi Tampungan Embung Bangket Lamem Di Dusun Teluk Kateng Kecamatan Pujket Kabupaten Lombok Tengah*. Mataram: Universitas Mataram.
- [6] Makawimbang, A. F., Tanudjaja, L., & Wuisan, E. M. (2017). *Perencanaan Sistem Penyediaan Air Bersih Di Desa Soyowan Kecamatan Rataotok Kabupaten Minahasa Tenggara*. Sipil Statik.
- [7] Nuramini, T. M. (2017). *Studi Optimasi Pola Pengoprasian Waduk Bajul Mati*. Surabaya: Institut Teknologi Sepuluh Nopember.
- [8] Pos, j. (2015, Juni 28). Diambil kembali dari Jawa Pos Radar Mojokerto: www2.jawapos.com
- [9] Said, N. I., & Wahjono, H. D. (1999). *Teknologi Pengolahan Air Bersih Dengan Proses Saringan Pasir Lambat "Up Flow"*.
- [10] SNI. (2008). *Badan Standar Nasional Paten No. 3981*.
- [11] Subekti, P., Ariyanto, A., & Simamora, F. Y. (2012). *Perencanaan Instalasi Pengolahan Air Bersih Dengan Saringan Pasir Lambat "Up Flow" Di kampus Universitas Pasir Pangaraian Kabupaten Rokan Hulu Propinsi Riau*. JURNAL APTEK.