

# Perancangan dan Modifikasi Roughing Filter – Aerasi sebagai Unit Pengolahan Air Kolam di Wisata Kampoeng Sawah Zwageri Borneo

Dwi Ermawati Rahayu<sup>1\*</sup>, Ika Meicahayanti<sup>1</sup>, Yudi Sukmono<sup>2</sup>, Agus Winarno<sup>3</sup>, Fernando Pratama<sup>1</sup>, Farandhika Rinno Adzuari<sup>1</sup>, dan M. Aqsha<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Program Studi Teknik Lingkungan, Fakultas Teknik Universitas Mulawarman; e-mail: [dwiermarahayu@gmail.com](mailto:dwiermarahayu@gmail.com)

<sup>2</sup>Program Studi Teknik Industri, Fakultas Teknik Universitas Mulawarman

<sup>3</sup>Program Studi Teknik Pertambangan, Fakultas Teknik Universitas Mulawarman

## ABSTRAK

Air bersih merupakan salah satu sarana prasarana yang mutlak diperlukan bagi pengembangan kawasan wisata termasuk agrowisata yang akan dikembangkan di Kampung sawah Zwageri Borneo Desa Manunggal Jaya Kabupaten Kutai Kartanegara. Ketersediaan air baku dengan volume yang memadai telah tersedia berupa kolam bekas galian tambang batubara. Diperlukan perencanaan unit pengolahan air yang mudah dalam aplikasi dan operasionalnya sesuai kriteria desain yang ada. Teknologi yang terpilih sesuai dengan karakteristik air bakunya yaitu kekeruhan dan Fe yang melebihi baku mutu adalah unit horizontal roughing filter dan unit tray aerasi. Berdasarkan analisis rata-rata kebutuhan air sebesar 33.339,4285 liter/hari maka direncanakan unit IPA yang akan dioperasikan selama 12jam/hari dengan debit 46,3812 L/menit. Perhitungan unit rouging filter dan tray aerasi dengan menggunakan debit tersebut diperoleh dimensi unit horizontal roughing filter dengan panjang kompartemen 1 :2:3 yaitu 3m:2m:1,2m dengan lebar 1,5m dan kedalaman 1,5m. Media yang bisa digunakan sesuai karakteristik lokal adalah koral, arang kayu ulin dan ijuk. Sedangkan hasil perancangan tray aerasi menghasilkan dimensi panjang 2m lebar 1m. Tray bertingkat sebanyak 4 tingkat dengan ketinggian total 2,4m dengan jarak antar tray 60cm. Lubang tray dengan diameter 0,5mm sebanyak 5898 lubang per tray. Untuk menghemat lahan maka dilakukan modifikasi dengan penempatan unut tray diatas kompartemen ke2 horizontal roughing filter yang berukuran lebar 2m. Lebar kompartemen ini sesuai panjang tray dan masih memungkinkan lubang bagi pembersihan kompartemen ke2. Teknologi ini sesuai diaplikasikan untuk unit pengolahan air skala kecil di pedesaan.

**Kata kunci:** aerasi, desain, *roughing filter*, pengolahan air, pokdarwis,

## ABSTRACT

The clean water infrastructure for developing tourist areas includes agrotourism in the Kampoeng Sawah Zwageri Borneo, Manunggal Jaya Village, Kutai Kartanegara Regency. The availability of raw water in sufficient volume is available in the form of ex-coal mine excavation ponds. A simple Water Treatment Technology unit is necessary to apply and operate according to existing design criteria. The technologies chosen according to the characteristics of the raw water, namely turbidity and Fe that exceed the quality standards, are horizontal roughing filter units and tray aeration units. Based on the analysis of the average water requirement of 33,339.4285 liters/day, it is planned that the WTP unit will be operated for 12 hours/day with a discharge of 46.3812 L/minute. The horizontal roughing filter unit's compartment is 3m:2m:1.2m with a width of 1.5m and a depth of 1.5m. Media that can be used according to local characteristics are coral, ironwood charcoal, and palm fiber. The multiple tray aeration design results produce 2m long and 1m wide dimensions. The tray has four levels with a total height of 2.4m with a distance between trays of 60cm. Tray holes with a diameter of 0.5mm are 5898 holes per tray. The modification was made by placing the bottom tray above the second compartment of the horizontal roughing filter, which is 2m wide. The width of this compartment matches the length of the tray and still allows a hole for cleaning the second compartment. This technology suits small-scale water treatment units in villages or remote areas.

**Keywords:** aeration, design, horizontal roughing filter, water treatment, pokdarwis

**Citation:** Rahayu, D. E., Meicahayanti, I., Sukmono, Y., Winarno, A., Pratama, F., Adzuari, F. R., dan Aqsha, M. (2024). Perancangan dan Modifikasi Roughing Filter – Aerasi sebagai Unit Pengolahan Air Kolam di Wisata Kampoeng Sawah Zwageri Borneo. *Jurnal Ilmu Lingkungan*, 22(5), 1299-1307, doi:10.14710/jil.22.5.1299-1307

1. PENDAHULUAN

Pembentukan kelompok Sadar Wisata (Pokdarwis) Kampoeng Wisata Sawah yang diberi nama “Zwageri Borneo” merupakan upaya meningkatkan kesadaran masyarakat tentang peran penting pariwisata dalam pembangunan desa kawasan secara luas dan berkesinambungan. Pokdarwis ini berada di Desa Manunggal Jaya yang merupakan ibukota Kecamatan Tenggarong Seberang Kabupaten Kutai Kartanegara. Desa ini merupakan salah satu desa eks transmigrasi tahun 1980an yang berasal dari beberapa desa di Jawa dan Nusa Tenggara Barat. Saat ini, jumlah penduduk desa 3.818 jiwa, dengan mata pencaharian sebanyak 15,6% merupakan karyawan swasta, 10,7% sebagai wiraswasta dan 5,1% sebagai petani atau pekebun. Secara geografis, di wilayah desa seluas 261,02 ha terdapat lahan pertanian (23,5%), pemukiman (11%) dan hutan rakyat (23,3%) (Anonim, 2023).

Kampung sawah Zwageri Borneo merupakan kawasan wisata berbasis agrowisata sehingga ketersediaan sarana dan prasarana yang mendukung menjadi hal yang mutlak. Prasarana tersebut terdiri dari prasarana umum seperti air bersih, listrik dan jalan, fasilitas kesehatan serta prasarana penunjang lainnya seperti homestay, hotel, dll (Kurniawan, 2017)(Suwanto, 2004) dalam (Retno Trimurtiningrum & Saves, 2022) (Ferdy et al., 2022), (Wahab, 1997 dalam (Grehastuti et al., 2022)). Saai ini di area agrowisata yang direncanakan pokdarwis Kampoeng Sawah Zwageri Borneo memiliki permasalahan terkait sarana penyediaan air bersih untuk keperluan MCK, lapak lapak UMKM, dll. Terdapat sumber air baku yang dibutuhkan yang berasal dari kolam yang awalnya direncanakan untuk pembuangan di area tambang batubara namun tidak jadi dipergunakan untuk aktivitas tambang. Fluktuasi kuantitas air baku ini ketika musim kemarau dan penghujan cukup memadai untuk keperluan wisata. Sedangkan uji kualitas air baku sebagaimana Tabel 1 yang berdasarkan PERMENKES No.2 Tahun 2023, maka parameter Fe, Mn dan kekeruhan berada diatas baku sehingga perlu diturunkan dengan unit pengolahan.

Penentuan teknologi pengolahan air didasarkan pada kualitas air baku yang digunakan. Rouging filter (RF) merupakan unit pengolahan fisik yang berfungsi untuk menurunkan partikel penyebab kekeruhan (Wegelin, 1986). Unit ini cocok diterapkan pada air baku dengan tingkat kekeruhan sedang. RF mampu menurunkan tipe non-settleable colloidal (< 1µm) dan partikel kecil supracolloidal (< 10µm) (Losleben, 2000). Terdapat dua tipe roughing filter yaitu vertikal roughing filter dan horisontal roughing filter dengan arah aliran upflow maupun downflow. Unit horisontal roughing filter (HRF) mempunyai efektifitas yang lebih tinggi dibanding tipe vertikal roughing filter (Nkwonta, 2010) (Ochieng & Otieno, 2006) (Setyobudiarso et al., 2022). Media yang digunakan umumnya gravel (batu) dengan berbagai ukuran (semakin kecil di kompartemen berikutnya) atau media pasir kasar (Setyobudiarso et al., 2022) (Ochieng & Otieno, 2006) (Nkwonta, 2010) (Nkwonta & Ochieng, 2009), Media lain yang digunakan adalah cangkang kerang dan batu apung (Setyobudiarso et al., 2022) pecahan bata merah (Sarwono et al., 2017) yang menyesuaikan ketersediaan media lokal. Kerikil granit pada HRF mampu menurunkan kekeruhan tinggi (>300NTU) dengan efisiensi 76%-84% (Losleben, 2000).

Pengolahan air yang mengandung besi dapat dilakukan dengan aerasi, filtrasi, atau dengan penambahan bahan kimia. Kombinasi antara aerasi dan filtrasi juga dapat dilakukan (Masduqi & Assomadi, 2019). Berdasarkan prinsip kerjanya, aerasi dapat dibagi menjadi dua klasifikasi, yaitu *waterfall aeration* dan *injection aeration*. *Waterfall aeration* atau aerasi terjun merupakan metode aerasi yang dilakukan dengan membuat air jatuh dari ketinggian tertentu, yang menyerupai air terjun. Contoh metode aerasi ini adalah cascade, dan multiple tray aerator. *Injection aeration* atau aerasi injeksi dilakukan dengan menginjeksikan gas ke dalam air secara langsung. Udara atau gas diinjeksikan ke dalam air dengan tekanan tertentu sehingga akan tercipta gelembung-gelembung dalam air. Pada saat aerasi terjadi proses transfer oksigen dari fase gas menjadi fase cair yang menyebabkan terjadinya proses oksidasi sehingga Fe dan Mn terlarut menjadi terendap. Aerasi juga bisa melepaskan gas karbon dioksida ataupun hidrogen sulfida (Masduqi & Assomadi, 2019) (Reynolds, 1996). Aerasi dapat digunakan untuk menghilangkan senyawa organik pada air permukaan atau air tanah. Aerasi juga efektif untuk menurunkan besi yang menyebabkan air berwarna kuning, berbau seperti karat, terasa licin saat digunakan untuk mandi dan meninggalkan bekas karat di peralatan dapur, memberikan noda kuning dilantai dan bak mandi (Bangun et al., 2022).

*Multiple tray aerator* merupakan jenis aerator yang terdiri dari beberapa nampan atau tray berlubang. Air yang melewati tray akan masuk ke dalam lubang dan jatuh ke bawah hingga beberapa tingkat dan berakhir di bak penampungan yang terletak di bagian bawah (Abshar et al., 2023). Transfer gas

Tabel 1. Uji Kualitas Air Baku Kolam

Lokasi	Parameter				
	Kekeruhan	pH	Fe	Mn	Zat Organik
Titik 1 (permukaan)	7,65	7,54	0,7	0,1	18
Titik 2 (kedalaman 2 - 2,5m)	20,6	7,65	0,8	0,3	20
Titik 3 (kedalaman >3m)	24,7	7,65	1	0,1	21
Baku mutu <sup>a)</sup>	5	6,5 -8,5	1	0,5	10
Baku mutu <sup>b)</sup>	<3	6,5 -8,5	0,2	0,1	
Satuan	NTU	-	mg/L	mg/L	mg/L

<sup>a)</sup>Berdasarkan PERMENKES No.32 Tahun 2017

<sup>b)</sup>Berdasarkan PERMENKES No.2 Tahun 2023

pada tray aerator berlangsung secara alami yang dipengaruhi oleh luas permukaan, jarak antar tray yang memberikan pengaruh terhadap ketinggian total menara dan debit air dan debit udara (Putri & Mirwan, 2020). Jumlah tray aerator mempengaruhi efektifitas penurunan parameter Fe dan Mn, sebagaimana penelitian (Bambang Purnama et al., 2023) dengan efisiensi mencapai 79,7 dengan 7 tray, penelitian (Putri & Mirwan, 2020) dengan tray 4 tingkat diperoleh penurunan Fe sebesar 83,9%.

Pemilihan unit HRF dan multiple tray aerasi sesuai untuk menurunkan konsentrasi parameter kekeruhan, zat organik, Fe, dan Mn dari air baku kolam bekas tambang di Kampong Sawah. Teknologi HRF dipilih sesuai dengan konsentrasi kekeruhan air baku yang tidak tinggi. Tipe aerasi yang dipilih karena tidak memerlukan lahan luas dan sesuai dengan kapasitas pengolahan kecil-sedang (Arifiani & Hadiwidodo, 2007). Penelitian ini bertujuan untuk merancang dan memodifikasi desain unit pengolahan air bersih dengan kombinasi teknologi HRF-multiple tray aerasi yang akan dibangun di Kampong sawah Zwageri Borneo Desa Manunggal Jaya.

## 2. METODE PENELITIAN

### 2.1. Menghitung Kebutuhan Air Bersih

Kebutuhan air bersih oleh Pokdarwis Kampung Sawah Zwageri untuk area wisata dan masyarakat yang tinggal di kampung sawah. Kebutuhan air bersih tersebut meliputi kebutuhan domestik dan nondomestik. Data diperoleh dari hasil diskusi dengan masyarakat dan pengurus pokdarwis zwageri borneo. Selanjutnya data tersebut dianalisis dengan mengacu pada tabel kriteria kebutuhan air bersih

Direktorat Jendral Cipta Karya, Departemen Pekerjaan Umum, 1996 (Masduqi & Assomadi, 2019).

### 2.2. Kriteria Desain

Kriteria desain digunakan sebagai dasar desain perencanaan unit HRF dan multiple tray aerasi sebagaimana Tabel 2 dan Tabel 3.

### 2.3. Perhitungan

Perhitungan desain unit HRF dan multiple tray aerasi dengan menggunakan persamaan berikut:

Persamaan HRF

$$\text{Luas penampang (A)} = \frac{Q}{V_R} \dots\dots\dots (1)$$

Keterangan

Q = debit (m<sup>3</sup>/s)

A = luas penampang (m<sup>2</sup>)

V<sub>R</sub> = kecepatan filtrasi m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup>.jam

Persamaan multiple tray aerasi

$$A = \text{Luas} \times Q \dots\dots\dots (2)$$

$$\text{Jumlah Lubang (N)} = \frac{\text{Luas lubang total}}{\text{Luas tiap lubang}} \dots\dots\dots (3)$$

$$\text{Panjang tray (Lt)} = (N_L \times d) + ((N_L + 1)y) \dots\dots\dots (4)$$

$$\text{Panjang tray (Bt)} = (N_B \times d) = ((N_B + 1)y) \dots\dots (5)$$

$$\text{Luas tray} = P \times L \dots\dots\dots (6)$$

Keterangan:

Q = debit (m<sup>3</sup>/s)

A = luas lubang total (m<sup>2</sup>)

Luas = 50 - 160 m<sup>2</sup>/m<sup>3</sup>.s

N<sub>L</sub> = jumlah lubang pada sisi panjang

N<sub>B</sub> = jumlah lubang pada sisi lebar

N = jumlah lubang

y = jarak antar lubang

d = diameter lubang

**Tabel 2.** Kriteria Desain Horizontal Roughing Filter

Efisiensi Penyisihan kekeruhan	>90%	
Penyisihan besi mangan	72 - 85%	
Kecepatan filtrasi	0,3 - 1,5 m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup> .jam (Semakin besar jika konsentrasi padatan semakin kecil)	
Perbandingan kompartemen	3 : 2 : 1	
Kompartemen I	2 - 5m,	media kasar 16 - 25 mm media sedang 12 - 18 mm media halus 8 - 12 mm
Kompartemen II	2 - 4 m	media kasar 12 - 18 mm media sedang 8 - 12 mm media halus 4 - 8 mm
Kompartemen III	1 - 3 m	media kasar 8 - 12 mm media sedang 4 - 8 mm media halus 2 - 4 mm
Ketebalan media	50 - 75 cm	
Alternatif media	Kerikil, pecahan batu, bata, genting, keramik, modul plastik, batu apung, kulit kerang, arang, ijuk, sabut kelapa (sabut kelapa perlu perlakuan awal karena dapat berpengaruh terhadap kualitas air)	
Lebar	1 - 4 (maksimal) 5 m	
Kedalaman	1 - 1,5m	
Rasio p : l	6 : 1	

Sumber : (Wegelin, 1986) (Nkwonta, 2010)(Nkwonta & Ochieng, 2009)

**Tabel 3.** Kriteria Desain Multiple Tray Aerasi

Penyisihan CO <sub>2</sub>	>90%	(Qasim, 2000)
Kebutuhan udara	7,5 m <sup>3</sup> /m <sup>3</sup> air	(Qasim, 2000)
Jarak antar tray	30 - 75 cm	(Qasim, 2000)
	20 - 75 cm	(AWWA & ASCE, 1990)
Q	50 - 75 m <sup>3</sup> /hari	(AWWA & ASCE, 1990)
Luas	50 - 160 m <sup>2</sup> /m <sup>3</sup> .detik	(Qasim, 2000)

**Tabel 4.** Analisis Kebutuhan Air Bersih di Kampung Sawah Zwageri Borneo

Kebutuhan air	Volume/hr	Keterangan
A. Kebutuhan air domestik	18.200	Jumlah 28 KK x 130 lt/org/hr x 5 org/kk
B. Kebutuhan air lapak jualan	1.000	50 lapak
C. Kebutuhan air bedengan	440	22 bedengan
D. Kebutuhan toilet umum	1.000	100 pengunjung
E. Kebutuhan air kolam ikan	5.142,85	Pergantian air per 14 hari
Total kebutuhan air (lt/hari)	27.782,85714	
Asumsi kebocoran 20%	5.556,5714	
Qrata-rata (lt/hari)	33.339,4285	
Qhm	34,728 liter/menit	Faktor pengali 1,5
Qjp	48,3812 L/menit	Faktor pengali 2
Debit operasi	46,3812 L/menit	Waktu 12 jam/hari

Sumber data dari hasil perhitungan

### 2.4. Evaluasi Perencanaan

Evaluasi terhadap desain yang dibuat perlu dilakukan untuk memastikan kriterianya telah sesuai antara perhitungan dengan desain terbangun. Metode evaluasi dilakukan dengan membandingkan hasil perhitungan dan desain terbangun dengan kriteria desain yang ada.

## 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

### 3.1. Kebutuhan Air Bersih

Identifikasi kebutuhan air bersih masyarakat di kampoeng sawah Zwageri Borneo berdasarkan berdasarkan hasil FGD dengan anggota pokdarwis yang meliputi kebutuhan domestik, non domestik dan kebutuhan wisata sebagaimana Tabel 4. Selain itu juga mempertimbangkan kapasitas air kolam sebagai air baku. Kebutuhan air domestik adalah berasal dari kebutuhan air harian untuk 28 KK yang tinggal di area Kampoeng Sawah. Asumsi kebutuhan air harian adalah 130lt/org/hr merujuk pada standar kebutuhan air bersih untuk kota kecil (jumlah penduduk 10.000 – 100.000 jiwa) (Peraturan Menteri Pekerjaan Umum, No.18/PRT/M/2007, n.d.). Sedangkan kebutuhan air domestic merupakan kebutuhan air untuk kegiatan di area ekowisata yang direncanakan di Kampoeng sawah yang meliputi kegiatan lapak penjualan hasil pertanian, makanan, minuman, kebutuhan air untuk toilet umum, kebutuhan air untuk kolam pemeliharaan ikan lele dan nila serta kebutuhan air untuk penyiraman bibit tanaman buah. Kebutuhan air untuk lapak jualan sebesar 1.000 lt/hari dengan ukuran lapak direncanakan 2 x 2 m dengan kebutuhan air 5lt/m<sup>2</sup>/hr (SNI 03-7065-2005 Tata Cara Perencanaan Sistem Plambing, 2005). Kebutuhan air untuk bedengan penyiraman bibit buah yang direncanakan sebanyak 22 bedengan dengan kebutuhan air 20 lt/hr/bedengan dengan asumsi kebutuhan air penyiraman tanaman 20lt/10m<sup>2</sup> area tanaman (Handayani, 2011). Kebutuhan air untuk kolam ikan menyesuaikan dengan volume kolam yang ada yaitu p x l x t = 15 x 6 x 1 m dengan pergantian air setiap 14 hari. kebutuhan air untuk sarana ibadah (mushola) berdasarkan Kriteria Perencanaan Ditjen Cipta Karya Dinas PU Tahun 1996 menyatakan bahwa kebutuhan air untuk mushola sebesar 2000 liter/unit/hari (Rana et al., 2021). Sehingga total kebutuhan air bersih rata rata dari kebutuhan

domestik dan non domestik dengan asumsi kebocoran air 20% sebesar 33,34 m<sup>3</sup>/hari.

### 3.2. Perencanaan Desain

Hasil perhitungan desain pengolahan air sesuai kriteria desain pada Tabel 2 dan Tabel 3 menggunakan persamaan 1 – 6 sebagaimana perhitungan berikut:

Perhitungan unit HRF

$$\begin{aligned} \text{Debit (Q)} &= 2.778,286 \text{ L/jam} \\ &= 2,778 \text{ m}^3/\text{jam} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Luas penampang (A)} &= \frac{Q}{VR} \\ &= \frac{2,778 \text{ m}^3/\text{jam}}{0,3 \text{ m/jam}} \\ &= 9,26 \text{ m}^2 \\ &= 9,3 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

Jika direncanakan lebar HRF 1,5 m maka panjang kompartemen:

$$\text{Panjang} = \frac{A}{L} = \frac{9,3 \text{ m}^2}{1,5 \text{ m}} = 6,2 \text{ m}$$

Perbandingan Kompartemen = 3 : 2 : 1, maka

Panjang kompartemen 1 = 3 m

Panjang kompartemen 2 = 2 m

Panjang kompartemen 3 = 1,2 m

Kedalaman direncanakan 1,2 m+ freeboard 0,3 = 1,5m

Perhitungan unit multiple tray aerasi

$$\begin{aligned} Q &= 2778,2860 \text{ L/jam} \\ &= 0,7717 \text{ L/s} = 0,0007717 \text{ m}^3/\text{s} \end{aligned}$$

Luas Lubang total tiap tray:

$$\begin{aligned} \text{Luas Lubang Total} &= L \times Q \\ &= 150 \text{ m}^2/\text{m}^3/\text{detik} \times 0,0007717 \\ &\quad \text{m}^3/\text{s} \\ &= 0,115755 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

Jumlah lubang tiap tray

$$\text{Jumlah lubang (n)} = \frac{\text{Luas lubang total}}{\text{Luas tiap lubang}}$$

$$\begin{aligned} \text{Jumlah Lubang (n)} &= \frac{0,115755 \text{ m}^2}{\frac{1}{4} \times 3,14 \times (0,006 \text{ m})^2} \\ &= \frac{0,115755 \text{ m}^2}{0,0002826 \text{ m}^2} \\ &= 4.096,072 \approx 4.096 \text{ lubang} \end{aligned}$$

∑ lubang pada nL (panjang) dan nB (lebar)

Digunakan asumsi panjang = 2 kali lebar

Maka,  $n = nL \times nB$

$= 2nB \times nB$

4.096 =  $2nB \times nB$

4.096 =  $2nB^2$

$nB = \sqrt{\frac{4.096}{2}}$

= 45,25 ≈ 45 lubang

$nL = 2nB$

= 2 × 45,25 lubang

= 90,51 ≈ 91 lubang

D = 0,006 m

y = 0,015 m (jarak antar lubang di sisi panjang)

$nL = 91$  lubang

Panjang =  $(91 \times 0,006) + ((91 + 1) \times 0,015)$

= (0,545) + (1,38)

= 1,9 m + 0,1 (penutup kanan kiri tray)

= 2,0 m

D = 0,005 m

y = 0,015 m (jarak antar lubang sisi lebar)

$nL = 45$  lubang

Panjang =  $(45 \times 0,006) + ((45 + 1) \times 0,015)$

= (0,27) + (0,69)

= 0,96m ≈ 1 meter

### 3.3. Hasil Perencanaan

Berdasarkan perhitungan desain IPA yang direncanakan dengan kapasitas operasi 46,38 lt/menit, diperoleh dimensi unit HRF dan multiple tray aerasi sebagaimana Tabel 5. Dengan dimensi unit IPA

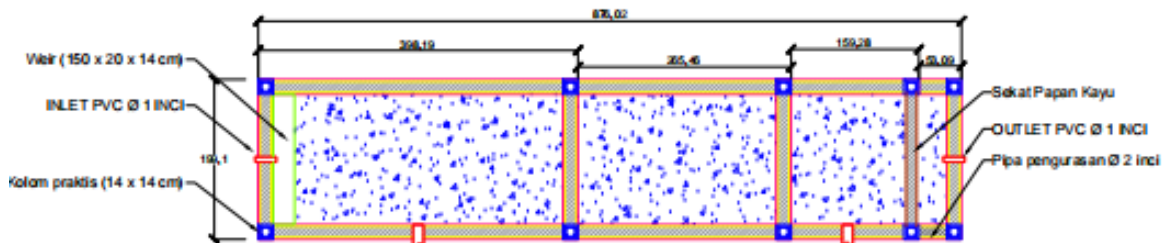
tersebut dibuat gambar kerja untuk memudahkan dalam pelaksanaan pembangunan.

**Tabel 5.** Dimensi Unit Pengolahan Air

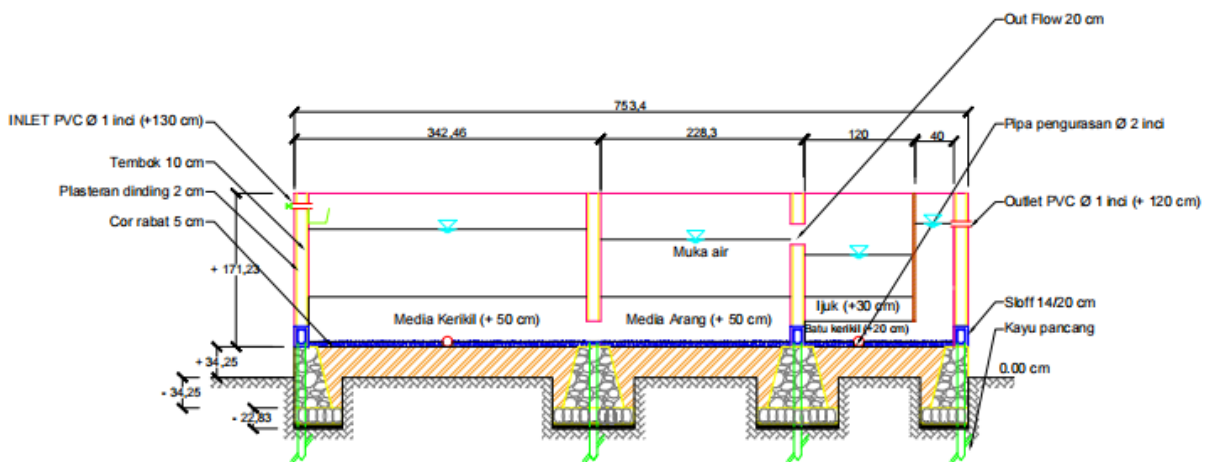
Unit	Dimensi		
	Panjang	Lebar	Kedalaman
Roughing Filter			
- Kompartemen I	3 m	1,5 m	1,5 m
- Kompartemen II	2 m		
- Kompartemen III	1,2 m		
Tray Aerasi	2 m	1 m	60 cm (filter tray)
- Jumlah lubang	109	55	
- Jumlah lubang total	5.898 lubang/tray		
- Diameter lubang	0,5 cm		
- Jumlah tray	4 tingkat		
- Jarak antar tray	60 cm		

Sumber data dari hasil perhitungan

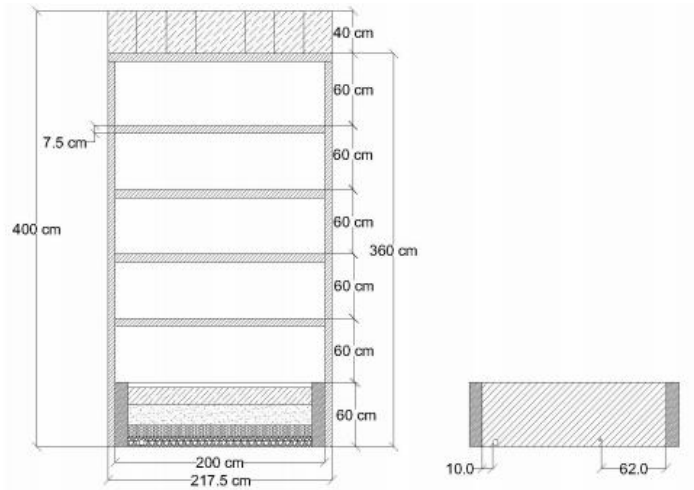
Berdasarkan dimensi unit HRF dan multiple tray aerasi tersebut selanjutnya dibuat gambar desain sebagaimana Gambar 1 -4. Gambar 1 menunjukkan gambar atas HRF yang terdiri dari tiga kompartemen dengan ukuran kompartemen 1 lebih besar dibandingkan kompartemen 2 dan 3. Gambar merupakan gambar potongan melintang HRF dilengkapi dengan pondasi. Gambar 3 dan 4 merupakan gambar potongan multiple tray aerasi yang dilengkapi dengan filter pada outletnya. Dua unit HRF dan multiple tray aerasi digabungkan dalam satu rangkaian untuk mengurangi luasan penggunaan lahan.



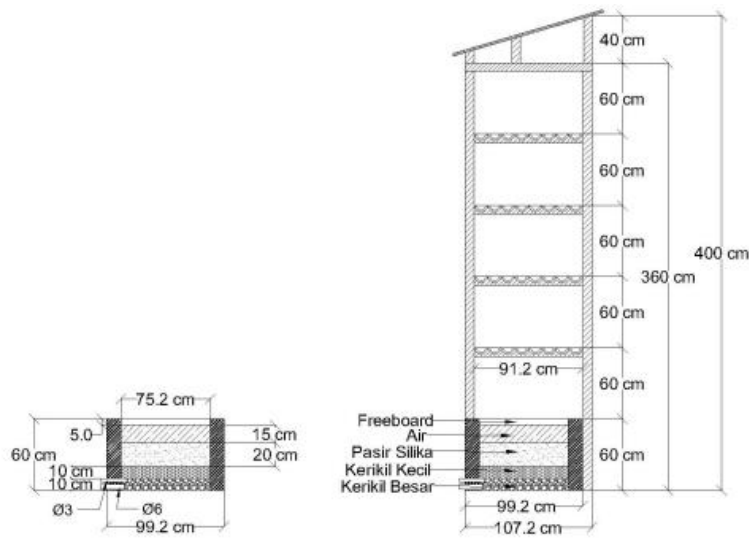
**Gambar 1.** Gambar Horizontal Roughing Filter Tampak Atas



**Gambar 2.** Gambar Potongan Melintang Horizontal Roughing Filter



Gambar 3. Gambar Melintang Multiple Tray Aerasi



Gambar 4. Gambar Potongan Multiple Tray Aerasi

Desain yang telah dibuat dan dibangun menjadi IPA kemudian dievaluasi kesesuaiannya setelah dioperasikan dengan kriteria desain yang ada. Hasil evaluasi sebagaimana Tabel 6, yang menunjukkan bahwa sebagian besar kriteria desain telah terpenuhi pada IPA terbangun tersebut. Kriteria desain yang tidak terpenuhi adalah kapasitas pompa dan kecepatan filtrasi pada unit HRF. Hal ini dapat dilakukan perbaikan dengan menyesuaikan debit pompa yang digunakan sesuai dengan debit yang direncanakan. Apabila debit pompa diperbesar maka kecepatan filtrasi akan menyesuaikan sehingga berada pada nilai kecepatan filtrasi sesuai desain yaitu 0,3 - 1,5 m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup>.jam.

Tray aerasi ini merupakan unit aerasi bertingkat yang bertujuan untuk meningkatkan koefisien transfer oksigen ke dalam air sehingga mampu menurunkan parameter zat organik, Fe dan Mn (Joko & Rachmawati, 2016) (Abuzar et al., 2012) (Roy et al., 2020). Pada bawah tray dapat ditambahkan media zeolite, karbon aktif maupun batu kapur maupun filter pasir cepat menyesuaikan karakteristik air bakunya (Arifiani & Hadiwidodo, 2007) (Joko & Rachmawati, 2016) (Santi & Astuti, 2021). Namun dalam desain ini

ditambahkan pasir silika sebagai filter setelah proses aerasi. Pasir silika merupakan bahan yang dihasilkan dari pelapukan batuan yang terbukti efektif sebagai filter untuk menurunkan parameter kekeruhan, kesadahan, pH dan Fe (Utari et al., 2022). Meskipun tipe multiple tray aerasi yang dipilih karena tidak membutuhkan lahan yang luas dan sesuai untuk kapasitas pengolahan kecil - sedang (Arifiani & Hadiwidodo, 2007), namun karena terdapat unit HRF maka dilakukan modifikasi untuk mengurangi kebutuhan luas lahan. Modifikasi yang dilakukan adalah dengan menempatkan unit aerasi di bagian atas unit HRF sebagaimana Gambar 5.

Modifikasi juga dilakukan pada unit HRF, yang biasanya secara konvensional alirannya horisontal (Wegelin, 1986), pada desain ini digunakan kombinasi aliran *upflow* dan *downflow*. Aliran *upflow* terbukti efektif menurunkan kekeruhan, Fe, Mn, menghindari kebuntuan serta memudahkan proses pembersihan (Cahyana et al., 2021) (Pakasi, 2019) (Herlambang & Said, 200 C.E.). Namun system aliran *upflow* memerlukan tekanan yang cukup dalam operasionalnya. Sehingga dalam desain ini digunakan kombinasi aliran *upflow* dan *dow flow*.

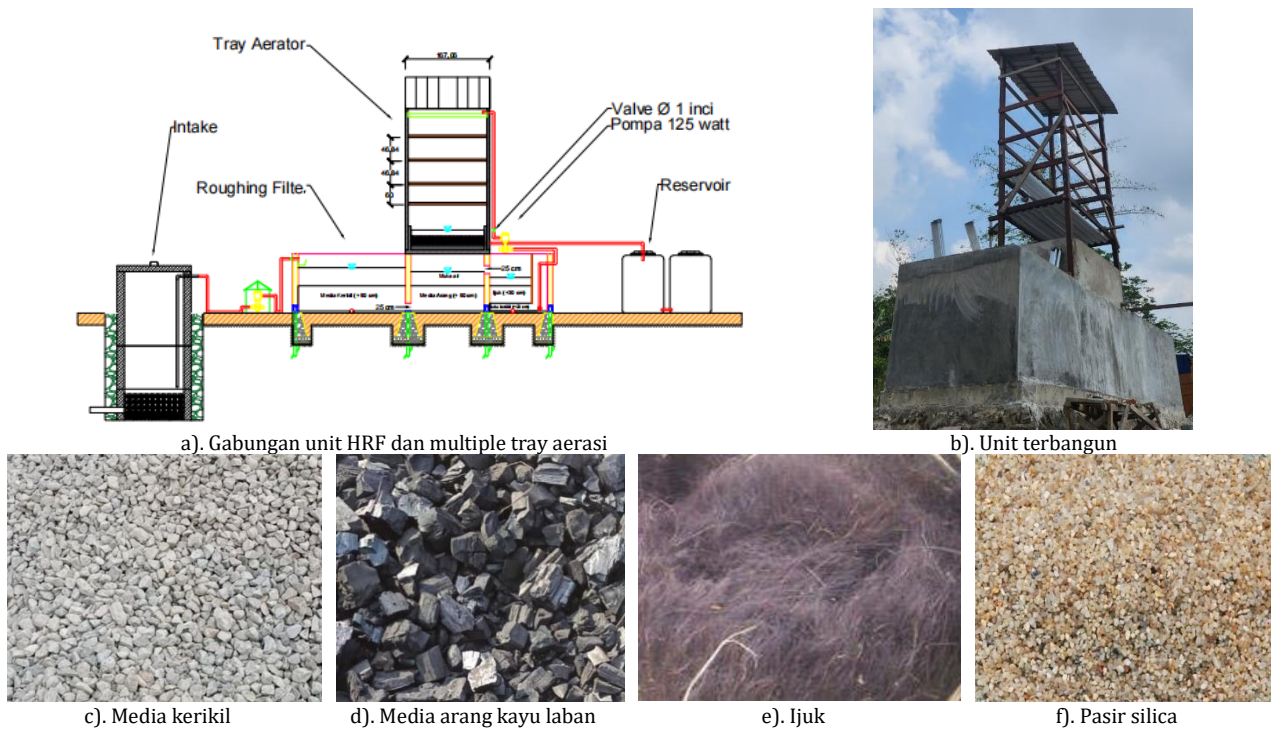


Media yang digunakan pada roughing filter umumnya adalah gravel (batu) dengan berbagai ukuran (semakin kecil di kompartemen berikutnya) atau media pasir kasar (Setyobudiarso et al., 2022)(Ochieng & Otieno, 2006)(Nkwonta, 2010)(Nkwonta & Ochieng, 2009) (Utari et al., 2022). Media lain yang digunakan adalah cangkang kerang dan batu apung (Setyobudiarso et al., 2022) pecahan bata merah (Sarwono et al., 2017) yang menyesuaikan ketersediaan media lokal. Media yang digunakan pada unit HRF terbangun ini adalah batu koral pada kompartemen 1, arang kayu laban pada kompartemen 2 dan ijuk pada kompartemen 3. Penggunaan arang kayu laban karena jenis arang yang berasal dari kayu jenis pohon laban (*Vitex pubescens Vahl*) yang banyak

terdapat di pasaran karena mempunyai nilai kalor yang tinggi jika digunakan pada proses pembakaran (Kahariyadi et al., 2015). Arang merupakan media padat yang mengandung karbon dengan permukaan berongga sehingga dapat berfungsi sebagai filter (Samlawi & Sajali, 2021). Penggunaan ijuk pada kompartemen 3 berfungsi menyaring padatan halus dari yang lolos dari kompartemen sebelumnya dan meratakan aliran air. Ijuk merupakan serabut hitam dan keras yang merupakan pelindung pangkal pelepah daun enau atau aren (Hadi et al., 2022). Filter dengan media ijuk cukup efektif dalam menurunkan 60% parameter TSS dan 73% parameter kekeruhan (Rizki, 2021).

**Tabel 6.** Evaluasi Desain Unit IPA

Item Evaluasi	Kriteria Desain	Perhitungan	Pengukuran	Hasil Evaluasi
<b>Unit Horizontal Roughing Filter</b>				
Kapasitas Pompa HRF :	(10-20%)> kapasitas olahan	0,77 l/det	0,45	Tidak sesuai
Kecepatan filtrasi	0,3 - 1,5 m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup> .jam	0,3 m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup> .jam	0,266 m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup> .jam	Tidak sesuai
Rasio kompartemen	3 : 2 : 1			
Panjang kompartemen I	2 - 5 m	3 m	3 m	Sesuai
Panjang kompartemen II	2 - 4 m	2 m	2 m	Sesuai
Panjang kompartemen III	1 - 3 m	1,2	1,2 m	Sesuai
Ketebalan media	50 - 75 cm	50 cm	50 cm	Sesuai
Ukuran media :				
Kompartemen I	16 - 25 mm	20 - 25 mm		
Kompartemen II	12 - 18 mm	15 - 20 mm		
Kompartemen III	8 - 12 mm			
Rasio p ; l	6 : 1	6,2 : 1,5	6,2 : 1,5	Sesuai
Kedalaman lebar	1 - 1,5 m	1,2 m	1,2 m	Sesuai
	1 - 4m	1,5 m	1,5 m	Sesuai
<b>Unit Tray Aerasi</b>				
Jarak antar tray	20 - 75 cm	60 cm	60 cm	Sesuai
Q	50 - 75 m <sup>3</sup> /hari	66,72 m <sup>3</sup> /hari	47,52 m <sup>3</sup> /hr	Sesuai
Luas	50 - 160 m <sup>2</sup> /m <sup>3</sup> .detik	150 m <sup>2</sup> /m <sup>3</sup> .detik	133,3 m <sup>2</sup> /m <sup>3</sup> .detik	Sesuai



**Gambar 5.** Unit Pengolahan Air dan Media yang Digunakan

#### 4. KESIMPULAN

Berdasarkan kebutuhan air bersih masyarakat kampoeng sawah sebesar 33,34 m<sup>3</sup>/hari maka unit teknologi pengolahan air skala kecil yang sesuai dengan kondisi masyarakat pedesaan adalah kombinasi unit HRF-multiple tray aerasi. Dimensi unit HRF dengan p x l x h yaitu 6,2 m x 1,5 m x 1,5 m dengan unit multiple tray aerasi p x l x h yaitu 2 m x 1 m x 3 m dilengkapi dengan unit filter pasir silika.

#### UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih kepada Direktorat Riset, Teknologi, dan Pengabdian kepada Masyarakat, Direktorat Jenderal Pendidikan Tinggi, Riset, dan Teknologi yang telah memberikan pendanaan kegiatan ini dengan kontrak Nomor 514/UN17.L1/HK/2023.

#### DAFTAR PUSTAKA

Abuzar, S. S., Putra, Y. D., & Emargi, R. E. (2012). Koefisien Tranfer Gas (KLa) Pada Proses Aerasi Menggunakan Tray Aerator Bertingkat 5 (Lima). *Teknik Lingkungan UNAND*, 9(2), 155–163. <http://lingkungan.ft.unand.ac.id/images/fileTL/Dampak9-2/8-Suarni S Abuzar.pdf>

Anonim. (2023). *Profil Desa Manunggal Jaya Kabupaten Kutai Kartanegara*. <https://manunggaljaya-tenggarongseberang.desa.id/>

Arifiani, N. F., & Hadiwidodo, M. (2007). Evaluasi Desain Instalasi Pengolahan Air PDAM Ibukota Kecamatan Prambanan Kabupaten Klaten. *Presipitasi*, 3(2), 78–85.

AWWA, & ASCE. (1990). *Water treatment Plant Design* (E. E. Baruth (ed.); Fifth edit). McGraw Hill.

Bambang Purnama, L., Muhammad Faudzan, W., & Nurhayati, A. (2023). Perbedaan Jumlah Tray Dengan Metode Multiple Tray Arerator Piramida Terhadap Penurunan Mangan Air Bersih Pt. X. *Jurnal Sanitasi Profesional Indonesia*, 4(01), 32–42. <https://doi.org/10.33088/jspi.4.01.32-42>

Bangun, H. A., J.Sitorus, M. E., Manurung, K., & Ananda, Y. R. (2022). Penurunan Kadar Besi (Fe) Dengan Metode Aerasi-Filtrasi Pada Air Sumur Bor Masyarakat Jalan Jalan Setia Budi Kelurahan Tanjung Rejo. *Human Care Journal*, 7(2), 450–459. <https://doi.org/10.32883/hcj.v7i2.1759>

Cahyana, G. H., Firdaus, A. R., & Mulyani, T. (2021). Effectiveness of combined up-flow roughing filter and up-flow slow sand filter to reduce turbidity in Citarum water as a source of drinking water. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 896(1), 1–7. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/896/1/012020>

Ferdy, F., Pandara, D. P., Bobanto, M. D., As'ari, A., Morong, J. G., Ponumbol, Y. P., & Rau, G. E. I. (2022). Pemetaan dan Sosialisasi Potensi Air Tanah Kawasan Pantai Desa Palaes Kecamatan Likupang Barat sebagai Infrastruktur Pendukung untuk Wisata Mangrove. *VIVABIO: Jurnal Pengabdian Multidisiplin*, 4(1), 7. <https://doi.org/10.35799/vivabio.v4i1.40250>

Grehastuti, D., Karmilah, M., & Yuliani, E. (2022). Analisis Kebutuhan Sarana Prasarana Pariwisata New Normal di Desa Wisata Wonosobo. *Konstelasi Ilmiah Mahasiswa Unissula 7 (KIMU 7)*, 96–102.

Hadi, S., Fatma, M., Aziz Iradat, A., Selviana Sari, R., Hariyani, N., Bani Annisa, A., Azira, R., Junita Rasidy, E., Arianto

Manalu, W., & Ravi, M. (2022). Pengolahan Filter Air Gambut Sederhana Menjadi Program Unggulan Kukerta di Desa Pakning Asal. *Madaniya*, 3(4), 685–690. <https://madaniya.pustaka.my.id/journals/contents/article/view/264>

Handayani, D. S. (2011). Kajian Pustaka Potensi Pemanfaatan Greywater Sebagai Air Siram Wc Dan Air Siram Tanaman Di Rumah Tangga. *Jurnal Presipitasi*, 10(1), 41–50.

Herlambang, A., & Said, N. I. (200 C.E.). Aplikasi Teknologi Pengolahan Air Sederhana Untuk Masyarakat Pedesaan. *Jurnal Air Indonesia*, 1(2), 113–122. <https://doi.org/10.29122/jai.v1i2.2310>

Joko, T., & Rachmawati, S. (2016). Variasi Penambahan Media Adsorpsi Kontak Aerasi Sistem Nampan Bersusun (Tray Aerator) Terhadap Kadar Besi (Fe) Air Tanah Dangkal di Kabupaten Rembang Variation Addition of Adsorption Media on Tray Aerator of the Level of Iron (Fe) of Shallow Groundw. *Jurnal Kesehatan Lingkungan Indonesia*, 15(1), 1–5.

Kahariyadi, A., Setyawati, D., Diba, F., & Roslinda, E. (2015). Kualitas Briket Arang Berdasarkan Persentase Arang Batang Kelapa Sawit dan Arang Kayu Laban. *Jurnal Hutan Lestari*, 3(4), 561–568.

Kurniawan, Z. (2017). Perencanaan Pembangunan Pariwisata Dalam Rangka Meningkatkan Daya Tarik Wisata Di Kabupaten Kutai Kartanegara (Studi Di Dinas Pariwisata Kabupaten Kutai Kartanegara). *DIA: Jurnal Ilmiah Administrasi Publik*, 15(2), 37. <https://doi.org/10.30996/dia.v15i2.1909>

Losleben, T. R. (2000). Pilot study of horizontal roughing filtration in northern Ghana as pretreatment for highly turbid dugout water. In *Department of Civil and Environmental Engineering, Rice University* (Issue May). [https://wiki.umn.edu/pub/EWB/UgandaWaterTreatment/Thesis\\_Losleben\\_Final\\_5-20-08.pdf](https://wiki.umn.edu/pub/EWB/UgandaWaterTreatment/Thesis_Losleben_Final_5-20-08.pdf)

Masduqi, A., & Assomadi, A. F. (2019). *Operasi dan Proses Pengolahan Air* (kedua). ITSPress.

Nkwonta, O. (2010). A comparison of horizontal roughing filters and vertical roughing filters in wastewater treatment using gravel as a filter media. *International Journal of Physical Sciences*, 5(8), 1240–1247.

Nkwonta, O., & Ochieng, G. (2009). Roughing filter for water pre-treatment technology in developing countries: A review. *International Journal of Physical Sciences*, 4(9), 455–463.

Ochieng, G. M., & Otieno, F. A. O. (2006). Verification of Wegelin's design criteria for horizontal flow roughing filters (HRFs) with alternative filter material. *Water SA*, 32(1), 105–109. <https://doi.org/10.4314/wsa.v32i1.5230>

Pakasi, F. G. (2019). Efektivitas Saringan Pasir Up Flow dalam Menurunkan Kadar Besi (Fe) dan Mangan (Mn) dalam Air Baku. *Jurusan Kesehatan Lingkungan Poltekkes Kemenkes Manado*, 4(1).

Peraturan Menteri Pekerjaan Umum, No.18/PRT/M/2007, 592. [https://ciptakarya.pu.go.id/dok/hukum/permen/permen\\_18\\_2007.pdf](https://ciptakarya.pu.go.id/dok/hukum/permen/permen_18_2007.pdf)

Putri, D. A. A., & Mirwan, M. (2020). Penurunan Fe Dan Mn Pada Air Sumur Menggunakan Multiple Tray Aerator Piramida. *Enviroous*, 1(1), 28–35. <https://doi.org/10.33005/enviroous.v1i1.13>



- Rahayu, D. E., Meicahayanti, I., Sukmono, Y., Winarno, A., Pratama, F., Adzuari, F. R., dan Aqsha, M. (2024). Perancangan dan Modifikasi Roughing Filter – Aerasi sebagai Unit Pengolahan Air Kolam di Wisata Kampong Sawah Zwageri Borneo. *Jurnal Ilmu Lingkungan*, 22(5), 1299-1307, doi:10.14710/jil.22.5.1299-1307
- Qasim, S. R. (2000). *Wastewater Treatment Plants : Planning , Design , and Operation* (second edi). Holt, Rinehart, and Winston.
- Rana, Y., Nazili, & Lalan, H. (2021). Analisa Kebutuhan Air Bersih Pada Rumah Sakit Yos Sudarso Kota Padang Provinsi Sumatera Barat. *Journal of Applied Engineering Scienties*, 4(2), 135–147.
- Retno Trimurtiningrum, & Saves, F. (2022). Pemetaan Sarana Dan Prasarana Di Lokasi Kampung Wisata Bunga Banyu Urip. *Pawon: Jurnal Arsitektur*, 6(2), 21–36. <https://doi.org/10.36040/pawon.v6i2.4088>
- Reynolds, T. D. (1996). Unit Operations and Processes In Environmental Engineering. In *International Thomson Publishing*.
- Rizki, S. D. (2021). Peningkatan kualitas air dengan menggunakan sistem filtrasi pada pengolahan air baku. *REKAYASA: Jurnal Ilmiah Fakultas Teknik Universitas Lampung*, 25(1), 19–22. <https://doi.org/10.23960/rekrjits.v25i1.20>
- Roy, S. M., Tanveer, M., Mukherjee, C. K., & Mal, B. C. (2020). Design characteristics of perforated tray aerator. *Water Science and Technology: Water Supply*, 20(5), 1643–1652. <https://doi.org/10.2166/ws.2020.069>
- Samlawi, A. K., & Sajali, H. (2021). Efektivitas Penggunaan Arang Tempurung Kelapa, Arang Amerika, Arang Kayu Laban Dan Arang Kayu Galam Terhadap Pemurnian Biogas. *Scientific Journal of Mechanical Engineering Kinematika*, 6(2), 162–173. <https://doi.org/10.20527/sjmekinematika.v6i2.2000>
- Santi, E. N., & Astuti, D. (2021). Literatur Tentang Keefektifan Berbagai Media Filtrasi Dalam Menurunkan Kadar Mangan (Mn) Air Sumur. *Th 15th University Research Colloquium 2021*, 142–158.
- Sarwono, E., Harits, M., & Widarti, N. B. (2017). Penurunan Kadar Tss, Bod5 Dan Total Coliform Menggunakan Horizontal Roughing Filter. *Jurnal Teknik Lingkungan*, 1(1), 18–26.
- Setyobudiarso, H., Sudiro, S., & Agnes, A. T. (2022). Uji Banding Efektifitas Roughing Filter Aliran Horizontal Dan Aliran Upflow Dalam Reduksi Kadar Kekeruhan Dan Kesadahan Air Sungai Brantas. *Prosiding SEMSINA*, 3(2), 317–323. <https://doi.org/10.36040/semsina.v3i2.5114>
- SNI 03-7065-2005 Tata Cara Perencanaan Sistem Plambing, Badan Standar Nasional 23 (2005).
- Utari, P., Masrullita, M., Ishak, I., Suryati, S., & Sulhatun, S. (2022). Efektifitas Pengolahan Air Sumur Menggunakan Media Zeolit, Pasir Silika Dan Karbon Aktif Pada Alat Roughing Filter Aliran Horizontal. *Chemical Engineering Journal Storage (CEJS)*, 2(3), 127. <https://doi.org/10.29103/cejs.v2i3.6023>
- Wegelin, M. (1986). Horizontal-flow roughing filtration (HRF) a design, construction and operation manual. In *International Reference centre for Waste Disposal (IRCWD)*