DESAIN UNIT PENGOLAHAN LUMPUR DI INSTALASI PENGOLAHAN AIR (IPA) GUNUNG LINGAI PERUMDAM TIRTA KENCANA KOTA SAMARINDA BERDASARKAN KARAKTERISTIK DAN TIMBULAN LUMPUR YANG DIHASILKAN

DESIGN OF MUD TREATMENT UNIT IN WATER TREATMENT INSTALLATION (IPA) OF MOUNT LINGAI PERUMDAM TIRTA KENCANA CITY OF SAMARINDA BASED ON CHARACTERISTICS AND GENERATION OF MUD PRODUCED

Salsabilla Nurul Aulia [1*], Fahrizal Adnan[1], dan Searphin Nugroho[1]
[1]Program Studi Teknik Lingkungan, Fakultas Teknik, Universitas Mulawarman, Samarinda, 75242, Indonesia
[*]Email: Salsabillanurulaulia54@gmail.com

ABSTRAK

Pada proses pengolahan air bersih IPA Gunung Lingai menggunakan koagulan berupa tawas, sehingga menghasilkan residu sampingan berupa lumpur. Lumpur yang dihasilkan dari proses pengolahan air bersih tersebut belum dilakukan pengolahan dan pemanfaatan, sehingga diperlukan unit pengolahan lumpur agar tidak mencemari lingkungan. Dilakukan uji parameter lumpur yang keluar dari pipa pembuangan sedimentasi yang diambil secara grab sampling meliputi pH, suhu, kekeruhan, TS, TSS, BOD, COD, Fe, dan Al yang dihasilkan IPA Gunung Lingai. Kuantitas lumpur diketahui dari perhitungan berdasarkan data debit air baku, kekeruhan air baku, dan dosis koagulan yang digunakan IPA Gunung Lingai. Pada penelitian ini dilakukan pemilihan unit dewatering menggunakan analisis SWOT dan analisis *decision matrix*. Perhitungan dimensi setiap unit digunakan sebagai dasar pembuatan *Detail Engineering Design* (DED). Berdasarkan hasil uji laboratorium sampel lumpur IPA Gunung Lingai, jika dibandingkan dengan Peraturan Menteri Lingkungan Hidup No 5 Tahun 2014 nilai TSS pada IPA Gunung Lingai 2 melebihi baku mutu lingkungan yaitu sebesar 708 mg/L dan parameter lainnya masih sesuai dengan baku mutu yang berlaku. Volume lumpur yang dihasilkan IPA Gunung Lingai sebesar 65,590 m^3/hari. Alternatif yang terpilih meliputi bak pengumpul, gravity thickening, belt filter press, dan bak pengumpul *dry cake*. Rencana anggaran yang dibutuhkan sekitar Rp 1.589.000.000.
Kata kunci: instalasi pengolahan air, perencanaan, pengolahan lumpur

ABSTRACT

In the clean water treatment process, Gunung Lingai WTP uses coagulants in the form of alum, resulting in side residues in the form of mud. The sludge produced from the clean water treatment process has not been treated and utilized, so a sludge treatment unit is needed so as not to pollute the environment. Parameters of sludge coming out of the sedimentation drain pipe were tested by grab sampling including pH, temperature, turbidity, TS, TSS, BOD, COD, Fe, and Al produced by Gunung Lingai WTP. The quantity of sludge is known from calculations based on raw water discharge data, raw water turbidity, and coagulant doses used by Gunung Lingai WTP. In this study, the selection of dewatering units was carried out using SWOT analysis and decision matrix analysis. The calculation of the dimensions of each unit is used as the basis for making Detail Engineering Design (DED). Based on the laboratory test results of Gunung Lingai WTP mud samples, when compared with the Minister of Environment Regulation No. 5 of 2014, the TSS value of Gunung Lingai 2 WTP exceeds environmental quality standards, which is 708 mg/L and other parameters are still in accordance with applicable quality standards. The volume of mud produced by Gunung Lingai WTP is 65,590 m^3/day. Selected alternatives include collection tubs, gravity thickening, belt filter presses, and dry cake collection tubs. The budget plan needed is around Rp 1,589,000,000.
Keywords: planning, sludge treatment, water treatment plant

1. PENDAHULUAN

Instalasi Pengolahan Air (IPA) Gunung Lingai merupakan salah satu instalasi pengolahan air yang dikelola oleh Perumdam Tirta Kencana guna melayani kebutuhan air masyarakat Samarinda. Salah satu tujuan dalam Instalasi Pengolahan Air Minum (IPAM) ialah untuk menghilakan kekeruhan yang disebabkan material-material tersuspensi. Proses tersebut menghasilkan produk sampingan berupa lumpur. Produk sampingan berupa residu berasal dari berbagai macam unit pengolahan yang digunakan (Qasim dkk, 2000). IPA Gunung Lingai menggunakan air dari Bendungan Benanga sebagai sumber air baku dan menggunakan koagulan berupa tawas dalam proses pengolahan air bersih, sehingga proses tersebut menghasilkan residu sampingan berupa lumpur. Penambahan koagulan yang berupa zat kimia dalam pengolahan air berfungsi untuk mempercepat pengendapan partikel di dalam air sehingga menghasilkan lumpur. Lumpur Instalasi Pengolahan Air Minum (IPAM) umumnya mengandung berbagai macam mineral dan materi organik yang mengendap dari air baku dan residu senyawa koagulan yang digunakan dalam proses pengolahan (Babatunde dan Zhao, 2007), Lumpur yang dihasilkan dari proses pengolahan air bersih tersebut belum dilakukan pengolahan dan pemanfaatan, sehingga diperlukan unit pengolahan lumpur agar tidak mencemari lingkungan dan memudahkan saat pemindahan dan pemanfaatan lumpur. Tujuan penelitian ini adah untuk mengetahui kualitas lumpur, kuantitas lumpur, dan perencanaan unit pengolahan lumpur pada IPA Gunung Lingai Perumdam Tirta Kencana. Untuk mengatasi permasalahan tersebut maka diperlukan adanya pengolahan lumpur untuk mengurangi, membersihkan unsur, dan senyawa pada lumpur tersebut, serta memudahkan dalam proses pengangkutan lumpur, karena sudah dikeringkan terlebih dahulu (Rina, 2017). Lumpur yang berasal dari unit-unit tersebut dapat ditangani dengan berbagai proses yaitu seperti *thickening* merupakan proses pemekatan lumpur untuk mengurangi volume lumpur sebelum dilanjutkan ke pengolahan selanjutnya, *conditioning* merupakan proses penambahan zat kimia untuk memperbaiki kemampuan lumpur untuk memadat, *dewatering* merupakan proses lanjutan untuk memekatkan lumpur menjadi *cake*, *drying* merupakan proses penghilangan air lebih lanjut melalui pemanasan, dan *disposal* dan *reuse* merupakan proses pembuangan lumpur dan pemanfaatan kembali (Julian dkk, 2015).

2. METODE

Perencanaan unit pengolahan lumpur dilakukan dengan cara mengetahui kualitas dan kuantitas lumpur yang dihasilkan di IPA Gunung Lingai. Pada penelitian ini dilakukan dengan mengunakan data primer dan data sekunder. Data primer yang diperlukan pada penelitian ini yaitu melakukan uji karakteristik lumpur pada parameter suhu, pH, TS, TSS, BOD, COD, Fe dan Al. Pengujian setiap parameter dilakukan sesuai dengan SNI pengujian setiap parameter. Pengambilan sampel lumpur dilakukan dengan cara grab sampling pada pipa pembuangan unit sedimentasi setelah dibuka selama 30 detik agar mendapatkan sampel lumpur yang konstan (Adityosulindro dkk, 2020). Pengujian parameter pada lumpur yaitu suhu dan pH dilakukan secara insitu dengan menggunakan alat yaitu *5 in 1 Water Quality Tester* EZ 9909, sedangkan untuk parameter TS, TSS, BOD, COD, Fe, dan Al dilakukan secara eksitu di laboratorium. Pengujian dilakukan untuk mengetahui unit yang sesuai dengan karakteristik lumpur yang dihasilkan. Data sekunder pada penelitian ini diperoleh dari IPA Gunung Lingai sebagai dasar perencanaan unit pengolahan lumpur yaitu meliputi debit ait baku, kekeruhan air baku, dosis koagulan yang digunakan. Berdasarkan data sekunder yang diperoleh dari IPA Gunung Lingai yaitu debit air baku, kekeruhan air baku, dan dosisi koaguan yang digunakan dilakukan perhitungan massa lumpur dan volume lumpur yang dihasilkan menggunakan Persamaan 1 dan Persamaan 2 (Cornwell dan Westeroff, 1981).

$$W = 8{,}34 \times Q \times (0{,}8 \times Al) + (1{,}3 \times TU) \ldots \quad (1)$$

$$\text{Volume Lumpur} = \frac{"W"}{"(\rho W)(Ssi)(Ps)"} \quad (2)$$

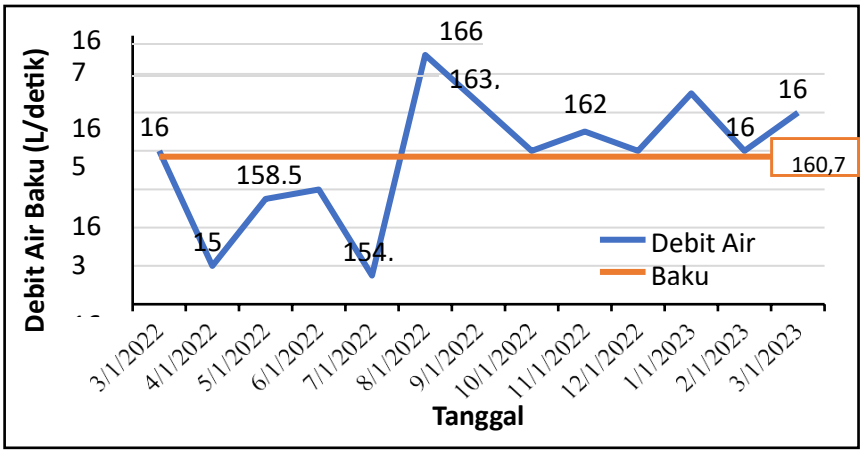
Keterangan:
Q = Debit Air (Mgd).
Al = Dosis Koagulan Alum (Mg/L).
TU = Kekeruhan Air Baku (NTU).
W = Produksi Lumpur (lbs/hari).
ρW = Massa Jenis Air (kg/m^3).
Ssl = *Specific Gravity* Lumpur .
Ps = Persen *Solid.*

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada IPA Gunung Lingai, proses pengolahan air bersih dilakukan dengan pengolahan sistem paket. Sistem paket merupakan bangunan pengolahan air dalam bentuk kompak yang terdiri dari koagulator, flokulator, sedimentasi, filtrasi, dan *reservoir*. Sumber air baku pada IPA Gunung Lingai adalah Bendungan Benanga. Kapasitas produksi pada IPA Gunung Lingai ialah sebesar 150 L/detik. Pada IPA Gunung Lingai, air yang berasal dari unit koagulasi akan dipecah ke IPA Gunung Lingai 1 yang terdiri dari unit flokulasi, sedimentasi, serta filtrasi dan IPA Gunung Lingai 2 yang terdiri dari koagulasi-flokulasi, sedimentasi serta filtrasi. Hasil olahan filtrasi dari IPA Gunung Lingai 1 dan 2 dialirkan ke dalam 1 reservoir yang terdapat di IPA Gunung Lingai. Endapan lumpur yang terdapat pada bagian bawah unit sedimentasi yang merupakan hasil sampingan dari produksi air bersih akan dibuang melalui pipa pembuangan lumpur yang dilakukan setiap shift karyawan untuk IPA 2, sedangkan pada IPA 1 pipa pembuangan lumpur dibuka dengan debit yang sangat kecil secara kontinyu. Pipa pembuangan pada unit sedimentasi dialirkan ke *lagoon*. Air dengan kualitas baik pada lagoon akan dipompakembali ke unit koagulasi untuk digunakan kembali.

3.1 Debit Air Baku

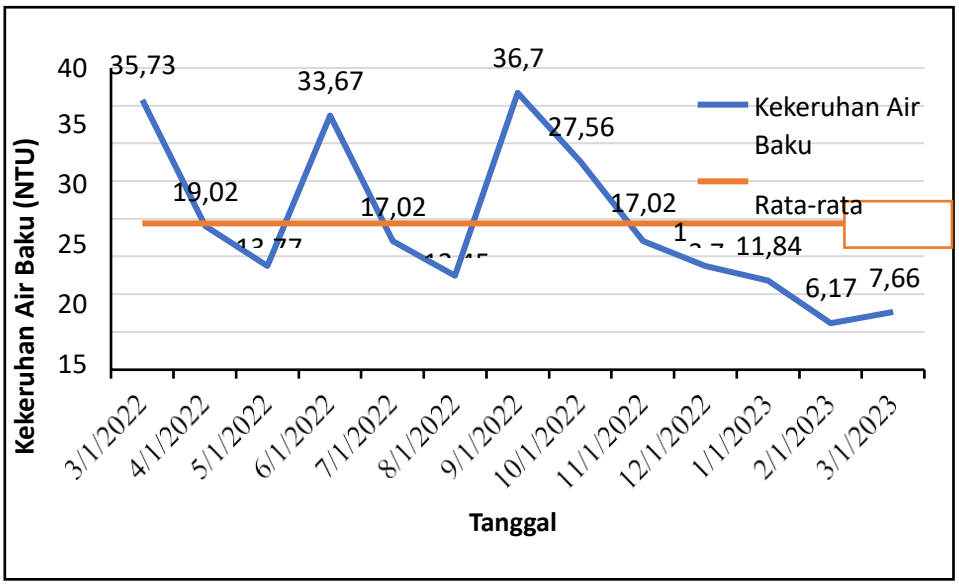
Kuantitas air baku merupakan salah satu faktor penting yang mempengaruhi jumlah lumpur yang dihasilkan di IPA Gunung Lingai. Berdasarkan perhitungan jumlah lumpur yang mengacu pada rumus Cornwell dan Westeroff, 1981 menunjukan bahwa kuantitas air baku yang digunakan akan sebanding lurus dengan jumlah lumpur yang akan dihasilkan. Berikut Debit Air Baku IPA Gunung Lingai dari Maret 2022 – Maret 2023 pada Gambar 1.



Gambar 1. Grafik Debit Air Baku
Sumber: IPA Gunung Lingai, 2023

3.2 Kualitas Air Baku

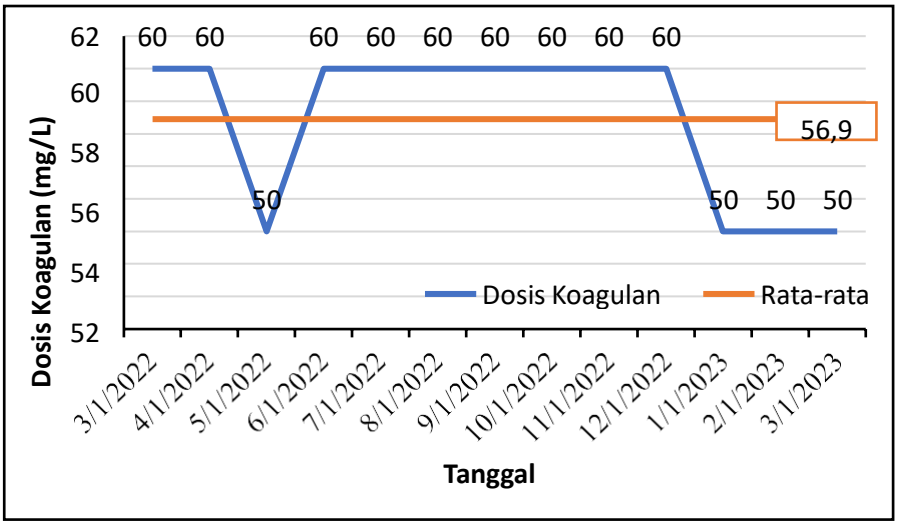
Pada proses pengolahan air baku menjadi air bersih, salah satu tujuannya adalah untuk menghilangkan partikel padatan terlarut, padaatan tersuspensi, serta polutan lain dalam air baku hingga memenuhi standar baku mutu yang berlaku. Kualitas air baku yang masuk dapat mempengaruhi bersarnya efisien pengolahan air bersih. Kualitas air baku juga berpengaruh terhadap kuantitas dan karakteristik lumpur yang dihasilkan. Berikut Kekeruhan Air Baku IPA Gunung Lingai dari Maret 2022 – Maret 2023 pada Gambar 2.



Gambar 2. Grafik Kekeruhan Air Baku
Sumber: IPA Gunung Lingai, 2023

3.3 Dosis Koagulan

Jumlah produksi lumpur juga sebanding dengan jumlah bahan kimia yang digunakan sesuai dengan kualitas air baku IPA Gunung Lingai. Dosis koagulan yang digunakan ialah dosis optimum yang sesuai dengan karakteristik air baku yang diperoleh berdasarkan metode *jar test*di setiap harinya. Berikut dosis koagulan yang digunakan IPA Gunung Lingai dari Maret 2022 – Maret 2023 pada Gambar 3.



Gambar 3. Grafik Kekeruhan Air Baku
Sumber: IPA Gunung Lingai

3.4 Karakteristik Lumpur di IPA Gunung Lingai

Berdasarkan Tabel 1 terlihat bahwa parameter TSS telah melawati baku mutu lingkungan. Oleh karena itu diperlukan unit yang berfungsiuntuk mengolah kandungan padatan pada lumpur, agar mengurangi dampak terhadap lingkungan khususnya organisme akuatik.

Tabel 1 Karakteristik Lumpur IPA Gunung Lingai

Parameter	Metode	Residu Lumpur		Baku Mutu*Lingkungan
		IPA I	IPA II	
pH	SNI 6989.11:2019	6,65	6,31	6,0 – 9,0
Suhu (˚C)	SNI 6989.23-2005	27,8	27,9	38
Kekeruhan (NTU)	SNI-06-6989.25-2005	17	33,40	-
TSS (mg/L)	SNI 6989.3:2019	22	708	200
TS (mg/L)	SNI-06-6989.26-2005	252	1633	-
BOD-5 (mg/L)	SNI 6989.72-2009	14,10	13,30	50
COD (mg/L)	SNI 6989.2:2019	36,098	47,568	100
Fe (mg/L)	SNI 6989.2-2019	1,070	2,677	5
Al (mg/L)	SNI 6989.34:2009	<0,1510	<0,1510	-

Ket: (*) Peraturan Menteri Lingkungan Hidup Nomor 5 Tahun 2014

3.5 Analisis Timbulan Lumpur di IPA Gunung Lingai

Perhitungan massa lumpur dan volume lumpur dilakukan dengan menggunakan Persamaan (1) dan (2). Perhitungan dilakukan berdasarkan data debit air baku, kekeruhan air baku, dan dosis koagulan yang digunakan IPA Gunung Lingai. Setelah diperoleh massa lumpur dan volume lumpur di setiap bulannya, dilakukan analisis data massa lumpur dan volume lumpur terbesar yang dihasilkan di setiap bulannya. Berdasarkan Tabel. 2 Bulan September memiliki massa dan volume terbesar sehingga digunakan sebagai data yang digunakan sebagai dasar perencanaan. Data dengan nilai terbesar dipilih untuk menghindari terjadinya kelebihan muatan pada setiap unit yang direncanakan.

Tabel 2 Perhitungan Debit Lumpur IPA Gunung Lingai

Tanggal	KekeruhanAir Baku (NTU)	Debit Air Baku (L/s)	Dosis Koagulan (mg/L)	Massa Lumpur (kg/hari)	Volume Lumpur (m^3/hari)
3/7/2022	35,73	161	60	1312,973	63,737
4/7/2022	19,02	155	60	973,316	47,248
5/7/2022	13,77	158,5	50	792,406	38,466
6/7/2022	33,67	159	60	1259,897	61,160
7/7/2022	17,02	154,5	60	935,492	45,412
8/7/2022	12,45	166	60	919,971	44,659
9/7/2022	36,7	163,5	60	1351,162	65,590
10/7/2022	27,56	161	60	1165,326	56,569
11/7/2022	17,02	162	60	980,904	47,617
12/7/2022	13,72	161	60	915,212	44,428
1/7/2023	11,84	164	50	784,374	38,076
2/7/2023	6,17	161	50	667,559	32,406
3/7/2023	7,66	163	50	703,113	34,132

Sumber: Hasil Perhitungan, 2023

3.6 Analisis Lokasi Perencanaan Unit Pengolahan Lumpur di IPA Gunung Lingai

Luas lahan yang memungkinakan dijadikan tempat pengolahan lumpur adalah sebesar 3.901 m^2. Pengukuran luas lahan dilakukan berdasarkan lahan kosong yang tersedia di IPA Gunung Lingai yang memungkinkan untuk dibangun unit pengolahan lumpur dengan menggunakan *google earth*.

3.7 Tahap Pemilihan Alternatif Pengolahan Lumpur

Pada pemilihan alternatif pengolahan lumpur yang akan digunakan di IPA Gunung Lingai dilakukan pada unit *dewatering* yaitu untuk alternatif 1 ialah unit *centrifuge* dan untuk altenatif2 ialah unit *belt filter press*. Pemilihan dilakukan dengan menggunakan metode analisis SWOTpada Tabel 3. Data yang telah diperoleh pada analisis SWOT dilakukan pengelompokan berdasarkan beberapa kriteria yang akan dibandingkan untuk mendapatkan nilai dari masing- masing kriteria pada Tabel 4, perbandingan *pairwise* dilakukan untuk mencari bobot seiap kriteria. Pada perbandingan setiap kriteria ini jika kriteria lebih penting dibandingkan kriteria yang dibandingkan maka diberi nilai 1, sedangkan kriteria yang tidak lebih penting diberi nilai

Setelah melakukan perbandingan *pairwise,* dilakukan analisis *decision matrix* dengan melakukan pemilihan unit yang didasarkan pada nilai terbesar yang diperoleh pada unit pengolahan. Pada analisis *decision matrix* masing-masing alternatif diberikan peringkat sesuaidengan kriteria yang ada berdasarkan analisis SWOT, semakin baik alternatif tersebut maka nilai peringkat akan semakin besar. Nilai diketahui setelah memberikan peringkat pada setiap unit sesuai dengan kriteria yang digunakan, kemudian dikalikan dengan bobot pada masing- masing kriteria unit pengolahan. Berdasarkan hasil analisis *decision matrix* sesuai dengan Tabel5, alternatif yang terpilih adalah alternatif 2 dengan unit *dewatering* berupa *belt filter press*.

Tabel 3 Analisi SWOT

Alternatif Unit	*Strenght*	*Weaknees*	*Opportunities*	*Threat*
Centrifuge	1. Luas lahan yang tidak terlalu besar dibanding unit *dewatering* mekanis lainnya. 2. *Cake* lumpur memiliki konsentrasi padatan sebesar 25%.	1. Energi listrik yang digunakan cukup tinggi, namun disesuaikan dengan kapasitas padatan yangdiolah.	1. Dibutuhkan luas lahan yang paling kecil dari alternatif lainnya yaitu sekitar 4 - 9 m^2. 2. Tidak membutuhkan banyak air. 3. Kebutuhan perawatan rendah.	1. Membutuhkan biaya pembangunan sebesar $30.000 - $50.000 2. Membutuhkan energi sebesar 7,5kWh. 3. Operator yang bertugas harus memiliki keahlian. 4. Estimasi volume cake lumpur yangdihasilkan adalah13 m3/hari.
Belt FilterPress	1. Menghasilkan konsentrasi *cake* lumpur sebesar 30 %. 2. Energi yang dibutuhkan lebih rendah dibandingkan unit *dewatering* lainnya. 2. Biaya operasional cukup terjangkau.	1. Proses mencuci *beltfilter press* dibutuhkan air dengan jumlah yang banyak.	1. Timbulan volume *cake*lumpur yang dihasilkan sebesar 11 m^3/hari. 2. Luas lahanyang dibutuhkan sekitar 54 m^2. 3. Energi yang dibutuhkan sebesar 3 kWh.	1. Biaya yang digunakan untuk pembangunan unit *belt filter press* yaitu diperkirakansebesar $1,000 - $80,000.

Sumber: Adityosulindro, 2023

Tabel 4 Perbandingan Antar Kriteria

Kriteria		A	B	C	D	E	F	G	Total
Luas Lahan	**A**	-	1	1	1	1	1	1	**6**
Timbulan *Cake* Lumpur	**B**	0	-	1	1	0	0	1	**3**
Dryness Cake Lumpur	**C**	0	0	-	0	0	1	0	**1**
Kebutuhan Energi	**D**	0	0	1	-	0	1	1	**3**
Biaya Konstruksi	**E**	0	1	1	1	-	1	1	**5**
Penggunaan Air	**F**	0	1	0	0	0	-	1	**2**
Perawatan	**G**	0	0	1	0	0	0	-	**1**

Sumber: Data Primer, 2023

Tabel 5 Analisis *Decision Matrix*

Kriteria	Bobot	Alternatif 1 (*Centrifuge)*		Alternatif 2 (*Belt Filter Press*)	
		Peringkat	Nilai	Peringkat	Nilai
Luas lahan	0,29	2	0,58	1	0,29
Biaya konstruksi	0,24	1	0,24	2	0,48
Timbulan *cake* lumpur	0,14	1	0,14	2	0,28
Kebutuhan Energi	0,14	1	0,14	2	0,28
Penggunaan air	0,09	2	0,18	1	0,09
Dryness cake lumpur	0,05	2	0,1	1	0,05
Perawatan	0,05	2	0,1	1	0,05
Total	1		1,48		1,52

Sumber: Data Primer, 2023

3.8 Perhitungan Unit Pengolahan Lumpur

a) Bak Pengumpul

Bak pengumpul dibuat untuk mengumpulkan lumpur dan menampungkan lumpur sementara lumpur sebagai tahap persiapan untuk pengolahan selanjutnya.

Direncanakan:

Td = maks 10 menit
= 10 menit
= 0,007 hari (Rahayu, 2020)

Kedalaman = 0,5 m

Debit = 65,590 m^3/hari

Perhitungan:

Volume bak = Debit × Td
= 65,590 m^3/hari × 0,007 hari
= 0,5 m^3

Luas Permukaan $= \frac{Volume\ Bak}{Kedalaman}$
$= \frac{0{,}5\ m3}{0{,}5\ m}$
= 1 m^2

Jika p:l = 1:1 maka,

Panjang = 1 m
Lebar = 1 m
Free Broad (Fb) = 0,5 m
V Bak Pengumpul = 1 m × 1 m × 1 m
= 1 m^3

b) *Gravity Thickening*

Diketahui:
Kriteria Desain *Gravity Thickener*:
Konsentrasi padatan influen = 1-7 %
Effluen konsentrasi padatan = 2,0 – 10 %
Hydraulic loading = 2 – 33
Solid loading = 10 – 144 kg/m^2/d
Solid capture = 60 – 98 %
TSS Supernatan = 200 – 1000 mg/L
SVR = 0,5 – 20
Kedalaman = 4,5 – 6,5 mg/L
(Sumber: *Wastewater Treartment Plant*, Qasim, 1985).
Data perencanaan:
Solid loading rate alum = 25 kg/m^2.hari
Persen padatan dari tangki pengendapan = 4 %
Padatan pengental *underflow* = 3%
Free board = 0,3 m
Zona jernih = 1,2 m
Zona Pengendapan = 1,4 m
Jumlah unit = 1
Massa Lumpur = 1.351,162 kg/hari
Kemiringan = 10 % = 10 cm/m
(Rahayu, 2020)
Perhitungan:

$$\text{Ps rata-rata} = \frac{0,04+0,03}{2}$$
$$= \frac{0,07}{2}$$
$$= 0,035$$

$$\text{Luas (A)} = \frac{\text{Massa lumpur } (^{kg}/_{hari})}{Solid\ loading\ rate}$$
$$= \frac{1.351,162\ ^{kg}/_{hari}}{25\ kg/mm2.hari}$$
$$= 54,047\ m^2$$

$$\text{Diameter} = \sqrt{\frac{4\ x\ A}{\pi}}$$
$$= \sqrt{\frac{4\ x\ 54,047\ m2}{3,14}}$$
$$= 8,29\ m$$
$$= 8,3\ m$$

Kedalaman tengah = Kemiringan × diameter
= 10 % × 8,3 m
= 0,8 m

$$H_{thickening} = \frac{(ms)/(t)}{(\text{Ps rata}-\text{rata})(\rho)(As)}$$
$$= \frac{1.351,162\ /1\ \text{hari}}{(0,035)(1000\ \text{kg/m3})(54,047\ \text{m2})}$$
= 1 m

Total Kedalaman = 0,3 m + 1,2 m + 1,4 m + 1 m + 0,8 m
= 4,7 m (memenuhi)

Struktur Inlet
Struktur inlet memiliki diameter 6 inchi dan merupakan outlet yang dari bak pengumpul.

Struktur Outlet
Struktur outlet digunakan untuk mengalirkan lumpur ke *belt filter press.*

c) Belt Filter Press
Pada unit *belt filter press* ini akan dilakukan pengolahan padatan yang berasal dari outlet *gravity thickening*. Pada unit *belt filter press* ini dilakukan pembubuhan *chemical conditioning* dengan polimer kation. Pembubuhan *chemical conditioning* dosis optimum pembubuhan polimer kation sebanyak 6 kg/ton yang akan menghasilkan padatan sebesar 20% (Pratami, 2011).
Diketahui:
Kriteria *Belt Filter Press*
Cake Dryness = 20 %
Beban padatan = 900 – 1800 lbs/jam/m
= 408,2 – 816,5 kg/jam/m
(Pratami, 2011).
Perhitungan:
Kebutuhan polimer = ∑ padatan × dosis polimer
$= (1.216,046 : 1000)\ \frac{\text{Ton}}{\text{hari}} \times 6\ \frac{\text{Kg}}{\text{ton}}$
= 7,296 kg/hari
= 218,88 kg/bulan

Total padatan = (1.216,046 + 7,296) kg/hari : 24 jam/hari
= 50,973 kg/jam
Lebar belt yang dibutuhkan:
Lebar belt $= \frac{\text{Total padatan}}{\text{beban padatan}}$
$= \frac{50,972\ \text{kg/jam}}{500\ \text{kg/jam/m}}$
= 0,1 m
Berdasarkan tipe-tipe *belt filter press* dan spesifikasinya, tipe *belt filter press* yang terpilih pada penelitian ini adalah Model BFP-100.

Tabel 6. Spesifikasi unit *Belt Filter Press*

Model	Lebar *belt* (m)	Dimensi			Berat (kg)
		P (m)	L (m)	T (m)	
BFP-100	1	5,675	1,560	3,055	11.000
BFP-150	1,5	5,675	2,065	3,055	12.500
BFP-200	2	5,675	2,575	3,055	14.000
BFP-300	3	5,675	3,090	3,055	15.500

(Sumber: Triveni Engineering & Industries LTD).

d) **Bak Pengumpul *Drycake***

Bak pengumpul *drycake* digunakan untuk mengumpulkan *drycake* sebelum dibuang ke tempat pembuangan akhir ataupun dimanfaatkan. Volume *cake* lumpur yang dihasilkan dari *belt filter press* sebanyak 5 m^3/hari, maka direncanakan dimensi bak pengumpul *dry cake* adalah sebagai berikut:

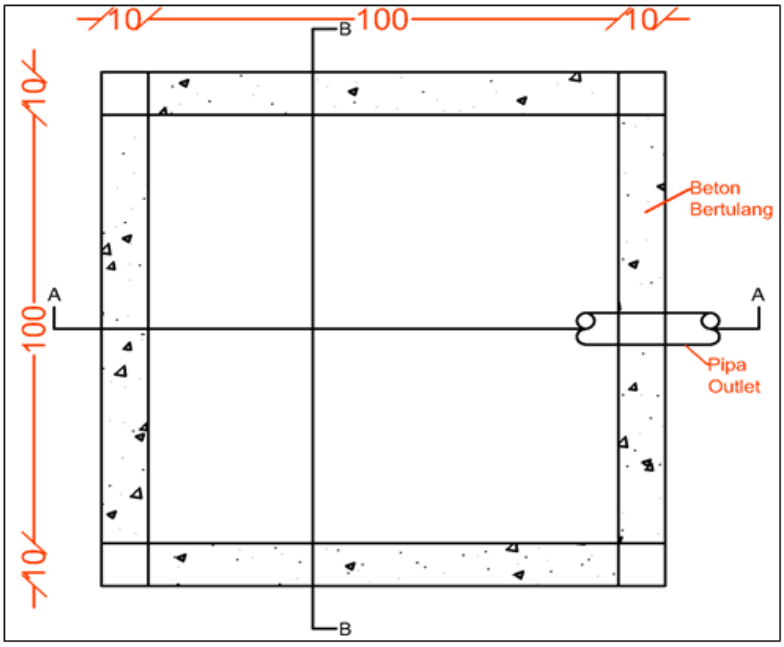
Panjang = 4 m
Lebar = 2,5 m
Tinggi = 0,5 m

Pengecekan waktu penyimpanan = $\frac{(pxlxt)}{volume\ lumpur\ pada\ belt\ filter\ press}$

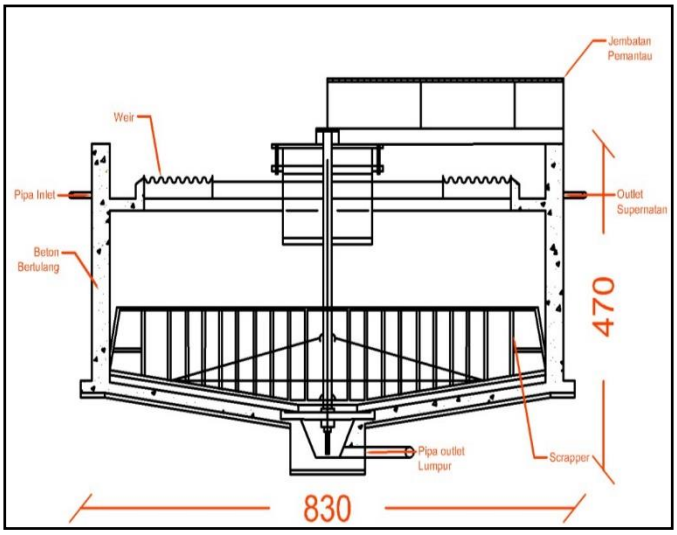
= $\frac{(4\ m\ x\ 2{,}5\ m\ x 0{,}5\ m)}{5\ m3/hari}$

= 1 hari

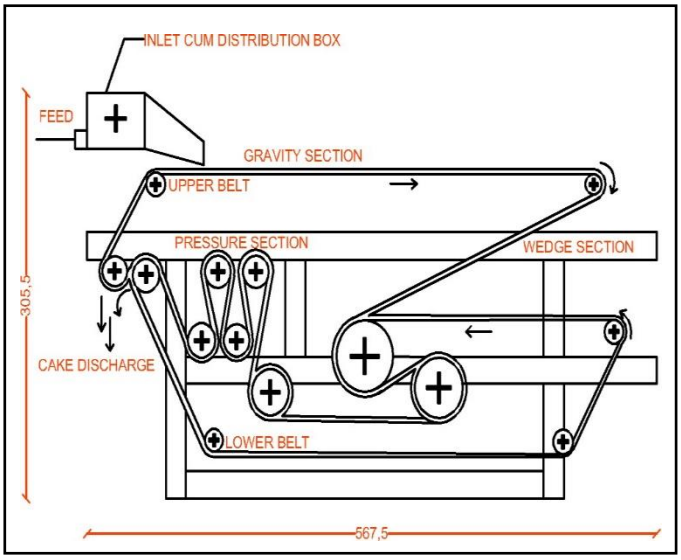
3.9 Desain Unit Pengolahan Lumpur



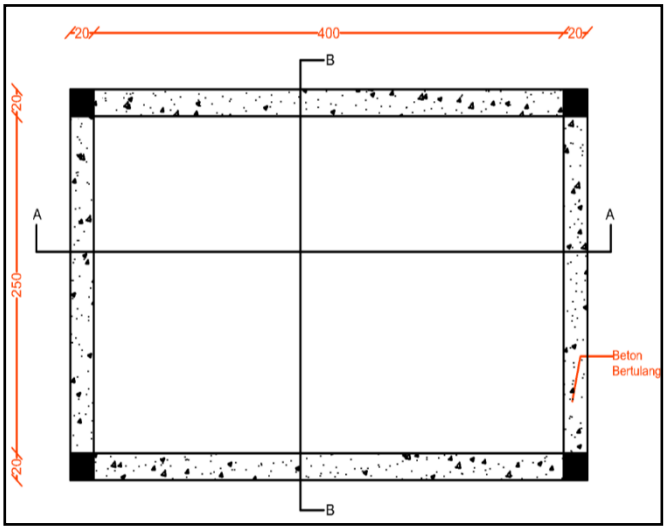
Gambar 4. Denah Bak Pengumpul



Gambar 5. Potongan *Gravity Thickening*



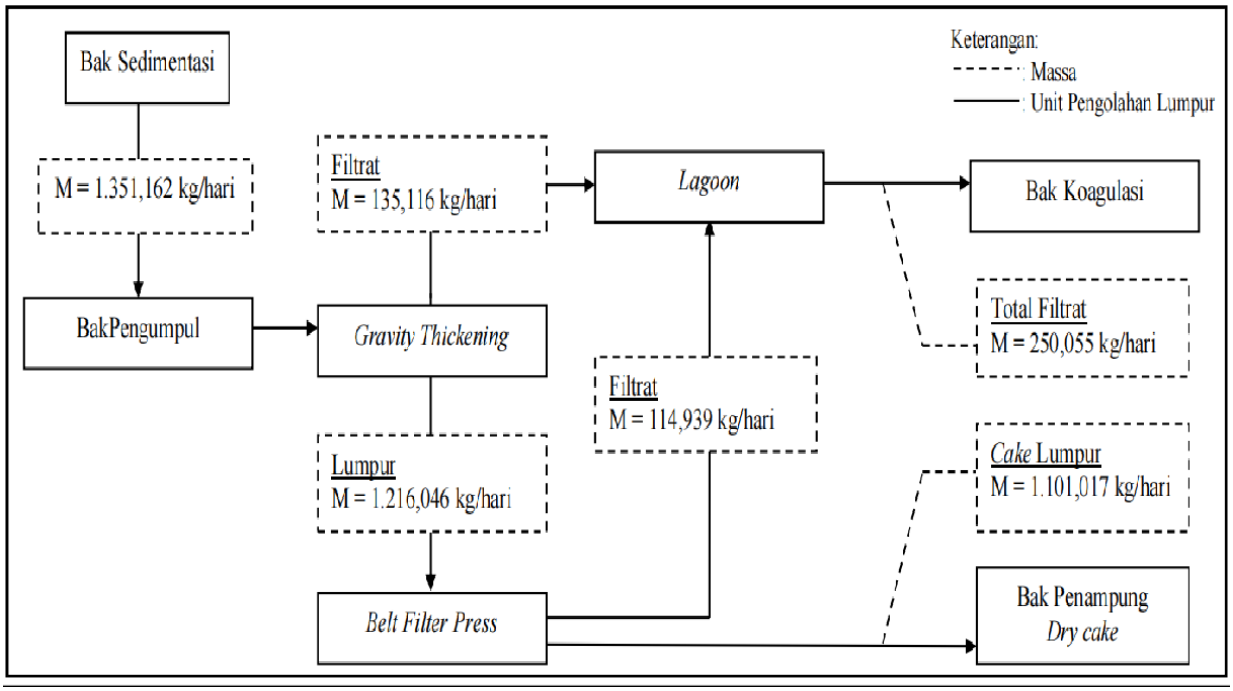
Gambar 6. Potongan *Gravity Thickening*



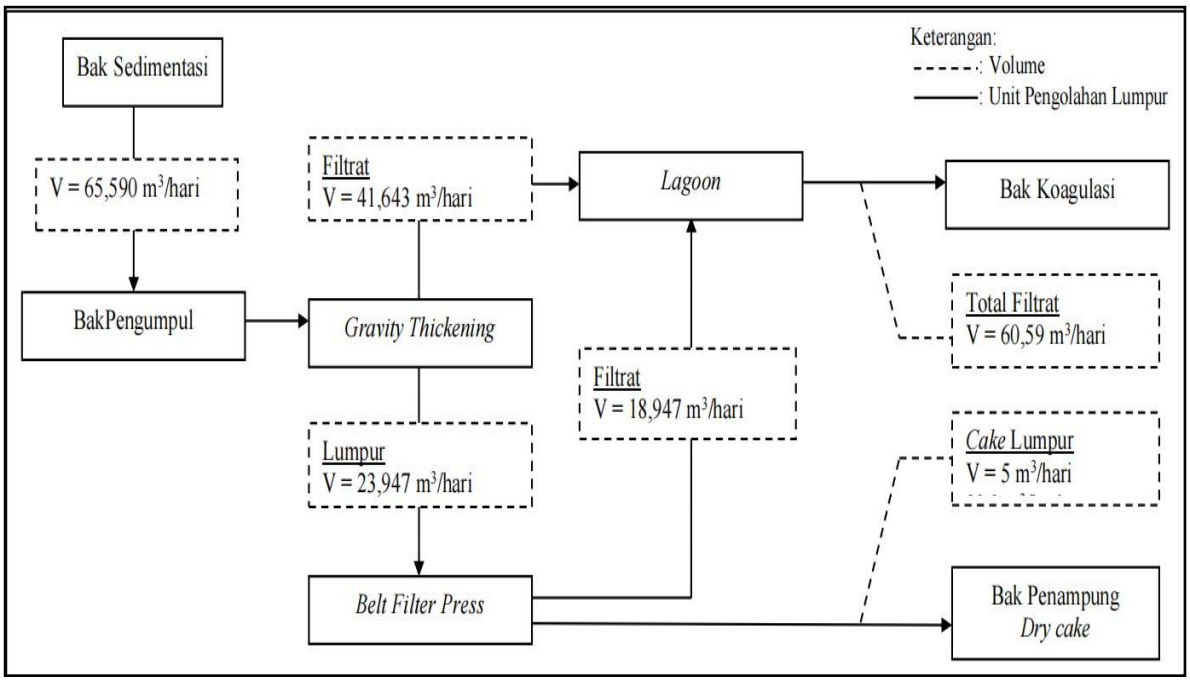
Gambar 7. Denah Bak Pengumpul *Dry Cake*

3.10 Neraca Massa Lumpur dan Volume Lumpur

Berdasarkan perhitungan diperoleh massa lumpur, volume lumpur, dan filtrat yang dihasilkan setiap unit pengolahan lumpur, setelah itu dibuat neraca massa lumpur dan volume lumpur. Neraca massa lumpur dan volume lumpur dibuat dari sumber produksi lumpur dari IPA GunungLingai yaitu bak sedimentasi ke unit pengolahan lumpur yaitu bak pengumpul, *gravity thickening, belt filter press,* hingga ke unit pengolahan lumpur terakhir yaitu bak penampung *drycake* dan yang digunakan kembali untuk diolah sebagai air bersih.



Gambar 8. Neraca Massa Lumpur IPA Gunung Lingai



Gambar 9. Neraca Volume Lumpur IPA Gunung Lingai

3.11 Rencana Anggaran Biaya (RAB)

RAB perencanaan unit pengolahan lumpur IPA Gunung Lingai Perumdam Tirta Kencana dihitung berdasarkan Harga Satuan Pokok Kegiatan (HPSK) Provinsi Kalimantan Timur Tahun2023 sesuai dengan Peraturan Gubernur Kalimantan Timur Nomor 21 Tahun 2022 tentang Penetapan Standar Harga Satuan, Standar Sarana dan Prasarana Kerja Pemerintah Provinsi Kalimantan Timur Tahun 2023.

Tabel 7. Rencana Anggaran Biaya

No.	Jenis Perkerjaan	Volume		Harga Satuan	Jumlah
		V Total	SAT		
A	**Instalasi Pengolahan Lumpur IPA Gunung Lingai**				
I	**PEKERJAAN PERSIAPAN**				
1	Pembersihan lahan	3901	m2	Rp25.000	Rp97.525.000
2	Pengukuran dan pemasangan *bouwpank*	165,6	m2	Rp163.100	Rp27.009.360
3	Pagar seng sementara	207,5	m2	Rp587.100	Rp121.823.250
PEKERJAAN PERSIAPAN					**Rp246.357.610**
II	**PEKERJAAN TANAH**				
1	**VOLUME GALIAN**	350,45	m3	Rp109.700	Rp38.444.365,0
2	**URUGAN TANAH**	1,1	m3	Rp36.600	Rp40.260,0
PEKERJAAN TANAH					**Rp38.484.625**
III	**PEKERJAAN BETON**				
1	**Beton**	115,09	m2	Rp6.107.000,00	Rp702.854.630,0
PEKERJAAN BETON					**Rp702.854.630**
IV	**PEKERJAAN PLESTERAN**				
1	Plesteran 15 mm	46,235	m2	Rp97.000,00	Rp4.484.795,0
2	Acian	46,235	m2	Rp57.800,00	Rp2.672.383,0
PEKERJAAN PLESTERAN					**Rp7.157.178**
V	**PEKERJAAN INSTALASI LISTRIK**				
2	*Belt Filter Press*	1	buah	Rp440.000.000,00	Rp440.000.000,0
PEKERJAAN INSTALASI LISTRIK					**Rp440.000.000**
VI	**PEKERJAAN PENGECATAN**				
1	Pengecatan dinding baru	46,235	m2	Rp97.300,00	Rp4.498.665,5
PEKERJAAN PENGECATAN					**Rp4.498.665,5**
VII	**PEKERJAAN PEMASANGAN PAVING**				
1	Pemasangan paving	27	m2	Rp166.900,00	Rp4.506.300,0
PEKERJAAN PEMASANGAN PAVING					**Rp4.506.300**
JUMLAH HARGA KONSTRUKSI					Rp1.443.859.008,50
(Keuntungan Pelaksanaan 10 %)					Rp144.385.900,85
JUMLAH TOTAL					Rp1.588.244.909,35
DIBULATKAN					**Rp1.589.000.000,00**

4. KESIMPULAN

1. Pada lumpur IPA Gunung Lingai memiliki kandungan TSS yang tinggi sehingga diperlukan unit pengolahan lumpur dengan pengolahan secara fisik untuk mengolah padatan pada lumpur.
2. Kuantitas lumpur yang dihasilkan ialah dengan massa lumpur sebesar 1.351,162 kg/hari dan volume lumpur sebesar 65,590 m^3/hari.
3. Alternatif yang terpilih meliputi bak pengumpul, gravity thickening, belt filter press, dan bak pengumpul dry cake sebagai unit pengolahan lumpur yang digunakan di IPA Gunung Lingai

dengan Rencana Anggaran Biaya (RAB) yang dibutuhkan untuk merencanakan pengolahan lumpur di IPA Gunung Lingai Perumdam Tirta Kencana adalah sebesar Rp 1.589.000.000,00.

5. SARAN

Sebaiknya, dilakukan pembuatan SOP pengoperasian dan pemeliharaan unit pengolahan lumpur, pengambilan sampel dilakukan saat waktu detensi bak sedimentasi telah terpenuhi. Pengambilan sampel dilakukan dengan metode composite sampling, dilakukan studi lanjutan tentang pemamfaatkan lumpur.

DAFTAR PUSTAKA

Adityosulindro, S., & Hartono, D. M., 2013, Evaluasi Timbulan Lumpur Dan Perancangan Sistem Pengolahan Lumpur (Studi Kasus: Instalasi Pengolahan Air Minum Cibinong, Jawa Barat), Jurnal Lingkungan Tropis, Vol. 7 No. 2, Universitas Indonesia, Depok.

Adityosulindro, S., Rochmatia, N. H., Hartono, D. M., & Moersidik, S. S., 2020, Evaluasi Kualitas dan Kuantitas Lumpur Alum dari Instalasi Pengolahan Air Minum Citayam, Jurnal Teknologi Lingkungan, Vol. 21 No. 2, Universitas Indonesia, Depok.

Cornwell, D.A, & Westeroff, G.P., 1981, Management of Water Treatment Plant Sludge, Sludge and Its Ultimate Disposal, Michigan: Ann Arbor Scientific Publication.

Julian, D. Alfa., Lindu, M., dan Winarni., 2015, Studi Pengolahan Lumpur Instalasi Pengolahan Air Minum Taman Kota Jakarta Barat, Jurnal Teknik Lingkungan, Vol. 7 No. 2, Universitas Trisakti, Jakarta.

Peavy, H., D.R, & Tchobanoglous, G. (1985). Environmental Engineering. New York: McGraw-Hill, Inc.

Pratami, M. W., 2011, Perencanaan Sistem Pengolahan Lumpur IPA Pejompongan I dan II Jakarta, Universitas Indonesia.

Pratiwi, Riska., Rachmawati, S.DJ., dan Pharmawati, K., 2015, Perbandingan Potensi Berat dan Volume Lumpur yang Dihasilkan oleh IPA Badak Singa PDAM Tirtawening Kota Bandung Menggunakan Data Sekunder dan Data Primer, Jurnal Online Institut Teknologi Nasional, Vol. 3 No.1, Teknik Lingkungan Itenas, Bandung.

Rahayu, S. R., Pribadi, A., Nengse, S., Setyowati, R. D. N., & Utama, T. T., 2020, Perencanaan Unit Pengolahan Lumpur Di Intalasi Pengolahan Air Minum X Kota Surabaya, Jurnal Teknologi Technoscientia, Vol. 13 No. 1, UIN Sunan Ampel, Surabaya.

Rina, 2017., Evaluasi Instalasi Pengolahan Air Minum (IPA) Pria Laot Pada Pdam Tirta Aneuk Laot Sabang, Skripsi, Universitas Islam Negeri Ar-Raniry, Aceh.

Triveni Engineering & Industries LTD., Belt Filter Press: Sludge Dewatering. Sarahanpur: Engineering Industries LTD