

PERENCANAAN UNIT PENGOLAHAN LUMPUR DI INTALASI PENGOLAHAN AIR MINUM X KOTA SURABAYA

Septiya Rini Rahayu¹, Arqowi Pribadi², Sulistiya Nengse³, Rr. Diah Nugraheni Setyowati⁴, Teguh Taruna Utama⁵

^{1,2,3,4,5}Program Studi Teknik Lingkungan, UIN Sunan Ampel Surabaya
Email: ¹septiyarini96@gmail.com, ²arqowi.pribadi@uinsby.ac.id, ³sulistiya@uinsby.ac.id, ⁴nugraheni_diah@yahoo.com, ⁵utama.teguh87@gmail.com

Masuk: 22 Juli 2020, Revisi masuk: 20 Agustus 2020, Diterima: 22 Agustus 2020

ABSTRACT

Sludge of water treatment plant which contains aluminum if discharged directly into the water will be toxic. Due to not having a sludge treatment unit, water treatment plant X dumped sludge from processing to the Surabaya River. In planning the stages of selecting alternative treatment units, the units will be selected to process sludge consisting of collecting tanks, gravity thickening, belt filter press, sludge filtrate storage tanks, supernatant tanks and dry cake storage containers. The amount of sludge volume produced by IPAM is 5875.475 m³ / day with an estimated procurement cost of Rp 3857,000,000.

Keywords: Belt filter press, WTP, Sludge treatment.

INTISARI

Lumpur IPAM yang di dalamnya terdapat kandungan aluminium jika dibuang langsung ke perairan akan bersifat toksik. Dikarenakan tidak mempunyai unit pengolahan lumpur, IPAM X selama ini membuang lumpur hasil dari proses pengolahan ke Kali Surabaya. Dalam perencanaan ini dilakukan tahapan pemilihan pada alternatif unit pengolahan, maka terpilihlah unit-unit yang akan digunakan dalam mengolah lumpur yang terdiri atas bak pengumpul, *gravity thickener*, *belt filter press*, bak penampung filtrat lumpur, tangki supernatant dan bak penampung *dry cake*. *Besarnya* volume lumpur yang dihasilkan oleh IPAM ini adalah sebesar 5875, 475 m³/hari dengan perkiraan biaya pengadaan yang dibutuhkan sebesar Rp 3.857.000.000.

Kata-kata kunci: Belt filter press, Instalasi pengolahan air, Pengolahan lumpur.

PENDAHULUAN

Kebutuhan air minum bagi masyarakat perkotaan biasanya dipenuhi dari Perusahaan Daerah Air Minum (PDAM). Dalam mengubah air baku menjadi air minum, PDAM mengolahnya pada suatu gabungan unit-unit pengolah air yang tergabung menjadi satu dalam suatu instalasi pengolahan air. Apabila sumber air baku suatu instalasi pengolahan air minum berasal dari sungai, maka instalasi tersebut akan menghasilkan produk sampingan berupa lumpur (Peavy & Tchobanoglous, 1985). Penambahan Aluminium Sulfat (Al₂(SO₄)₃) untuk membentuk pada unit koagulasi, maka akan menghasilkan lumpur yang mengandung senyawa alum. Kondisi dilapangan pada saat ini lumpur yang telah dihasilkan langsung dibuang ke Kali Surabaya dan tidak dilakukan proses pengolahan terlebih dikarenakan IPAM X belum mempunyai unit pengolahan lumpur.

Hal tersebut selain dapat mengakibatkan pendangkalan sungai, aluminium yang terkandung dalam lumpur dapat meimbulkan sifat toksik pada kehidupan perairan, akibatnya populasi ikan di banyak Negara mengalami penurunan.

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui besarnya debit lumpur yang dihasilkan untuk merencanakan unit pengolahan lumpur dan anggaran biaya yang dibutuhkan untuk membangun unit tersebut di IPAM X.

METODE

Data yang dibutuhkan pada penelitian ini adalah kuantitas dan kualitas air baku, dosis pembubuhan koagulan, gambaran umum perusahaan, luas lahan yang tersedia untuk dijadikan lokasi perencanaan, serta daftar harga satuan material dan pekerjaan yang digunakan untuk mengestimasi jumlah biaya

yang dibutuhkan dalam perencanaan unit pengolahan lumpur.

Untuk menghitung banyaknya timbulan lumpur yang dihasilkan oleh instalasi ini, sebelumnya perlu dilakukan perhitungan untuk menentukan berat lumpur yang dapat dihitung menggunakan persamaan (1) (Cornwell dan Westeroff, 1981), selanjutnya dilakukan perhitungan untuk mencari volume lumpur menggunakan persamaan (2). Besar kecilnya timbulan lumpur yang dihasilkan dihitung dari hasil penjumlahan debit air produksi IPAM, banyaknya dosis koagulan yang ditambahkan dan tingkat kekeruhan air baku.

$$W = 8,34 \times Q \times ((0,8 \times \text{Dosis Alum}) + (1,3 \times \text{Turbiditas})) \dots\dots\dots (1)$$

$$\text{Volume Lumpur} = \frac{W}{\text{pw} \times \text{Sg} \times \text{Persen Solid}} \dots\dots\dots (2)$$

Keterangan:

- W = Berat lumpur (lb/day)
- Q = Debit air (Mgd)
- pw = Densitas air (kg/m³)
- Sg = specific gravity lumpur

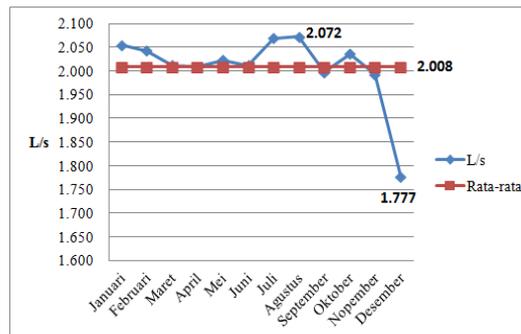
PEMBAHASAN

Perencanaan unit pengolahan lumpur pada penelitian ini menggunakan asumsi bahwa debit produksi instalasi pengolahan air minum tidak bertambah. Kapasitas produksi yang dimiliki oleh IPAM X saat ini adalah sebesar 1750 liter/detik.

Kuantitas Air Baku

Sungai Jagir merupakan anak Kali Surabaya yang terbagi menjadi dua yaitu Kali Mas dan sungai Jagir. Sedangkan Kali Surabaya sendiri merupakan salah satu anak cabang dari Kali Brantas (Rahardja dkk., 2012). Sungai ini pada akhir musim hujan memiliki kecepatan rata-rata aliran yang lebih besar pada bagian hulu dibandingkan dengan bagian hilirnya, yaitu nilai kecepatan maksimalnya mencapai 112,35 cm/detik. Sedangkan hasil pengukuran kecepatan aliran pada musim kemarau memiliki mencapai 63,99 cm/detik (Yulfiah dkk., 2019).

Besarnya debit air baku yang akan diolah oleh instalasi setiap harinya berbeda-beda, pada tahun 2019 rata-rata debit air baku yang diolah oleh IPAM X adalah sebesar 2.008 liter/detik (Gambar 1).

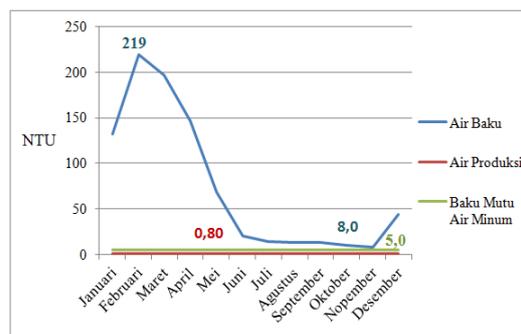


Gambar 1. Fluktuasi debit air baku IPAM X tahun 2019

Kekeruhan Air Baku

Kuantitas dan kualitas lumpur yang dihasilkan oleh IPAM X salah satunya dipengaruhi oleh tingkat kekeruhan air baku. Selama tahun 2019 IPAM X memiliki nilai kekeruhan rata-rata air baku sebesar 74 NTU. Kekeruhan maksimal air baku terjadi pada bulan Februari 2019, yaitu mencapai 219 NTU, sedangkan nilai kekeruhan air baku terendah terjadi pada bulan November 2019 yaitu sebesar 8 NTU.

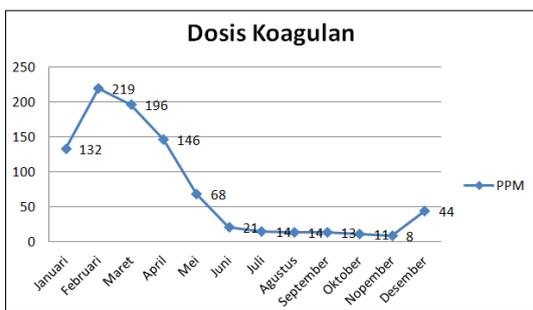
Tingkat kekeruhan air yang produksi oleh IPAM X pada tahun 2019 (Gambar 2) telah memenuhi parameter standar baku mutu air minum yang mengacu pada Peraturan Menteri Kesehatan No 492 tahun 2010.



Gambar 2. Kekeruhan air baku IPAM X tahun 2019

Dosis Koagulan

Penambahan koagulan ke dalam air baku bertujuan untuk membantu proses pembentukan flok agar dapat menurunkan tingkat kekeruhan pada air. Gambar 3 menampilkan dosis koagulan pada IPAM X tahun 2019.



Gambar 3. Dosis Koagulan IPAM X tahun 2019

Penentuan Volume Lumpur

Sebelum dilakukan perhitungan volume lumpur, perlu untuk diketahui nilai berat lumpur terlebih dahulu. Nilai tersebut dapat ditentukan berdasarkan persamaan (1). Selanjutnya dihitung volume lumpur dengan menggunakan persamaan (2). Tabel 1 menampilkan hasil perhitungan volume lumpur IPAM X pada tahun 2019

Tabel 1. Perhitungan volume lumpur IPAM X tahun 2019

Bulan	Debit (m3/hari)	Alum	TSS	W (Kg/day)	V Lumpur (m3/day)
Jan	161.423	57	132	35.137	3.823,683
Feb	160.430	65	219	53.992	5.875,475
Mar	157.976	65	196	48.560	5.284,406
April	157.764	63	146	37.964	4.131,331
Mei	158.850	44	68	19.621	2.135,158
Juni	157.996	24	21	7.266	790,725
Juli	162.552	24	14	6.183	672,824
Agt	162.748	21	14	5.602	609,653
Sep	156.874	16	13	4.673	508,540
Okt	159.960	18	11	4.488	488,372
Nop	156.515	18	8	3.947	429,563
Des	139.554	45	44	13.037	1.418,681

Pemilihan Alternatif Unit Pengolahan

Lumpur yang berasal dari bak sedimen dan bak filter selanjutnya dialirkan menuju ke bak pengumpul sebagai tempat untuk menampung lumpur sementara, kemudian lumpur dipompa menuju unit *gravity thickener*. Unit *thickener* dipilih dari jenis *gravity thickener*, hal ini dikarenakan pengoperasiannya yang mudah, biaya operasional yang dibutuhkan murah, dan minimnya energi yang dibutuhkan. Sebelum lumpur dilakukan pemrosesan pada unit *dewatering*, lumpur terlebih dahulu diberi bahan kimia untuk meningkatkan kepekatan lumpur. Proses ini biasa disebut dengan *conditioning*.

Pemilihan alternatif unit pengolahan proses *dewatering* dilakukan menggunakan metode analisis SWOT (Tabel 2) dan *decision matrix* (Tabel 3). Penilaian pada tabel analisa SWOT kemudian diberikan peringkat antara 1-3. Dari peringkat ini kemudian dikalikan dengan bobot pada masing-masing kriteria dari unit-unit. Semakin baik alternatif unit, maka nilai peringkat yang diberikan semakin tinggi. Berdasarkan tabel analisis *decision matrix* dapat diketahui bahwa *belt filter press* merupakan alternatif unit dengan nilai paling tinggi yaitu 232. Oleh karena itu, unit *dewatering* yang terpilih adalah *belt filter press*. Dengan demikian, instalasi pengolahan lumpur yang direncanakan akan terdiri dari unit bak pengumpul, *gravity thickener*, *belt filter press*, bak penampung filtrat lumpur, tangki supernatant, dan bak penampung *dry cake*.

Tabel 2. Analisis SWOT

Alternatif Unit	Strength	Weakness	Opportunities	Threat
<i>Belt Filter Press</i>	<ul style="list-style-type: none"> • konsentrasi cake 30% • rendahnya kebutuhan energi • terjangkau dalam pembiayaan operasional dan pemeliharaan 	<ul style="list-style-type: none"> • butuh air yang banyak untuk mencuci belt • dapat timbul bau • tidak dianjurkan dalam pengoperasian secara otomatis 	<ul style="list-style-type: none"> • perkiraan timbulan cake 11 m3/hari • unit dapat beroperasi secara kontinyu • butuh luas lahan sekitar 52m2 • energi yang dibutuhkan 3 kWh 	<ul style="list-style-type: none"> • membutuhkan biaya pembangunan sekitar \$1000-80.000
<i>Centrifuge</i>	<ul style="list-style-type: none"> • tidak membutuhkan lahan yang luas • beroperasi secara kontinyu 	<ul style="list-style-type: none"> • menghasilkan konsentrat dengan padatan tinggi • membutuhkan tenaga listrik yang tinggi 	<ul style="list-style-type: none"> • tidak membutuhkan banyak air • kebutuhan perawatan rendah 	<ul style="list-style-type: none"> • operator yang bertugas harus ahli • biaya investasi besar
<i>Sand Drying Beds</i>	<ul style="list-style-type: none"> • kebutuhan energi rendah • biaya pengadaan terjangkau • menghasilkan cake lumpur dengan konsentrasi 20% 	<ul style="list-style-type: none"> • solid loading rate sekitar 0,3-0,8 kg/m2.hari • butuh luas lahan 5800 m2 	<ul style="list-style-type: none"> • perawatan dan pengoperasian mudah • tidak memerlukan operator dengan keahlian tinggi 	<ul style="list-style-type: none"> • kinerja bergantung pada kondisi iklim • membutuhkan tenaga ekstra untuk membuang lumpur

Tabel 3. Analisis *Decision Matrix*

Kriteria	Bobot (%)	Centrifuge		Belt filter press		SDB	
		P	N	P	N	P	N
Luas lahan	25	3	75	2	50	1	25
Biaya investasi	15	1	15	2	30	3	45
Kebutuhan energi	12	1	12	2	24	3	36
Timbulan cake	10	2	20	3	30	1	10
Penggunaan air	8	3	24	1	8	2	16
Dryness cake lumpur	10	2	20	3	30	1	10
Operasional & Perawatan	20	2	40	3	60	1	20
Total	100		206		232		162

Keterangan: (P: Peringkat), (N: Nilai)

Perhitungan Unit-unit Pengolahan Lumpur

Direncanakan:

$$T_d = 10 \text{ menit}$$

$$= 0,007 \text{ hari}$$

$$H = 3 \text{ m} < 4 \text{ m}$$

Perhitungannya adalah sebagai berikut:

$$V_{\text{Bak}} = \text{Debit} \times T_d$$

$$= 5875,47 \text{ m}^3/\text{hari} \times 0,007 \text{ hari}$$

$$= 41,128 \text{ m}^3$$

$$L. \text{ Permukaan} = \text{Volume} / \text{kedalaman}$$

$$= 41,128 / 3$$

$$= 13,709 \text{ m}^2$$

$$P:L = 1:1$$

$$P = 3,7 \text{ m}$$

$$L = 3,7 \text{ m}$$

$$F_b = 0,3 \text{ m}$$

Perhitungan Gravity Thickener

$$\text{Direncanakan} = 2 \text{ buah}$$

$$\text{Densitas lumpur} = 1002 \text{ kg/m}^3$$

$$F_b = 0,3 \text{ m}$$

$$\text{Zona jernih} = 1,2 \text{ m}$$

$$\text{Zona pengendapan} = 1,4 \text{ m}$$

$$\text{Zona thickening} = 1,2 \text{ m}$$

$$\text{Luas (A)} = \frac{\text{Massa lumpur}}{\text{Solid loading rate}}$$

$$= \frac{53992 \text{ kg/hari}}{140 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2 \cdot \text{hari}}}$$

$$= 385,7 \text{ m}^2$$

$$\text{Area setiap thickener} = 192,82696 \text{ m}^2$$

$$D = \sqrt{\frac{4 \times A}{\pi}}$$

$$= 17 \text{ m}$$

$$\text{Kemiringan} = 10 \text{ cm/m}$$

$$\text{Kedalaman tengah} = \text{kemiringan} \times \text{diameter}$$

$$= 10\% \times 17 \text{ m}$$

$$= 1,7 \text{ m}$$

$$\text{Total Kedalaman} = 0,3 + 1,2 + 1,4 + 1,2 + 1,7$$

$$= 5,8 \text{ (memenuhi)}$$

Perhitungan Belt Filter Press

Pada unit *belt filter press*, dosis optimum pembubuhan *chemical conditioning*

dilakukan menggunakan polimer kation sebanyak 6 kg/ton yang akan menghasilkan padatan sebesar 20% (Pratami, 2011). Perhitungannya adalah sebagai berikut:

$$\text{Kebutuhan polimer} = \Sigma \text{ padatan} \times \text{dosis polimer}$$

$$= (48592,4 : 1000) \frac{\text{ton}}{\text{hari}} \times 6 \frac{\text{kg}}{\text{ton}}$$

$$= 291,55 \text{ kg/hari}$$

$$= 8.747 \text{ kg/bulan}$$

$$\text{Total Padatan} = (48592,4 + 291,55)$$

$$\text{kg/hari} : 24 \text{ jam}$$

$$= 2036,83 \text{ kg/jam}$$

Lebar *belt* yang dibutuhkan adalah:

$$\text{Lebar belt} = \frac{\text{Total Padatan}}{\text{Beban Padatan}}$$

$$= \frac{2036,83 \text{ kg/jam}}{500 \text{ kg/jam/m}}$$

$$= 4,07 \text{ m}$$

Tabel 4 menampilkan tipe-tipe *belt filter press* dan spesifikasinya. Unit *belt filter press* yang dipilih dalam penelitian ini adalah Model BFP-200 yang mempunyai lebar sabuk sepanjang 2 meter, maka akan diperlukan 2 unit dan ditambah dengan 1 unit lagi sebagai cadangan.

Tabel 4. 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)

Perhitungan Bak Penampung Filtrat Lumpur

Bak ini berfungsi sebagai penampungan sementara hasil filtrat lumpur yang berasal dari hasil pengepresan unit *belt filter press*. Oleh karena itu bak penampung filtrat lumpur dibuat sesuai dengan ukuran unit *belt filter press*, yaitu panjang 5,4m, lebar 2,3m, dan tinggi 0,5m.

Perhitungan Bak Pengumpul Dry Cake

Volume lumpur yang dihasilkan oleh unit *belt filter press* adalah 210,1 m³/hari, maka ditetapkan:

$$H = 2 \text{ m}$$

$$P = 15 \text{ m}$$

$$L = 10 \text{ m}$$

Perhitungan Tangki Supernatan

Debit supernatant adalah:

$$\text{Gravity thickener} = 3473,74 \text{ m}^3/\text{jam}$$

$$\text{Belt filter press} = 990,73 \text{ m}^3/\text{jam}$$

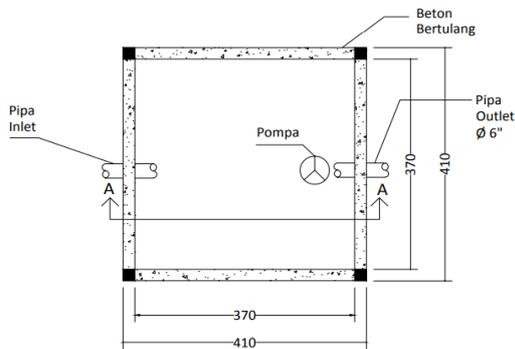
Perhitungannya sebagai berikut:

$$\begin{aligned} \text{Volume} &= (3473,74 \\ &\quad \frac{\text{m}^3}{\text{jam}} \times \frac{\text{jam}}{1440 \text{ menit}} \times 30 \text{ menit}) + \\ &\quad 990,73 \frac{\text{m}^3}{\text{jam}} \times \frac{\text{jam}}{1440 \text{ menit}} \times 30 \text{ menit}) \\ &= 93,0099 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

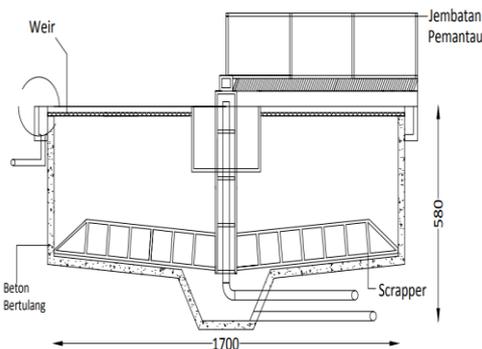
Ditentukan kedalaman sebesar 2,5 m dan bak berbentuk persegi, maka:

$$\begin{aligned} \text{Volume} &= P \times L \times T \\ 93,0099 \text{ m}^3 &= (P \times L \times 1) \text{ m}^3 \\ P &= 6,1 \text{ m} \end{aligned}$$

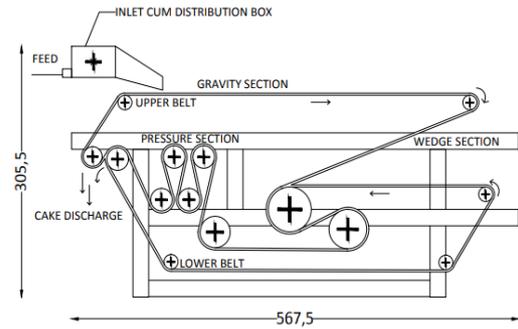
Unit-unit pada pengolahan lumpur yang direncanakan secara berturut-turut adalah ditampilkan pada Gambar 4 untuk denah bak pengumpul, Gambar 5 untuk potongan *gravity thickener*, Gambar 6 untuk potongan *belt filter press*, Gambar 7 untuk denah bak penampung filtrat lumpur, Gambar 8 untuk denah bak penampung *dry cake*, dan Gambar 9 untuk denah tangki supernatan.



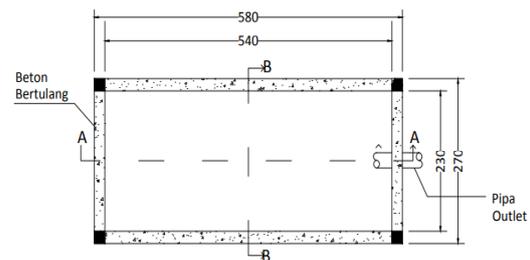
Gambar 4. Denah Bak Pengumpul



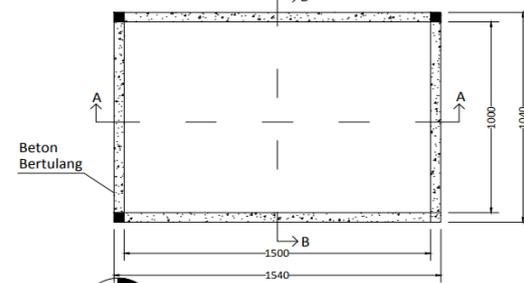
Gambar 5. Potongan Gravity Thickener



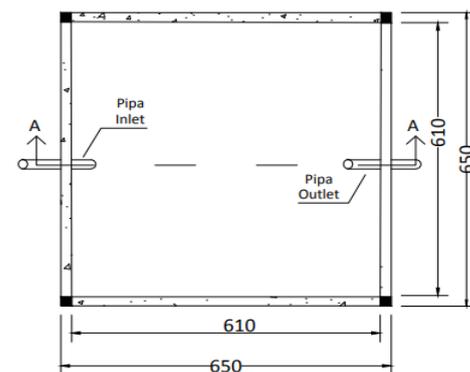
Gambar 6. Potongan Belt Filter Press



Gambar 7. Denah Bak Penampung Filtrat Lumpur



Gambar 8. Denah Bak penampung Dry Cake



Gambar 9. Denah Tangki Supernatan

RENCANA ANGGARAN BIAYA

Rencana anggaran biaya pada perencanaan unit pengolahan lumpur didasarkan pada Harga Satuan Pokok Kegiatan (HSPK) Kota Surabaya tahun 2018, seperti ditampilkan pada Tabel 5.

Tabel 5 Rencana Anggaran Biaya

NO	URAIAN PEKERJAAN	VOLUME		HARGA	JUMLAH
				SATUAN	
1	2	3	4	5	6
A	Instalasi Pengolahan Lumpur IPAM X				
I	PEKERJAAN PERSIAPAN				
1	Pembersihan Lahan	11715,00	m ²	Rp 12.400,00	Rp 145.266.000,00
2	Pengukuran dan Pemasangan Bouwplank	330,00	m ²	Rp 112.819,00	Rp 37.230.270,00
3	Pagar seng sementara	472,00	m ²	Rp 694.589,50	Rp 327.846.244,00
PEKERJAAN PERSIAPAN					Rp 510.342.514,00
II	PEKERJAAN TANAH				
1	Volume Galian	530,16	m ³	Rp 113.025,00	Rp 59.920.994,93
2	Urugan Tanah	26,00	m ³	Rp 221.717,00	Rp 5.765.528,87
PEKERJAAN TANAH					Rp 65.686.523,79
III	PEKERJAAN PLESTERAN				
1	Plesteran 15 mm	140,24	m ²	Rp 92.116,80	Rp 12.918.587,39
2	Acian	140,24	m ²	Rp 52.745,50	Rp 7.397.101,52
PEKERJAAN PLESTERAN					Rp 20.315.688,91
IV	PEKERJAAN BETON				
1	Beton	291,85	m ³	Rp 5.299.092,00	Rp 1.546.548.579,68
PEKERJAAN BETON					Rp 1.546.548.579,68
V	PEKERJAAN INSTALASI LISTRIK				
1	Pompa	2,00	Bh	Rp 7.532.348,00	Rp 15.064.696,00
2	Belt filter press	3,00	Bh	Rp 440.000.000,00	Rp 1.320.000.000,00
PEKERJAAN INSTALASI LISTRIK					Rp 1.335.064.696,00
VI	PEKERJAAN PENGECATAN				
1	Pengecatan Dinding Baru	140,24	m ²	Rp 30.935,00	Rp 4.338.366,98
PEKERJAAN PENGECATAN					Rp 4.338.366,98
VII	PEKERJAA PEMASANGAN PAVING				
1	Pemasangan paving	79	m ²	Rp 107.541,30	Rp 8.495.762,70
PEKERJAAN PEMASANGAN PAVING					Rp 8.495.762,70
JUMLAH HARGA KONSTRUKSI					Rp 3.505.856.828,07
(Keuntungan Pelaksana 10%)					Rp 350.585.683,00
JUMLAH TOTAL					Rp 3.856.442.510,88
DIBULATKAN					Rp 3.857.000.000,00

KESIMPULAN

1. IPAM X di Kota Surabaya menghasilkan debit lumpur sebesar 5875,475 m³/hari
2. Unit pengolahan lumpur yang direncanakan pada perencanaan ini yaitu unit bak pengumpul, *gravity thickener*, bak penampung filtrat lumpur, *belt filter press*, bak pengumpul dry cake dan tangki supernatan
3. Perkiraan anggaran biaya yang dibutuhkan pada perencanaan ini adalah sebesar Rp. 3.857.000.000,00

SARAN

1. IPAM X sebaiknya membuat instalasi pengolahan lumpur dikarenakan besarnya timbulan debit lumpur yang dihasilkan
2. Agar dapat dimanfaatkan secara maksimal, maka sebaiknya dilakukan

pengujian lebih lanjut pada lumpur yang dihasilkan oleh IPAM X

3. Diperlukannya studi lebih lanjut agar timbulan lumpur yang dihasilkan berkurang
4. Perlu adanya peraturan yang mengatur tentang standar baku mutu dari limbah yang dihasilkan oleh IPAM

DAFTAR PUSTAKA

- Cornwell, D.A, & Westeroff, G.P., 1981, Management of Water Treatment Plant Sludge, Sludge and Its Ultimate Disposal, Michigan: Ann Arbor Scientific Publication.
- 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.
- Rahardja, B.S, Marsyalita, F., dan Cahyoko, Y., 2012, Analisis Kandungan Merkuri (Hg) Pada Air, Sedimen, Ikan Keting dan Ikan Mujair di Kali Jagir Surabaya, Jurnal Ilmiah Perikanan dan Kelautan, 4(2).
- Triveni Engineering & Industries LTD., Belt Filter Press: Sludge Dewatering. Sarahanpur: Engineering Industries LTD Triveni.
- Yulfiah, Suzantho, F., dan Kusum, M.N., 2019, Agihan Kualitas Air Kali Surabaya Berdasarkan Perbedaan Penggunaan Lahan, Serambi Engineering, 4(1).

BIODATA PENULIS

Septiya Rini Rahayu, lahir di Surabaya pada tanggal 4 September 1996. Saat ini tercatat sebagai mahasiswa pada Jurusan Teknik Lingkungan di Universitas Islam Negeri Sunan Ampel Surabaya.

Arqowi Pribadi, M.Eng., menempuh pendidikan sarjana Jurusan Teknik Sipil di Universitas Sebelas Maret Surakarta dan melanjutkan studi magister Jurusan Teknik Sipil di Universitas Gadjah Mada Yogyakarta. Saat ini menjadi dosen tetap Program Studi Teknik Lingkungan Universitas Islam Negeri Sunan Ampel Surabaya.

Sulistiya Nengse, M.T., menempuh pendidikan sarjana dan magister Jurusan Teknik Lingkungan di Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya. Saat ini menjadi dosen tetap Program Studi Teknik Lingkungan Universitas Islam Negeri Sunan Ampel Surabaya.

Rr. Diah Nugraheni Setyowati, M.T., menempuh pendidikan sarjana dan magister Jurusan Teknik Sipil di Universitas Diponegoro, Semarang. saat ini menjadi dosen tetap Program Studi Teknik Lingkungan Universitas Islam Negeri Sunan Ampel Surabaya.

Teguh Taruna Utama, M.T., menempuh pendidikan sarjana Jurusan Teknik Lingkungan di Universitas Diponegoro dan melanjutkan studi magister Jurusan Teknik Lingkungan di Institut Teknologi Bandung. Saat ini menjadi dosen tetap Program Studi Teknik Lingkungan Universitas Islam Negeri Sunan Ampel Surabaya.