

Perencanaan Instalasi Pengolahan Lumpur IPA IKK Pemangkat Perumda Air Minum Kabupaten Sambas

Wahyudi, Rizki Purnaini, Isna Apriani

Jurusan Teknik Lingkungan Universitas Tanjungpura

Kota Pontianak, Indonesia

Email: wahyu.dom@student.untan.ac.id¹

Received 5 Agustus 2024 | Revised 10 Agustus 2024 | Accepted 15 Agustus 2024

ABSTRAK

Pengolahan air minum di IPA IKK Pemangkat menggunakan koagulan berupa tawas, sehingga menghasilkan sisa olahan dalam bentuk lumpur yang bersumber dari unit clarifier dan filtrasi yang akan mencemari sungai jika langsung di buang tanpa proses pengolahan. Tujuan dari perencanaan ini mengetahui debit lumpur yang dihasilkan, merencanakan IPL (Instalasi Pengolahan Lumpur), mengetahui kebutuhan terhadap luas lahan dan menghitung RAB. Berdasarkan hasil laboratorium, lumpur yang dihasilkan dari IPA IKK Pemangkat memiliki kadar TSS sebesar 6.100 mg/l yang melewati batas baku mutu, berdasarkan PerMen LH No.5 Tahun 2014 yang hanya mengizinkan kadar TSS sebesar 200 mg/l. Debit lumpur yang dihasilkan dari pengolahan IPA IKK Pemangkat sebesar 150,96 m³/hari. Unit IPL yang direncanakan masing-masing terdiri 1 unit diantaranya yaitu bak pengumpul, unit gravity thickening, unit belt filter press, bak penampung filtrat, bak tangki supernatan dan bak penampung dry cake. Perencanaan unit IPL ini membutuhkan luas area sebesar 79 m² dengan rencana anggaran biaya pembangunan sebesar Rp. 3.418.831.142,75.

Kata kunci: *Lumpur, Rencana Anggaran Biaya, Sungai Pelanjau, Tawas.*

ABSTRACT

Drinking water processing at the IKK Pemangkat WTP uses a coagulant in the form of alum, resulting in residue in the form of sludge originating from the clarifier and filtration units which will pollute the river without processing. This planning aims to find out the mud discharge produced, plan the IPL, find out the area of land needed and calculate the RAB. Based on laboratory results, the sludge produced from the Pemangkat IKK WTP has a TSS level of 6.100 mg/L which exceeds the limit of quality standard, based on Minister of Environment Regulation No. 5 of 2014 which only allows TSS levels of 200 mg/L. The sludge discharge produced from the IKK Pemangkat IPA processing is 150,96 m³/day. The planned IPL units each consist of 1 unit including a collection tank, gravity thickening unit, belt filter press unit, filtrate storage tank, supernatant tank and dry cake storage tank. The planning for this IPL unit requires an area of 79 m² with a planned construction cost budget of Rp. 3,418,831,142.75.

Keywords: *Aluminium, Mud, Budget Plan, Pelanjau River.*

1. PENDAHULUAN

Air merupakan satu di antara sumber daya yang menunjang kebutuhan hidup manusia dalam kegiatan sehari-harinya. Akan tetapi, semakin hari ketersediaan air bersih terus menurun dan menjadi permasalahan yang cukup krusial. Kondisi ini terjadi akibat peningkatan jumlah penduduk dan pesatnya kegiatan pembangunan yang memberikan dampak pada peningkatan kebutuhan air bersih [1]. Instalasi Pengolahan Air (IPA) PERUMDA Air Minum IKK Pemangkat Tirta Muare Ulakan Sambas melakukan pengolahan air yang bersumber dari Sungai Pelanjau Sebangkau untuk mencukupi kebutuhan warga Desa Harapan, Desa Pemangkat Kota, Desa Penjajap, Desa Gugah Sejahtera dan Desa Perapakan, Kecamatan Pemangkat akan air bersih. Penyadap air baku Sungai Pelanjau Sebangkau relatif jauh dari pengolahan IPA IKK Pemangkat, jarak pipa transmisi dari penyadap air baku dengan IPA IKK Pemangkat adalah ± 24 km. IPA PERUMDA Air Minum IKK Pemangkat Tirta Muare Ulakan Sambas, memiliki kapasitas 35 L/detik. Koagulan yang digunakan di IPA PERUMDA Air Minum IKK Pemangkat Tirta Muare Ulakan Sambas adalah Tawas. Tujuan dari penambahan koagulan dilakukan untuk mempermudah terbentuknya flok agar bisa mengendap dengan sempurna [2].

Pengolahan air bersih di IPA PERUMDA Air Minum Tirta Muare Ulakan Sambas menghasilkan lumpur, yang dihasilkan dari unit *clarifier* sebagai residu dari lumpur koagulan, dan unit filtrasi yang menghasilkan lumpur akibat aktivitas pencucian filter [10]. Lumpur ini dihasilkan dari proses koagulasi dan flokulasi dengan penggunaan tawas sebagai bahan koagulan. Lumpur di IPA IKK Pemangkat sejauh ini tidak mengalami pengolahan lebih lanjut karena langsung dibuang ke badan Sungai Perapakan, karena belum memiliki Instalasi Pengolahan Lumpur (IPL) yang mengakibatkan pendangkalan sungai. Oleh karena itu, untuk mengatasi permasalahan pengolahan di IPA IKK Pemangkat diperlukan adanya instalasi pengolahan lumpur guna mereduksi kandungan unsur dan senyawa pada lumpur tersebut, karena lumpur yang langsung dibuang ke sungai [11].

Lumpur yang dibuang langsung ke sungai secara terus menerus dalam jumlah yang besar lambat laun akan menyebabkan sungai mengalami pendangkalan. Kejadian ini akan mengakibatkan berkurangnya penampang sungai sehingga level air sungai akan meningkat pada musim hujan yang dapat berpotensi besar akan menggenangi daerah yang memiliki elevasi yang lebih rendah. Air sungai yang mengalami peningkatan nutrisi dan kekeruhan karena lumpur akan menyebabkan berkurangnya kemampuan penetrasi sinar matahari ke dalam sungai, hal ini akan menyebabkan terganggunya proses fotosintesis tumbuhan air yang dapat berdampak ke ekosistem air [14]. Apabila jumlah lumpur yang dibuang tidak seimbang dengan kemampuan *purifikasi* air sungai, unsur-unsur logam berat yang kemungkinan terkandung di dalam lumpur dapat berdampak buruk pada keberlangsungan hidup organisme dalam air sungai karena sifat toksik yang dimilikinya. Selain hal tersebut, air sungai akan bermuara di laut yang juga akan terkena dampak melalui akumulasi lumpur yang terbawa aliran sungai sehingga daerah di sekitar pantai menjadi dangkal. Apabila hal ini dibiarkan kemungkinan pantai akan tertutup lumpur dan dapat menyebabkan terjadinya kondisi *anaerobic* yang menimbulkan bau akibat tidak adanya transfer oksigen dalam air [15].

2. METODOLOGI

2.1 Lokasi Perencanaan

Lokasi perencanaan adalah IPA IKK Pemangkat di Jl. Ahmad Ayani, Perapakan. Kecamatan. Pemangkat, Kabupaten Sambas, Kalimantan Barat. PERUMDA Air Minum IKK Pemangkat terletak pada koordinat 1°10'27.05"N dan 109°01'39.98"E.



Gambar 1. Lokasi Perencanaan

2.2 Pengumpulan Data Perencanaan

Perencanaan Instalasi Pengolahan Lumpur di IPA IKK Pemangkat ini memerlukan dua jenis data yang mencakup atas data primer dan data sekunder. Data primer pada perencanaan ini dihimpun melalui kegiatan pengamatan, wawancara, pengukuran langsung dilapangan yang mencakup atas data karakteristik lumpur dan data debit lumpur. Perencanaan ini juga menggunakan data sekunder yang terdiri atas: luas lahan yang tersedia untuk perencanaan bangunan pengolahan lumpur, data Pemakaian Dosis Koagulan di IPA IKK Pemangkat, data Debit Pengolahan di IPA IKK Pemangkat, dan Karakteristik Air Baku Sungai Pelanjau Sebangkau.

2.3 Metode Analisis Data

Data-data yang sudah terhimpun diintegrasikan dalam perhitungan dan analisis data yang mendasari perancangan ini. Beberapa tahapan dalam perencanaan yang dilakukan, antara lain:

1. Kualitas Lumpur di IPA IKK Pemangkat

Pengambilan sampel dilakukan dengan menerapkan teknik contoh sesaat (*grab sample*) pada ujung pipa pembuangan lumpur unit *clarifier* dan unit filtrasi. Lumpur yang akan diuji yang selanjutnya akan dibandingkan dengan PERMEN LH RI No 5 Tahun 2014 tentang Baku Mutu Air Limbah. Metode pengambilan sampel berpedoman pada SNI 6989.59:2008 tentang Metode Pengambilan Contoh Air Limbah, menggunakan alat sederhana. Pengujian sampel lumpur dilakukan di Laboratorium Pengujian dan Analisa Sucofindo Pontianak. Parameter kualitas lumpur yang akan diuji adalah pH, Suhu, kekeruhan, *Total Suspended Solid* (TSS), dan Aluminium (Al).

2. Penentuan Berat dan Volume Lumpur

Jumlah lumpur sisa produksi dipengaruhi oleh kekeruhan, penggunaan dosis koagulan, dan debit air yang akan diolah. Volume lumpur dapat diketahui dengan menentukan terlebih dahulu nilai berat lumpur. Volume lumpur digunakan sebagai landasan dalam perencanaan guna menetapkan dimensi dan jumlah unit yang diperlukan berdasarkan kriteria desainnya. Dalam perhitungan volume lumpur, dibutuhkan data berat lumpur, densitas air, *specific gravity* lumpur serta persen solid lumpur.

Dengan demikian, dapat ditentukan volume lumpur dengan menggunakan rumus sebagai berikut [3]:

$$\text{Debit Lumpur (Q)} = \frac{W}{Ssl \times P_s}$$

$$\text{Volume Lumpur (V)} = Q \times 1 \text{ hari}$$

Keterangan:

$$Q = \text{Debit Lumpur (m}^3/\text{hari)}$$

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

$$W = \text{Berat Lumpur (lb/day)}$$

$$Ssl = \text{specific gravity lumpur}$$

$$P_s = \text{persen padatan kering dalam desimal}$$

3. Perhitungan Dimensi Unit Instalasi Pengolahan Lumpur

Perhitungan dilakukan pada unit Instalasi Pengolahan Lumpur yang direncanakan di IPA IKK Pemangkat diantaranya ada bak pengumpul, unit *gravity thickener*, unit *belt filter press*, bak penampung *dry cake*, dan tangki supernatan.

a) Bak Pengumpul

Kriteria perencanaan untuk bak pengumpul [4] :

$$\text{Kedalaman (h)} = 3\text{-}4 \text{ meter}$$

$$P:L = 1:1$$

$$\text{Free Board} = 0,3 \text{ meter}$$

Perhitungan :

$$\text{Volume bak (m)} = P^2 \times h$$

$$\text{Volume bak pengumpul (m}^3\text{)} = P \times L \times T$$

b) Unit *Gravity Thickener*

Kriteria perencanaan (Qasim, 1999):

$$\text{Konsentrasi padatan influen} = 1\text{-}7 \%$$

$$\text{Konsentrasi padatan efluen} = 2\text{-}10 \%$$

$$\text{Hydraulic loading} = 1\text{-}33 \text{ m}^3 \cdot \text{m}^2 \cdot \text{d}$$

$$\text{Solid loading} = 10\text{-}144 \text{ Kg/m}^2 \cdot \text{d}$$

$$\text{Solid Capture} = 60\text{-}98 \%$$

$$\text{TSS supernatant} = 200 - 1000 \text{ mg/l}$$

$$\text{SVR} = 0,5 - 2,0$$

$$\text{Kedalaman} = 4,5\text{-}6,5 \text{ m}$$

Perhitungan Dimensi Unit *Gravity Thickener*

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

$$\text{Diameter} = \sqrt{\frac{4 \times A}{\pi}}$$

$$\text{Kedalaman tengah (H}_{\text{tengah}}\text{)} = \text{Kemiringan} \times \text{diameter}$$

$$\text{H total (m)} = (\text{free board} + \text{zona jernih} + \text{zona pengendapan} + \text{zona thickening} + H_{\text{tgh}})$$

c) Unit *Belt Filter Press*

Kriteria perencanaan *belt filter press* :

$$\text{Cake dryness} = 20\%$$

$$\text{Beban padatan} = 500 \text{ Kg/jam.m}$$

Perhitungan Desain

Pengolahan jumlah padatan pada setiap jam operasi

$$\text{Total Padatan} = \left(\frac{\sum \text{padatan} + \text{kebutuhan polimer}}{24 \text{ jam/hari}} \right)$$

Lebar belt yang dibutuhkan

$$\text{Lebar belt (m)} = \frac{\text{Total padatan}}{\text{Beban padatan}}$$

$$\text{Volume Belt Filter Press} = P \times L \times H$$

d) Bak Penampung *Dry Cake*

$$\text{Lebar (L)} = 2 \text{ meter}$$

$$\text{Kedalaman (H)} = 1 \text{ meter}$$

Perhitungannya menggunakan persamaan sebagai berikut [5] :

$$\text{Volume hasil} = P \times L \times H$$

$$\text{Panjang (P)} = \frac{\text{volume hasil}}{L \times H}$$

e) Tangki Supernatan

Direncanakan :

$$\text{Kedalaman (h)} = 2 \text{ meter}$$

$$P : L = 1 : 1$$

Perhitungannya menggunakan persamaan sebagai berikut [5] :

$$V = P \times L \times h$$

$$P = \frac{V}{L \times h}$$

$$P^2 = \frac{V}{h}$$

$$P = \sqrt{\frac{V}{h}}$$

Keterangan :

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

$$L = \text{Lebar (meter)}$$

$$P = \text{Panjang (meter)}$$

$$h = \text{Kedalaman (meter)}$$

4. Pemanfaatan Lumpur

Secara umum, pengolahan air minum akan memproduksi produk sampingan berupa residu *sludge* yang akan menumpuk seiring berjalannya waktu akibat kontinuitas produksi setiap harinya tanpa adanya pemanfaatan lebih lanjut. Penumpukan dalam jumlah yang besar menyebabkan pembuangan *sludge* pada saluran pembuangan tanpa disertai dengan pengolahan terlebih dahulu. Selain jumlahnya yang sangat banyak, sifat *renewable* dan pemanfaatan yang belum optimal, *sludge* pengolahan air minum memiliki potensi besar untuk dilakukan pemanfaatan.

5. Rencana Anggaran Biaya (RAB)

RAB mengacu pada Peraturan Bupati Sambas Nomor 20 Tahun 2023 tentang Harga Satuan Pokok Kegiatan Kabupaten Sambas Tahun Anggaran 2024, sedangkan untuk nilai kode, satuan dan koefisien sesuai dengan PERMEN PUPR RI Nomor 8 Tahun 2023. RAB ini disusun berdasarkan masing-masing tahapan pekerjaan dalam perencanaan Instalasi Pengolahan Limbah di IPA IKK Pemangkat meliputi harga satuan dan kemudian akan diperoleh anggaran biaya keseluruhan.

3. HASIL PERENCANAAN

3.1 Lumpur di IPA IKK Pemangkat

Kondisi eksisting lumpur yang dihasilkan dari proses pembuangan yang berasal dari unit *clarifier* jauh lebih keruh dan lebih banyak hal ini dikarenakan flok-flok yang bersumber dari proses koagulasi-flokulasi akan mengendap di unit *clarifier*, sedangkan lumpur dari unit filtrasi hanya berupa flok-flok halus yang masih melewati dalam unit *clarifier*. Penampakan lumpur yang dihasilkan ditampilkan dalam **Gambar 2**.



Gambar 2. Lumpur yang dihasilkan

IPA IKK Pemangkat memproduksi residu lumpur dengan karakteristik warna coklat keruh dengan kandungan beberapa parameter yang diidentifikasi dari hasil uji Laboratorium Sucofindo Pontianak, antara lain: parameter TSS sebesar 6.100 mg/l, kekeruhan sebesar 602 NTU atau 200,6 mg/l, pH 6,11, serta suhu 27,57 °C. Berdasarkan data dari uji Laboratorium Sucofindo Pontianak konsentrasi parameter TSS berada di atas baku mutu air limbah golongan 1 sesuai PERMEN LH Nomor 5 Tahun 2014, dimana konsentrasi TSS pada air limbah yang diizinkan ialah hanya sebesar 200 mg/L. Sementara itu, parameter lainnya seperti kekeruhan, pH, dan suhu memenuhi konsentrasi yang diizinkan pada baku mutu tersebut. Lumpur sisa produksi yang dibuang dari IPA IKK Pemangkat ini juga mengandung parameter lainnya yakni Aluminium yang diketahui memiliki konsentrasi sebesar 8,46 mg/L. Kandungan aluminium pada pengolahan air minum di IPA IKK Pemangkat ini bersumber dari proses koagulasi yang menambahkan penggunaan tawas sebagai koagulan [23]. Hasil kualitas lumpur IPA IKK Pemangkat berdasarkan beberapa parameter yang diuji di Laboratorium Sucofindo Pontianak ditampilkan dalam **Tabel 1**. Hasil dari Laboratorium Sucofindo akan dibandingkan dengan parameter PERMEN LH No. 5 Tahun 2014 [12].

Tabel 1. Kualitas Lumpur di IPA IKK Pemangkat

No	Parameter	Satuan	Hasil Uji	Metode	Baku Mutu PERMEN LH No.5 Tahun 2014
1.	Suhu	°C	27,1		38
2.	Derajat keasaman (pH)	-	6,11	SNI 6989.11:2019	6,0-9,0
3.	Kekeruhan	NTU	602	SNI 06-6989.25:2005	2.000
4.	TSS	mg/L	6100	SNI 6989.3:2019	200
5.	Aluminium (Al)	mg/L	8,46	SNI 6989.82:2018	-

3.2 Produksi Berat Lumpur

Jumlah lumpur yang dihasilkan bergantung pada kekeruhan, penggunaan dosis koagulan dan bahan kimia serta debit air baku yang akan diolah.

Volume lumpur dapat dicari dengan mengetahui nilai produksi lumpur terlebih dahulu. Produksi lumpur yang dihasilkan di IPA IKK Pemangkat dapat diketahui menggunakan persamaan rumus sebagai berikut [16].

$$W = 8,34 \times Q \times ((0,8 \times \text{Dosis Alum}) + \text{SS})$$

$$\text{SS} = 1,3 \times \text{Turbiditas Air Baku}$$

Keterangan:

$$W = \text{Produksi Berat Lumpur (lb/day)}$$

$$\text{Al} = \text{Dosis Alum (mg/l)}$$

$$Q = \text{Debit Air Baku (L/detik)}$$

$$\text{TU} = \text{Kekeruhan Air Baku (Nephelometric Turbidity Unit/NTU)}$$

$$\text{SS} = \text{Suspended Solid Air Baku}$$

$$B = \text{Rasio suspended solid terhadap kekeruhan, kisaran yang digunakan dalam perencanaan adalah 1,3 [6].}$$

Diketahui:

$$Q_{\text{Air Baku Kapasitas Total}} = 35 \text{ L/detik} = 3.024 \text{ m}^3/\text{hari}$$

$$\text{Dosis Alum}_{\text{rata-rata}} = 3,7 \text{ mg/L}$$

$$\text{Kekeruhan Air Baku}_{\text{rata-rata}} = 63,4 \text{ NTU} = 21.2 \text{ mg/L}$$

Perhitungan produksi berat lumpur rata-rata yang dihasilkan di IPA IKK Pemangkat diuraikan berikut ini.

$$\begin{aligned} \text{Berat Lumpur (W)} &= 8,34 \times Q_{\text{Air Baku}} \times ((0,8 \times \text{Dosis Alum}) + (1,3 \times \text{TU})) \\ &= 8,34 \times 35 \text{ L/detik} \times ((0,8 \times 3,7 \text{ mg/L} + (1,3 \times 21,2 \text{ mg/L})) \\ &= 292 \text{ L/detik} \times (2,96 \text{ mg/L} + 27,56 \text{ mg/L}) \\ &= 8.911 \text{ mg/detik} \\ &= 769,91 \text{ Kg/hari} \approx 1.697 \text{ lb/day} \end{aligned}$$

Berdasarkan perhitungan berikut dapat diketahui bahwa produksi berat lumpur yang dihasilkan di IPA IKK Pemangkat setiap harinya adalah sebesar 769,91 Kg/hari.

3.3 Volume Lumpur

Berat dan volume lumpur merupakan dua komponen yang saling berkaitan [3]. Hubungan ini menjadi acuan dalam menentukan besaran persen padatan yang terdapat pada lumpur sisa pengolahan air bersih, sebab volume air baku yang tidak dapat melewati proses pengolahan menjadi air distribusi menggambarkan besaran volume lumpur yang dihasilkan.

Berikut merupakan persamaan yang digunakan untuk menetapkan nilai persen padatan dalam desimal:

$$V = \frac{S}{\rho \times \text{Ssl} \times \text{ps}}$$

$$\text{ps} = \frac{S}{\rho \times \text{Ssl} \times V} = \frac{769,91 \text{ Kg/hari}}{996,26 \frac{\text{Kg}}{\text{m}^3} \times 1,02 \times 150,96 \text{ m}^3} = \frac{769,91 \text{ Kg/hari}}{153403,3 \text{ Kg}} = 0,005/\text{hari} = 0,5\%/\text{hari}$$

Perhitungan di atas menghasilkan nilai padatan sebesar 0,5%. Nilai ini mengindikasikan bahwa lumpur residu pada pengolahan air bersih mempunyai karakteristik yang sangat cair. Rendahnya kadar padatan dalam lumpur ini menyebabkan proses pemisahan antara air dan padatan menjadi lebih cepat. Persamaan yang digunakan dalam menentukan debit lumpur ialah [4] :

$$\text{Debit Lumpur (Q)} = \frac{W}{S_{sl} \times P_s}$$

Keterangan:

Q = Debit Lumpur (m³/hari)

W = Berat Lumpur (lb/day)

S_{sl} = *Specific gravity* lumpur

P_s = Persen padatan solid (desimal)

Faktor yang memberikan pengaruh pada nilai dari volume lumpur ialah *specific gravity* lumpur (S_{sl}) dan persen padatan solid. Terdapat variasi pada penggunaan nilai S_{sl} pada setiap unit proses maupun operasi. Perhitungan volume untuk perencanaan IPL di IPA IKK Pemangkat menggunakan nilai S_{sl} 1,02 gr/cm³. Persen padatan solid lumpur yang digunakan dalam perhitungan volume lumpur yaitu 0,4%, persen padatan solid didapatkan dari perhitungan yang diperoleh dari perhitungan [17]. Perhitungan volume lumpur rata-rata yang dihasilkan di IPA IKK Pemangkat dapat dilihat pada persamaan sebagai berikut. Perhitungan Debit dan Volume Lumpur :

$$\text{Debit Lumpur (Q)} = \frac{W}{S_{sl} \times P_s} = \frac{769,91 \frac{\text{Kg}}{\text{hari}}}{1,020 \frac{\text{Kg}}{\text{m}^3} \times 0,5\%} = \frac{769,91 \frac{\text{Kg}}{\text{hari}}}{5,10 \frac{\text{Kg}}{\text{m}^3}}$$

$$\text{Volume Lumpur (V)} = 150,96 \text{ m}^3/\text{hari} = 150,96 \text{ m}^3/\text{hari} \times 1 \text{ hari} = 150,96 \text{ m}^3$$

Volume lumpur yang didapat dari perhitungan diatas adalah 150,96 m³ dalam periode 1 hari pengolahan yang berasal dari IPA IKK Pemangkat.

3.4 Instalasi Pengolahan Lumpur

Instalasi pengolahan lumpur dipilih dengan sistem mekanis yang mencakup atas bak pengumpul, *gravity thickener*, *belt filter press*, bak penampung *dry cake* dan tangki *supernatant* [13]. Perhitungan unit-unit ini dibuat berdasarkan persamaan rumus yang sesuai kriteria desain yang telah ditetapkan serta data sekunder yang dibutuhkan dalam menghitung perencanaan dimensi unit pengolahan lumpur di IPA IKK Pemangkat.

1. Bak Pengumpul

Bak pengumpul direncanakan berjumlah 1 buah bak.

Perhitungan dari bak penampung mengacu pada [5] yaitu:

$$V = P^2 \times h$$

$$P^2 = \frac{V}{h} = \frac{150,96 \text{ m}^3}{3 \text{ m}} = 50,32 \text{ m}$$

$$P = \sqrt{50,32} = 7,09 \text{ m}$$

$$\text{Panjang : Lebar} = 1 : 1$$

$$\text{Panjang} = 7,09 \text{ m}$$

$$\text{Lebar} = 7,09 \text{ m}$$

$$\text{Kedalaman} = 3 \text{ m}$$

$$\begin{aligned} \text{Volume Bak Pengumpul} &= P \times L \times T \\ &= 7,09 \text{ m} \times 7,09 \text{ m} \times 3 \text{ m} \\ &= 150,80 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

2. Unit Gravity Thickener

Prinsip kerja *gravity thickener* adalah mengendapkan padatan dengan nilai *specific gravity* yang lebih tinggi dari air [18].

Perhitungan Dimensi *Gravity Thickening*

$$\begin{aligned}\text{Luas (A)} &= \frac{\text{Massa Lumpur}}{\text{Solid Loading Rate}} \\ &= \frac{769,91 \text{ Kg/hari}}{100 \frac{\text{Kg}}{\text{m}^2 \cdot \text{hari}}} \\ &= 7,7 \text{ m}^2\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Diameter (D)} &= \sqrt{\frac{4 \times A}{\pi}} \\ &= \sqrt{\frac{4 \times 7,7 \text{ m}^2}{3,14}} \\ &= \sqrt{9,8 \text{ m}^2} \\ &= 3,13 \text{ meter}\end{aligned}$$

$$\text{Diameter aktual } thickening = 3,13 \text{ meter}$$

Kedalaman Thickening

Kedalaman total *thickening* mencakup atas zona *thickening*, zona pengendapan, dan zona jernih serta nilai *freeboard* yang ditetapkan ialah 0,3 meter. Ditetapan pula kemiringan 10cm/m pada bagian bawah *thickening*.

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

$$\begin{aligned}\text{Kedalaman Tengah (H}_{tgh}) &= \frac{10}{100} \times \frac{\text{Diameter}}{\text{Jumlah Unit}} \\ &= \frac{10}{100} \times \frac{3,13 \text{ m}}{1} \\ &= 0,313 \text{ m} \approx 0,3 \text{ m}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Total kedalaman} &= (\text{freeboard} + \text{zona}_{\text{jernih}} + \text{zona}_{\text{sedimentasi}} + \text{zona}_{\text{thickening}} + H_{tgh}) \\ &= 0,3 \text{ m} + 1,2 \text{ m} + 1,5 \text{ m} + 1,2 \text{ m} + 0,3 \text{ m} \\ &= 4,5 \text{ m (Memenuhi Kriteria)}\end{aligned}$$

Memenuhi Kriteria Perencanaan Menurut (Qasim,1999) = 4,5-6,5 m.

$$\begin{aligned}\text{Volume Aktual } Thickening &= \left(\frac{\pi}{4} \times D^2 \times 4,2 \text{ m}\right) + \left(\frac{\pi}{12} \times D^2 \times 0,3 \text{ m}\right) \\ &= \left(\frac{3,14}{4} \times 3,13 \text{ m}^2 \times 4,2 \text{ m}\right) + \left(\frac{3,14}{12} \times 3,13 \text{ m}^2 \times 0,3 \text{ m}\right) \\ &= 32,30 \text{ m}^3 + 0,77 \text{ m}^3 \\ &= 33,7 \text{ m}^3\end{aligned}$$

Unit *Gravity thickening* yang direncanakan dibangun dengan kedalaman 1,5 meter dibawah muka tanah dari total kedalaman 4,5 meter.

3. Unit *Belt Filter Press*

Belt Filter Press ialah satu di antara unit pengolahan dan berperan dalam proses *dewatering* lumpur. Proses *dewatering* dengan menggunakan unit *belt filter press* mencakup atas tiga tahap operasional, antara lain: tahap pertama dimulai dengan pengkondisian secara kimia, kemudian tahap kedua dilanjutkan dengan pengeringan kandungan air yang berlebih dalam unit *belt filter press*, dan tahap terakhir adalah penekanan lumpur. Penekanan dilakukan oleh sepasang *belt* terhadap lumpur ketika melewati *belt* tersebut. Bak penampung filtrat direncanakan berbentuk balok mengikuti bentuk unit sebelumnya hal ini dikarenakan beberapa faktor yang ketersediaan lahan yang terbatas, menyesuaikan dengan unit *belt filter press* serta agar lebih mudah dalam pengawasan ketika beroperasi. Bak ini dibuat dalam perencanaan untuk menampung filtrat yang dihasilkan dari unit *belt filter press* dalam waktu singkat sebelum disalurkan ke unit tangki supernatant [19].

Perhitungan Dimensi *Belt Filter Press*

Unit *belt filter press* berfungsi untuk mengolah jumlah padatan lumpur yang telah memasuki unit *gravity thickening* sebelumnya dan polimer yang digunakan pada *belt filter press*. Padatan sebanyak 20% dapat dihasilkan dengan menggunakan *polymer cationic* sebanyak 6 Kg/ton lumpur [7].

$$\begin{aligned}\text{Kebutuhan polymer} &= \text{Jumlah padatan} \times \text{dosis polimer} \\ &= (754,51 \text{ Kg/hari} : 1000) \text{ Ton/hari} \times 6 \text{ Kg/ton} \\ &= 4,53 \text{ kg/hari} = 135,81 \text{ kg/bulan}\end{aligned}$$

Pengkondisian dilakukan dengan penambahan bahan kimia yang diletakkan pada penyimpanan bahan kimia yang sudah tersedia di IPA IKK Pemangkat.

Perhitungan desain:

Pengolahan jumlah padatan pada setiap jam operasi diketahui melalui perhitungan sebagai berikut:

$$\begin{aligned}\text{Total padatan} &= (\text{Jumlah padatan} + \text{Kebutuhan Polimer}) : 24 \text{ jam} \\ &= (754,51 \text{ Kg/hari} + 135,81 \text{ kg/hari}) : 24 \text{ jam/hari} \\ &= 37,1 \text{ kg/jam}\end{aligned}$$

Lebar *belt* yang dibutuhkan :

$$\begin{aligned}\text{Lebar belt} &= \frac{\text{Total Padatan}}{\text{Beban Padatan}} \\ &= \frac{37,1 \text{ kg/jam}}{90 \frac{\text{kg}}{\text{m}} \cdot \text{jam}} \\ &= 0,42 \text{ m} \approx 0,5 \text{ m (Memenuhi Kriteria)}\end{aligned}$$

Memenuhi kriteria perencanaan menurut [8] : 0,5-3,5 m.

Unit *belt filter press* yang diperlukan dalam perencanaan ini ialah 1 unit dengan kapasitas setiap unit sebesar 90 Kg/jam/m. Unit *belt filter press* yang direncanakan dibangun diatas permukaan tanah, hal ini dikarenakan *belt filter press* merupakan mesin yang memiliki kedalaman 2,667 meter, sehingga untuk menjaga keawetan mesin serta memudahkan dalam proses pengawasan pengolahan maka unit ini dibuat diatas permukaan.

4. Tangki Supernatan

Tangki supernatan memiliki fungsi sebagai penampungan supernatant yang dihasilkan dari unit *gravity thickening* dan unit *belt filter press* sebelum kembali dialirkan ke kanal pembawa (*outlet* IPA IKK Pemangkat). Perencanaan unit tangki supernatan menggunakan debit yang dihasilkan dari masing-masing unit *gravity thickening* dan *belt filter press*. Perhitungan Dimensi Tangki:

$$\begin{aligned}\text{Volume Tangki} &= (136,16 \text{ m}^3/\text{hari} \times \frac{1 \text{ hari}}{1.440 \text{ menit}} \times 30 \text{ menit}) + (10,95 \text{ m}^3/\text{hari} \times \frac{1 \text{ hari}}{1.440 \text{ menit}} \times 30 \text{ menit}) \\ &= 2,84 \text{ m}^3 + 0,23 \text{ m}^3 \\ &= 3,07 \text{ m}^3\end{aligned}$$

Kedalaman bak ditentukan sebesar 2 m dan bak akan berbentuk persegi dengan perbandingan panjang dan lebar 1 : 1. Pemilihan kedalaman 2 m dipilih berdasarkan 3 faktor yaitu faktor estetika dan menyesuaikan dengan kedalaman unit sebelumnya serta harus memenuhi dengan volume tangki yang didapat dalam perhitungan [21].

$$\begin{aligned}\text{Volume Dimensi} &= P \times L \times T \\ 3,07 \text{ m}^3 &= (P \times L \times 2 \text{ m}) \\ \text{Panjang} &= 1,24 \text{ meter} = 1,2 \text{ meter}\end{aligned}$$

Maka, nilai panjang dan lebar tangki supernatant sebesar 1,2 m dengan *freeboard* 0,3 meter. Unit tangki penampung supernatan direncanakan dibangun di atas permukaan tanah.

5. Bak Penampung *Dry Cake*

Unit penampung *dry cake* dirancang dengan fungsi sebagai penampungan lumpur yang sudah mengalami pengolahan di unit *belt filter* sebelum menuju pembuangan akhir. Bak penampung *dry cake* memiliki kedalaman total 1 m, sehingga bak penampung *dry cake* direncanakan dibangun diatas permukaan tanah disebabkan kedalaman bak tidak melebihi tinggi unit *belt filter press*, hal ini juga melancarkan proses *dry cake* yang dihasilkan dapat langsung ditampung selain itu juga mudah dalam proses pengangkutan akhir [20].

Perbandingan P : L = 1 : 1

Panjang (P) = 2 m

Lebar (L) = 2 m

Kedalaman (T) = 1 m

Maka, perhitungan volume

Volume dimensi *dry cake* = $P \times L \times T$

= $2 \text{ m} \times 2 \text{ m} \times 1 \text{ m}$

= 4 m^3

Bak penampung *dry cake* memiliki kedalaman total 1 m, sehingga bak penampung *dry cake* direncanakan dibangun diatas permukaan tanah disebabkan kedalaman bak tidak melebihi tinggi unit *belt filter press*, hal ini juga melancarkan proses *dry cake* yang dihasilkan dapat langsung ditampung selain itu juga mudah dalam proses pengangkutan akhir.

3.5 Pemanfaatan Padatan Lumpur yang dihasilkan dari IPL

Lumpur yang dihasilkan dari IPA IKK Pemangkat yang sudah dilakukan pengolahan dan menjadi kering dapat dimanfaatkan. Beberapa alternatif yang bisa diterapkan untuk memanfaatkan padatan lumpur, diantaranya ialah [22]:

- Pengeringan terhadap lumpur akan menghasilkan lumpur yang kering sehingga berpotensi untuk dimanfaatkan kembali sebagai material penutup pada proses *composting* limbah padat di TPA
- Dilakukan alum *recovery*, yaitu pengambilan alum yang terkandung dalam lumpur untuk dimanfaatkan kembali dalam proses koagulasi sebagai koagulan.
- Lumpur yang telah mengalami pengeringan bisa dimanfaatkan kembali sebagai bahan campuran dalam material beton dan semen.
- Dapat dilakukan pengolahan kembali pada lumpur untuk menjadi batu bata tipe *hand trown stocks*. Bahkan pengolahan lumpur ini juga memiliki potensi untuk dijadikan sebagai bahan baku batako.

3.6 Luas Lahan

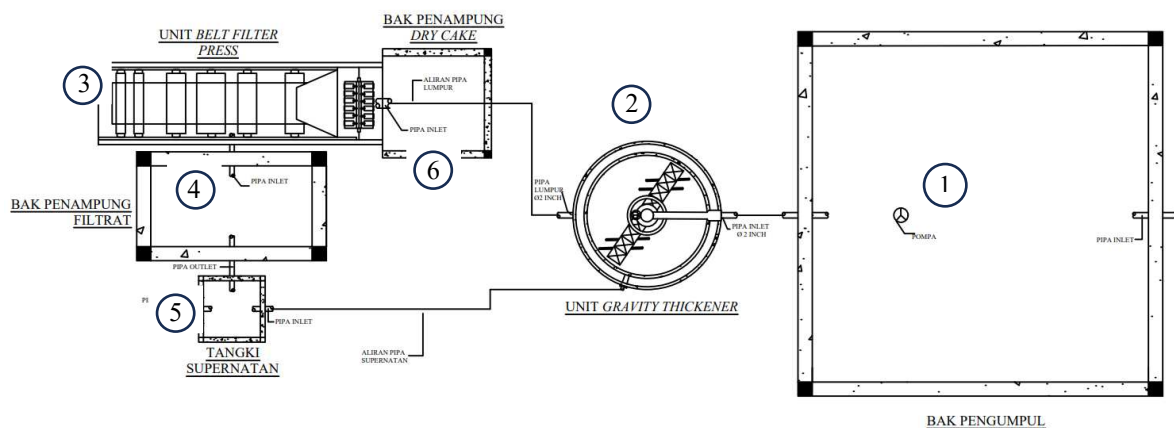
Luas lahan yang diperhitungkan dalam perencanaan yaitu luasan unit pengolahan lumpur. Perhitungan luas lahan tidak mencakup sistem perpipaan sebagai penghubung antar unit pengolahan yang ada. Total kebutuhan lahan yang diperlukan dalam perencanaan unit IPL di IPA IKK Pemangkat berdasarkan perhitungan luasan unit pada **Tabel 2** yaitu sebesar 79 m^2 . Luas lahan ini masih memenuhi, karena luas lahan kosong di IPA IKK Pemangkat sebesar $1916,49 \text{ m}^2$, sehingga perencanaan IPL dapat dibangun pada area lahan kosong yang tersedia.

Tabel 2. Rekapitulasi Dimensi Unit IPL

No.	Unit Pengolahan	Keterangan	Jumlah Unit	Luas Lahan
1.	Bak Pengumpul	- Panjang Bak (P) = 7,09 m - Lebar Bak (L) = 7,09 m - Kedalaman Bak (h) = 3 m	1 unit	50,3 m ²
2.	<i>Gravity Thickening</i>	- Diameter (D) = 3,13 m - Kedalaman (h) = 4,5 m	1 unit	7,1 m ²
3.	<i>Belt Filter Press</i>	- Panjang Bak (P) = 5,994 m - Lebar Bak (L) = 1,727 m - Kedalaman Bak (h) = 2,667 m	1 unit	10,4 m ²
	Bak Penampung Filtrat	- Panjang Bak (P) = 3,4 m - Lebar Bak (L) = 1,7 m - Kedalaman Bak (h) = 1 m	1 unit	5,8 m ²
4.	Tangki Supernatan	- Panjang Bak (P) = 1,2 m - Lebar Bak (L) = 1,2 m - Kedalaman Bak (h) = 2 m	1 unit	1,5 m ²
5.	Bak Penampung <i>Dry Cake</i>	- Panjang Bak (P) = 2 m - Lebar Bak (L) = 2 m - Kedalaman Bak (h) = 1 m	1 unit	4 m ²
Total				79 m ²

3.7 Gambar Desain Instalasi Pengolahan Lumpur

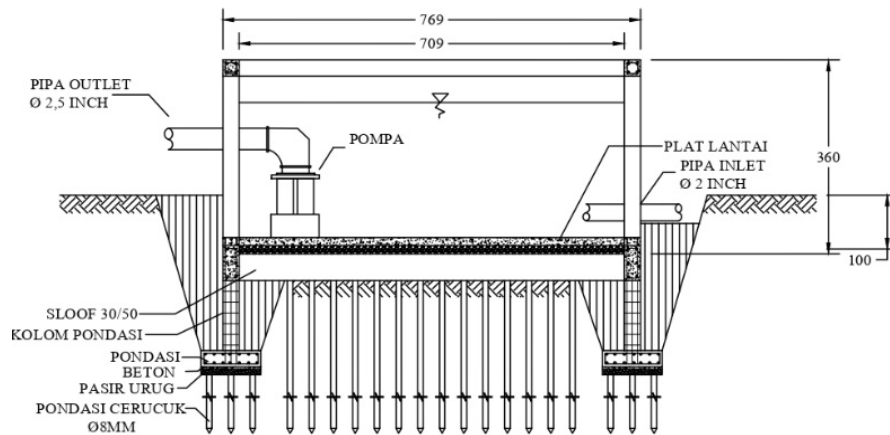
Unit Pengolahan Lumpur di IPA IKK Pemangkat ditampilkan pada **Gambar 3** sebagai berikut.



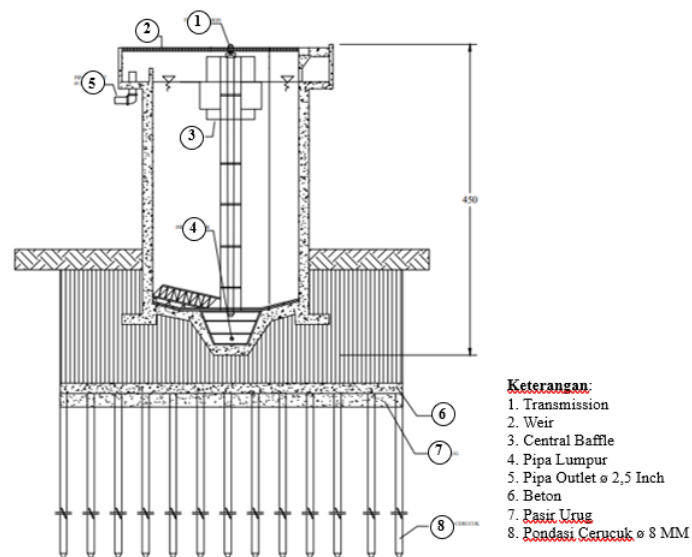
- Keterangan:
1. Bak Pengumpul
 2. Unit *Gravity Thickener*
 3. Unit *Belt Filter Press*
 4. Bak Penampung Filtrat
 5. Tangki Supernatan
 6. Bak Penampung *Dry Cake*

Gambar 2. Perencanaan IPL di IPA IKK Pemangkat

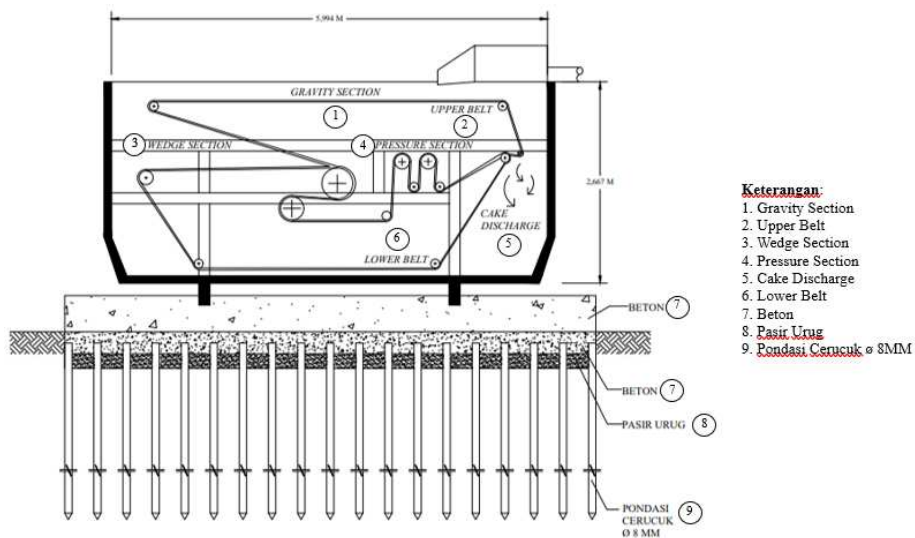
*Perencanaan Instalasi Pengolahan Lumpur Di IPA IKK Pemangkat Perumda Air Minum Tirta Muare
Ulakan Kabupaten Sambas*



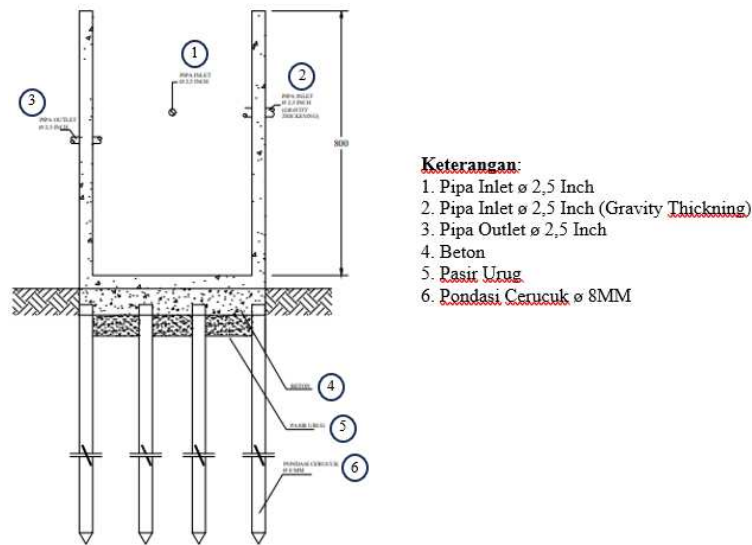
Gambar 4. Unit Bak Pengumpul



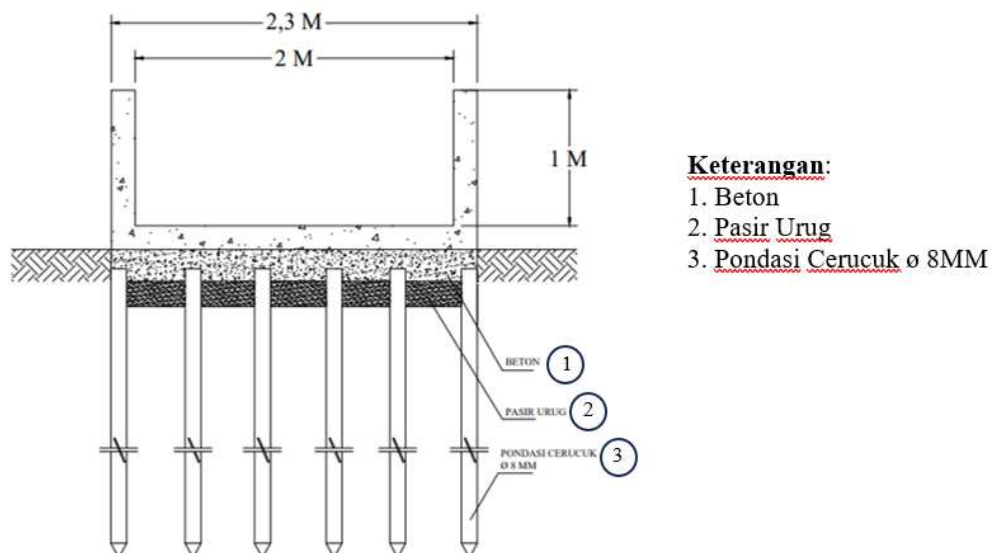
Gambar 5. Unit Gravity Thickening



Gambar 6. Unit Belt Filter Press



Gambar 7. Unit Tangki Supernatan



Gambar 8. Unit Bak Penampung Dry Cake

3.8 Rencana Anggaran Biaya (RAB)

Perhitungan rencana anggaran biaya memerlukan daftar harga satuan dasar upah, harga satuan dasar bahan konstruksi volume pekerjaan yang selanjutnya dijadikan sebagai acuan di dalam perhitungan anggaran. Berdasarkan perhitungan rencana anggaran biaya yang diperlukan bagi pembangunan Instalasi Pengolahan Lumpur (IPL) di IPA IKK Pemangkat ialah sebesar Rp. 3.418.831.142,75 (Terbilang: Tiga Miliar Empat Ratus Delapan Belas Juta Delapan Ratus Tiga Puluh Satu Ribu Seratus Empat Puluh Dua Rupiah Tujuh Puluh Lima Sen). RAB bagi pembangunan Instalasi Pengolahan Lumpur di IPA IKK Pemangkat ditampilkan pada **Tabel 3**.

Tabel 3. Rencana Anggaran Biaya IPL di IPA IKK Pemangkat

No	Uraian Pekerjaan	Jumlah
I	Pekerjaan Persiapan	Rp. 7.170.830,00
II	Pekerjaan Tanah	Rp. 12.492.764,20
III	Pekerjaan Bangunan IPL	Rp. 2.660.336.287,33
IV	Pekerjaan Pipa dan Lain-lain	Rp. 400.028.275,00
V	Jumlah I+II+III+IV	Rp. 3.080.028.056,53
VI	PPN 11%	Rp. 338.803.086,22
Total		Rp. 3.418.831.142,75

4. KESIMPULAN

Debit lumpur yang dihasilkan dari pengolahan IPA IKK Pemangkat sebesar 150,96 m³/hari. Instalasi pengolahan lumpur direncanakan untuk mengolah lumpur yang dihasilkan oleh IPA IKK Pemangkat dengan unit pengolahan sebagai berikut: Bak penampung lumpur berbentuk balok terdiri dari 1 unit dengan dimensi sebesar 7,09 m x 7,09 m x 3 m (P x L x T). Unit *gravity thickening* yang berbentuk tabung sebanyak 1 unit dengan diameter 3,13 m dan tinggi kedalaman 4,5 m. Unit *belt filter press* terdiri dari 1 unit dengan dimensi sebesar 5,994 m x 1,727 m x 2,667 m (P x L x T). Bak penampung filtrat sementara dari unit *belt filter press* berbentuk balok dengan dimensi 3,4 m x 1,7 x 1 m (P x L x T). Unit Tangki Supernatan berbentuk balok dengan dimensi sebesar 1,2 m x 1,2 m x 2 m (P x L x T). Bak Penampung *dry cake* berbentuk balok terdiri dari 1 unit dengan dimensi sebesar 2 m x 2 m x 1 m (P x L x T). Kebutuhan luas lahan yaitu sebesar 79 m². Lahan kosong keseluruhan yang tersedia di kompleks IPA IKK Pemangkat sebesar 1.916,49 m², sehingga masih bisa dimanfaatkan bagi pembangunan Instalasi Pengolahan Lumpur di IPA IKK Pemangkat. Rencana Anggaran Biaya yang diperlukan dalam Perencanaan Instalasi Pengolahan Lumpur di IPA IKK Pemangkat adalah sebesar Rp. 3.418.831.142,75 (Terbilang: Tiga Milyar Empat Ratus Delapan Belas Juta Delapan Ratus Tiga Puluh Satu Ribu Seratus Empat Puluh Dua Rupiah Tujuh Puluh Lima Sen).

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis menyampaikan ucapan terima kasih kepada Perumda Air Minum Tirta Muare Ulakan Kabupaten Sambas dan IPA IKK Pemangkat yang sudah memberikan izin penulis untuk merencanakan Instalasi Pengolahan Lumpur di IPA IKK Pemangkat.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Darnoto, S. & Dwi, A. 2009. *Pengaruh Penambahan Poly Aluminium Chloride (PAC) Terhadap Tingkat Kekeruhan, Warna, dan Total Suspended Solid (TSS) pada Leachate (Air Lindi) Di TPAS Putri Cempo Mojosoongo Surakarta.*
- [2] Dedi, A. J., Muhammad Lindu, dan Winarni. 2015. *Studi Pengolahan Air Minum Taman Kota-Jakarta Barat.* Jurnal Teknik Lingkungan Vol 7 halaman 75-80.
- [3] Effendi, H. 2000. *Telaah Kualitas Air bagi Pengelolaan Sumber Daya dan Lingkungan Perairan.* Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan Institut Pertanian Bogor.
- [4] Fahmi, R. 2020. *Analisis Buangan Lumpur pada Proses Pengolahan Air Minum di PDAM Tirta Mountala Cabang Siron.* Skripsi Teknik Lingkungan. Universitas Islam Negeri AR-Raniry. Aceh.

- [5] Julian, D. A., Lindu, M., dan Winarni. 2015. *Studi Pengolahan Lumpur Instalasi Pengolahan Air Minum Taman Kota – Jakarta Barat*. JTL. Vol 7 (2). Hlm. 75-80.
- [6] Kawamura. Susumu. 2000. *Integrated Design and Operation of Water Treatment Facilities*. Second Edition. Joh Wiley & Sons, New York.
- [7] Lin. 1976. *Water And Wastewater Calculation Manual*. McGraw-Hill.
- [8] Listiowati. 2021. *Perencanaan Sistem Pengolahan Lumpur IPA Pejompongan I dan II Jakarta*. SKRIPSI. Universitas Indonesia. Jakarta.
- [9] Metcalf & Eddy. 2003. *Wastewater Engineering: Treatment and Reuse*. Fourth Edition. Mc Graw Hill.
- [10] Metcalf dan Eddy, Inc., Tchobanoglous, G., Burton, F.L., & stensel , H.D. 2004. *Waste Water Engineering Treatment and Reuse (4th ed)*. Mc Graw Hill, Singapore.
- [11] Fardiaz, 1992. *Polusi air dan udara*. Penerbit Kanisius. Yogyakarta.
- [12] Peraturan Menteri Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat. (2017).
- [13] Permen PUPR Nomor 4 tahun 2017 tentang Penyelenggaraan Sistem Pengelolaan Air Limbah Domestik.
- [14] Prihatin, B. R., Anih, S.S., Sri, Q., Teddy, P., Sulis, W., & Ujianto, S.P. 2015. *Penyediaan air bersih di Indonesia: Peran pemerintah, pemerintah daerah, swasta, dan masyarakat*. (Cetakan pertama). P3DI Setjen DPR RI dan Azza GrafikaGoodwin, G.C., (1985). “Some Observations on Robust Estimation and Control,” *Proc. 7th IFAC Symp. on System Identification*, York, U.K., pp. 853-860.
- [15] Tchobanoglous, G., Franklin, L., Barton, H., & Stensel, D. 2004. *Wastewater Engineering Treatment and Reuse, 4th Edition*. New York: McGraw-Hill.
- [16] Rahayu, S. R., Pribadi, A., Nengse, S., Setyowati, D. N., dan Utama, T. T. 2020. *Perencanaan Unit Pengolahan Lumpur di Instalasi Pengolahan Air Minum X Kota Surabaya*. Jurnal Teknologi Technoscientia. Vol 13 (1). Hlm. 76-82. ISSN: 1979-8415.
- [17] Kawamura. Susumu. 2000. *Integrated Design and Operation of Water Treatment Facilities*. Second Edition. Joh Wiley & Sons, New York.
- [18] Pratami, M. W. 2011. *Perencanaan Sistem Pengolahan Lumpur IPA*. Pejompongan I dan II Jakarta. Depok: Universitas Indonesia.
- [19] Metcalf & Eddy. 2003. *Wastewater Engineering: Treatment and Reuse*. Fourth Edition. Mc Graw Hill.
- [20] Qasim, S. R. 1985 *Wastewater Treatment Plant: Planning, Design and Operation*. New York: Holt, Reinhart and Winston.
- [21] Rahayu, S. R., Pribadi, A., Nengse, S., Setyowati, D. N., dan Utama, T. T. 2020. *Perencanaan Unit Pengolahan Lumpur di Instalasi Pengolahan Air Minum X Kota Surabaya*. Jurnal Teknologi Technoscientia. Vol 13 (1). Hlm. 76-82. ISSN: 1979-8415.
- [22] Saivi, B. 2015. *Eksperimen Proses Ekstraksi Aluminium dari limbah Lumpur PDAM ke dalam Tangki Berpengaduk*. Skripsi Jurusan Teknik kimia. Institut Teknologi Sepuluh November. Surabaya.
- [23] U.s. EPA. 1995. *Process design manual: Land Application Of Sewage Sludge And Domestic Septage*. EPA/625/R-95/001. Cincinnati, OH.