“PERENCANAAN UNIT PENGOLAHAN LUMPUR DI INSTALASI PENGOLAHAN AIR (IPA) PLOSOWAHYU PDAM LAMONGAN”

TUGAS AKHIR

Diajukan untuk melengkapi syarat mendapatkan gelar Sarjana Teknik (S.T) pada program studi Teknik Lingkungan

Disusun Oleh:

INDAH LISTIOWATI

H05217009

PROGRAM STUDI TEKNIK LINGKUNGAN
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI SUNAN AMPEL
SURABAYA

2021

PERNYATAAN KEASLIAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini,

Nama : Indah Listiowati

NIM : H05217009

Program Studi : Teknik Lingkungan

Angkatan : 2017

Menyatakan bahwa tidak melakukan plagiat dalam penulisan tugas akhir saya berjudul "PERENCANAAN UNIT PENGOLAHAN LUMPUR DI INSTALASI PENGOLAHAN AIR (IPA) PLOSOWAHYU PDAM LAMONGAN". Apabila suatu saat nanti terbukti saya melakukan tindakan plagiat, maka saya bersedia menerima sanksi yang telah ditetapkan.

Demikian pernyataan keaslian ini saya buat dengan sebenar-benarnya.

Surabaya, 02 Juni 2021

Yang Menyatakan

METERAI TEMPEL

10000

CCE14AJX251047517

(Indah Listiowati)

H05217009

Dipindai dengan CamScanner

LEMBAR PERSETUJUAN PEMBIMBING

Tugas Akhir Oleh,

NAMA : Indah Listiowati

NIM : H05217009

JUDUL : Perencanaan Unit Pengolahan Lumpur di Instalasi Pengolahan Air (IPA) Plosowahyu PDAM Lamongan

Ini telah diperiksa dan disetujui untuk diujikan.

Surabaya, 14 Juni 2021

Dosen Pembimbing I	Dosen Pembimbing II
Abdul Hakim, M.T	Shinfi Wazna Auvaria, M.T
NIP. 198008062014031002	NIP. 198603282015032001

PENGESAHAN TIM PENGUJI TUGAS AKHIR

Tugas Akhir Indah Listiowati ini telah dipertahankan

Di Depan Tim Penguji

Di Surabaya, 21 Juni 2021

Mengesahkan,
Dewan Penguji,

Dosen Penguji I	Dosen Penguji II
Abdul Hakim, M.T	Shinfi Wazna Auvaria, M.T
NIP. 198008062014031002	NIP. 198603282015032001
Dosen Penguji III	**Dosen Penguji IV**
Arupwi Pribadi, M.Eng	Yustanti, M.T
NIP. 198701032014031001	NIP. 198210222014032001

Mengetahui,
Dekan Fakultas Sains dan Teknologi
UIN Sunan Ampel Surabaya

Dr. Hj. Evi Fatimatur Rusydiyah, M.Ag
NIP. 196712272005012003

KEMENTERIAN AGAMA
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI SUNAN AMPEL SURABAYA
PERPUSTAKAAN
Jl. Jend. A. Yani 117 Surabaya 60237 Telp. 031-8431972 Fax.031-8413300
E-Mail: perpus@uinsby.ac.id

LEMBAR PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI
KARYA ILMIAH UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS

Sebagai sivitas akademika UIN Sunan Ampel Surabaya, yang bertanda tangan di bawah ini, saya:

Nama : Indah Listiowati
NIM : H05217009
Fakultas/Jurusan : Sains dan Teknologi/Teknik Lingkungan
E-mail address : indahlsw65@gmail.com

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Perpustakaan UIN Sunan Ampel Surabaya, Hak Bebas Royalti Non-Eksklusif atas karya ilmiah :
■ Sekripsi ☐ Tesis ☐ Desertasi ☐ Lain-lain (.....)
yang berjudul :
PERENCANAAN UNIT PENGOLAHAN LUMPUR DI INSTALASI PENGOLAHAN AIR (IPA) PLOSOWAHYU PDAM LAMONGAN

beserta perangkat yang diperlukan (bila ada). Dengan Hak Bebas Royalti Non-Ekslusif ini Perpustakaan UIN Sunan Ampel Surabaya berhak menyimpan, mengalih-media/format-kan, mengelolanya dalam bentuk pangkalan data (database), mendistribusikannya, dan menampilkan/mempublikasikannya di Internet atau media lain secara ***fulltext*** untuk kepentingan akademis tanpa perlu meminta ijin dari saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan atau penerbit yang bersangkutan.

Saya bersedia untuk menanggung secara pribadi, tanpa melibatkan pihak Perpustakaan UIN Sunan Ampel Surabaya, segala bentuk tuntutan hukum yang timbul atas pelanggaran Hak Cipta dalam karya ilmiah saya ini.

Demikian pernyataan ini yang saya buat dengan sebenarnya.

Surabaya, 02 Juni 2021

Penulis

Indah Listiowati

Dipindai dengan CamScanner

ABSTRAK

IPA Plosowahyu PDAM Lamongan merupakan perusahaan yang bergerak dibidang pengolahan air untuk kebutuhan sanitasi. Unit yang digunakan untuk mengolah air meliputi, koagulasi, flokulasi, sedimentasi, filtrasi, dan reservoir. Hasil samping dari pengolahan air bersih di IPA Plosowahyu berupa lumpur yang belum diolah, dan dimanfaatkan. Perlu adanya pengolahan lumpur agar tidak mencemari lingkungan. Unit pengolahan lumpur dari IPA meliputi zona *thickening, stabilization, conditioning,* dan *dewatering*. Tujuan penelitian ini untuk identifikasi karakteristik lumpur, kandungan zat pada endapan lumpur, serta debit lumpur di IPA Plosowahyu dan merencanakan unit pengolahan lumpur hasil pengolahan air di IPA Plosowahyu PDAM Lamongan. Metode pada penelitian untuk pengambilan sampel dilakukan dengan cara *grab sampling*, dan dilakukan pengambilan pada pipa pembuangan sedimentasi. Penelitian dilakukan selama 8 hari berturut-turut. Lumpur dianalisa di Laboratorium UIN Sunan Ampel Surabaya untuk parameter pH, suhu, total solid, total suspended solid, COD, dan BOD. Parameter kekeruhan dianalisa di Laboratorium IPA Plosowahyu. Hasil yang didapatkan mengenai parameter kualitas lumpur meliputi pH, suhu, kekeruhan, total solid, total suspended solid, COD, dan BOD. Parameter yang melebihi baku mutu dari Peraturan Menteri Lingkungan Hidup No 5 Tahun 2014 adalah COD dengan nilai 3242 mg/L dan total suspended solid 57528 mg/L. Rata-rata volume lumpur yang dihasilkan oleh IPA Plosowahyu PDAM Lamongan sebanyak 145,773 m3/hari. Pengolahan lumpur yang direncanakan di IPA Plosowahyu PDAM Lamongan meliputi bak pengumpul, *gravity thickener, belt filter press,* dan bak pengumpul *drycake*. Rencana anggaran biaya menggunakan pedoman harga satuan pokok kegiatan (HSPK) Kabupaten Lamongan tahun 2020, dan membutuhkan biaya sebesar Rp 1.037.900.00,00.
Kata Kunci: Perencanaan, Pengolahan lumpur, IPA

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

ABSTRACT

IPA Plosowahyu PDAM Lamongan is a company engaged in water treatment for sanitation needs. Units used to treat water include, coagulation, flocculation, sedimentation, filtration, and reservoir. The by-product of clean water treatment at the Plosowahyu IPA is mud that has not been treated and utilized. It is necessary to treat sludge so as not to pollute the environment. Sludge treatment unit from IPA includes thickening, stabilization, conditioning, and dewatering zones. The purpose of this study was to identify the characteristics of the mud, the content of substances in the sludge, and the sludge discharge at the Plosowahyu WTP and to plan a sludge treatment unit resulting from water treatment at the Plosowahyu WTP, PDAM Lamongan. The research method for sampling is done by grab sampling, and taking the sedimentation discharge pipe. The study was conducted for 8 consecutive days. Sludge was analyzed at the UIN Sunan Ampel Surabaya Laboratory for parameters of pH, temperature, total solid, total suspended solid, COD, and BOD. Turbidity parameters were analyzed in the Plosowahyu Natural Science Laboratory. The results obtained regarding the sludge quality parameters include pH, temperature, turbidity, total solid, total suspended solid, COD, and BOD. Parameters that exceed the quality standard of the Minister of Environment Regulation No. 5 of 2014 are COD with a value of 3242 mg/L and total suspended solids 57528 mg/L. The average volume of sludge produced by the Plosowahyu IPA PDAM Lamongan is 145,773 m3/day. The planned sludge treatment at IPA Plosowahyu PDAM Lamongan includes a collection tank, gravity thickener, belt filter press, and drycake collection tank. The budget plan uses the 2020 Lamongan Regency basic unit price (HSPK) guidelines, and requires a cost of Rp 1.037.900.00,00.

Keywords: Planning, Sludge Treatment, IPA

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

DAFTAR ISI

COVER ..... **i**
PERNYATAAN KEASLIAN ..... **ii**
LEMBAR PERSETUJUAN PEMBIMBING ..... **iii**
LEMBAR PENGESAHAN TIM PENGUJI ..... **iv**
LEMBAR PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI ..... **v**
ABSTRAK ..... **vi**
ABSTRACT ..... **vii**
DAFTAR ISI ..... **viiviii**
DAFTAR TABEL ..... **xii**
DAFTAR GAMBAR ..... **xii**
BAB I PENDAHULUAN **1**
1.1 Latar Belakang 1
1.2 Rumusan Masalah 3
1.3 Tujuan Penelitian 3
1.4 Batasan Masalah 4
1.5 Manfaat Penelitian 4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA **5**
2.1 Lumpur **5**
2.2 Karakteristik Lumpur **5**
2.3 Kandungan Lumpur **6**
2.4 Pengolahan Lumpur **6**
2.4.1 *Thickening* 7
2.4.1.1 Gravity Thickening 8
2.4.1.2 Dissolved Air Flotation (DAF) 14
2.4.2 *Dewatering* 15
2.4.2.1 Centrifuge 15
2.4.2.2 Continuous Belt Filter Press (CBFP) 17
2.5 Kualitas Lumpur **20**
2.5.1 pH 20

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

2.5.2 Suhu 20
2.5.3 Kekeruhan 21
2.5.4 *Total Solid* (TS) 21
2.5.5 *Total Suspended Solid* (TSS) 21
2.5.6 *Chemical Oxygen Demand* (COD) 22
2.5.7 *Biological Oxygen Demand* (BOD) 22
2.6 Pemanfaatan Lumpur **23**
2.6.1 Pupuk 23
2.6.2 Batu Bata 23
2.6.3 Beton Geopolimer 23
2.7 Integrasi Keislaman **24**
2.8 Jurnal Pendahuluan **25**
BAB III METODE PENELITIAN 34
3.1 Lokasi Penelitian 34
3.2 Waktu Penelitian 34
3.3 Alur Proses Produksi Air Bersih **36**
3.4 Kerangka Pikir Perencanaan **37**
3.5 Tahapan Penelitian **38**
3.5.1 Tahap Persiapan 40
3.5.2 Tahap Pelaksanaan 40
3.5.2.1 Data Primer 40
3.5.2.2 Data Sekunder 50
3.5.3 Tahap Analisis Data 50
3.5.4 Tahap Penulisan Laporan 54
BAB IV GAMBARAN UMUM PERENCANAAN 55
4.1 IPA Plosowahyu 55
4.2 Kondisi Eksisting IPA Plosowahyu 57
4.2.1 Intake **58**
4.2.2 Prasedimentasi **59**
4.2.3 Bak Penampung **60**
4.2.4 Koagulasi **60**
4.2.5 Flokulasi **61**

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

4.2.6 Sedimentasi **62**
4.2.7 Filtrasi **62**
4.2.8 Reservoir **63**
4.2.9 Pompa Distribusi **64**
BAB V HASIL DAN PEMBAHASAN 65
5.1 Karakteristik dan Debit Lumpur IPA Plosowahyu 65
5.2.1 Karakteristik Lumpur IPA Plosowahyu 65
5.2.2 Debit Lumpur IPA Plosowahyu 73
5.2 Perencanaan Unit Pengolahan Lumpur IPA Plosowahyu 76
5.2.1 Gambar 81
5.2.2 Rencana Anggaran Biaya (RAB) 89
BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN 93
6.1 Kesimpulan 93
6.2 Saran 93
DAFTAR PUSTAKA 95
LAMPIRAN ..... Error! Bookmark not defined.

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Konsentrasi Pengentalan Lumpur 7
Tabel 2.2 Range dari Tipikal *Gravity Thickener* Desain Parameter..... 11
Tabel 2.3 Tipikal Pemilihan Sentrifugal 16
Tabel 2.4 Data *Manufacturing Filter Press* 19
Tabel 2.5 Penelitian Terdahulu..... 25
Tabel 3.2 Analisis SWOT 52
Tabel 3.3 Analisis *Decision Matrix* 53
Tabel 3.4 Perencanaan Pengolahan Lumpur dan Pemanfaatan..... 53
Tabel 5.1 Hasil Pengujian pH..... 65
Tabel 5.2 Hasil Pengujian Suhu 67
Tabel 5.3 Hasil Pengujian Total Solid 68
Tabel 5.4 Hasil Pengujian Total Suspended Solid..... 69
Tabel 5.5 Hasil Pengujian COD 71
Tabel 5.6 Hasil Pengujian BOD 72
Tabel 5.7 Volume dan Massa Lumpur..... 75
Tabel 5.8 Kriteria Desain Gravity Thickener 78
Tabel 5.9 Kriteria Desain *Belt Filter Press*..... 81
Tabel 5.10 Bill Of Quantity..... 90
Tabel 5.11 Perhitungan Volume 91
Tabel 5.13 Rekapitulasi Rencana Anggaran Biaya 92

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Pengental Gravitasi Aliran Kontinyu 8
Gambar 2.2 Pengental Pengental Flotasi Udara Terlarut (DAF) 8
Gambar 2.3 Kurva Pengaturan *Batch* 10
Gambar 2.4 Kurva Fluks *Batch* 11
Gambar 2.5 Tipikal Unit Sentrifugal 16
Gambar 2.6 Kontinyu *Belt Press* 18
Gambar 3.1 Layout IPA Plosowahyu PDAM Lamongan 35
Gambar 3.2 Alur Produksi Air Bersih 36
Gambar 3.3 Kerangka Pikir Penelitian 37
Gambar 3.4 Diagram Alir Penelitian 39
Gambar 4.1 Batas Wilayah Area di IPA Plosowahyu PDAM Lamongan 56
Gambar 4.2 Alur Produksi Air IPA Plosowahyu 58
Gambar 4.3 Penyadap Air Baku 59
Gambar 4.4 Prasedimentasi 59
Gambar 4.5 Bak Penampung 60
Gambar 4.6 Koagulasi 61
Gambar 4.7 Flokulasi 61
Gambar 4.8 Sedimentasi 62
Gambar 4.9 Filtrasi 63
Gambar 4.10 Reservoir 63
Gambar 4.11 Pompa Distribusi 64
Gambar 5.1 Fluktuasi pH Lumpur PDAM Lamongan 66
Gambar 5.2 Fluktuasi Suhu Lumpur PDAM Lamongan 67
Gambar 5.3 Fluktuasi TS Lumpur PDAM Lamongan 69
Gambar 5.4 Fluktuasi TSS Lumpur PDAM Lamongan 70
Gambar 5.5 Fluktuasi COD Lumpur PDAM Lamongan 72
Gambar 5.6 Fluktuasi BOD Lumpur PDAM Lamongan 73
Gambar 5.8 Bak Pengumpul 83
Gambar 5.9 Denah *Gravity Thickener* 84
Gambar 5.10 Potongan *Gravity Thickener* 85
Gambar 5.11 Denah *Belt Filter Press* 86
Gambar 5.12 Potongan *Belt Filter Press* 87

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

Gambar 5.13 Bak Pengumpul *Drycake*..... 88

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

BAB I
PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Air merupakan kebutuhan hidup bagi manusia, namun ketersediaan air bersih menjadi masalah yang serius karena semakin meningkatnya jumlah penduduk, dan aktivitas pembangunan berdampak pada peningkatan kebutuhan air bersih (Prihatin dkk., 2015). Dari ketersediaan air yang ada pada suatu tempat tidak semuanya layak konsumsi sehingga pengolahan air sangatlah dibutuhkan untuk menunjang ketersediaan air bersih. Menurut Menteri Kesehatan (2017) menyatakan bahwa kebutuhan air bersih bagi masyarakat sebesar 60 liter/orang/hari, dan harus memenuhi persyaratan mengenai baku mutu air bersih.

Untuk memenuhi kebutuhan air bersih, PDAM Plosowahyu Lamongan mengolah air yang bersumber dari sungai Bengawan Solo untuk memenuhi kebutuhan air bersih bagi warga Kab. Lamongan.

Instalasi Pengolahan Ai/r (IPA) Plosowahyu PDAM Lamongan, memiliki kapasitas 100 L/detik. Proses Pengolahan air memerlukan tambahan bahan kimia koagulan untuk memperoleh kualitas air sesuai dengan baku mutu. Koagulan yang digunakan diinstalasi pengolahan air Plosowahyu PDAM Lamongan adalah *poly aluminium chloride* (PAC). Penambahan koagulan dilakukan untuk mempercepat pengendapan partikel pada air baku (Studi pendahuluan, 2021). Penambahan koagulan PAC yang tidak sesuai dengan dosis optimum atau berlebih dapat menyebabkan terbentuknya buih, dan berubah menjadi sifat asam (Darnoto dan Dwi, 2009).

Pengaruh dari pengolahan air diatas, Instalasi Pengolahan Air Plosowahyu telah menghasilkan residu pada akhir pengolahan tersebut, yaitu berupa lumpur yang memiliki berbagai macam kandungan yaitu mineral, dan materi organik, serta residu yang berasal dari penambahan koagulan (Elissa & Saptomo, 2020). Residu diinstalasi pengolahan air berasal dari unit sedimentasi yang merupakan lumpur koagulan, dan unit filtrasi yang berasal dari air cucian filter (Atsari, 2014).

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

Lumpur merupakan campuran antara partikel endapan lumpur, tanah liat, dan air. Kuantitas lumpur bisa diketahui dari banyaknya pemakaian bahan kimia pada proses flokulasi, parameter kekeruhan, dan jumlah air baku (Sucahyo, dkk., 2018). Kuantitas lumpur di IPA Plosowahyu PDAM Lamongan, tergantung pada debit yang diolah. Debit pengolahan air baku akan berpengaruh terhadap lumpur yang dihasilkan, semakin besar debit pengolahan, maka lumpur yang dihasilkan juga semakin tinggi. Selama ini, lumpur di IPA Plosowahyu tidak diolah terlebih dahulu, tetapi langsung dibuang ke aliran sungai. Menurut (Adityosulindro dkk., 2020)lumpur yang dibuang langsung ke sungai yang memiliki debit kecil tanpa proses pengolahan, dapat mengakibatkan lumpur terakumulasi dititik pembuangan. Lumpur hasil pengolahan air, memiliki kandungan unsur atau senyawa berbahaya, berupa cairan, atau padatan. Lumpur dari IPA Plosowahyu PDAM Lamongan mengandung residu dari koagulan PAC, dan pada konsentrasi tinggi dapat menyebabkan diare, dan beracun (Rosariawari dan Mohammad, 2010). Islam telah mengajarkan pentingnya menjaga lingkungan dan menghindari berbuat kerusakan sebagaimana firman Allah dalam Al-Quran surat Al-Araf ayat 56

مِّنَ قَرِيْبٌ اللهِ رَحْمَتَ اِنَّ ۗ خَوْفًاوَّطَمَعًا وَادْعُوْهُ اِصْلَاحِهَا بَعْدَ الْاَرْضِ فِى تُفْسِدُوْا وَلَا
الْمُحْسِنِيْنَ

“Dan janganlah kamu berbuat kerusakan dibumi setelah (diciptakan) dengan baik. Berdoalah Kepada-Nya dengan rasa takut dan penuh harap. Sesungguhnya rahmat Allah sangat dekat kepada orang yang berbuat kebaikan” (Qs Al-Araf:56).

Ayat Al-Quran menjelaskan pentingnya untuk tidak menimbulkan kerusakan lingkungan, seperti halnya ketika membutuhkan air bersih, sedangkan dalam proses pengolahannya menghasilkan lumpur yang dapat menimbulkan kerusakan lingkungan. Oleh karena itu dibutuhkan pengolahan lumpur, agar lumpur tidak langsung dibuang disungai, dan menyebabkan sungai menjadi lebih dangkal.

Untuk mengatasi permasalahan tersebut maka diperlukan adanya pengolahan lumpur untuk mengurangi, dan membersihkan unsur, dan senyawa

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

pada lumpur tersebut, serta memudahkan dalam proses pengangkutan lumpur, karena sudah dikeringkan terlebih dahulu (Rina, 2017). Unit pengolahan lumpur juga digunakan untuk mengurangi konsentrasi dari residu *poly aluminium chloride* (PAC). Pengolahan lumpur pada instalasi pengolahan air minum dapat dilakukan dengan bak pengering lumpur (*sludge draying bed*) yang merupakan suatu area yang terdiri dengan partisi, terdiri dari pasir atau material berpori lainnya, dan lumpur dikeringkan baik melalui infiltrasi maupun evaporasi atau penguapan (SNI, 2011). Menurut Davis (2010), perencanaan teknis pengolahan lumpur dapat dilakukan dengan cara *thickening*. *Thickening* merupakan langkah pertama pengolahan lumpur untuk mengurangi kadar air, yang diproses dari bak akualisasi, kemudian dilakukan pengurangan air secara gravitasi, maupun flotasi. Selanjutnya, dengan cara pengkondisian atau *recovery* alum. Setelah proses pengurangan air, dilakukan pengeringan dengan beberapa metode yaitu, *dewatering lagoon, sand bed/ freeze-thaw, centrifuge, pressure filter, vacuum filter, belt filter press,* dan *permanen lagoon* (Davis and Cornwell, 1970).

Dari beberapa metode dalam perencanaan pengolahan lumpur diatas maka perlu diterapkan pada IPA Plosowahyu PDAM Lamongan agar lumpur residu hasil pengolahan air dapat dikelola dengan baik agar tidak mencemari lingkungan sekitarnya.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang ada, maka rumusan masalah dalam penelitian ini adalah:

1. Bagaimana identifikasi karakteristik lumpur, kualitas endapan lumpur, serta debit lumpur di IPA Plosowahyu ?
2. Bagaimana perencanaan unit pengolahan lumpur hasil pengolahan air di IPA Plosowahyu PDAM Lamongan ?

1.3 Tujuan Penelitian

Berdasarkan permasalahan yang telah diuraikan dalam latar belakang diatas, maka tujuan penelitian ini adalah sebagai berikut:

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

1. Untuk identifikasi karakteristik lumpur, kualitas endapan lumpur, serta debit lumpur di IPA Plosowahyu.
2. Untuk merencanakan unit pengolahan lumpur hasil pengolahan air di IPA Plosowahyu PDAM Lamongan.

1.4 Batasan Masalah

Penelitian ini terdapat batasan masalah untuk mempermudah peneliti dalam menganalisis. Adapun batasan masalah yaitu:

1. Parameter yang digunakan meliputi pH, suhu, kekeruhan, TS, TSS, COD, BOD
2. Lumpur yang dianalisis berasal dari pengolahan air di IPA Plosowahyu PDAM Lamongan pada unit sedimentasi.
3. Perencanaan meliputi gambar DED (*Detail Engineering Design*) dan RAB (Rancangan Anggaran Biaya)

1.5 Manfaat Penelitian

Adapun manfaat dari penelitian yang dilakukan, yakni sebagai berikut:

1. Manfaat Bagi Peneliti

   Penelitian ini bisa menambah wawasan, dan pengetahuan bagi peneliti mengenai "Perencanaan Unit Pengolahan Lumpur Hasil Pengolahan Air di IPA Plosowahyu PDAM Lamongan".
2. Manfaat Bagi Akademisi

   Penelitian ini dapat dijadikan referensi atau literatur di bidang akademisi untuk kedepannya, dan juga bisa menjadi pustaka dalam mengembangkan penelitian mengenai "Perencanaan Unit Pengolahan Lumpur Hasil Pengolahan Air di IPA Plosowahyu PDAM Lamongan".
3. Manfaat Bagi Instansi

   Penelitian ini bisa dijadikan sebagai referensi, dan rekomendasi dalam pengolahan lumpur di IPA Plosowahyu Kabupaten Lamongan.

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

BAB II
TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Lumpur

Lumpur adalah campuran air dan partikel endapan lumpur, serta tanah liat. Cara mengetahui jumlah lumpur dengan menghitung jumlah pemakaian bahan kimia pada proses flokulasi (*flocculation*), jumlah air baku, serta kekeruhan (*turbidity*). Jumlah produksi lumpur akan meningkat pada saat musim hujan, dikarenakan adanya peningkatan kekeruhan karena erosi, hal tersebut terjadi pada air permukaan. Sedangkan jumlah pemakaian bahan kimia dalam mengatasi kekeruhan, dan tergantung pada tingkat kekeruhan. Semakin banyak bahan kimia yang digunakan maka akan berpengaruh terhadap peningkatan produksi lumpur (Sucahyo, dkk., 2018).

Sisa (padatan atau limbah) pada prinsipnya berasal dari bak pembersih dan *filter backwash*. Residu ini mengandung padatan yang berasal dari padatan tersuspensi dan terlarut dalam air baku dengan penambahan bahan kimia dan reaksi kimia. Tergantung pada proses pengolahan yang digunakan, limbah dari instalasi pengolahan air dapat diklasifikasikan sebagai tawas, besi, atau lumpur polimer dari koagulasi dan sedimentasi, lumpur kapur atau limbah air asin dari pelunakan air, pencucian air limbah dan karbon aktif butiran bekas dari filtrasi, dan limbah dari proses penghilangan besi dan mangan, proses pertukaran ion, filter tanah diatom, *mikrostrain*, dan *membrane*. Dibutuhkan perkiraan terbaik tentang kuantitas dan kualitas residu yang dihasilkan dari unit pengolahan (Lin, 1976).

2.2 Karakteristik Lumpur

Lumpur PDAM memiliki karakteristik berwarna cokelat pekat, serta bersifat flok atau diskrit. Diskrit merupakan lumpur yang butirannya tanpa koagulan, yang memiliki kandungan pasir, pecahan kerikil kecil, dan grit. Flok lumpur memiliki volume yang besar, terutama jika kualitas air baku keruh, dan lebih didominasi koloid. Lumpur yang berasal dari unit filtrasi,

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

untuk pengolahannya menggunakan *sludge draying bed*. Karakteristik lumpur PDAM dipengaruhi oleh jenis industri penghasil air limbah, sumber lumpur, proses saat di IPAL, komposisi kimia, sifat fisik, dan pengolahan yang ditentukan (Muhammad, 2010).

2.3 Kandungan Lumpur

Menurut Shelvi (2012) kandungan pada lumpur PDAM yaitu Fe yang berasal dari tanah, dan terlarutnya mineral. Mg di dalam lumpur bersumber dari tanah, proses dekomposisi limbah domestik, dan tanaman yang terurai oleh air baku selama perjalanan dari hulu ke hilir. Kadar air pada lumpur saat hujan deras akan lebih sedikit, karena lumpur pada air baku semakin banyak, dan memerlukan penambahan bahan kimia lebih banyak yang menyebabkan endapan lumpur di PDAM lebih banyak. Kandungan Cu dari pelapukan mineral pada batuan, atau buangan industri. Kalium pada perairan berasal dari proses erosi tanah yang terbawa oleh air hujan. Kandungan fosfor berasal dari larutan pupuk, limbah domestik, serta berasal dari alam. Kandungan Cd berasal dari limbah pestisida yang terbawa dari lahan pertanian, serta penggunaan pupuk fosfat.

2.4 Pengolahan Lumpur

Pengolahan limbah padat atau cair yang dihasilkan dalam proses pengolahan air melibatkan pemisahan air dari unsur padat ke tingkat yang diperlukan untuk metode pembuangan yang dipilih. Oleh karena itu, tingkat pengolahan yang diperlukan merupakan fungsi langsung dari metode pembuangan akhir. Metode pembuangan akhir adalah fungsi dari batasan peraturan dan keekonomisan metode pembuangan (Davis, 2010).

Ada beberapa metodologi pengolahan lumpur yang telah dilakukan di industri air. Opsi penanganan lumpur yang paling umum tersedia, terdaftar menurut kategori pengentalan, pengeringan, dan pembuangan. Dalam memilih kombinasi rangkaian proses pengolahan yang mungkin, yang pertama adalah mengidentifikasi opsi pembuangan yang tersedia dan persyaratan untuk konsentrasi padatan *cake* akhir. Metode dan biaya

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

transportasi dapat mempengaruhi keputusan seberapa cepat kering. Kriteria tidak boleh hanya untuk mencapai konsentrasi padatan tertentu, melainkan untuk mencapai konsentrasi padatan yang memiliki sifat untuk penanganan, pengangkutan, dan pembuangan. Properti yang diperlukan adalah fungsi dari opsi manajemen yang tersedia (Davis, 2010).

2.4.1 *Thickening*

Pada banyak pengolahan air, terutama yang berukuran besar, lumpur dikentalkan untuk meningkatkan kandungan padatan. Pengentalan dilakukan untuk mengurangi volume lumpur harian, sehingga mengurangi ukuran *digester* yang dibutuhkan, dan juga jumlah cairan supernatan yang akan dibuang (Reynolds, 1996). Pengentalan membantu kinerja perawatan selanjutnya, membuang banyak air dengan cepat, dan membantu menyamakan aliran ke perangkat perawatan berikutnya (Davis, 2010). Berikut **Tabel 2.1** konsentrasi pengentalan lumpur

Tabel 2.1 Konsentrasi Pengentalan Lumpur

	Lumpur Kapur %	**Lumpur Koagulasi %**
Pengentalan gravitasi	15-30	2-4
Flotasi udara terlarut	3-5	3-5
Basket centrifuge	N/A$^{\alpha}$	10-15
Wadah padatan	55-65	20-25
Belt filter press	25-60	15-30
Vacuum filter	45-65	N/A$^{\alpha}$
Preassure filter	55-70	30-40
Sand draying bed	50	20-25
Storage lagoon	50-60	7-15

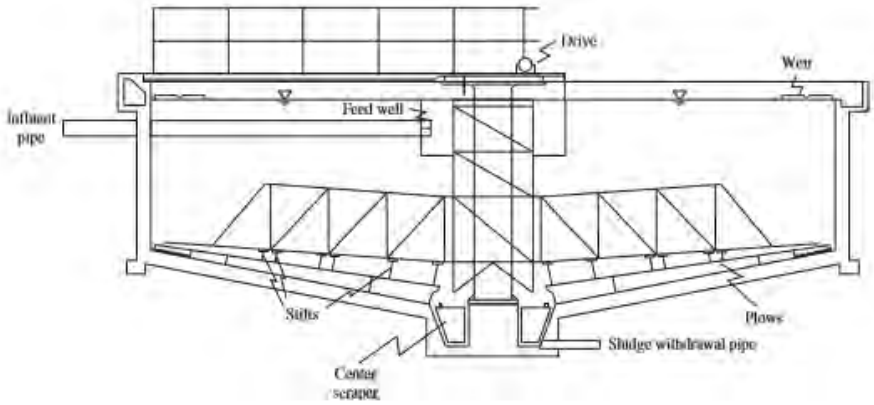
[a]N/A = tidak disarankan

(Sumber: Davis, M. L. & Cornwell, D. A., 1970)

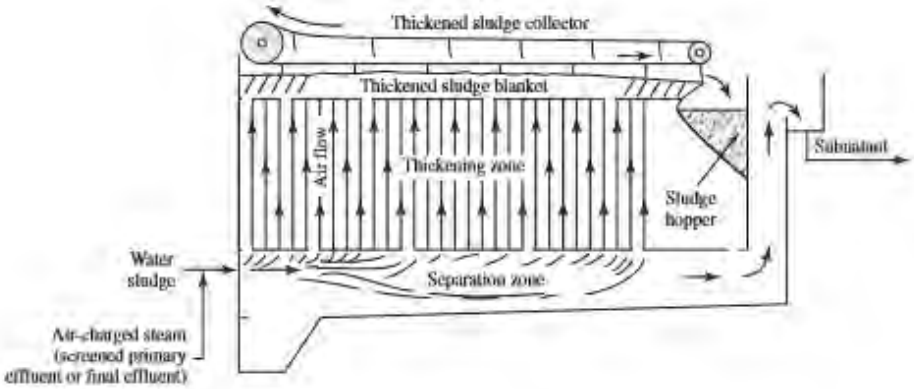
Pengentalan dapat dilakukan dengan pengendapan gravitasi atau flotasi. Pengentalan gravitasi biasanya dilakukan dengan menggunakan bak pengendap melingkar mirip dengan *clarifier* **Gambar 2.1**. Pengental flotasi udara terlarut (DAF) biasanya

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

berbentuk persegi panjang seperti yang ditunjukkan pada **Gambar 2.2**. Pengental dapat dirancang berdasarkan evaluasi percontohan atau menggunakan data yang diperoleh dari instalasi serupa. Penambahan polimer secara signifikan meningkatkan kinerja pengental (Peck and Russell, 2005).



Gambar 2.1 Pengental Gravitasi Aliran Kontinyu
(Sumber: Davis, 2010)



Gambar 2.2 Pengental Pengental Flotasi Udara Terlarut (DAF)
(Sumber: Davis, 2010)

2.4.1.1 *Gravity Thickening*

Pengentalan dapat dilakukan dengan metode gravitasi, yang paling banyak digunakan. Jenis yang paling umum memiliki piket vertikal yang dipasang pada rangka untuk bilah pengikis bawah. Piket meluas hingga sekitar setengah dari kedalaman tangki, dan saat mereka menyapu

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

lumpur, mereka memecah lengkungan lumpur dan melepaskan banyak air yang tertahan.

Air mengandung partikel konsentrasi tinggi (>1.000 mg / L), lebih baik menggunakan Tipe III (pengendapan terhalang atau pengendapan zona) dan Tipe IV (pengendapan kompresi) terjadi bersama dengan diskrit dan flokulan. Penurunan zona dan pengendapan kompresi terjadi pada pengental lumpur. Seperti halnya pengendapan Tipe II, metode untuk menganalisis pengendapan terhalang memerlukan pengendapan data uji.

Menurut Dick (1970) prosedur grafis untuk mengukur pengental gravitasi menggunakan kurva fluks *batch*. Fluks adalah istilah yang digunakan untuk menggambarkan laju pengendapan padatan. Definisi fluks sebagai massa benda padat yang melewati satuan luas horizontal per satuan waktu ($kg/m^2 \cdot d$). Berikut penjelasannya:

$$Fs = (Cu)(v) \quad (2.1)$$

Keterangan:

Fs = padatan fluks, kg/m 2 · d

Cu = konsentrasi padatan dalam aliran bawah, yaitu pipa penarikan lumpur, kg/m 3

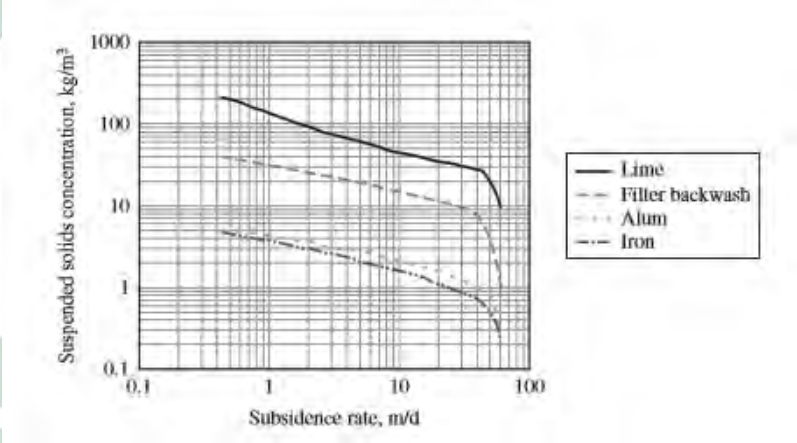
V = kecepatan aliran bawah, m/d

Prosedur penentuan ukuran dimulai dengan kurva pengendapan *batch* seperti yang ditunjukkan pada **Gambar 2.3**. Data untuk kurva pengendapan diperoleh dengan mengisi silinder transparan dengan lumpur yang dicampur dengan baik untuk mendistribusikan padatan. Pada waktu nol, intensitas pencampuran berkurang dan padatan dibiarkan mengendap. Pengendapan tipe III menghasilkan antarmuka yang berbeda sehingga pengukuran ketinggian antarmuka pada berbagai interval waktu memungkinkan kalkulasi

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

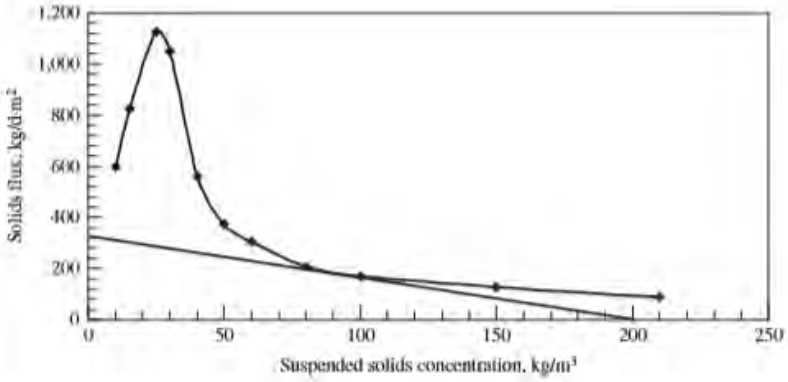
kecepatan pengendapan. Percobaan ini dilakukan pada beberapa konsentrasi lumpur berbeda yang diperoleh dengan mengencerkan lumpur. Menurut Vesilind (1979) telah menguraikan beberapa faktor penting dalam melakukan pengujian yaitu:

1. Diameter silinder sebesar mungkin, tetapi tidak kurang dari 20 cm.
2. Tinggi awal yang lebih disukai sama dengan pengental, tetapi tidak kurang dari 1 m.
3. Mengisi silinder dari bawah.
4. Pengadukan silinder sangat lambat dengan kecepatan 0,5 rpm selama pengujian.



Gambar 2.3 Kurva Pengaturan *Batch*
(Sumber: Davis, 2010)

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id



Gambar 2.4 Kurva Fluks *Batch*
(Sumber: Davis, 2010)

Data dari kurva pengendapan *batch* digunakan untuk membuat kurva fluks *batch* **Gambar 2.4**. Mengetahui konsentrasi aliran bawah yang diinginkan, garis melalui konsentrasi yang diinginkan dan bersinggungan dengan kurva fluks *batch* dibuat. Perpanjangan garis ini ke sumbu ordinat menghasilkan fluks desain. Dari fluks ini dan konsentrasi padatan aliran masuk, luas permukaan dapat ditentukan. Parameter desain pengental gaya berat fisik terdapat dalam **Tabel 2.2**

Tabel 2.2 Range dari Tipikal *Gravity Thickener* Desain Parameter

Parameter	**Tipikal Range**				**Keterangan**
	Alum	**Besi**	**Kapur**	**Filter backwash**	
Specific gravity padatan	1,2-1,5	1,2-1,8	1,9-2,4	1,0-1,025	Untuk *backwash* filter granular dan mikro filtrasi
Specific gravity dari lumpur	1,025-1,1	1,05-1,2	1,01-1,2	N/A	

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

Parameter	Tipikal Range				Keterangan
	Alum	**Besi**	**Kapur**	**Filter backwash**	
Persen padatan dari tangki pengendapan	0,1-2%	0,1-2%	2 dan 15%	30-400mg/L	Nilai nominal untuk kapur 10% air sangat keruh
	2-4%	2-4%			
Volume lumpur	0,1-3%	0,1-3%	0,3-5%	3-10%	% dari air yang diberi koagulan
Kecepatan pengendapan awal	2,2-5,5 m/h	1-5 m/h	0,4-3,6 m/h	<0,12 m/h	Tidak ada koagulan untuk *backwash* filter
				0,2-0,7 m/h	Dengan koagulan untuk *backwash* filter
Loading padatan	15–80 kg/d · m^2	15–80 kg/d · m^2	100–300 kg/d · m^2	N/A	
Persen padatan dari pengental	3-4%	3-4%	15-30%	70-90%	*Recovery* padatan dalam mg / L
Faktor keamanan untuk fluks padatan	0,667	0,667	0,667	0,667	Berdasarkan data lab
Diameter pengentalan[b]	3-50 m	3-50 m	3-50 m	N/A	Dengan kenaikan 0,3 m untuk tangki kecil dengan kenaikan 1,5 m untuk tangki besar

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

Parameter	Tipikal Range				Keterangan
	Alum	Besi	Kapur	Filter backwash	
Pengentalan SWD	3-6 m	3-6 m	4-6 m	N/A	Untuk tangki berdiameter 3 hingga 50 m

[a]N/A = tidak tersedia

[b]Meskipun diameter hingga 180 m dalam literatur produsen, namun jarang digunakan untuk lumpur instalasi pengolahan air

(Sumber: Cornwell, 2006; Kawamura, 2000;MWH, 2005; Peck and Russell, 2005)

Kedalaman tangki biasanya dibagi menjadi tiga bagian untuk desain konseptual: (1) papan bebas diatas permukaan cairan lumpur, (2) zona pengendapan di mana materi partikulat terpisah dari cairan, dan (3) zona pengentalan dibagian bawah tangki. Nilai tipikal untuk *freeboard* dan zona pengendapan masing-masing adalah 0,6 dan 2 m. Zona pengentalan dihitung sebagai (U.S. EPA, 1979):

$$H_{thickening} = \frac{(M_s)(t)}{(P_{S\ rata-rata})(\rho)(A_s)} \qquad (2.2)$$

Keterangan:

H *thickening* = tinggi zona *thickening*, m

Ms = masa padatan terapan, kg

t = periode penyimpanan untuk pengentalan lumpur, d

Ps rata-rata = rata-rata fraksi padatan dizona

ρ = densitas air, kg/m^3

As = luas permukaan dari *thickener*, m

Untuk pengental aliran bawah terus menerus, penyimpanan satu hingga dua hari biasanya disediakan. Fraksi padatan rata-rata (Ps rata-rata) diperkirakan sebagai rata-rata fraksi padatan influen dan fraksi padatan *underflow*.

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

Penggerak torsi berjalan yang diperlukan dapat diperkirakan sebagai (Boyle, 1978):

$$T = (W)(r^2)(g) \quad (2.3)$$

Keterangan:

T = torsi, J

W = beban rangka lengan, kg f/m

r = jari-jari pengikis, m

g = percepatan gravitasi, 9.81 m/s 2

2.4.1.2 *Dissolved Air Flotation* (DAF)

Proses pengentalan DAF (*Dissolved Air Flotation*), udara diberi tekanan hingga 200–800 kPa dan diinjeksikan ke dalam lumpur sebagai gelembung mikro berdiameter 10 hingga 100 m (Gregory dkk., 1999). Gelembung-gelembung tersebut melekat pada partikel padatan lumpur atau terjerat dalam matriks padatan. Karena kepadatan udara padatan rata-rata lebih kecil dari pada air, *aglomerat* mengapung ke permukaan. Lumpur membentuk lapisan dibagian atas tangki, lapisan ini dihilangkan dengan mekanisme *skimming* untuk diproses lebih lanjut. DAF umumnya paling efektif dalam aplikasi berikut (MWH, 2005):

1. Partikel dengan kepadatan rendah seperti alga.
2. Bahan organik terlarut seperti pewarna alami.
3. Air dengan tingkat kekeruhan rendah hingga sedang yang menghasilkan flok dengan densitas rendah.
4. Air bersuhu rendah.

Residu koagulan dapat dikentalkan dengan flotasi sekitar 2.000 hingga 3.000 mg / L pada laju fluks padatan 50 hingga 150 kg / $m^2 \cdot d$. Hal ini lebih tinggi daripada yang dapat dicapai dengan pengendapan sederhana tetapi kurang dari yang dapat dicapai dengan pengentalan gravitasi (Peck and Russell, 2005).

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

2.4.2 *Dewatering*

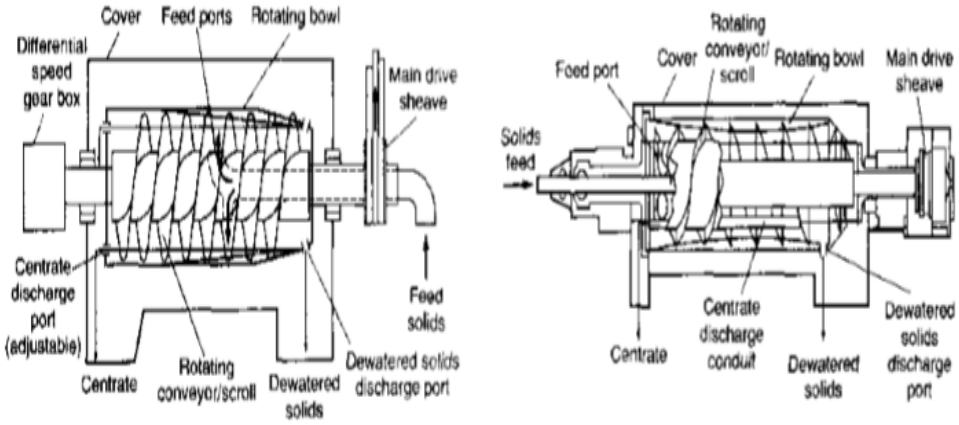
Setelah lumpur mengental, pengurasan dapat dilakukan dengan cara mekanis atau non mekanis. Pada perangkat non mekanis, lumpur disebarkan dengan pengurasan air dan sisa air menguap. Air yang tersedia untuk dialirkan ditingkatkan dengan siklus pembekuan alami. Dalam *dewatering* mekanis, beberapa jenis alat digunakan untuk memaksa air keluar dari lumpur.

2.4.2.1 *Centrifuge*

Sentrifugal menggunakan gaya sentrifugal untuk mempercepat pemisahan partikel lumpur dari cairan. Dalam unit tipikal (**Gambar 2.7**), lumpur dipompa ke wadah silinder horizontal, berputar pada 800 hingga 2.000 rpm. Ini menghasilkan gaya yang diterapkan 1.500 sampai 4.000 kali gaya percepatan gravitasi. Polimer yang digunakan untuk pengkondisian lumpur juga diinjeksikan langsung ke dalam sentrifugal. Padatan diputar ke luar wadah di mana mereka dikikis oleh konveyor sekrup. Cairan, atau sentrat, dikembalikan ke pabrik pengolahan (Davis, 2010).

Sentrifugal pada umumnya dapat digunakan dalam berbagai aplikasi pengeringan. Unit tersebut dapat digunakan untuk mengeringkan lumpur dan *biosolid* tanpa pengkondisian kimiawi sebelumnya, tetapi juga dapat dilakukan penambahan polimer untuk hasil yang lebih baik. Bahan kimia untuk pengkondisian ditambahkan ke saluran umpan lumpur atau lumpur didalam *bowl* centrifuge. Dosis untuk pengkondisian dengan polimer bervariasi dari 1,0 - 7,5 kg/10^3 kg lumpur (Metcalf & Eddy, 1991).

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id



Gambar 2.5 Tipikal Unit Sentrifugal
(Sumber: Metcalf and Eddy, 1991)

Tabel 2.3 Tipikal Pemilihan Sentrifugal

Model	*Flow rate** m^3/h	Diameter wadah, cm	Panjang, m	Lebar, m	Tinggi, m	Berat, kg
25	4,5	25	2,1	1,1	0,8	1300
30	9	30	2,4	1,1	0,9	1500
35	18	35	2,8	1,4	1,0	2500
45	30	45	3,2	1,5	1,0	3500
55	60	55	3,7	1,6	1,1	4500
65	70	65	4,4	2,0	1,2	7500
75	100	75	5,9	2,7	1,3	13000

*) maksimal konsentrasi padatan 4%

(Sumber: Davis, 2010)

Mesin sentrifugal dapat menangani konsentrasi padatan lumpur hingga sekitar 4 persen. Alat sentrifugal sering ditempatkan dilantai atas dari bangunan lumpur sehingga *cake* dapat dibuang ke truk atau *hopper* dibawahnya. Karena massa dan getaran *centrifuge*, perhatian khusus harus diberikan pada persyaratan struktural untuk menangani beban dan getaran dalam mengevaluasi biaya opsi ini. Data kinerja terbaik untuk sentrifugal telah diperoleh

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

pada 75 hingga 80 persen dari kapasitas hidrolik atau padatan pabrikan. Pilihan sentrifugal yang khas ditunjukkan pada **Tabel 2.3** (Davis, 2010). Berikut adalah kekurangan dan kelebihan dari sentrifugal (Metcalf & Eddy, 1991):

1. Kekurangan
   a) Keausan gulir berpotensi menimbulkan masalah perawatan yang tinggi.
   b) Membutuhkan pembuangan pasir dan mungkin penggiling lumpur dialiran umpan.
   c) Membutuhkan personil perawatan yang terampil
   d) Padatan tersuspensi cukup tinggi dalam sentra
2. Kelebihan
   a) Penahan bau yang baik.
   b) Kemampuan *startup* dan *shutdown* yang cepat.
   c) Menghasilkan *cake* lumpur yang relatif kering.
   d) Rasio biaya modal terhadap kapasitas yang rendah.
   e) Rasio kapasitas terpasang yang tinggi terhadap luas bangunan.

2.4.2.2 *Continuous Belt Filter Press* (CBFP)

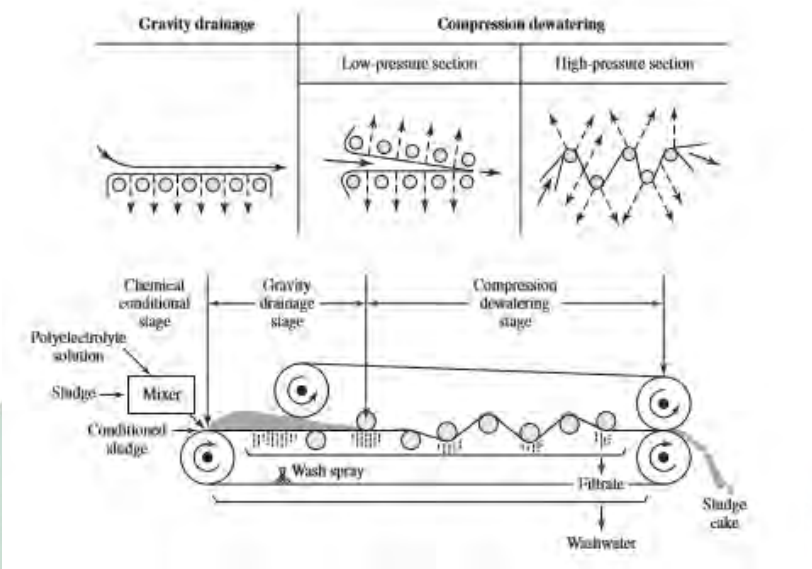
Belt filter press beroperasi dengan prinsip menekuk *sludge cake* yang terkandung diantara dua sabuk filter disekitar gulungan, dan menyebabkan gaya geser dan tekan pada *cake*, sehingga air dapat mengalir ke permukaan dan keluar dari *cake*, sehingga mengurangi kelembapan cake. Perangkat ini menggunakan sabuk bergerak ganda untuk terus menerus mengeringkan lumpur melalui satu atau lebih tahap pengeringan (**Gambar 2.6**). Biasanya CBFP mencakup tahapan sebagai berikut (Davis, 2010):

1. Reaktor / kondisioner untuk menghilangkan air yang mengalir bebas.
2. Sabuk zona bertekanan rendah dengan sabuk atas kokoh dan sabuk bawah sebagai saringan, di sini terjadi

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

pembuangan air lebih lanjut, dan lapisan lumpur yang memiliki stabilitas dimensi yang signifikan terbentuk.

3. Zona sabuk bertekanan tinggi dengan konfigurasi *serpentine* atau *sinusoidal* untuk menambah geser ke mekanisme pengeringan tekanan.



Gambar 2.6 Kontinyu *Belt Press*
(Sumber: U.S. EPA, 1979)

Desain dan pemilihan *press* filter sabuk sering kali didasarkan pada "keluaran" *press*. *Throughput* adalah tingkat di mana residu dapat dikeringkan. *Throughput* dapat dibatasi secara hidrolik atau padatan. *Belt press* yang memiliki jenis dan lebar *belt* tertentu memiliki kapasitas pemuatan maksimum untuk jenis residu tertentu (Cornwell, 2006). Lebar sabuk tipikal adalah 1,0, 1,5, 2,0, dan 3,0 m. Sistem *press belt* filter terdiri dari pompa umpan lumpur, peralatan umpan polimer, tangki pengkondisian lumpur (*flocculator*), *press filter*, konveyor lumpur *cake*, dan sistem pendukung (pompa umpan lumpur, pompa air pencuci, dan udara terkompresi). Beberapa unit tidak menggunakan *sludge conditioning* tangki (Metcalf & Eddy, 1991).

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

Sludge diumpankan selama 20 sampai 30 menit sampai mesin *press* penuh dengan *cake*. Tekanan pada titik ini umumnya merupakan tekanan maksimum yang dirancang (700 hingga 1.700 kPa) dan dipertahankan selama satu hingga empat jam, banyak filtrat dihilangkan dan kandungan padatan *cake* yang diinginkan tercapai. Filter kemudian dibuka secara mekanis, dan *cake* yang dikeringkan dijatuhkan dari ruang ke sabuk konveyor atau *hopper* untuk dipindahkan. Pemecah *cake* biasanya digunakan untuk memecah *cake* yang kaku menjadi bentuk yang bisa dibawa. Karena filter tekanan beroperasi pada tekanan tinggi. Metode untuk memilih *press* filter ukuran yang sesuai dari data pabrikan seperti yang ditunjukkan pada **Tabel 2.4** (Davis, 2010).

Tabel 2.4 Data *Manufacturing Filter Press*

Ukuran *Press*	Volume, L	Jumlah *Bed*	Panjang, m
H = 3,5 m W = 2,7 m	3.500	64	7,7
	4.300	77	8,7
	5.000	90	9,5
	5.700	103	10,4
	6.400	115	11,2
	7.100	128	12,1
	7.800	141	13,0
H = 4,2 m W = 2,7 m	5.700	74	8,4
	6.500	84	9,1
	7.000	91	9,6
	7.700	100	10,2
	8.500	110	10,9
	9.300	120	11,6
	10.000	130	12,2
H = 3,9 m W = 3,9 m	8.500	89	9,5
	9.600	100	10,2
	10.600	110	10,9
	11.500	120	11,6
	12.500	130	12,2
	13.400	140	12,9
	14.400	150	133,6

(Sumber: Davis, 2010)

Banyak variabel yang mempengaruhi kinerja *press belt filter* yaitu, karakteristik lumpur, metode dan jenis pengkondisian

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

kimia, tekanan yang dikembangkan, konfigurasi mesin (termasuk gravitasi), porositas sabuk, kecepatan sabuk, dan lebar sabuk. Sabuk *filter press* peka terhadap variasi karakteristik lumpur yang luas, yang mengakibatkan ketidaksesuaian pengkondisian, dan mengurangi efisiensi pengeringan. Fasilitas pencampuran lumpur seharusnya termasuk dalam desain sistem, di mana karakteristik lumpur mungkin sangat bervariasi. Berikut adalah kekurangan dan kelebihan *belt filter press* (Metcalf & Eddy, 1991):

1. Kekurangan
   a) Biaya peralatan yang tinggi.
   b) Biaya tenaga kerja yang tinggi.
   c) Persyaratan struktur pendukung khusus.
   d) Luas yang dibutuhkan besar untuk peralatan.
   e) Pemeliharaan diperlukan orang yang terampil.
2. Kelebihan
   a) Konsentrasi padatan tinggi.
   b) Padatan tersuspensi rendah dalam filtrat.

2.5 Kualitas Lumpur

2.5.1 pH

PH merupakan derajat keasaman yang berfungsu untuk menyatakan tingkat keasaman atau basa pada suatu larutan. Pengukuran keasaman pada air untuk mengukur pH mulai dari 0 sampai dengan pH 14. Nilai normal pH berkisar antara 6,5 sampai dengan 7,5. Nilai pH <6,5 menunjukkan sifat asam, sedangkan jika nilai pH >7,5 memiliki sifat basa. Pada pH 0 merupakan nilai derajat keasaman yang tertinggi, sedangkan pada pH 14 merupakan nilai derajat basa yang tertinggi (Azmi dkk., 2016).

2.5.2 Suhu

Suhu adalah ukuran derajat panas atau dingin pada suatu benda. Suhu merupakan besaran fisika yang memiliki persamaan antara dua benda atau lebih pada titik kesetimbangan termal (Putra,

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

S.M & Kelana, 2007). Suhu secara kualitatif merupakan rasa dingin atau panas pada benda yang dirasakan, apabila kita menyentuhnya. Secara kuantitafi pengukuran suhu dapat menggunakan thermometer yang memiliki cairan alcohol atau air raksa didalamnya (Winarno dkk., 2019). Pengukuran suhu menggunakan alat thermometer, yang memiliki prinsip kerja dengan memanfaatkan sifat termometrik zat untuk mengisi thermometer, serta dapat berubah karena adanya perubahan suhu (Mastika dkk., 2017).

2.5.3 Kekeruhan

Kekeruhan pada air disebabkan oleh adanya zat tersuspensi, seperti zat organic, plankton, lumpur, dan zat-zat yang lebih halus lainnya. Kekeruahn adalah sifat optis pada suatu larutan, yaitu hamburan dan absorpsi cahaya yang melaluinya. Metode pengukuran kekeruhan terdapat 3 jenis, yaitu nefelometrik (Ftu atau Ntu), metode *hellige turbidimetri* (unit kekeruhan silika), dan metode visual (unit kekeruhan Jakson) (Alerts & Sri 1987).

2.5.4 *Total Solid* (TS)

Analisa zat padat pada air digunakan untuk menetukan komponen air secara lengkap, perencanaan, dan pengawasan proses pengolahan air. Zat padat yang tersuspensi dibedakan berdasarkan dari ukurannya, terbagi atas partikel koloid, dan partikel tersuspensi. Partikel koloid dapat menyebabkan kekeruhan pada air, karena penyimpangan sinar nyata yang menembus suspensi tersebut. Zat padat total merupakan zat yang tersisa sebagai residu dalam suatu bejana. Zat padat total terdiri dari zat padat terlarut, dan zat padat tersuspensi (Alerts & Sri, 1987).

2.5.5 *Total Suspended Solid* (TSS)

Total suspended solid (TSS) merupakan zat padat dan partikel yang tersuspensi pada udara, meliputi komponen biotik (bakteri, fitoplankton, dan zooplankton), dan abiotik (partikel organik). TSS dapat berupa pasir, tanah, dan lumpur (Lestari, 2009). Zat padat tersuspensi dapat diklasifikasikan menjadi zat padat

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

terapung yang bersifat organis, dan zat padat terendap yang bersifat organis maupun inorganis (Alerts & Sri, 1987).

TSS merupakan bahan yang tersuspensi dengan ukuran diameter >1 µm, serta dapat tertahan pada saringan *miliopore* diameter 0,45 µm. TSS disebabkan oleh terkikisnya tanah, dan erosi tanah yang terbawa oleh air. Kandungan TSS ynag tinggi menyebabkan terhambatnya penetrasi cahaya ke dalam air, serta proses fotosintesis dalam air dapat terganggu (Effendi, 2000).

2.5.6 *Chemical Oxygen Demand* (COD)

Kebutuhan Oksigen Kimia (KOK) atau *Chemical Oxygen Demand* (COD) merupakan jumlah oksigen untuk mengoksidasi zat organic yang ada dalam 1 L sampel air. Pengoksidasi dari COD adalah K2Cr2O7 yang digunakan sebagai sumber oksigen (*oxidizing agent*). Zat organic yang dioksidasi K2Cr2O7 dalam keadaan asam mendidih reaksi berlangsung selama 2 jam. Merkuri sulfat ditambahkan untuk menghilangkan gangguan klorida. Perak sulfat ditambahkan untuk mempercepat reaksi yang berfungsi sebagai katalisator. K2Cr2O7 yang tersisa pada larutan sampel digunakan untuk penetuan jumlah oksigen yang terpakai. Penentuan sisa K2Cr2O7 dengan menggunakan titrasi ferro ammonium sulfat (FAS). Penambahan indicator feroin berfungsi untuk menentukan titik akhir titrasi, pada saat warna hijau atau biru sampel berubah warna menjadi coklat atau merah (Alerts & Sri, 1987).

2.5.7 *Biological Oxygen Demand* (BOD)

Kebutuhan Oksigen Biologis (KOB) merupakan suatu analisa untuk mendekati proses mikrobiologis yang terjadi dalam air. Hasil BOD adalah jumlah oksigen yang dibutuhkan untuk bakteri dalam menguraikan zat organic terlarut, dan Sebagian zat organic yang tersuspensi dalam air. BOD digunakan untuk penentuan beban pencemar akibat dari air buangan penduduk, dan industri. Penguraian zat organic merupakan peristiwa alamiah dalam

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

penhabisan oksigen oleh bakteri dalam air selama proses oksidasi (Alerts & Sri, 1987).

2.6 Pemanfaatan Lumpur

Limbah lumpur PDAM dapat dimanfaatkan dalam sebuah produk yang bermanfaat, meliputi:

2.6.1 Pupuk

Menurut Muhammad (2010) lumpur PDAM dapat dimanfaatkan menjadi pupuk dengan proses tertentu. Pupuk adalah suatu zat hara untuk mempercepat pertumbuhan tanaman, karena adanya unsur hara yang ditambahkan pada tanah. Lumpur PDAM yang dimanfaatkan sebagai pupuk dapat ditambahkan sampah organik atau kompos, untuk menyuburkan tanah. Pupuk dibedakan menjadi 2 berdasarkan dari bahan bakunya, yaitu pupuk organik yang berasal dari material organik. Pupuk anorganik yang berasal dari bahan kimia dari industri pupuk.

2.6.2 Batu Bata

Limbah lumpur PDAM dapat dimanfaatkan menjadi batu-bata dengan proses pembakaran, serta penambahan komposisi perekat untuk memperoleh kuat tekan yang baik. Pada proses pembakaran batu bata akan mengalami penyusutan secara signifikan, dan keretakan sehingga perlu ditambahkan bahan perekat. Jenis perekat yang ditambahkan bisa berupa penambahan alkali pada abu sekam padi, sodium silikat (Na_2SiO_3), dan sodium hidroksida (NaOH). Komposisi terbaik dalam pembuatan batu bata dari lumpur PDAM yaitu dengan menggunakan *cake* lumpur berjumlah 20, semen *portland* 20, batu gamping 10, dan pasir sebanyak 10. Hasil pengujian kuat tekan yakni 70 Mpa yang sudah sesuai dengan baku mutu dari SNI 15-2094-2000 pada kelas 50 Mpa tentang uji tekan (Sucahyo dkk., 2018).

2.6.3 Beton Geopolimer

Pemanfaatan limbah lumpur PDAM dapat digunakan sebagai alternatif bahan beton geopolimer dalam bentuk mortar jenis

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

paving block, karena adanya kandungan Al dan Si yang tinggi. Pada pengujian paving block dengan bahan dasar binder A dengan variasi aktivator: binder (1:1), dan perbandingan Si:Al (4,5:1) memiliki kuat tekan 10,00 MPa. Sedangkan jika menggunakan variasi perbandingan antara aktivator:binder (1,5:1), dan perbandingan Si:Al (6,5:1) memiliki kuat tekan 10,00 MPa yang sudah sesuai dengan baku mutu SNI 03-0691-1996 (Nuryanti dkk., 2017).

2.7 Integrasi Keislaman

Integrasi dalam penelitian ini adalah pada QS. Al- Jasiyah (45): 13

يَتَفَكَّرُونَ لِّقَوْمٍ لَءَايَٰتٍ ذَٰلِكَ فِى إِنَّ ۚ مِّنْهُ جَمِيعًا ٱلْأَرْضِ فِى وَمَا ٱلسَّمَٰوَٰتِ فِى مَّا لَكُم وَسَخَّرَ

Terjemahnya: dan Dia telah menundukkan untukmu apa yang di langit dan apa yang di bumi semuanya, (sebagai rahmat) daripadaNya. Sesungguhnya pada yang demikian itu benar-benar terdapat tanda-tanda (kekuasaan Allah) bagi kaum yang berfikir.

Ayat tersebut menjelaskan bahwa berkembangnya teknologi membawa dampak negative maupun positif. Dampak negatif dapat mencemari lingkungan dan kerusakan sumber daya alam apabila melakuka eksploitasi secara besar-besaran dan memberi dampak positif berupa kesejateraan jika mengolah dengan baik (Djaenab, 2019). Kondisi tersebut sudah dijelaskan dalam QS. At-Tin (95): 4 menegas-kan :

تَقْوِيمٍ اَحْسَنِ فِيْٓ الْاِنْسَانَ خَلَقْنَا لَقَدْ

Terjemahnya: Sesungguhnya Kami telah menciptakan manusia dalam bentuk yang sebaik-baiknya .

Tafsir tersebut menjelaskan bahwa manusia diciptakan dalam bentuk fisik yang baik. Manusia yang memiliki fisik baik tapi tidak memiliki pengetahuan dan etika yang baik mendapat ancaman dari Allah, terutama bagi manusia-manusia yang suka meruka lingkungan (Djaenab, 2019).

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

2.8 Jurnal Pendahuluan

Studi literatur juga diperlukan dalam penyusunan penelitian perencanaan unit pengolahan lumpur hasil pengolahan air di IPA Plosowahyu PDAM Lamongan. Oleh sebab itu, beberapa penelitian terdahulu disajikan pada **Tabel 2.5**

Tabel 2.5 Penelitian Terdahulu

No	Nama dan Tahun	Judul	Hasil
1	(Elissa & Satyanto, 2020)	Analisis Timbulan Lumpur dan Kualitas Lumpur Hasil Proses Pengolahan Air Bersih di WTP Kampus IPB Dramaga Bogor	Timbulan lumpur di WTP Ciapus 1 pada bulan April dan Mei rata-rata sebesar 18.63 kg/hari dengan volume lumpur rata-rata sebesar 2.41 m3/hari. Timbulan lumpur dari WTP Cihideung untuk 4 unit sebesar 85.51 kg/hari dengan volume lumpur 12.34 m3/hari. Karakteristik lumpur yang dihasilkan cair dan lumpur berupa anorganik. Kualitas lumpur pada WTP Ciapus 1 memenuhi baku mutu untuk parameter suhu, COD, besi (Fe). Terdapat beberapa sampel yang tidak memenuhi baku mutu pH. Kadar aluminium (Al) pada sampel bernilai

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

No	Nama dan Tahun	Judul	Hasil
			rendah. Kualitas lumpur yang dihasilkan unit koagulasi sampai sedimentasi WTP Cihideung memenuhi baku mutu parameter suhu, pH, dan COD.
2	(Hardina, T.,T., 2018)	Karakteristik Lumpur PDAM Surabaya dan *Recovery* Aluminium dengan Metode Asidifikasi dan Elektrolisis	Lumpur alum di PDAM Surabaya pada unit *drain clearator* mempunyai karakteristik lumpur basah dengan berat kandungan kadar air 99,08%, pH 7,47, alkalinitas 70,83 mg L^{-1} , COD 9666,67 mg O2 L^{-1} , BOD5 1082,47 mg O2 L^{-1} , *sludge volume index* 114,18 mg L^{-1}, dan *volatile solid* 1733,23 mg L^{-1}, *total dissolved solid* 352,76 mg L^{-1} .
3	(Fahmi, 2020)	Analisis Buangan Lumpur pada Proses Pengolahan Air Minum di PDAM Tirta Mountala Cabang Siron	Karakteristik lumpur di PDAM Tirta Mountala diketahui bahwa pH lumpur sebesar 6-7 pada bak penampung 1 dan bak penampung 2 setiap minggu. Kandungan unsur logam Cd di bak

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

No	Nama dan Tahun	Judul	Hasil
			penampung 1 dan bak penampung 2, yaitu <0,0004 mg/L, sedangkan pada minggu kedua kandungan Cd tidak terdeteksi. Kadar Mg tertinggi di bak penampung 1 19,01 mg/L minggu kedua dan yang rendah sebesar 2,93 mg/L di bak penampung 2 (minggu pertama). Kandungan Cu yang tinggi di bak penampung 1 sebesar 0,3233 mg/L (minggu kedua) dan kandungan Cu yang rendah di bak penampung 2 minggu pertama sebesar 0,2188 mg/L. Kandungan Fe yang tinggi terjadi di bak penampung 1 minggu pertama sebesar 156,944 mg/L dan kandungan Fe yang rendah di bak penampung 2 minggu kedua sebesar 42,568 mg/L.
4	(Adityosulindro dkk., 2020)	Evaluasi Kualitas Lumpur Alum dari	Karakteristik lumpur alum di IPA Citayam

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

No	Nama dan Tahun	Judul	Hasil
		Instalasi Pengolahan Air Minum Citayam	berasal dari pipa pembuangan lumpur pada unit flokulasi, sedimentasi dan pencucian filter. Kualitas, lumpur alum dari unit sedimentasi dan filtrasi melebihi baku mutu, untuk parameter TSS, COD, dan total koliform. Kuantitas, estimasi total timbulan lumpur dengan metode teoritik sebesar 183 kg lumpur per 1.000 m^3 air baku yang diolah (1.898 kg/hari), sedangkan untuk metode empirik yaitu 468 kg lumpur per 1.000 m^3 air baku yang diolah (4.854 kg/hari).
5	(Sucahyo, S.E. dkk., 2018)	Pengolahan dan Pemanfaatan Limbah Lumpur PDAM Cilacap	Pengolahan dan pemanfaatan yang dilakukan adalah dengan memanfaatkan sebagai batu bata yang telah lolos uji tekan berdasarkan SNI 15-2094-2000 dalam kelas 50 Mpa

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

No	Nama dan Tahun	Judul	Hasil
6	(Mirwan dan Retno, 2017)	*Alumina Recovery From Solid Waste Sludge* (SWS) PDAM Intan Banjar	Lumpur PDAM memiliki kandungan senyawa aluminosilikat dan dapat di *recovery* dengan hasil akhir alumina. Presentase dari *recovery* yang tertinggi adalah 15,68%.
7	(Rahayu dkk., 2020)	Perencanaan Unit Pengolahan Lumpur di Intalasi Pengolahan Air Minum X Kota Surabaya	Debit lumpur yang dihasilkan oleh IPAM X Kota Surabaya sebesar 5875,457 m3/hari. Unit yang direncanakan meliputi bak pengumpul, gravity thickener, bak penampung filtrat lumpur, belt filter press, bak pengumpul dry cake, serta tangki supernatan.
8	(Lestari dkk., 2020)	Penyerapan Ion Pb(Ii) Menggunakan Adsorben dari Limbah Padat Lumpur Aktif Pengolahan Air Minum	Lumpur PDAM Tirta Mayang Jambi berpotensi untuk dimanfaatkan menjadi adsorben ion logam Pb karena kandungan alumina, dan silika serta adanya gugus hidroksi (O-H) setelah dilakukan aktivasi pada lumpur tersebut. Penyerapan yang optimum yaitu pada pH 5, waktu kontak 60 menit,

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

No	Nama dan Tahun	Judul	Hasil
			konsentrasi larutan 300mg/L, dan massa adsorben 0,2 gr mampu menyerap 25,420 mg/g.
9	(Ahmad dkk., 2017)	Perilaku Fisik dan Mekanik Batu Bata yang Menggunakan Lumpur PDAM Tanjung Selor	Penambahan lumpur dari pengolahan air di PDAM Tanjung Selor dengan perbandingan komposisi lumpur 3% : lempung 97% memiliki kuat tekan dan densitas tertinggi, serta penyusutan dan penyerapan air rendah. Berdasarkan dari sifat tampak dan warna sudah memenuhi SNI 15-2094-2000.
10	(Kasman dkk., 2019)	Fitoremediasi Logam Aluminium (Al) pada Lumpur Instalasi Pengolahan Air Menggunakan Tanaman Melati Air (*Echinodorus palaefolius*)	Fitoremediasi pada lumpur IPA menggunakan sistem lahan basah dengan tanaman melati air memiliki hasil cukup baik dalam penurunan logam alumunium. Penurunannya mencapai 83% pada fitoremediasi tanpa media tanam, dan 86% dengan penggunaan media tanam. Penurunan

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

No	Nama dan Tahun	Judul	Hasil
			konsentrasi Al sebesar 9,76 mg/l dan 8,36 mg/L.
11	(Barakwan dkk., 2019)	*Characterization of Alum Sludge from Surabaya Water Treatment Plant, Indonesia*	Tampak lumpur tawas dari WTP Surabaya konsentrasi tinggi aluminium, TSS, BOD dan COD, yang jauh melebihi standar kualitas. Karakteristik ini umumnya sebanding dengan WTP lain di Indonesia dan negara berkembang, yang mungkin berdampak buruk pada lingkungan hidup. Oleh karena itu, perlu dilakukan pengolahan lumpur sebelum dibuang.
12	(Kumar & Balasundaram, 2017)	*Efficiency of PAC in Water Treatment Plant & Disposal of Its Sludge*	Jumlah lumpur yang dihasilkan oleh PAC lebih rendah dari tawas di pabrik pengolahan. Berdasarkan hasil karakterisasi lumpur, N, P, K dan nilai logam lebih tinggi. Studi lebih lanjut harus dilakukan guna mengetahui kesesuaian penerapannya

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

No	Nama dan Tahun	Judul	Hasil
13	(Rahmat, 2020)	*A Review: Uses of Additives in the Development of Water Treatment Plant Sludge Bricks*	Studi ini menunjukkan bahwa aditif yang berbeda kompatibel di WTPS dalam pembuatan batu bata. Modifikasi bata lumpur dengan suhu pembakaran yang ditentukan dan proporsi bahan. Penerapan lumpur tawas dalam gedung industri akan menawarkan solusi lengkap untuk masalah limbah dengan bahan baku yang dikurangi atau biaya rendah.
14	(Odimegwu dkk., 2018)	*Review on Different Beneficial Ways of Applying Alum Sludge in a Sustainable Disposal Manner*	Penggunaan lumpur tawas dalam pembuatan batu bata telah dieksplorasi dan bahan limbah ini untuk keperluan bangunan (batu bata dan ubin) akan memberi kontribusi dalam meminimalkan biaya pembuangan dan masalah yang ada dengan membuang limbah di lingkungan. Kebutuhan untuk menetapkan sifat fisik dan kimianya

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

No	Nama dan Tahun	Judul	Hasil
			sebelum diterapkan atau digunakan kembali di salah satu opsi penggunaan kembali. Penerapan lumpur tawas, sebagai penstabil tanah, merupakan pilihan lain yang lebih baik.
15	(Turner dkk., 2019)	*Potential Alternative Reuse Pathways for Water Treatment Residuals: Remaining Barriers and Questions—a Review*	Daur ulang komponen koagulan WTR saat ini tidak layak secara ekonomi, tapi jika biaya terkait agar proses menjadi lebih menguntungkan. WTR digunakan kembali akan dinilai paling baik berdasarkan kasus yang ada saat ini.

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

BAB III
METODE PENELITIAN

3.1 Lokasi Penelitian

Penelitian ini dilakukan diinstalasi pengolahan air (IPA) Plosowahyu PDAM Lamongan, Jalan Raya Plosowahyu, Wahyu, Sidokumpul, Kecamatan Lamongan, Kabupaten Lamongan, Jawa Timur. Identifikasi kualitas lumpur dilakukan di Laboratorium Integrasi UIN Sunan Ampel Surabaya, sedangkan kekeruhan dianalisis di laboratorium IPA Plosowahyu PDAM Lamongan. Layout IPA Plosowahyu disajikana pada Gambar 3.1.

3.2 Waktu Penelitian

Penelitian dilakukan pada bulan Februari 2021 sampai dengan Juli 2021, yang meliputi pelaksanaan penelitian, sampling, identifikasi, analisis data, serta penulisan laporan.

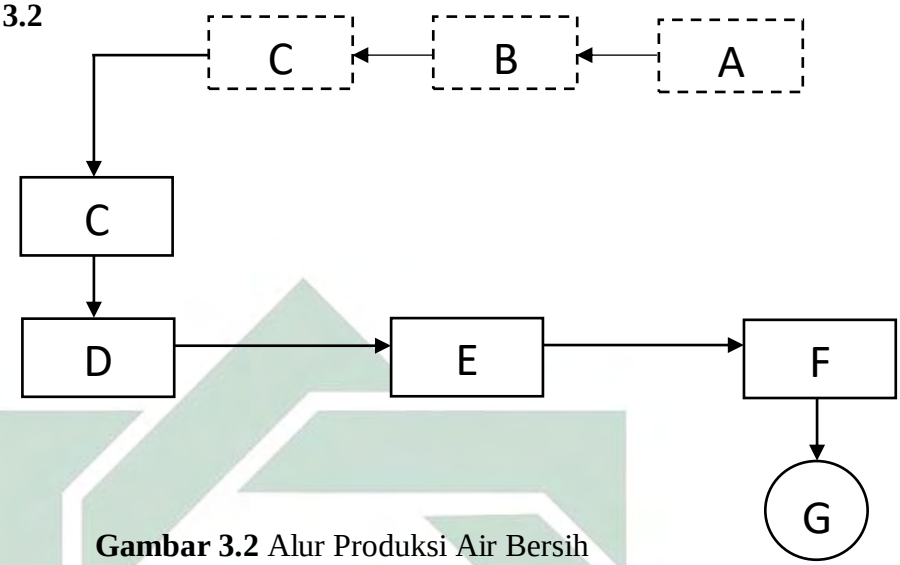
digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

Gambar 3.1 Layout IPA Plosowahyu PDAM Lamongan

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

3.3 Alur Proses Produksi Air Bersih

Alur proses produksi air bersih di IPA Plosowahyu dijelaskan pada **Gambar 3.2**



Gambar 3.2 Alur Produksi Air Bersih

Keterangan:

A = Penyadap air baku

B = Intake

C = Pra Sedimentasi

D = Bak Penampung Air

E = Koagulasi Flokulasi

F = Sedimentasi

G = Filtrasi

H = Reservoir

Berikut adalah penjelasan alur proses produksi air baku menjadi air bersih di IPA Plosowahyu sebagai berikut:

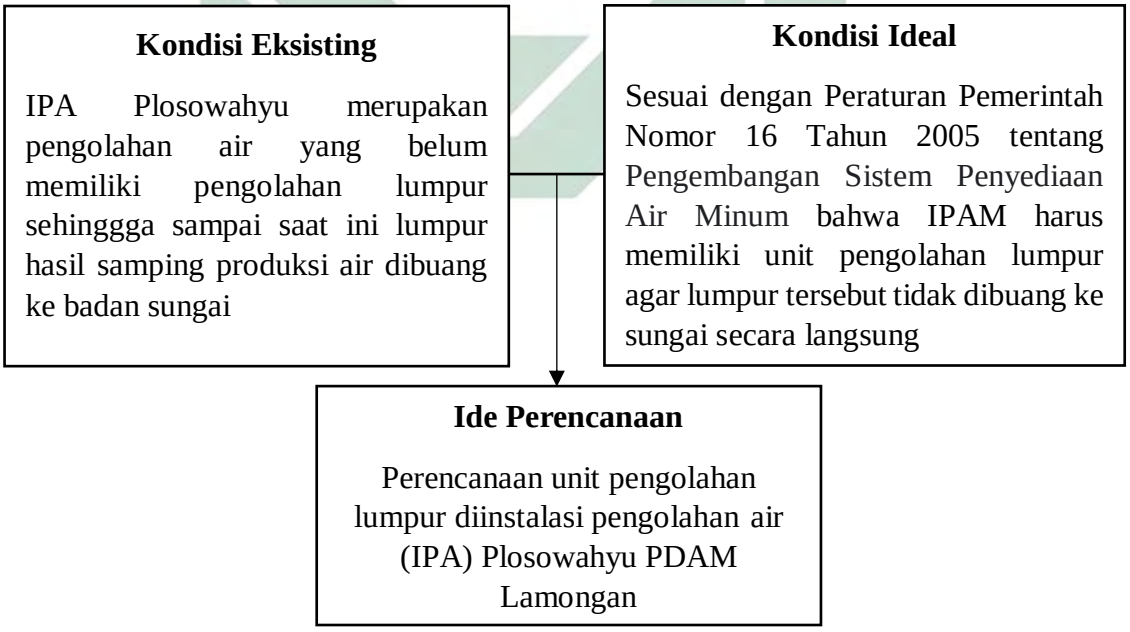
1. Air baku bersumber dari sungai bangawan solo, kemudian disadap oleh penyadap air baku, kemudianditampung di intake dan dialirkan ke bak pra sedimentasi.
2. Air baku yang berada di bak pra sedimentasi diendapkan secara gravitasi untuk mengendapkan partikel-partikel yang terkandung pada air baku. Bak pra sedimentasi berada di IPA Babat yang selanjutnya ditransmisi ke IPA Plosowahyu.

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

3. Air baku yang akan diolah IPA Plosowahyu merupakan air baku setengah jadi, karena telah melewati proses pengendapan di IPA Babat, kemudian ditampung di bak intake di IPA Plosowahyu untuk proses selanjutnya.
4. Air yang ada di intake, kemudian dipompa menuju unit koagulasi flokulasi. Pada unit koagulasi flokulasi air baku ditambahkan dengan PAC untuk membentuk flok.
5. Flok-flok yang sudah terbentuk akan diendapkan secara gravitasi pada unit sedimentasi.
6. Air yang berasal dari unit sedimentasi, dialirkan ke unit filtrasi untuk menyaring sisa-sisa partikulat yang belum terendapkan.
7. Hasil dari pengolahan air di unit filtrasi dialirkan, dan ditampung di reservoir.
8. Air yang berada di reservoir kemudian ditransmisi ke pelanggan.

3.4 Kerangka Pikir Perencanaan

Kerangka pikir perencanaan merupakan tahapan dalam melaksanakan kegiatan perencanaan. Kerangka pikir perencanaan memiliki tujuan untuk mempermudah, dan membantu dalam melakukan kegiatan perencanaan. Berikut merupakan bagan dari penelitian tugas akhir yang ada pada **Gambar 3.3**



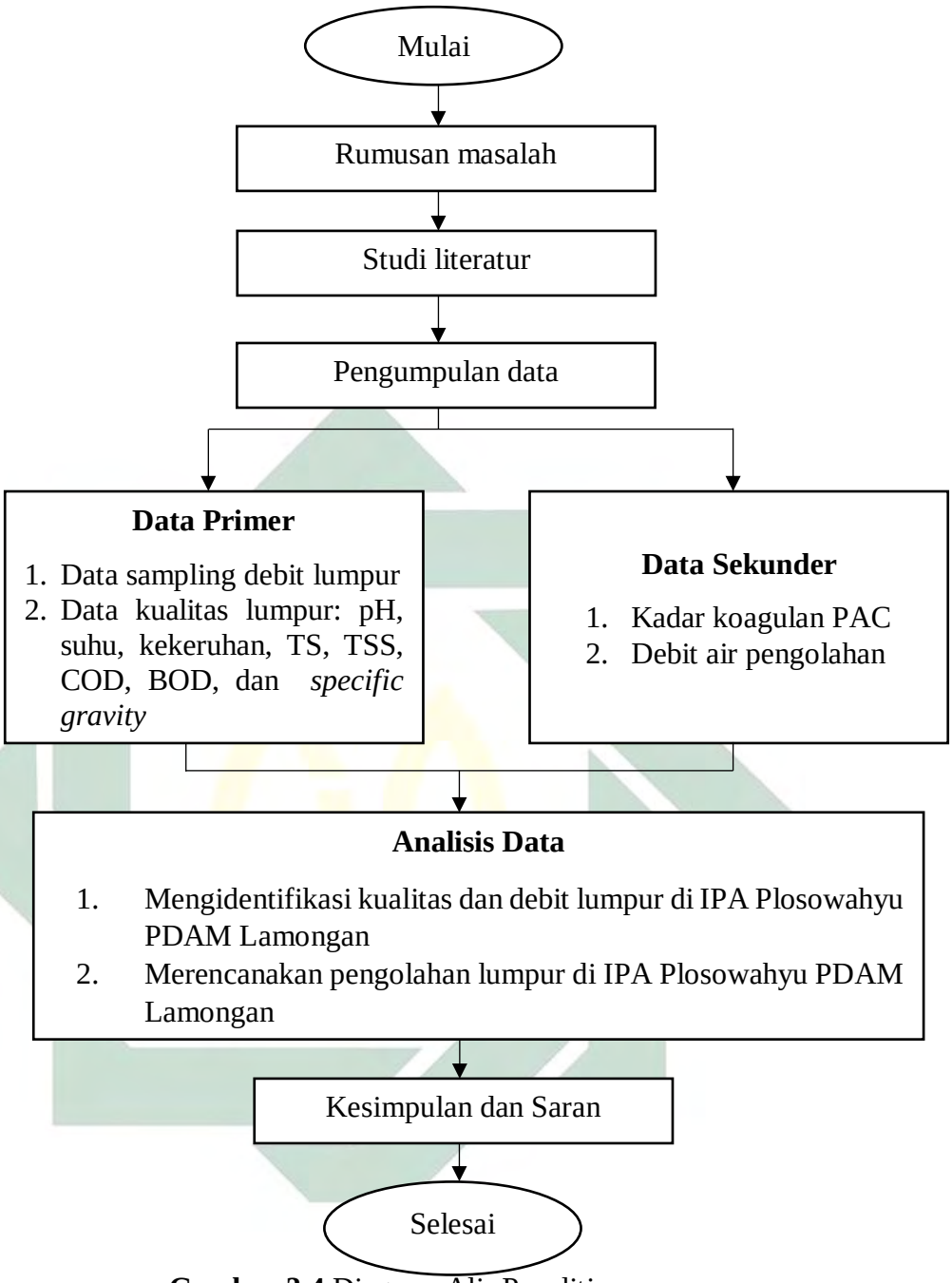
Gambar 3.3 Kerangka Pikir Penelitian

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

3.5 Tahapan Penelitian

Tahap penelitian merupakan suatu alur sistematis pada sebuah penelitian, yang memiliki tujuan untuk memperoleh hasil yang sesuai dengan tujuan penelitian. Tahapan penelitian dibagi menjadi 3 yaitu, tahap persiapan, tahap pelaksanaan, dan tahap analisis data. Berikut merupakan diagram alir penelitian ini pada **Gambar 3.4**

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id



Gambar 3.4 Diagram Alir Penelitian

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

3.5.1 Tahap Persiapan

Tahap persiapan pada penelitian ini, dilakukan pengumpulan data terkait penelitian berdasarkan dari studi literatur (buku, dan jurnal yang relevan). Setelah itu, melakukan survei pendahuluan, dan identifikasi masalah.

3.5.2 Tahap Pelaksanaan

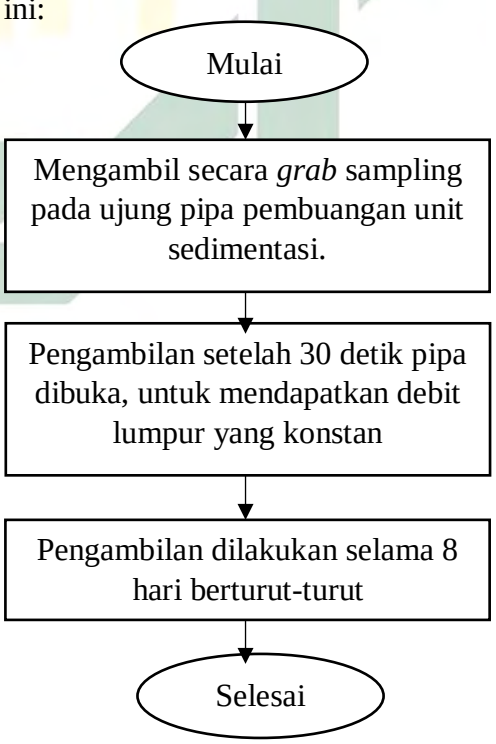
Pada tahap pelaksanaan yang dilakukan adalah mengumpulkan data-data mengenai penelitian yang meliputi data primer, dan data sekunder. Data primer terkait debit dan kualiatas lumpur diambil pada unit sedimentasi.

3.5.2.1 Data Primer

Data primer pada penelitian ini didapatkan berdasarkan pengamatan, dan observasi langsung meliputi data sampling debit lumpur, dan kualitas lumpur.

1. Debit Lumpur
   a. Cara Sampling Debit Lumpur

      Tahapan sampling debit lumpur dilakukan dengan cara berikut ini:



Gambar 3.5 Diagram Alir Sampling Debit Lumpur

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

(Sumber: Adityosulindro dkk., 2020)

Sampling debit lumpur dilakukan berdasarkan SNI (2012) tentang Kualitas Air Pengambilan Contoh, dan SNI (2008) tentang Air dan Air Limbah. Berikut adalah tata cara dalam mengambil sampel lumpur:

(1) Menyiapkan untuk pengambilan lumpur yaitu botol poli etilen (PE) atau poli propilen (PP) 1000 mL sebanyak 1 botol
(2) Membersihkan wadah sebelum digunakan dengan air
(3) Mencuci wadah dengan HCl 1:1 kemudian dibilas dengan air 3 kali
(4) Mengeringkan wadah dan setelah kering ditutup dengan rapat
(5) Membuka pipa pembuangan lumpur pada unit sedimentasi
(6) Melakukan pengambilan setelah 30 detik pipa dibuka untuk mendapatkan debit aliran lumpur yang konstan
(7) Mengambil sampel secara *grab sampling* pada unit sedimentasi
(8) Mengambil sampel sebanyak 600mL sampai wadah meluap 2 kali karena untuk menghindari masuknya oksigen ke dalam sampel
(9) Menutup rapat wadah
(10) Menganalisis sampel lumpur untuk uji kualitas dan volume lumpur

b. Perhitungan Debit Lumpur

Perhitungan debit lumpur dapat dilakukan dengan cara (Davis, 2010):

Volume massa total padatan dapat dinyatakan sebagai

$$V = \frac{M_s}{S_s \rho} \quad (3.1)$$

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

Keterangan:

V = Volume

Ms = massa padatan, kg

Ss = *specific gravity* padatan

ρ = densitas air (1000kg/m)

Karena massa total terdiri dari pecahan tetap dan mudah menguap, maka persamaan 3.1 dapat ditulis ulang sebagai

$$\frac{M_s}{S_s\rho} = \frac{M_f}{S_f\rho} + \frac{M_v}{S_v\rho} \qquad (3.2)$$

Keterangan:

Mf = massa padatan terlarut, kg

Mv = masa volatile solid, kg

Ms = massa padatan, kg

Sf = *specific gravity* padatan terlarut

Sv = *specific gravity* dari *volatile solids*

Ss = *specific gravity* padatan

Gravitasi spesifik padatan dapat diekspresikan dalam bentuk gravitasi spesifik dari pecahan tetap dan padat dengan menyelesaikan persamaan 3.2 untuk Ss

$$S_s = M_s \left[\frac{S_f S_v}{M_f S_v + M_v S_f}\right] \qquad (3.3)$$

Keterangan:

Mf = massa padatan terlarut, kg

Mv = masa volatile solid, kg

Ms = massa padatan, kg

Sf = *specific gravity* padatan terlarut

Sv = *specific gravity* dari *volatile solids*

Ss = *specific gravity*

Berat jenis lumpur (Ssl) dapat diperkirakan dengan cara yang mirip dengan fraksi padatan, lumpur tersusun dari padatan dan air sehingga

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

$$\frac{M_{sl}}{S_{sl}} = \frac{M_s}{S_s\rho} + \frac{M_w}{S_w\rho} \quad (3.4)$$

Keterangan

Ms = massa padatan, kg

Ss = *specific gravity*

Msl= masa lumpur, kg

Mw = masa air, kg

Ssl=*specific gravity* lumpur

Msl=massa lumpur, kg

Sw =*specific gravity* air

fraksi padatan (Ps) dihitung sebagai

$$P_s = \frac{M_s}{M_s + M_w} \quad (3.5)$$

Keterangan

Ps = fraksi padatan, kg

Ms = massa padatan, kg

Mw = masa air, kg

dan fraksi air (Pw) dihitung sebagai

$$P_w = \frac{M_w}{M_s + M_w} \quad (3.6)$$

Keterangan

Pw = fraksi air, kg

Ms = massa padatan, kg

Mw = masa air, kg

Jadi, akan lebih mudah untuk menyelesaikan Persamaan 3.1 dalam fraksi padatan. Jika setiap suku pada Persamaan 3.4 dibagi dengan (Ms+Mw) dengan pengakuan bahwa (Msl= Ms+Mw), maka Persamaan 3.4 dapat dinyatakan sebagai

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

$$\frac{1}{S_{sl\rho}} = \frac{P_s}{S_{s\rho}} + \frac{P_w}{S_{s\rho}} \quad (3.7)$$

Keterangan

Ps = fraksi padatan, kg

Pw = fraksi air, kg

Ssl=*specific gravity* lumpur

Ss = *specific gravity*

Jika berat jenis air diambil sebagai 1,0000, karena dapat terjadi tanpa kesalahan yang berarti, maka pemecahannya menghasilkan

$$S_{sl} = \frac{S_s}{P_s + (S_s)(P_w)} \quad (3.8)$$

Keterangan

Ps = fraksi padatan, kg

Pw = fraksi air, kg

Ssl=*specific gravity* lumpur

Ss = *specific gravity*

Dengan penjelasan tersebut, volume lumpur (Vsl) dapat dihitung dengan persamaan berikut:

$$V_{sl} = \frac{M_s}{(\rho)(S_{sl})(P_s)} \quad (3.9)$$

Keterangan

Vsl = volume lumpur

Ps = fraksi padatan, kg

Ssl=*specific gravity* lumpur

Ms = massa padatan, kg

ρ = densitas

2. Uji Kualitas Lumpur

   a. pH

      Pengukuran pH dilakukan melalui tahap-tahap sebagai berikut:

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

(1) Mengambil sampel lumpur dan dimasukkan ke dalam *beaker glass* sebanyak 100 mL
(2) Mengukur sampel dengan memasukkan pH meter ke dalam sampel sampai terdengar bunyi
(3) Mencatat hasil dari pengukuran

b. Suhu

Cara mengukur suhu dilakukan dengan cara sebagai berikut:

(1) Mengambil sampel sebanyak 50 mL
(2) Membersihkan termometer terlebih dahulu
(3) Memasukkan termometer ke dalam sampel lumpur
(4) Membiarkan selama 5 menit untuk menunjukkan hasil yang stabil
(5) Mencatat hasil

c. Kekeruhan

Pengukuran kekeruhan dilakukan menggunakan *turbidity* meter dengan cara sebagai berikut:

(1) Menyalakan power pada turbidimeter
(2) Memasukkan blanko dan set alat pada set zero (0)
(3) Memasukkan sampel lumpur ke dalam tabung
(4) Masukkan tabung ke dalam alat turbidimeter
(5) Mencatat angka yang dihasilkan

d. *Total Solid* (TS)

Total Solid (TS) merupakan zat yang tersisa sebagai residu pada suatu bejana, apabila air dalam bejana tersebut dikeringkan pada suhu tertentu. Prinsip analisa yang digunakan untuk menghitung zat padat total yaitu sampel pada cawan diuapkan, dan dikeringkan, kemudian dioven pada suhu 105°C. Berat residu pada cawan adalah hasil dari zat padat total. Berikut adalah cara dalam melakukan analisa zat padat total:

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

(1) Memanaskan cawan kosong pada suhu 105°C selama 1 jam
(2) Mendinginkan ke dalam desikator
(3) Mengocok sampel agar merata dan homogen
(4) Mengambil sampel sebanyak 25 mL lumpur dan menuangkan ke dalam cawan
(5) Memasukkan cawan yang berisi sampel ke dalam oven dengan suhu 105°C selama 1 jam
(6) Mendinginkan cawan tersebut pada desikator selama 15 menit
(7) Menimbang cawan dengan neraca analitik
(8) Menghitung nilai total zat padat total menggunakan rumus berikut ini:

$$\text{mg/L TS} = \frac{(a-b)\ \text{x}\ 1000}{\text{c}} \quad (3.10)$$

Keterangan:
a = Berat cawan dan residu sesudah pemanasan 105°C
b = Berat cawan kosong sesudah pemanasan 105°C
c = volume sampel

e. *Total Suspended Solid* (TSS)

Analisa zat padat tersuspensi dilakukan dengan prinsip zat padat dalam sampel dipisahkan menggunakan kertas filter, dan zat padat akan tertahan oleh kertas filter tersebut. Kertas filter yang terdapat zat padat dikeringkan pada suhu 105°C, dan hasil dari berat residu sesudah pengeringan merupakan zat padat tersuspensi. Beriktut cara untuk melakukan analisa zat padat tersuspensi:

(1) Memanaskan kertas filter dalam oven pada suhu 105°C selama 1 jam
(2) Mendinginkan ke dalam desikator selama 15 menit

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

(3) Menimbang kertas filter dengan neraca analitik

(4) Mengocok sampel agar homogen

(5) Menuangkan sampel lumpur sebanyak 25 mL ke dalam alat penyaringan yang sudah terdapat kertas filter didalamnya

(6) Memasukkan kertas saring yang berisi endapan ke dalam cawan dan memanaskan ke dalam oven selama 1 jam pada suhu 105°C

(7) Mendinginkan ke dalam desikator selama 15 menit dan menimbang

(8) Menghitung zat padat tersuspensi menggunakan rumus berikut ini:

$$\text{mg/L TSS} = \frac{(a-b)\ \text{x}\ 1000}{\text{c}} \quad (3.11)$$

Keterangan:

a = Berat filter dan residu sesudah pemanasan 105°C

b = Berat filter kering sesudah pemanasan 105°C

c = volume sampel

f. COD

COD merupakan jumlah oksigen yang dibutuhkan untuk mengoksidasi zat organik. Pengukuran COD dapat dilakukan dengan cara sebagai berikut:

(1) Membuat larutan FAS, dengan menimbang ammonium ferro sulfat sebanyak 0,2 gr

(2) Menambahkan aquades sebanya 25 ml, dan menambahkan asam sulfat 5 ml

(3) Menambahkan aquades sampai 1L pada larutan FAS

(4) Memipet sebanyak 25 ml sampel air kedalam erlenmeyer 500 ml yang berisi 5-6 batu didih

(5) Menambahkan 400 g HgSO4

(6) Menambahkan 10 ml K2Cr2O7 0,2 N

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

(7) Menambahkan 15 ml asam sulfat pekat

(8) Memanaskan selama 2 jam sampai mendidih dengan alat refluk

(9) Mendinginkan, menambahkan aquadest 50 ml

(10) Menambahkan 3 tetes indikator ferroin

(11) Mentitrasi dengan FAS, mencatat volume titran

(12) Melakukan titrasi blanko, air sampel diganti dengan aquadest

(13) Menghitung nilai COD dengan rumus berikut ini:

Normalitas FAS = $\frac{v_1 N_1}{V_2}$ (3.12)

COD (mg/L) = $\frac{(A-B) \text{ X N X } 8000}{\text{Volume sampel (ml)}}$ (3.13)

Keterangan:

V1 = Volume K2Cr2O7

V2 = Hasil titrasi sampel

N1 = Normalitas K2Cr2O7

N = Normalitas FAS

A = Hasil titrasi blanko

B = Hasil titrasi sampel

g. BOD

Pengukuran BOD dilakukan dengan cara:

(1) Menuangkan sampel sebanyak 75 mL

(2) Melakukan pengenceran dengan menambahkan 150 ml aquades

(3) Menghitung nilai DO awal pada setiap sampel

(4) Menginkubasi pada suhu ruangan 20°C dalam kondisi gelap

(5) Menentukan nilai DO pada hari ke 5 pada setiap sampel

(6) Melakukan cara yang sama untuk blanko (Langkah 1-5)

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

(7) Menghitung nilai BOD menggunakan rumus berikut:

$$P = \frac{\text{ml sampel}}{\text{volume hasil pengenceran}} \qquad (3.14)$$

$$BOD_5(mg/L) = \frac{\{(X_0 - X_5) - \frac{(B_0 - B_5)}{V_B}\} X (v_C)}{P} \qquad (3.15)$$

Keterangan:

X_0 = Oksigen terlarut sampel pada t=0

X_5 = Oksigen terlarut sampel pada t=5

B_0 = Oksigen terlarut blanko pada t=0

B_5 = Oksigen terlarut blanko pada t=5

P = Derajat pengenceran

V_B = Volume blanko pada botol winkler (ml)

V_C = Volume sampel air pada botol wrinkle (ml)

h. *Specific gravity*

Perhitungan *specific gravity* untuk lumpur dapat dilakukan dengan rumus pada persamaan 3.3 sebagai berikut:

$$S_s = M_s \left[\frac{S_f S_v}{M_f S_v + M_v S_f}\right] \qquad (3.3)$$

Keterangan:

Mf = massa padatan terlarut, kg

Mv = masa volatile solid, kg

Ms = massa padatan, kg

Sf = *specific gravity* padatan terlarut

Sv = *specific gravity* dari *volatile solids*

Ss = *specific gravity*

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

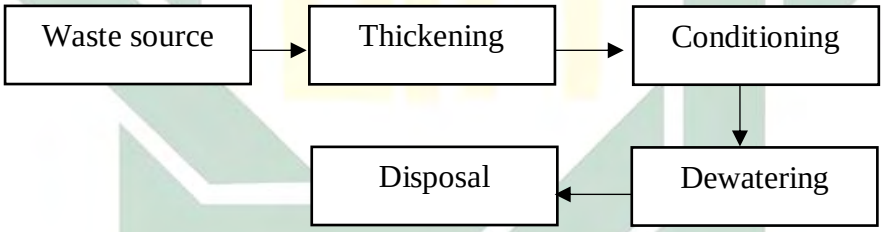
3.5.2.2 Data Sekunder

Data sekunder pada penelitian ini didapatkan dari pihak Perumda Air Minum (PDAM) Lamongan. Data sekunder yang didapatkan meliputi penambahan kadar koagulan PAC untuk pengolahan air di IPA Plosowahyu PDAM Lamongan, dan debit air baku.

3.5.3 Tahap Analisis Data

Tahap analisis data pada penyusunan laporan penelitian ini dilakukan berdasarkan analisis statistik deskriptif. Data yang terkumpul akan diolah dengan baik dalam bentuk grafik atau diagram, untuk mempermudah pemahanam. Selanjutnya dari data yang diperoleh dilakukan perencanaan unit pengolahan lumpur di IPA Plosowahyu PDAM Lamongan.

Berikut adalah skema proses pengolahan lumpur instalasi pengolahan air pada skema dibawah ini

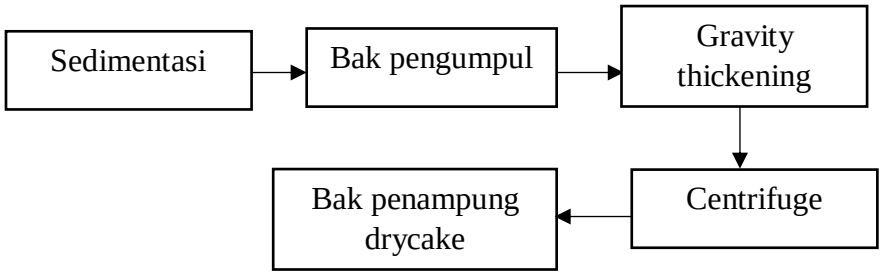


Berdasarkan dari skema proses pengolahan lumpur maka dibuat dua alternatif pengolahan lumpur untuk membandingkan antara dua alternatif tersebut yang lebih optimal dalam proses pengolahan lumpur.

1. Alternatif 1

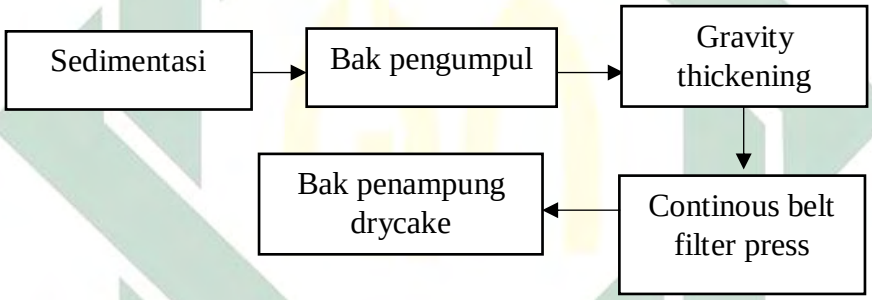
   Pada alternatif 1 pengolahan lumpur meliputi sumber lumpur yaitu buangan dari unit sedimentasi, ditampung di bak pengumpul, kemudian untuk proses pengentalan menggunakan *gravity thickening*, lumpur selanjutnya ditreatment menggunakan *centrifuge* pada proses *dewatering*, dan lumpur kering ditampung di bak penampung *drycake*. Berikut adalah skema pengolahan lumpur pada alternatif 1

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id



2. Alternatif 2

   Alternatif 2 untuk unit pengolahan lumpur, berdasarkan dari sumber lumpur yaitu pada unit buangan sedimentasi ditampung di bak penampung, lumpur dilakukan pengentalan untuk mengurangi kadar air menggunakan *gravity thickening*, selanjutnya pada proses *dewatering* menggunakan *continuous belf filter press*, dan untuk penampung lumpur atau *cake* kering menggunakan bak penampung *drycake*.



Pemilihan alternatif pengolahan lumpur di IPA Plosowahyu PDAM Lamongan dilakukan dengan menggunakan analisis *decision matrix*. *Decision matrix* merupakan suatu bagan matriks secara sistematis untuk melakukan identifikasi, analisis, dan hubungan dari beberapa informasi (Rahayu, 2020). Penilaian dilakukan berdasarkan dari analisis SWOT, selanjutnya diberi penilaian dengan memberi peringkat 1-3 dari hasil analisis SWOT tersebut. Hasil dari peringkat kemudian dikaliakn dengan bobot, sehingga akan menghasilkan nilai pada setiap kriteria (Adityosulindro dan Hartono, 2013). Berikut adalah analisis SWOT pada **Tabel 3.2**

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

Tabel 3.2 Analisis SWOT

Alternatif Unit	*Strenght*	*Weakness*	*Oppurtunities*	*Threat*
Centrifuge	1. Tidak membutuhkan lahan yang besar 2. Menghasilkan cake lumpur yang relative kering 3. Sistem yang digunakan sistem kontinyu 4. Penahan bau yang baik	1. *Centrate* yang dihasilkan tinggi 2. Sumber listrik yang dibutuhkan tinggi 3. Membutuhkan pembuangan pasir	1. Tidak membutuhkan air dengan jumlah banyak 2. Operasional *maintenance* rendah	1. Membutuhkan operator yang ahli 2. Biaya investasi yang tinggi
Continuous Belt Filter Press	1. *Cake* lumpur yang dihasilkan memiliki konsentrasi 30% 2. Menggunakan energi rendah 3. Biaya perawatan dan pembuatan terjangkau	1. Air yang dibutuhkan banyak 2. Menimbulkan bau 3. Pengoperasian secara otomatis tidak dianjurkan	1. Timbulan *cake* sekitar 11 m^3/hari 2. Pengoperasionalan unit secara kontinyu 3. Luas lahan yang dibutuhkan sekitar 52m^2 4. Kebutuhan energi sekitar 3 kWh	Biaya investasi pembanguanan antara 10000-$80.000

(Sumber: Rahayu, 2020)

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

Setelah menentukan SWOT pada setiap alternatif pengolahan selanjutnya dilakukan analisis *decision matrix* pada **Tabel 3.3**

Tabel 3.3 Analisis *Decision Matrix*

		Centrifuge		***Continuous Belt Filter Press***	
Kriteria	**Bobot (%)**	**Peringkat**	**Nilai**	**Peringkat**	**Nilai**
Luas lahan	10	2	20	1	10
Biaya investasi	15	2	30	3	45
Kebutuhan energi	10	1	10	2	20
Timbulan *cake*	10	2	20	3	30
Penggunaan air	5	2	10	3	15
Efisiensi pengolahan	35	2	70	3	95
Operasional dan perawatan	15	1	15	2	30
Total	**100**		**175**		**245**

Berdasarkan dari analisis *decision matrix* diketahui nilai akhir dari *Continuous Belt Filter Press* adalah 245, dan *Centrifuge* 175. Dari nilai akhir tersebut alternatif pengolahan yang akan direncanakan yaitu menggunakan *Continuous Belt Filter Press* karena memiliki nilai tertinggi. Sehingga alternatif yang digunakan untuk mengolah lumpur di IPA Plosowahyu PDAM Lamonggan menggunakan alternatif 2.

Berikut perencanaan unit pengolahan lumpur dan pemanfaatan pada **Tabel 3.4**

Tabel 3.4 Perencanaan Pengolahan Lumpur dan Pemanfaatan

No	**Tahapan Perencanaan**	**Hasil**
1	Luas lahan untuk pembangunan pengolahan lumpur	Dimensi pengolahan lumpur di IPA Plosowahyu PDAM Lamongan
2	Hasil perhitungan debit lumpur	Perencanaan pengolahan lumpur
3	Hasil analisis uji kualitas lumpur	Perencanan pengolahan lumpur
4	Layout pengolahan lumpur	1. Area pengurangan air 2. Area pengeringan

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

5	Potongan gambar unit pengolahan lumpur	Gambar potongan memanjang dan melintang unit pengolahan lumpur
6	DED gambar unit pengolahan lumpur	Gambar meliputi DED pada setiap jenis area
7	RAB perencanaan unit pengolahan lumpur	Anggaran biaya untuk perencanaan pengolahan lumpur PDAM

(Sumber: Analisa 2021)

3.5.4 Tahap Penulisan Laporan

Tahap penulisan laporan dilakukan berdasarkan hasil analisis yang telah dilakukan, selanjutnya dilakukan perencanaan unit pengolahan lumpur hasil pengolahana air di IPA Plosowahyu PDAM Lamongan. Tahap terakhir adalah membuat kesimpulan, dan saran.

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

BAB IV
GAMBARAN UMUM PERENCANAAN

4.1 IPA Plosowahyu

PDAM Lamongan memiliki 4 IPA, terbagi dua wilayah yaitu 3 unit IPA di Babat, dan 1 unit IPA di Plosowahyu. Salah satu unit IPA di Babat sudah tidak beroperasi, jadi tersisa 2 unit IPA yang berfungsi di Babat. Penelitian ini hanya terbatas pada IPA Plosowahyu sesuai dengan judul tugas akhir.

IPA Plosowahyu berada di terletak di Jalan raya Plosowahyu, Wahyu, Sidokumpul, Kecamatan Lamongan, Kabupaten Lamongan, Jawa Timur, dan berbatasan dengan sawah penduduk untuk batas utara, berbatasan dengan sungai untuk batas barat, berbatasan dengan sawah penduduk untuk batas timur, dan berbatasan dengan rumah warga untuk batas selatan. Batasan wilayah IPA Plosowahyu terdapat pada **Gambar 4.1**

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

Gambar 4.1 Batas Wilayah Area di IPA Plosowahyu PDAM Lamongan

(Sumber : *Google maps*, 2021)

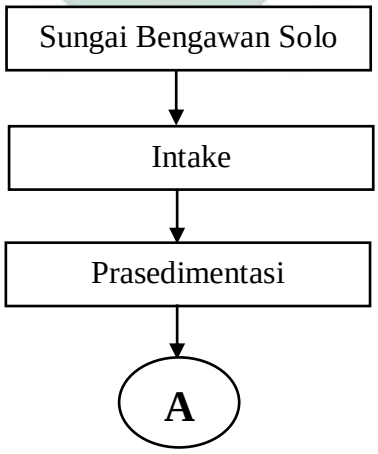
digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

4.2 Kondisi Eksisting IPA Plosowahyu

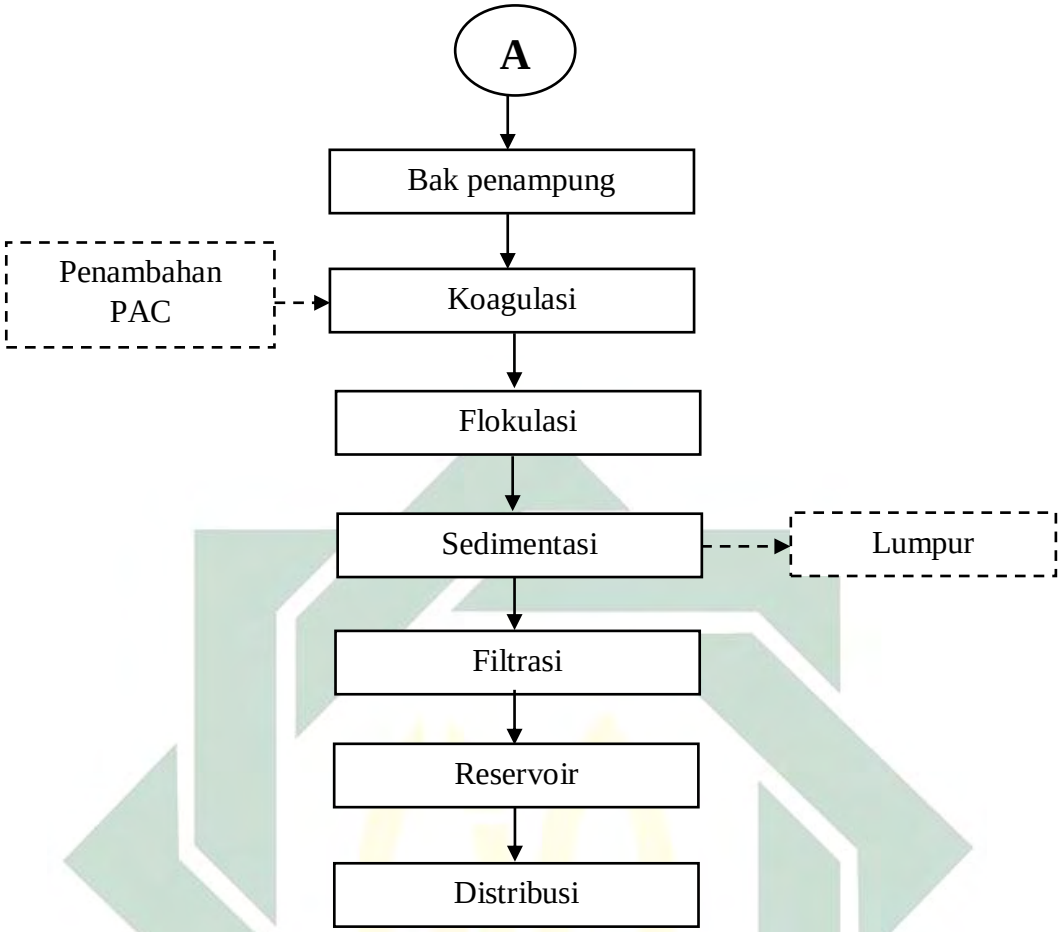
Sumber air baku yang digunakan oleh IPA Plosowahyu PDAM Lamongan bersumber dari Sungai Bengawan Solo. Unit pengolahan di IPA Plosowahyu menggunakan sistem paket. Sistem paket merupakan bangunan pengolahan air dalam bentuk kompak yang terdiri dari koagulator, flokulator, sedimentasi, filtrasi, dan reservoir, dengan kapasitas produksi di IPA Plosowahyu sebesar 100 Lps. Air baku yang berasal dari Sungai Bengawan Solo disadap oleh penyadap air yang berada di Babat, selanjutnya dialirkan ke bak prasedimentasi di IPA Babat. Air baku yang masuk ke IPA Plosowahyu merupakan air baku setengah jadi karena sudah mengalami pengendapan di bak presedimentasi di IPA Babat. Air baku yang berasal dari IPA Babat ditampung di bak penampung, kemudian dipompa menuju unit pengolahan selanjutnya.

Air baku yang sudah ditampung di intake IPA Plosowahyu dipompa meunuju unit koagulasi dan ditambahkan PAC untuk mengikat lumpur pada air baku. Proses selanjutnya yaitu flokulasi, dilanjutkan menuju sedimentasi. Bagian bawah sedimentasi terdapat lumpur dari hasil samping proses produksi air, lumpur tersebut akan dibuang melalui pipa pada setiap shift. Proses produksi air yang terakhir adalah di unit filtrasi. Air yang sudah jadi akan ditampung di reservoir, untuk didistribusikan kepada konsumen.

Berikut adalah diagram alir proses produksi air baku di IPA Plosowahyu:



digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id



Gambar 4.2 Alur Produksi Air IPA Plosowahyu

(Sumber :Analisa, 2021)

4.2.1 Intake

Air baku yang digunakan bersumber dari Sungai Bengawan Solo yang terletak di Babat. Air baku disadap menggunakan pompa penyadap, yang selanjutnya air akan dialirkan melalaui pipa menuju prasedimentasi di IPA Babat.

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

Gambar 4.3 Penyadap Air Baku
(Sumber : PDAM Lamongan, 2021)

4.2.2 Prasedimentasi

Air baku akan diendapkan terlebih dahulu pada unit prasedimentasi di IPA Babat. Partikel-partikel yang terkandung pada air akan diendapkan secara gravitasi pada bak prasedimentasi untuk mempermudah proses selanjutnya, dan membantu meringakan beban pada unit pengolahan selanjutnya. Jumlah bak prasedimentasi yang ada di IPA Babat sebanyak 3 unit. Luas unit sedimentasi adalah 750m^2 , dengan debit pengolahan 1500m^3.

Gambar 4.4 Prasedimentasi
(Sumber : Penulis, 2021)

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

4.2.3 Bak Penampung

Air baku setengah jadi yang berasal dari IPA Babat, ditampung terlebih dahulu di bak penampung di IPA Plosowahyu untuk proses pengolahan lanjutan. Air yang berada di bak penampung akan di pompa menggunakan menuju unit koagulasi.Dimensi bak penampung memiliki lebar 3 m , panjang 4,3 m , dan tinggi 2 meter.

Gambar 4.5 Bak Penampung
(Sumber : Penulis, 2021)

4.2.4 Koagulasi

Air baku akan di pompa menuju unit koagulas, dan ditambahkan koagulan. Fungsi dari penambahan koagulan untuk mengikat partikel yang terkandung di dalam air baku, dan membentuk flok-flok agar lebih mudah untuk diendapkan. IPA Plosowahyu menggunakan koagulan PAC, selain penambahan koagulan juga dilakukan pengadukan, agar partikel lebih cepat berikatan membentuk flok. Jumlah unit koagulasi di IPA Plosowahyu sebanyak 6 buah. Dimensi dari unit koagulasi pada tiap bak memiliki Panjang 2,7 m , lebar 1,8 m , dan tinggi 4 meter.

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

Gambar 4.6 Koagulasi

(Sumber : Penulis, 2021)

4.2.5 Flokulasi

Flokulasi bertujuan untuk mebentuk flok-glok yang lebih besar agar lebih mudah diendapkan, pada unit flokulasi dilakukan pengadukan lambat agar flok yang sudah terbentuk tidak mudah pecah.

Gambar 4.7 Flokulasi

(Sumber : Penulis, 2021)

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

4.2.6 Sedimentasi

Flok-flok yang sudah terbentuk akan diendapkan di unit sedimentasi dengan sistem gravitasi. Hasil samping produksi air bersih di IPA Plosowahyu berupa lumpur yang terdapat pada bagian dasar bak sedimentasi, lumpur tersebut akan dikeluarkan secara bertahap melalui pipa pembuangan yang ada di bak sedimentasi. Dimensi pada unit setiap bak sedimentasi memiliki panjang 5,6 m , lebar 1 meter, dan tinggi 4,5 meter. Jumlah bak pada sedimentasi adalah 5 buah.

Gambar 4.8 Sedimentasi
(Sumber : Penulis, 2021)

4.2.7 Filtrasi

Unit filtrasi digunakan untuk menyaring air yang masih memiliki kandungan partikel-partikel halus. IPA Plosowahyu menggunkan filtrasi dengan sistem saringan pasir cepat untuk mengolah air baku menjadi air bersih. Partikel-partikel halus akan tertahan oleh pasir yang ada pada unit filtrasi, sehingga akan dihasilkan air yang tidak mengandung partikel halus seperti lumpur. Dimensi unit filtrasi pada setiap bak adalah panjang 2,7 m , lebar 1,8 m , dan tinggi 4,5 m. Jumlah bak filtrasi adalah 6 buah.

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

Gambar 4.9 Filtrasi

(Sumber : Penulis, 2021)

4.2.8 Reservoir

Air bersih hasil produksi ditampung terlebih dahulu di reservoir, sebelum didistribusikan kepada konsumen. Jumlah reservoir di IPA Plosowahyu terdapat 2 unit reservoir. Fungsi dari reservoir untuk menampung air, apabila proses produksi air dihentikan pada saat unit pengolahan mengalami maintenance, dan pencucian. Kaapasitas resevoar adalah 1500 m^3.

Gambar 4.10 Reservoir

(Sumber : Penulis, 2021)

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

4.2.9 Pompa Distribusi

IPA Plosowahyu mendistribusikan air bersih menggunakan pompa distribusi. Pompa distribusi yang dimiliki IPA Plosowahyu berjumlah 2 pompa, kedua pompa tersebut memiliki daya yang sama yaitu 132 KW.

Gambar 4.11 Pompa Distribusi
(Sumber : Penulis, 2021)

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

BAB V
HASIL DAN PEMBAHASAN

5.1 Karakteristik dan Debit Lumpur IPA Plosowahyu

Karakteristik lumpur di IPA Plosowahyu PDAM Lamongan memiliki warna coklat pekat, dengan kandungan air pada lumpur yang cukup tinggi. Lumpur koagulan terbentuk karena adanya reaksi kimia antara koagulan PAC dengan partikel halus yang ada pada air baku. Berikut adalah reaksi kimia yang terjadi sebagai berikut:

$2AlCl_3 + 5OH^-.5Na^+ \longrightarrow Al2(OH)_5^- + 5Na^+ + 5Cl^-$

$Al_2(OH)_5^- + H2O \longrightarrow 2Al(OH)_3 + H^+$

Koagulan PAC memiliki asam dengan jumlah yang kecil, dan dengan mudah bereaksi secara sempurna, sehingga menghasilkan air yang lebih jernih dibandingkan aluminium sulfat. PAC berikatan dengan air dan membentuk reaksi yang cepat, dan menghasilkan asam, serta garam untuk menurunkan kekeruhan pada air tanpa penambahan bahan netralisasi (Nur dkk., 2016).

Karakteristik lumpur dilakukan berdasarkan uji kualitas mengenai parameter yang telah ditentukan dan debit lumpur IPA Plosowahyu dilakukan berdasarkan perhitungan langsung. Berikut adalah hasil dari uji kualitas lumpur IPA Plosowahyu.

5.2.1 Karakteristik Lumpur IPA Plosowahyu

1. pH

Analisi pH yang telah dilakukan selama 8 hari didapatkan hasil yang disajikan pada **Tabel 5.1**

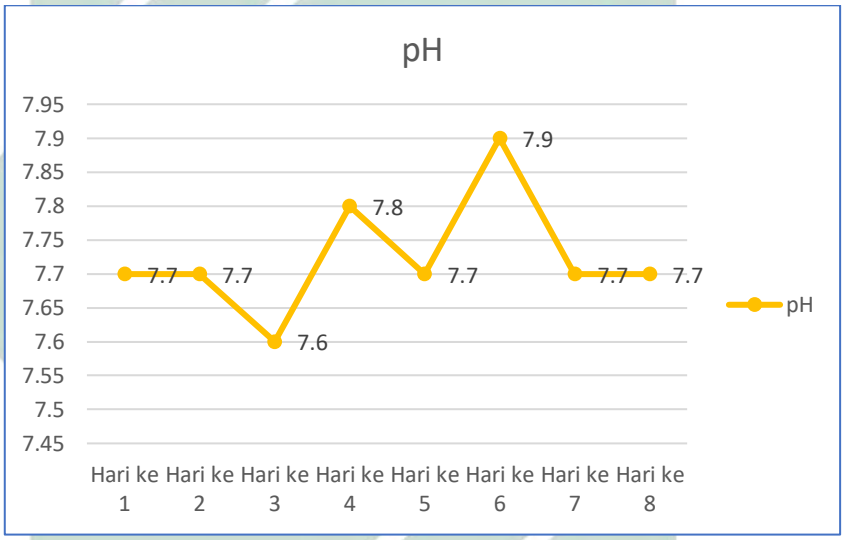
Tabel 5.1 Hasil Pengujian pH

Baku Mutu PermenLH No 5 Tahun 2014	Hari	pH	Keterangan
	1	7,7	Sesuai baku mutu
	2	7,7	Sesuai baku mutu
	3	7,6	Sesuai baku mutu
	4	7,8	Sesuai baku mutu

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

6-9	5	7,7	Sesuai baku mutu
	6	7,9	Sesuai baku mutu
	7	7,7	Sesuai baku mutu
	8	7,7	Sesuai baku mutu

Berdasarkan dari tabel 5.1 dapat diketahui bahwa nilai pH pada lumpur IPA Plosowahyu PDAM Lamongan memiliki nilai pH yang sesuai dengan baku mutu Peraturan Menteri Lingkungan Hidup Nomor 5 Tahun 2014. Untuk fluktuasi harian pH lumpur terdapat pada Gambar 5.1



Gambar 5.1 Fluktuasi pH Lumpur PDAM Lamongan

(Sumber : Perhitungan, 2021)

Fluktuasi pH harian pada lumpur yang terendah nilainya adalah pada hari 3 dengan nilai 7,6, sedangkan nilai pH tertinggi pada hari ke 6 dengan nilai 7,9.

2. Suhu

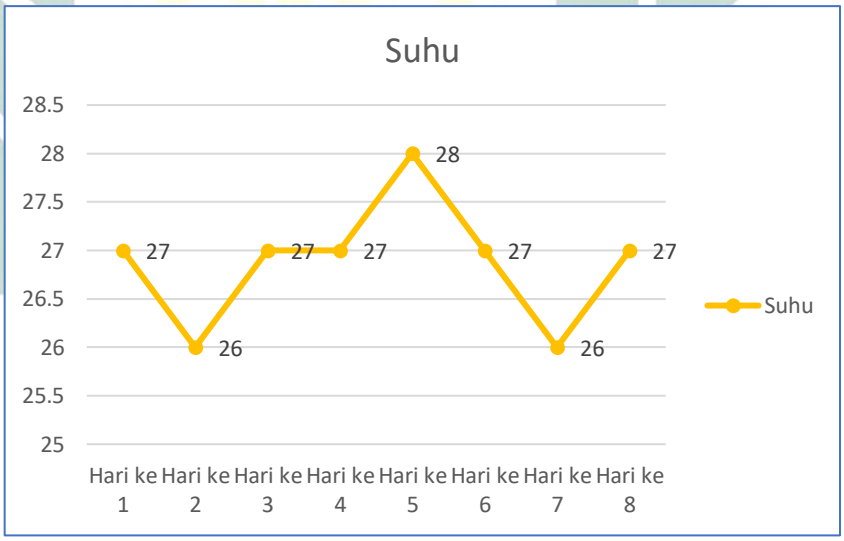
Analisi suhu pada lumpur IPA Plosowahyu PDAM Lamongan yang telah dilakukan selama 8 hari didapatkan hasil yang disajikan pada **Tabel 5.2**

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

Tabel 5.2 Hasil Pengujian Suhu

Baku Mutu PermenLH No 5 Tahun 2014	Hari	Suhu	Keterangan
38°C	1	27°C	Sesuai baku mutu
	2	26°C	Sesuai baku mutu
	3	27°C	Sesuai baku mutu
	4	27°C	Sesuai baku mutu
	5	28°C	Sesuai baku mutu
	6	27°C	Sesuai baku mutu
	7	26°C	Sesuai baku mutu
	8	27°C	Sesuai baku mutu

Berdasarkan dari tabel 5.2 dapat diketahui bahwa nilai suhu pada lumpur IPA Plosowahyu PDAM Lamongan memiliki nilai suhu yang sesuai dengan baku mutu Peraturan Menteri Lingkungan Hidup Nomor 5 Tahun 2014, yaitu kurang dari 38°C . Untuk fluktuasi suhu harian lumpur terdapat pada Gambar 5.2



Gambar 5.2 Fluktuasi Suhu Lumpur PDAM Lamongan

(Sumber : Perhitungan, 2021)

Fluktuasi suhu harian pada lumpur yang terendah nilainya adalah pada hari 2 dan 3 dengan nilai 26°C , sedangkan nilai pH tertinggi pada hari ke 5 dengan nilai 28°C.

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

3. Kekeruhan

Analisi kekeruhan pada lumpur IPA Plosowahyu PDAM Lamongan yang telah dilakukan selama 8 hari didapatkan hasil nilai kekeruhan pada lumpur IPA Plosowahyu PDAM Lamongan memiliki nilai >1000NTU, uji yang dilakukan untuk kekeruhan menggunakan turbidimeter, hasil yang didapatkan pada pengujian yaitu H+++ yang artinya konsentrasi melebihi limit deteksi dari alat tersebut. Limit dari alat turbidimeter untuk memeriksa nilai kekeruhan adalah 1000NTU.

4. TS (Total Solid)

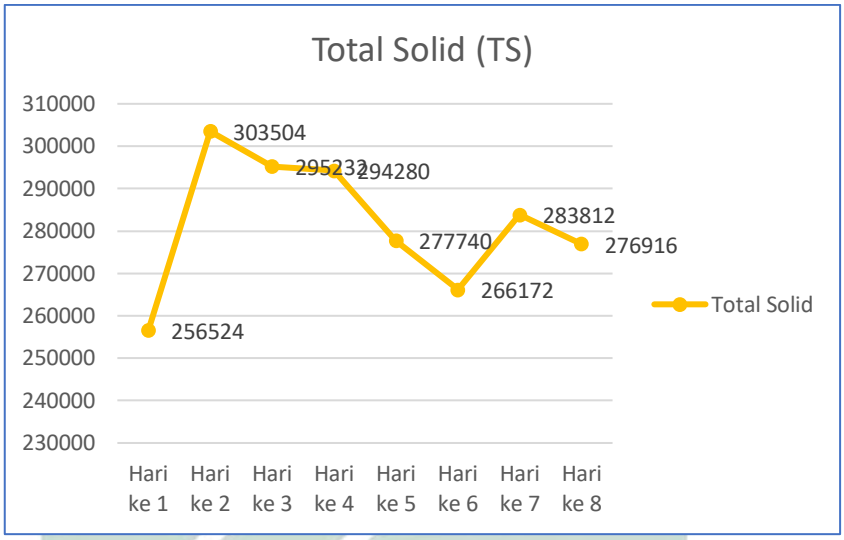
Analisi total solid pada lumpur IPA Plosowahyu PDAM Lamongan yang telah dilakukan selama 8 hari didapatkan hasil yang disajikan pada **Tabel 5.3**

Tabel 5.3 Hasil Pengujian Total Solid

Hari	TS
1	256.524 mg/L
2	303.504 mg/L
3	295.232 mg/L
4	294.280 mg/L
5	277.740 mg/L
6	266.172 mg/L
7	283.812 mg/L
8	276.916 mg/L

Berdasarkan dari tabel 5.3 dapat diketahui bahwa nilai total solid pada lumpur bervariasi. Nilai tertinggi pada hari 2, dan terkecil pada hari ke 8. Perbedaan nilai total solid pada lumpur tergantung pada kualitas air baku, dan penambahan PAC untuk pengolahan air bersih. Fluktuasi total solid lumpur IPA plosowahyu dapat dilihat pada Gambar 5.3

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id



Gambar 5.3 Fluktuasi TS Lumpur PDAM Lamongan

(Sumber : Perhitungan, 2021)

5. TSS

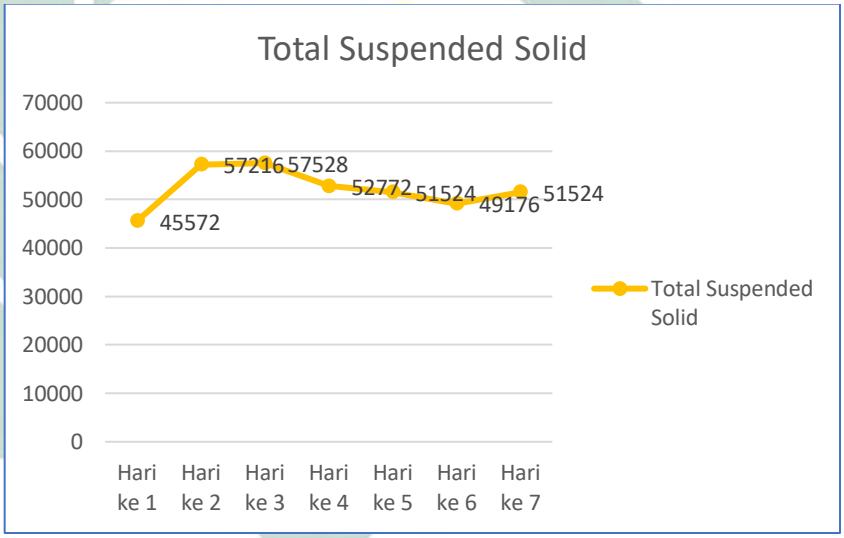
Perhitungan total suspended solid pada lumpur IPA Plosowahyu PDAM Lamongan yang telah dilakukan selama 8 hari didapatkan hasil yang disajikan pada **Tabel 5.4**

Tabel 5.4 Hasil Pengujian Total Suspended Solid

Baku Mutu PermenLH No 5 Tahun 2014	**Hari**	**TS**	**Keterangan**
200 mg/L	1	45.572 mg/L	Melebihi baku mutu
	2	57.216 mg/L	Melebihi baku mutu
	3	57.528 mg/L	Melebihi baku mutu
	4	52.772 mg/L	Melebihi baku mutu
	5	51.524 mg/L	Melebihi baku mutu
	6	49.176 mg/L	Melebihi baku mutu
	7	51.524 mg/L	Melebihi baku mutu
	8	51.720mg/L	Melebihi baku mutu

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

Berdasarkan dari tabel 5.4 dapat diketahui bahwa nilai total suspended solid pada lumpur bervariasi. Perbedaan nilai total solid pada lumpur tergantung pada kualitas air baku, dan penambahan PAC untuk pengolahan air bersih. Nilai total suspended solid pada lumpur IPA Plosowahyu melebihi baku mutu dikarenakan nilai kekeruhan pada air baku yang tinggi, dan melebihi >1000 NTU, sehingga penggunaan PAC yang digunakan pada nilai kekeruhan >100NTU adalah 200 liter PAC cair, sedangkan apabila nilai kekeruhan pada air baku <100 NTU PAC yang ditambahkan sebesar 100L PAC cair. Fluktuasi total suspended solid lumpur IPA plosowahyu dapat dilihat pada Gambar 5.4



Gambar 5.4 Fluktuasi TSS Lumpur PDAM Lamongan

(Sumber : Perhitungan, 2021)

Fluktuasi total suspended solid harian pada lumpur yang terendah nilainya adalah pada hari 1, sedangkan nilai total suspended solid tertinggi pada hari ke 3.

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

6. COD

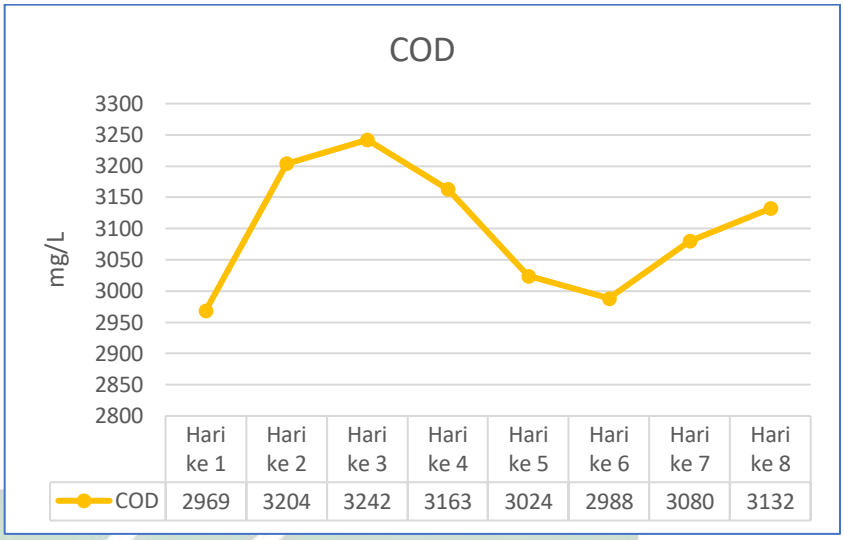
Perhitungan COD pada lumpur IPA Plosowahyu PDAM Lamongan yang telah dilakukan selama 8 hari didapatkan hasil yang disajikan pada **Tabel 5.5**

Tabel 5.5 Hasil Pengujian COD

Baku Mutu PermenLH No 5 Tahun 2014	Hari	COD	Keterangan
100 mg/L	1	2.969mg/L	Melebihi baku mutu
	2	3.204mg/L	Melebihi baku mutu
	3	3.242mg/L	Melebihi baku mutu
	4	3.163mg/L	Melebihi baku mutu
	5	3.024mg/L	Melebihi baku mutu
	6	2.988mg/L	Melebihi baku mutu
	7	3.080mg/L	Melebihi baku mutu
	8	3.132mg/L	Melebihi baku mutu

Berdasarkan dari tabel 5.5 dapat diketahui bahwa nilai COD pada lumpur bervariasi. Perbedaan nilai COD pada lumpur tergantung pada kualitas air baku, dan penambahan PAC untuk pengolahan air bersih. Nilai total suspended solid pada lumpur IPA Plosowahyu melebihi baku mutu dikarenakan nilai kekeruhan pada air baku yang tinggi, dan melebihi >1000 NTU, sehingga penggunaan PAC yang digunakan pada nilai kekeruhan >100NTU adalah 200 liter PAC cair, sedangkan apabila nilai kekeruhan pada air baku <100 NTU PAC yang ditambahkan sebesar 100L PAC cair. Fluktuasi total suspended solid lumpur IPA plosowahyu dapat dilihat pada Gambar 5.5

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id



Gambar 5.5 Fluktuasi COD Lumpur PDAM Lamongan

(Sumber : Perhitungan, 2021)

Fluktuasi COD harian pada lumpur yang terendah nilainya adalah pada hari 1, sedangkan nilai total suspended solid tertinggi pada hari ke 3.

7. BOD

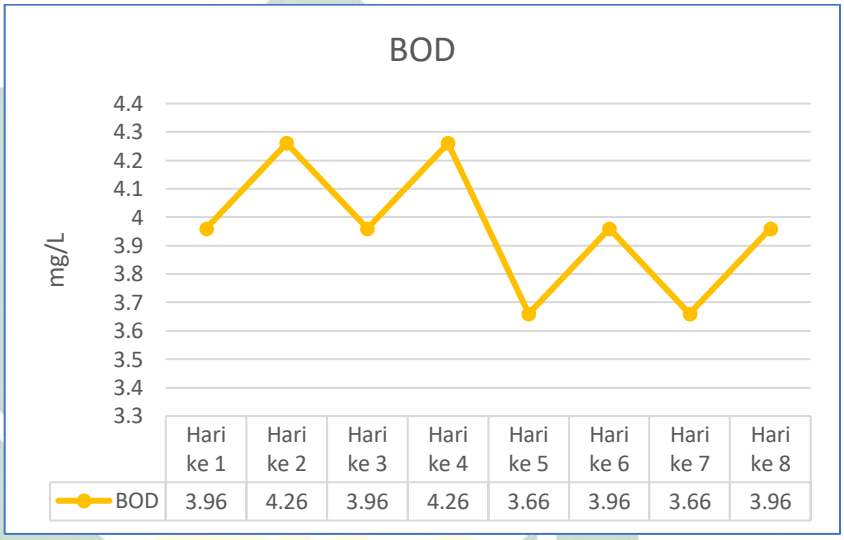
Perhitungan BOD pada lumpur IPA Plosowahyu PDAM Lamongan yang telah dilakukan selama 8 hari didapatkan hasil yang disajikan pada **Tabel 5.6**

Tabel 5.6 Hasil Pengujian BOD

Baku Mutu PermenLH No 5 Tahun 2014	**Hari**	**BOD**	**Keterangan**
50 mg/L	1	3,96mg/L	Sesuai baku mutu
	2	4,26mg/L	Sesuai baku mutu
	3	3,96mg/L	Sesuai baku mutu
	4	4,26mg/L	Sesuai baku mutu
	5	3,66mg/L	Sesuai baku mutu
	6	3,96mg/L	Sesuai baku mutu
	7	3,66mg/L	Sesuai baku mutu
	8	3,96mg/L	Sesuai baku mutu

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

Berdasarkan dari tabel 5.6 dapat diketahui bahwa nilai BOD harian pada lumpur IPA Plosowahyu PDAM Lamongan bervariasi, hal itu disebakan karena suhu, dan cahayamatahari yang mempengaruhi aktivitas biologis pada sampel. Nilai BOD harian masih memenuhi baku mutu. Fluktuasi total suspended solid lumpur IPA plosowahyu dapat dilihat pada Gambar 5.6



Gambar 5.6 Fluktuasi BOD Lumpur PDAM Lamongan

(Sumber : Perhitungan, 2021)

Fluktuasi total suspended solid harian pada lumpur yang terendah nilainya adalah pada hari 2 dan 4, sedangkan nilai total suspended solid tertinggi pada hari ke 5 dan 7.

5.2.2 Debit Lumpur IPA Plosowahyu

Perhitungan untuk volume lumpur dan massa lumpur dilakukan berdasarkan anlisis sampling di lapangan dengan perhitungan sebagai berikut:

1. Perhitungan *Spesific Gravity*

   Perhitungan *specific gravity* lumpur didapatkan berdasarkan ketentuan jika 90 persen berat bahan padat dalam lumpur yang mengandung 95 persen air terdiri dari padatan mineral

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

tetap dengan berat jenis 2,5 dan 10 persen terdiri dari padatan yang mudah menguap dengan berat jenis 1,0, maka berat jenis semua padatan, Ss, akan sama dengan 2.17, dihitung menggunakan persamaan (Crittenden dkk., 2012):

$$\frac{1}{Ss} = \frac{0,90}{2,5} + \frac{0,10}{1,0}$$

$$Ss = \frac{1,0}{0,46}$$

$$= 2,17$$

Jika berat jenis air diambil menjadi 1,00, berat jenis lumpur, Ssl, adalah 1,03, sebagai berikut:

$$\frac{1}{Ssl} = \frac{0,05}{2,17} + \frac{0,95}{1,00}$$

$$= \frac{1,0}{0,97}$$

$$= 1,03$$

2. Perhitungan massa lumpur

Perhitungan massa lumpur sebagai berikut:

$q_{raw\ solid} = C_{TSS}$ x 10-6 $\frac{kg}{mg}$ x 103 $\frac{L}{m^3}$ x Q_{WTP}

= 45572 mg/L x 10-6 $\frac{kg}{mg}$ x 103 $\frac{L}{m^3}$ x 8,64 m^3/hari

= 19687,10 kg/hari

Untuk perhitungan rata-rata massa lumpur per hari adalah

Rata-rata = $\frac{180175,10\ kg/hari}{8\ hari}$

= 22521, 89 kg

3. Perhitungan volume lumpur

Untuk perhitungan volume lumpur adalah sebagai berikut:

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

$$V = \frac{W_s}{\rho_w S_{sl} P_s}$$

$$= \frac{19687{,}10 \text{ kg}}{1000\ kg/m3\ x\ 1{,}03\ x\ 0{,}15}$$

$$= \frac{19687{,}10\ kg}{154{,}5\ kg/m3}$$

$= 127{,}425\ m^3$

Volume rata-rata didapatkan dengan cara menjumlah volume total selama 8 hari, kemudian dibagi 8

$$V_{rata\text{-}rata} = \frac{1166{,}182 \text{ m3}}{8 \text{ hari}}$$

$= 145{,}773\ m^3/hari$

Berdasarkan dari perhitungan volume dan massa lumpur dengan rumus diatas, didapatkan nilai volume dan massa lumpur selama 8 hari disajikan pada Tabel 5.7

Tabel 5.7 Volume dan Massa Lumpur

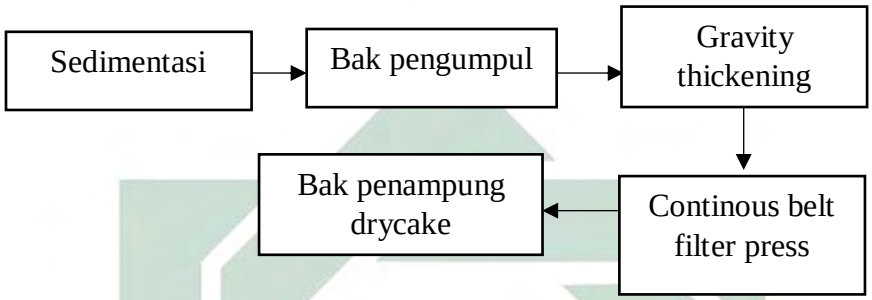
Hari	Volume	Massa
1	127,4 m^3/hari	19687 kg
2	159,9 m^3/hari	24717 kg
3	160,8 m^3/hari	24852 kg
4	147,5 m^3/hari	22797 kg
5	144,1 m^3/hari	22275 kg
6	137,5 m^3/hari	21244 kg
7	144,1 m^3/hari	22258 kg
8	144,6 m^3/hari	22343 kg
Rata-rata	145,773 m^3/hari	127,425 m^3

Berdasarkan dari Tabel 5.7 dapat diketahui volume dan massa lumpur memiliki volume dan massa yang berbeda dikarenakan kekeruhan pada setiap air baku yang digunakan berbeda, dan juga penambahan koagulan untuk mengikat lumpur pada air dengan penambahan koagulan yang berbeda sesuai dengan kualitas air yang dihasilkan.

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

5.2 Perencanaan Unit Pengolahan Lumpur IPA Plosowahyu

Perencanaan unit pengolahan yang direncanakan meliputi bak pengumpul, gravity thickener, belt filter press, dan bak pengumpul dry cake. Berdasarkan dari analisis *decision matrix* didapatkan alternatif 2 untuk pengolahan lumpur di IPA Plosowahyu PDAM Lamongan. Berikut adalah skema alternatif 2



Untuk perhitungan kriteria desain dihitung menggunakan rumus dibawah ini

1. Bak Pengumpul

Bak pengumpul lumpur direncanakan untuk mengumpulkan lumpur dan sebagai tempat penampungan smentara lumpur, sebelum dilakukan pengolahan selanjutnya. Berikut adalah perancaan bak pengumpul lumpur dengan perhitungan sebagai berikut:

Untuk perhitungan debit didapatkan dari perhitungan debit rata-rata

Debit = 145,773 m^3/hari

Td = maksimal 10

Direncanakan:

Td = 10 menit

= 0,007 hari

Kedalaman = 1,5m

Perhitungan:

Volume bak = Debit x Td

= 145,773 m^3/hari x 0,007 hari

= 1,0204 m^3

Luas permukaan = Volume/kedalaman

= 1,0204 m^3/1,5m

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

= 0,68 m^2

Setelah diketahui luas permukaan ditentukan Panjang dan lebar bangunan

P:L = 1:1

Panjang = 1,5m

Lebar = 1,5m

Free board = 0,3

Volume bak pengumpul = 1,2m x 1,2m x 1,8m

= 2,592 m^3

Berdasarkan perhitungan tersebut diketahui volume bak pengumpul adalah 2,592 m3 dengan ukuran Panjang 1,2 m, lebar 1,2m, dan tinggi 1,8m.

2. Gravity Thickener

Kriteria desain

Persen padatan dari tangki pengendapan = 4%

Padatan pengental underflow = 3%

Solid loading rate = 75 $\frac{kg}{hari}$ m^2

Jumlah unit = 2

Massa lumpur 22521 kg/hari

Kemiringan 10%

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

= $\frac{0,07}{2}$

= 0,035

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

= $\frac{22521 \text{ kg/hari}}{75 \frac{kg}{hari} m2}$

= 300,28 m^2

Area setiap thickener = $\frac{300,28 \text{ m2}}{2}$

= 150,14 m^2

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

Diameter = $\sqrt{\frac{4xA}{\pi}}$

= $\sqrt{\frac{4x150,14}{3,14}}$

= 14 m

$H_{thickening}$ = $\frac{(11261\ kg/hari)/(1hari)}{(0,035)(1000\ kg/m3)(150,14\ m2)}$

= 4,2 m

Kemudian kedalaman air samping (SWD) dari pengental tersebut:

SWD = freeboard + settling zone + $H_{thickening}$

= 0,6 m + 2 m + 2,1 m

= 4,7 m (memenuhi)

Berdasarkan perhitungan diatas didapatkan kriteria desain untuk *gravity thickener* sebagai berikut:

Tabel 5.8 Kriteria Desain Gravity Thickener

Nama	Besaran	Satuan
Jumlah	2	Unit
Diameter	14	m
Freeboard	0,6	m
Kedalaman pengentalan	2,1	m
Zona pengendapan	2	m
Kedalaman total	4,7	m

Lumpur Thickener

Padatan kering = 5%

Fraksi padatan air = 95%

Spesific gravity fix solid = 2,5

Fraksi volatile solid = 20%

Spesific gravity air = 0,996

Massa Lumpur Thickener

Solid capture = 86%

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

Massa lumpur = 86 % x 22521 kg/hari

= 19142,85kg/hari

Volume lumpur = $\frac{\text{Massa lumpur}}{\text{Ws X Ssl effluent X Sg air}}$

= $\frac{19142{,}85\text{kg/hari}}{5\%\ x\ 1{,}016\ x\ 0{,}996\ x\ 1000}$

= 378 m3/hari

Pengecekan SVR

= $\frac{\text{V zona thikener}}{\text{V yang dibutuhkan perhari}}$

= $\frac{\left(\frac{\pi}{12}\text{x}14^2\text{x}1{,}4\right)+\left(\frac{\pi}{4}\text{x}14^2\text{x}14\right)}{378\frac{\text{m3}}{\text{hari}}}$

= 2 (memenuhi)

Struktur Inlet

Struktur inlet merupakan outlet yang berasal dari bak pengumpul, dengan diameter pipa 6 inchi

Struktur Outlet

Struktur outlet berfungsi untuk mengalirkan lumpur menuju *belt filter press*

Volume ruang lumpur = $\left(\frac{\pi}{12}\text{x}14^2\text{x}1{,}4\right)$

= 71,83 m^3

Waktu Pengurasan = $\frac{\text{Volume ruang lumpur}}{\text{Volume lumpur}}$

= $\frac{71{,}83\text{m3}}{378\text{m3}}$

= 0,1 hari

Periode pengurasan = $\frac{0{,}1\text{ hari}}{24\text{ jam/hari}}$

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

= 2,4 jam sekali dalam sehari

Jumlah pengurasan = $\frac{24 \text{ jam/hari}}{2{,}4 \text{ jam}}$

= 10 kali sehari

3. *Belt Filter Press*

Padatan yang akan diolah pada unit *belt filter press* merupakan padatan yang berasal dari unit gravity thickener.

Perhitungan desain

Jumlah padatan yang diolah setiap jam operasi

Total padatan = 19142,85kg/hari : 24 jam/hari

= 797,61 kg/jam

Lebar belt yang dibutuhka

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

= $\frac{797{,}61 \text{ kg/jam}}{500 kg/jam/m}$

= 1,5 m

Lebar belt yang digunakan adalah *belt filter press* model BFP-150 dengan lebar sabuk 1,5 m dan membutuhkan 2 unit, 1 unit sebagai unit utama, dan 1 unit sebagai cadangan Ketika melakukan maintenance. Jarak antar unit adalah 1,2 m, luas yang dibutuhkan adalah 74m^2. Penambahan luas bangunan untuk ruang control, jadi luas total adalah 104 m^2 , dengan ukuran panjang 13 meter, dan lebar 8 meter.

Kualitas cake lumpur

Spesific gravity = 20%

Fraksi padatan cair = 80%

Sf = 2,553

Wv = 19%

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

Spesific gravity air = 0,996

Massa lumpur 90%

M = 0.90 x 24 jam/hari x 797,61 kg/jam

= 17228,4 kg/hari

Volume cake lumpur pada *belt filter press*

$$V = \frac{17228{,}4 \text{ kg/hari}}{0{,}2 \text{ x } 1{,}105\text{x}995{,}68 \text{ kg/hari}}$$

= 78,22 m3/hari

Berdasarkan perhitungan diatas dapat diketahui untuk kriteria desain dari *belt filter press* adalah sebagai berikut pada Tabel 5.9

Tabel 5.9 Kriteria Desain *Belt Filter Press*

Nama	Satuan	Besaran
Jumlah	2	unit
Kapasitas	500	Kg/jam.m
Panjang	13	meter
Lebar	8	meter

4. Bak pengumpul *Drycake*

Untuk menampung *drycake* dikumpulkan di bak pengumpul *drycake* sebelum dibuang ke tempat pembuangan akhir atau dimanfaatkan.

Dimensi unit

Volume lumpur pada *belt filter press* = 78,22 m3/hari

Panjang = 9m

Lebar = 6m

Tinggi = 1,5m

$$\text{Pengecekan waktu penyimpanan} = \frac{(9\text{x}6\text{x}1{,}5)\text{m3}}{78{,}22\text{m3/hari}}$$

= 1 hari

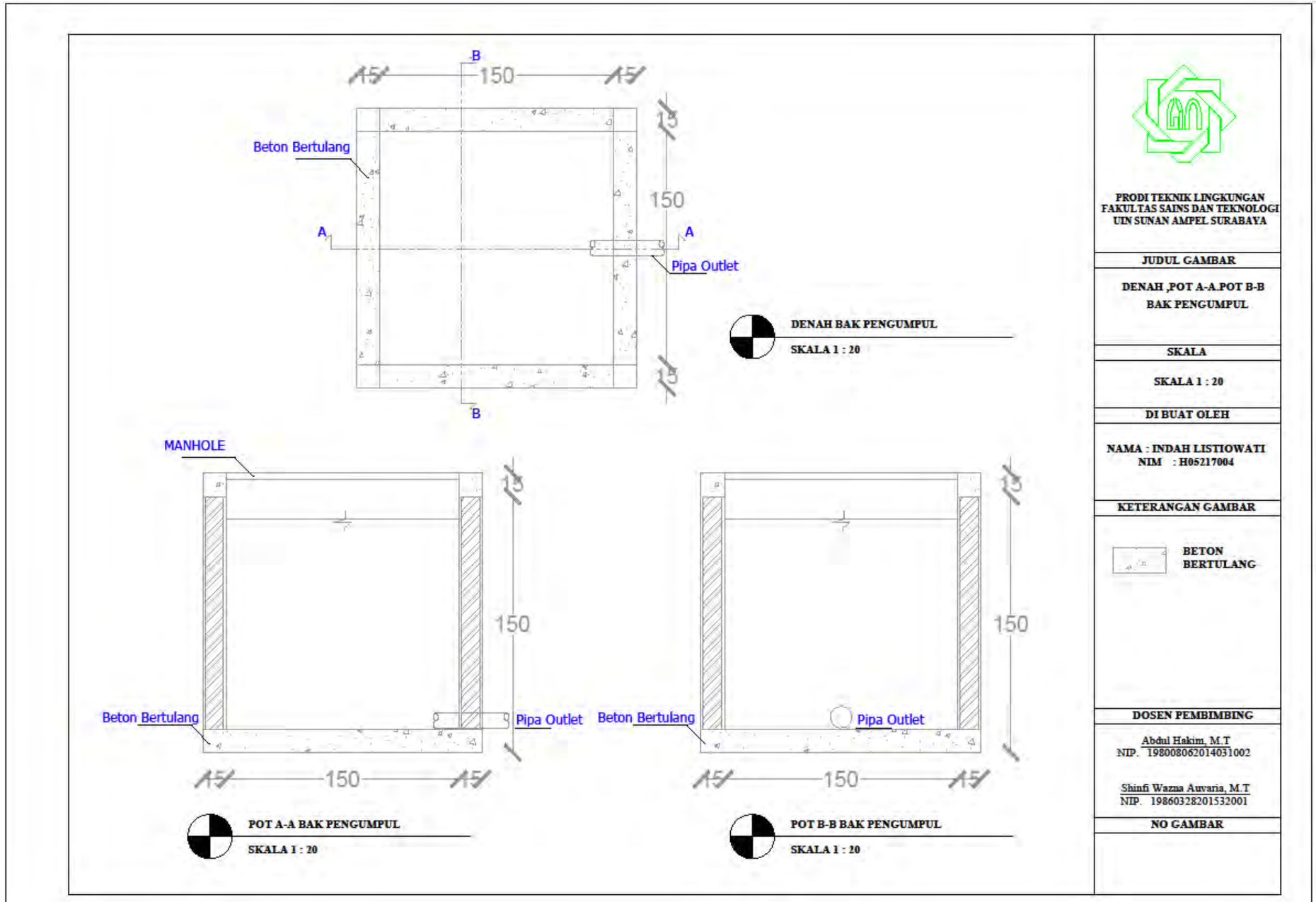
5.2.1 Gambar

Perencanaan unit pengolahan lumpur IPA Plosowahyu PDAM Lamongan meliputi gambar denah, potongan A-A, dan potongan B-

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

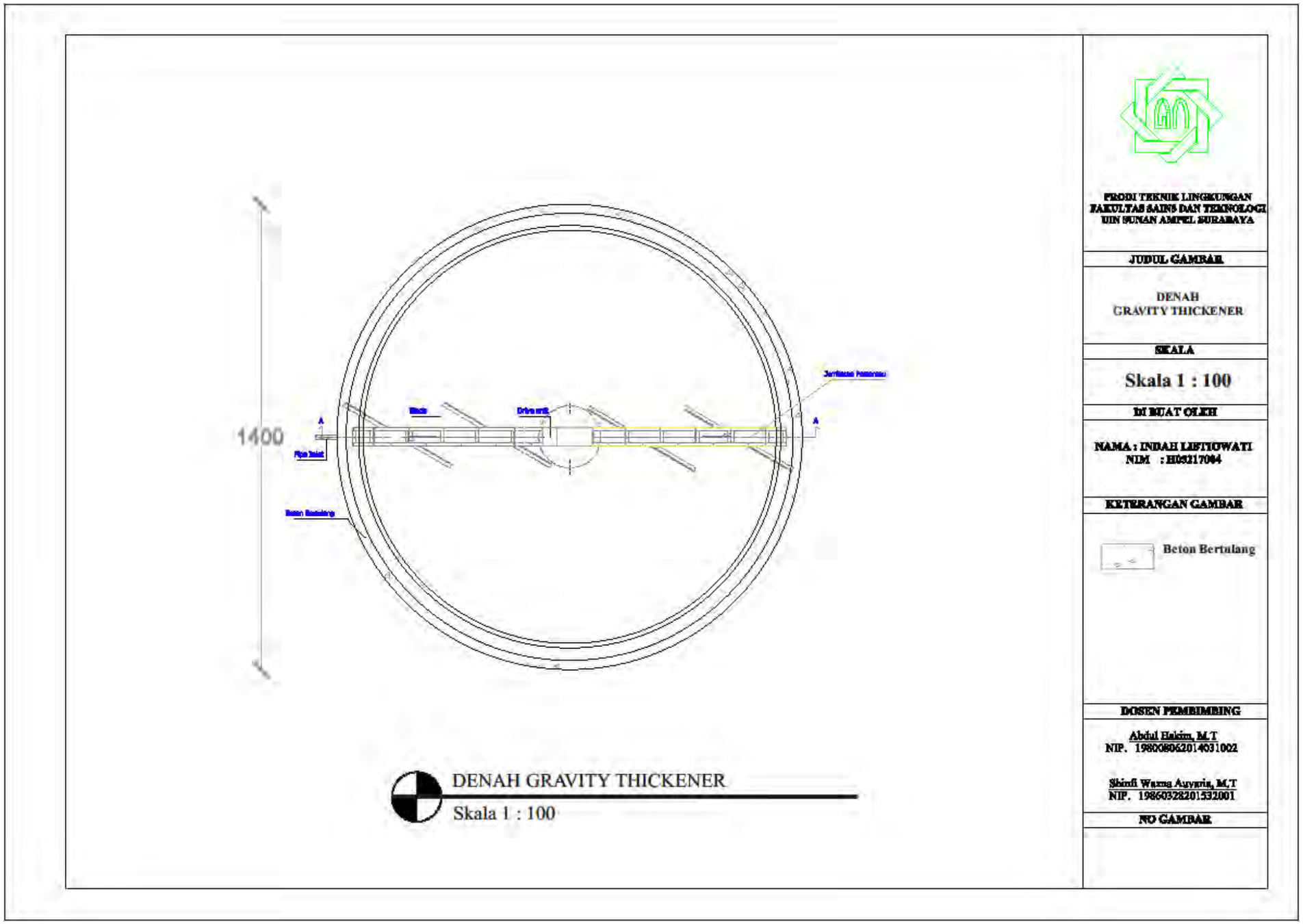
B. Berikut dibawah ini adalah gambar perencanaan berdasarkan dari perhitungan data di lapangan yang telah dilakukan.

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id



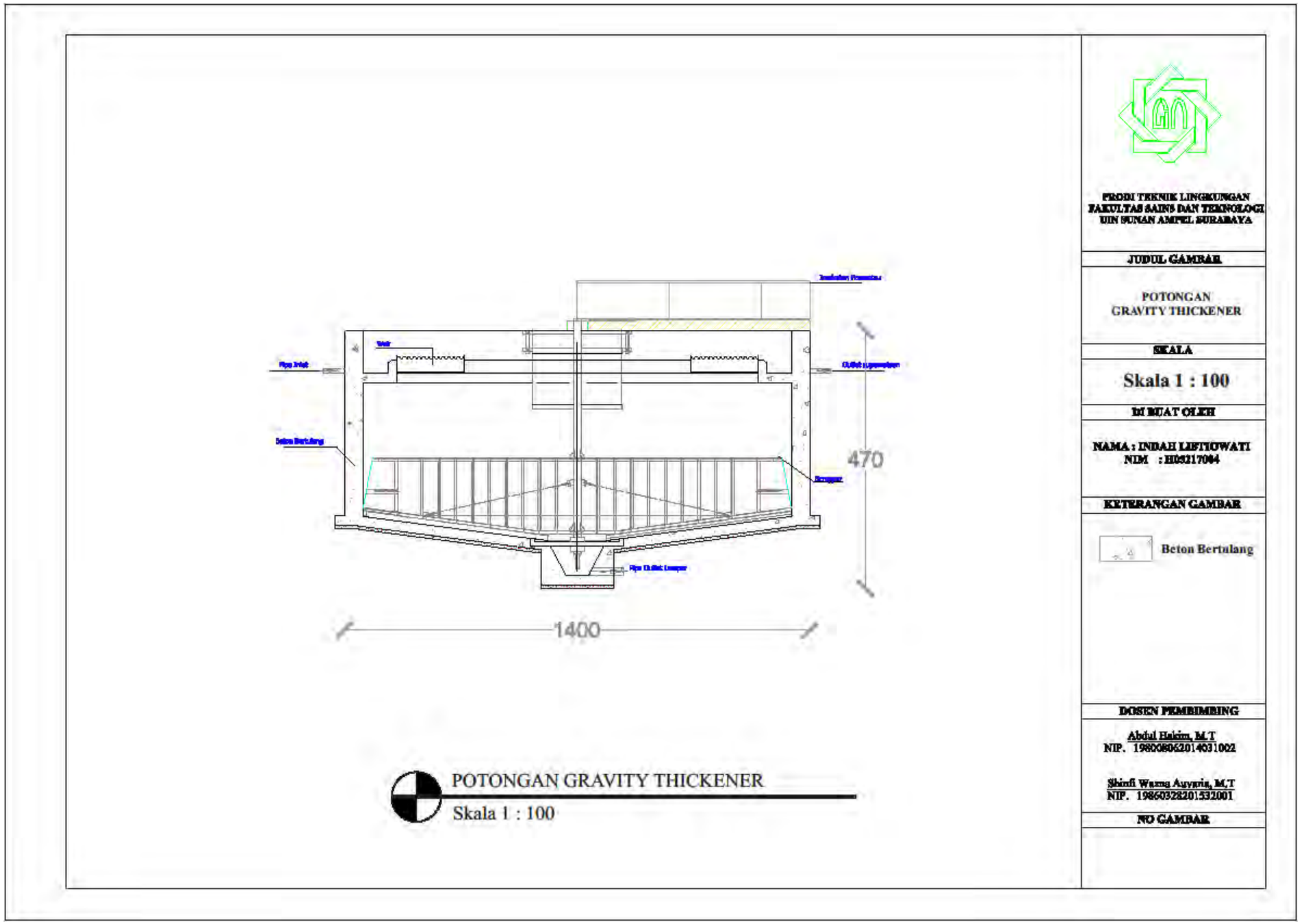
Gambar 5.8 Bak Pengumpul

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id



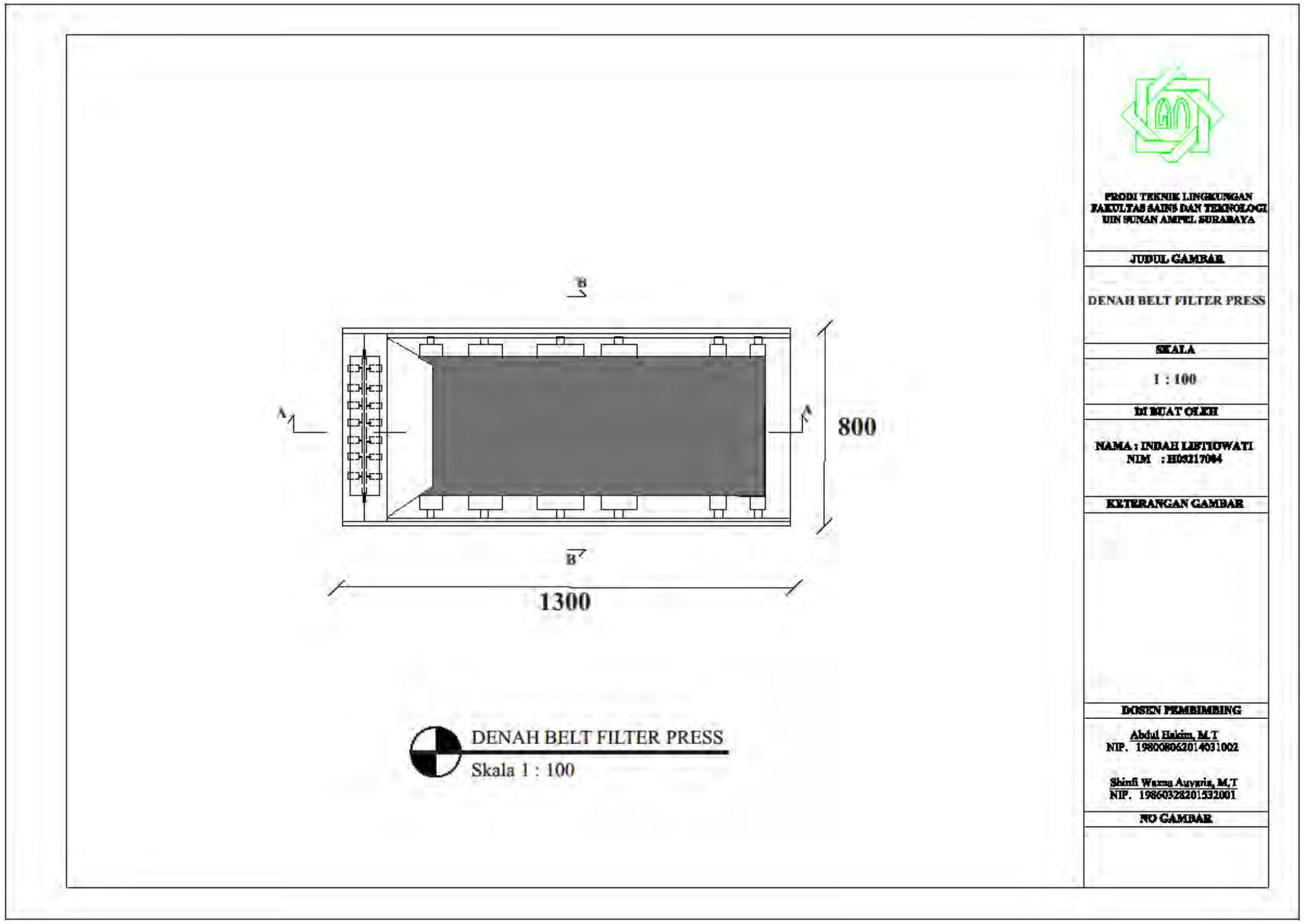
Gambar 5.9 Denah *Gravity Thickener*

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id



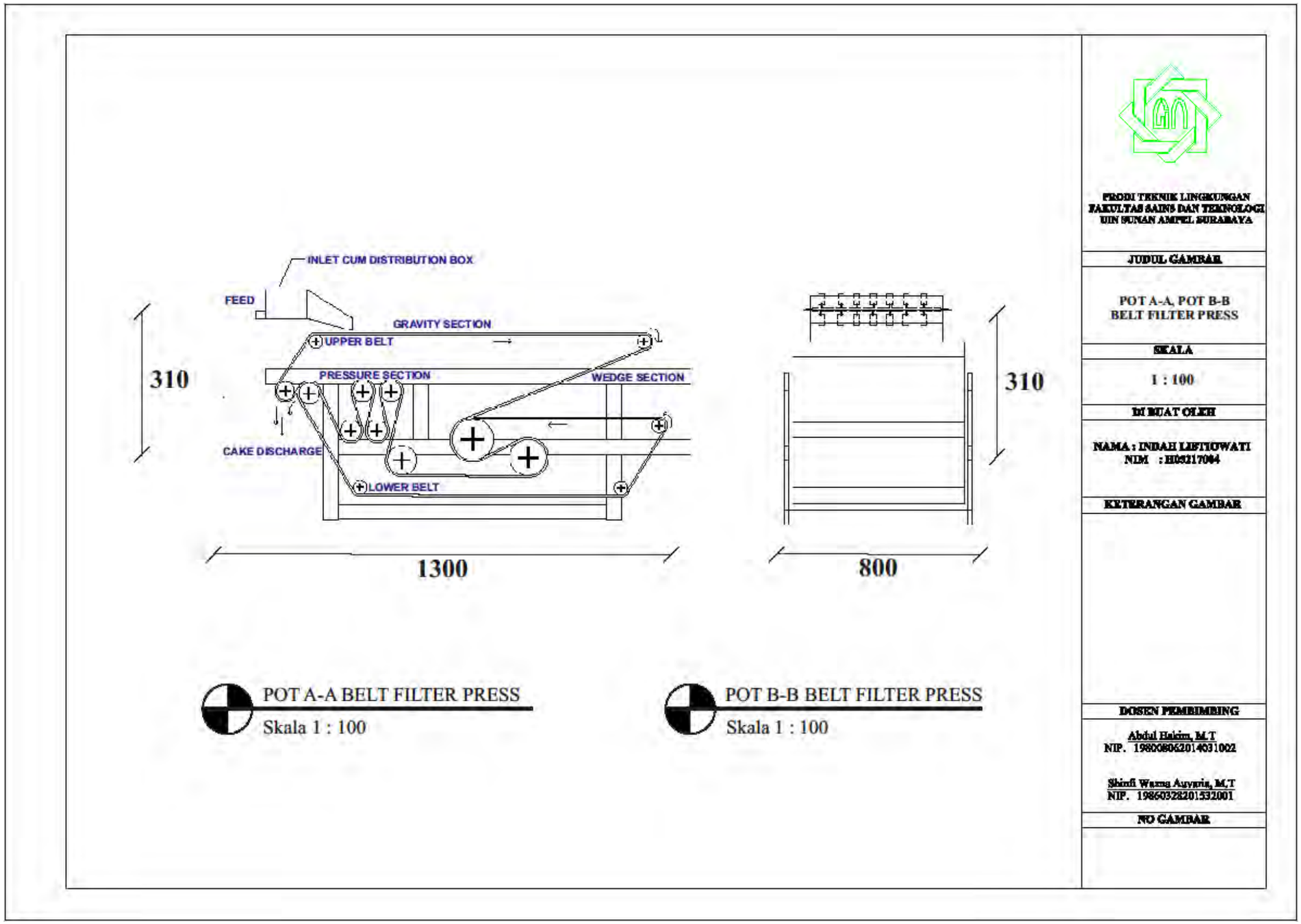
Gambar 5.10 Potongan *Gravity Thickener*

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id



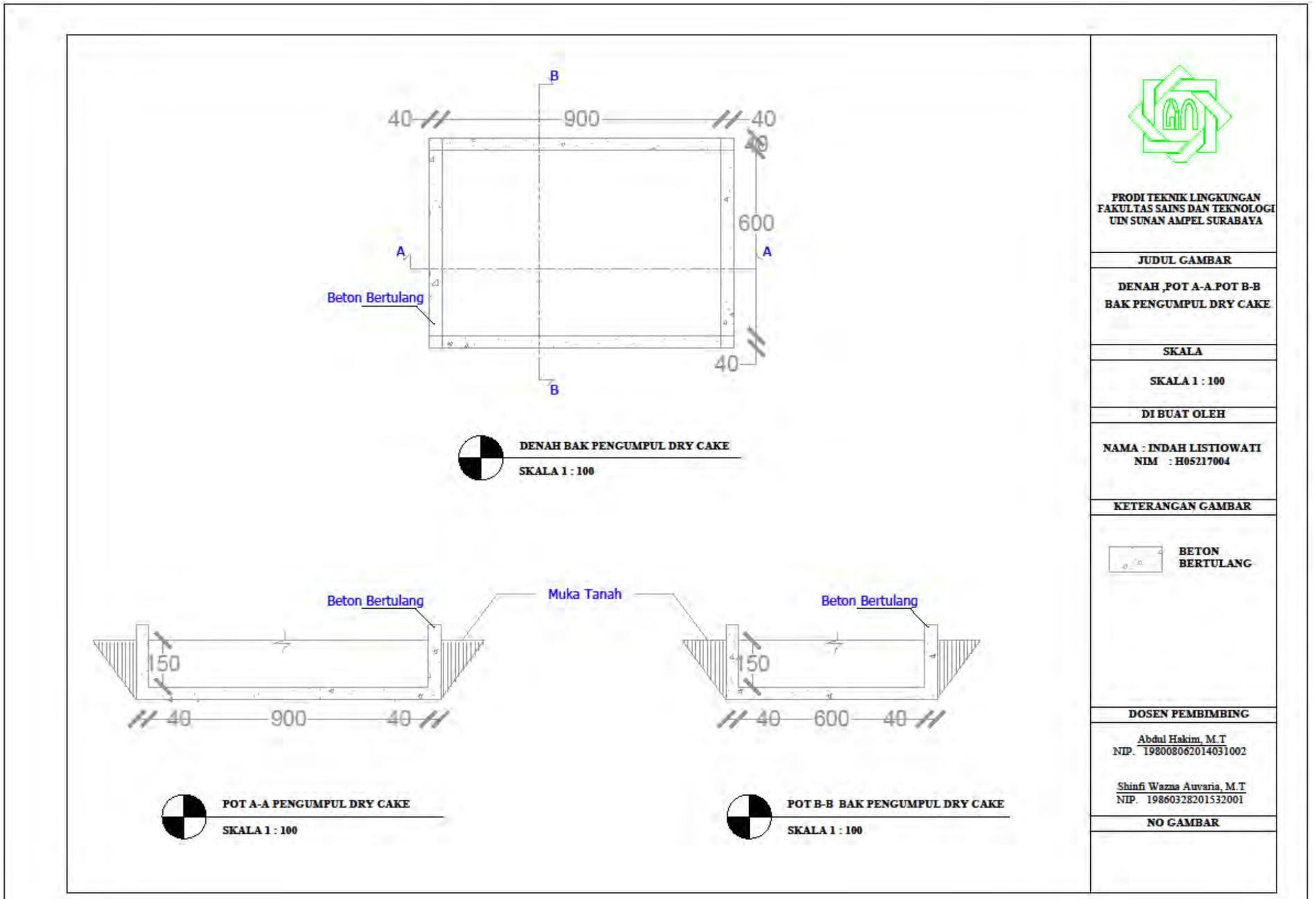
Gambar 5.11 Denah *Belt Filter Press*

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id



Gambar 5.12 Potongan *Belt Filter Press*

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id



Gambar 5.13 Bak Pengumpul *Drycake*

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

5.2.2 Rencana Anggaran Biaya (RAB)

Perhitungan rencana anggaran biaya (RAB) berdasarkan volume dari perhitungan yang telah direncanakan. Rencana Anggaran Biaya perencanaan unit pengolahan lumpur IPA Plosowahyu PDAM Lamongan berdasarkan Harga Satuan Pokok Kegiatan (HSPK) Kabupaten Lamongan tahun 2020. Berikut adalah perhitungan RAB perencanaan unit pengolahan lumpur IPA Plosowahyu PDAM Lamongan.

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

Tabel 5.10 Bill Of Quantity

PERHITUNGAN VOLUME PEKERJAAN										
No	Keterangan	Uraian	Detail Perhitungan							
			Panjang	Lebar	Tinggi	Volume	Quantity	Jumlah	Jumlah Total	Satuan
1	Pekerjaan Beton									
	a. Bak Pengumpul	Grid 1	1,2	1,2	1,8	2,592	2	5,184		
		Grid 2	1,2	1,2	1,8	2,592	2	5,184		
		Grid 3	1,2	1,2	1,8	2,592	1	2,592		
									12,96	m3
	b. Gravity Thickening	D luar	14		4,7	723,8	1	723,8		
		D dalam	13,5		4,7	673,023	1	673,023		
		R Lumpur dalam	14		2	308	1	308		
		R Lumpur luar	13,5		2,1	300,713	1	300,713		
									2005,535714	m3
	c. Bak penampung dry cake	Grid 1	9	6	1,5	81	1	81		
		Grid 2	9	6	1,5	81	1	81		
		Grid 3	9	6	1,5	81	1	81		
									243	m3

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

Tabel 5.11 Perhitungan Volume

PERHITUNGAN VOLUME INSTALASI PENGOLAHAN LUMPUR								
NO	JENIS PEKERJAAN	UKURAN			N	V	V TOTAL	SAT
		P	L	T				
A	**Instalasi Pengolahan Lumpur IPA Plosowahyu**							
I	**PEKERJAAN PERSIAPAN**						10077,50	m2
1	Pembersihan lahan	145,00	65,00	1,00	1,00	9425,00		
2	Pengukuran dan pemasangan bouwplank	1,00	290,00	1,00	1,00	290,00		
3	Pagar seng sementara	145,00	1,00	2,50	1,00	362,50		
II	**PEKERJAAN TANAH**							
1	**VOLUME GALIAN**						2043,88	m3
	a. Bak pengumpul	1,20	1,20	2,00	1,00	2,88		
	b. Gravity thickening	14,00	14,00	5,00	2,00	1960,00		
	c. Bak penampung drycake	9,00	6,00	1,50	1,00	81,00		
2	**URUGAN TANAH**						5,54	m3
	a. Bak pengumpul	1,20	1,20	0,10	1,00	0,14		
	b. Gravity thickening	14,00	14,00	0,00	2,00	0,00		
	c. Bak penampung drycake	9,00	6,00	0,10	1,00	5,40		
III	**PEKERJAAN BETON**						441,56	m3
1	Beton							
	a. Bak pengumpul							
	Grid 1	1,20	1,20	1,80	2,00	5,18		
	Grid 2	1,20	1,20	1,80	2,00	5,18		
	Grid 3	1,20	1,20	1,80	1,00	2,59		
	b. Gravity thickening							
	D luar	14,00		4,70	1,00	65,80		
	D dalam	13,50		4,70	1,00	63,45		
	R Lumpur dalam	14,00		2,00	1,00	28,00		
	R Lumpur luar	13,50		2,10	1,00	28,35		
	c. Bak penampung drycake							
	Grid 1	9,00	6,00	1,50	1,00	81,00		
	Grid 2	9,00	6,00	1,50	1,00	81,00		
	Grid 3	6,00	9,00	1,50	1,00	81,00		
IV	**PEKERJAAN PLESTERAN**							
1	Plesteran 15 mm						85,90	m2
2	Acian						85,90	m2
	a. Bak pengumpul							
	Grid 1	0,15	1,20	1,20	2,00	0,43		
	Grid 2	0,15	1,20	1,20	2,00	0,43		
	Grid 3	0,15	1,20	1,20	1,00	0,22		
	b. Gravity thickening							
	Luas plesteran luar	0,15	206,61	1,00	1,00	30,99		
	Luas plesteran dalam	0,15	199,23	1,00	1,00	29,88		
	Luas Ruang Lumpur dalam	0,15	67,36	1,00	1,00	10,10		
	Luas Ruang Lumpur luar	0,15	60,79	1,00	1,00	9,12		
	c. Bak penampung drycake							
	Grid 1	0,15	6,00	1,50	1,00	1,35		
	Grid 2	0,15	6,00	1,50	1,00	1,35		
	Grid 3	0,15	9,00	1,50	1,00	2,03		
V	**PEKERJAAN INSTALASI LISTRIK**							
1	Belt Filter Press	1,00	1,00	1,00	2,00	2,00	2	buah
VI	**PEKERJAAN PENGECATAN**							
1	Pengecatan dinding baru	85,90	1,00	1,00	1,00	85,90	85,90	m2

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

Tabel 5.13 Rekapitulasi Rencana Anggaran Biaya

Nama Proyek : Instalasi Pengolahan Lumpur IPA Plosowahyu

Lokasi : Lamongan

Tahun Anggaran : 2021

No	URAIAN PEKERJAAN	JUMLAH	
1	2	3	
A	Instalasi Pengolahan Lumpur IPA Plosowahyu PDAM Lamongan	Jumlah	
I	PEKERJAAN PERSIAPAN	Rp	225.058.275
II	PEKERJAAN TANAH	Rp	74.493.905
III	PEKERJAAN PLESTERAN	Rp	9.636.530
IV	PEKERJAAN BETON	Rp	490.336.713
V	PEKERJAAN INSTALASI LISTRIK	Rp	8.800.000
VI	PEKERJAAN PENGECATAN	Rp	3.386.608
VII	PEKERJAAN PEMASANGAN PAVING	Rp	131.805.000
JUMLAH HARGA KONSTRUKSI		Rp	943.517.031
PPN 10%		Rp	94.351.703
JUMLAH TOTAL		Rp	1.037.868.734
DIBULATKAN		Rp	1.037.900.000
TERBILANG "Satu Miliyar Tiga Puluh Tujuh Juta Sembilan Ratus Rupiah"			

Berdasarkan perhitungan rencana anggaran biaya untuk perencanaan pengolahan lumpur di IPA Plosowahyu PDAM Lamongan diperlukan anggaran sebesar Rp 1.037.900.00,00. Perhitungan rencana anggaran biaya berdasarkan HSPK Kabupaten Lamongan tahun 2020.

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

BAB VI
KESIMPULAN DAN SARAN

6.1 Kesimpulan

Berdasarkan dari penelitian yang dilakukan, terdapat kesimpulan dari penelitian mengenai perencanaan unit pengolahan lumpur IPA Plosowahyu PDAM Lamongan sebagai berikut:

1. Lumpur di IPA Plosowahyu PDAM Lamongan memiliki karakteristik berwarna coklat pekat. Pengujian kualitas endapan lumpur meliputi pH, suhu, kekeruhan, total solid, total suspended solid, COD, dan BOD. Nilai pH tertinggi 7,9 dan 7,6 untuk nilai terendah. Suhu memiliki nilai tertinggi yaitu 28 °C, terendah 26°C. Kekeruhan memiliki nilai >1000 NTU. Total solid memiliki nilai tertinggi 256.524 mg/L, dan 303.504 mg/L untuk nilai terendah. Nilai total suspended solid tertinggi 57.528 mg/L sedangkan untuk nilai terendah adalah 45.572 mg/L. COD memiliki nilai tertinggi 3.242 mg/L dan untuk nilai terendah adalah 2.969 mg/L. Pengujian BOD memiliki nilai 4,26 mg/L untuk nilai tertinggi, dan 3,66 untuk nilai terendah. Debit lumpur rata-rata yang dihasilkan IPA Plosowahyu PDAM Lamongan sebanyak 145,773 m3/hari
2. Unit yang direncanakan untuk pengelolahan lumpur di IPA Plosowahyu PDAM Lamongan meliputi bak pengumpul, *gravity thickener, belt filter press,* dan bak pengumpul *drycake*. Rencana anggaran biaya yang dibutuhkan untuk merencanakan pengolahan lumpur di IPA Plosowahyu PDAM Lamongan sebesar Rp 1.037.900.00,00.

6.2 Saran

Berdasarkan penelitian yang dilakukan, Adapun saran yang diberikan untuk IPA Plosowahyu PDAM Lamongan adalah sebagai berikut:

1. Diperlukannya unit instalasi pengolahan lumpur di IPA Plosowahyu PDAM Lamongan, berdasarkan parameter yang diukur mengenai COD dan TSS yang melebihi baku mutu

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

2. Perlu adanya studi lanjut mengenai pemanfaatan lumpur IPA Plosowahyu PDAM Lamongan

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

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). 7(2), 17.

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, 21(2), 157–164. https://doi.org/10.29122/jtl.v21i2.4049

Ahmad, Kisman, Nofrizal, & Zainal, A. (2017). Perilaku Fisik Dan Mekanik Batu Bata Yang Menggunakan Lumpur Pdam Tanjung Selor. 1.

Alerts,G, & Sri, S. S. (1987). Metode Penelitian Air. Usaha Indonesia.

Atsari, O. M. N. (2014). Pemilihan Dan Perancangan Unit Pengolahan Lumpur Di Ipa Legong (Pdam Tirta Kahuripan). 19.

Azmi, Z., Saniman, & Ishak. (2016). Sistem Penghitung pH Air pada Tambak Ikan Berbasis Mikrokontroller. 15.

Barakwan, R., Trihadiningrum, Y., & Bagastyo, A. (2019). Characterization of Alum Sludge from Surabaya Water Treatment Plant, Indonesia. Journal of Ecological Engineering, 20(5), 7–13. https://doi.org/10.12911/22998993/104619

Boyle, W. H. (1978). Ensuring Clarity and Accuracy in Torque Determinations. 76.

Cornwell, D.,A. (2006). Water Treatment Residuals Engineering. AWWA Research Foundation.

Crittenden, J. C., Rhodes, T., David, W. H., Kerry, J. H., & George, T. (2012). MWH's Water Treatment Principles and Design. John Wiley & Sons, Inc., Hoboken, New Jersey.

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 Mojosongo Surakarta. 2.

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

Davis, M. L. & Cornwell, D. A. (1970). Introduction to Environmental Engineering. McGraw-Hill.

Davis, M.L. (2010). Water And Wastewater Engineering. McGraw-Hill.

Dick, R. I. (1970). Thickening," in E. F. Gloyna and W. W. Eckenfelder (eds.), Advances in Water Quality Improvement—Physical and Chemical Processes. University of Texas Press.

Djaenab. (2019). Polusi Dalam Perspektif Al-Qur'an. 5.

Effendi, H. (2000). Telaah Kualitas Air bagi Pengelolaan Sumber Daya dan Lingkungan Perairan. Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan Institut Pertanian Bogor.

Elissa, A., & Saptomo, S. K. (2020). Analisis Timbulan Lumpur dan Kualitas Lumpur Hasil Proses Pengolahan Air Bersih di WTP Kampus IPB Dramaga Bogor. Jurnal Teknik Sipil dan Lingkungan, 5(1), 31–40. https://doi.org/10.29244/jsil.5.1.31-40

Fahmi, R. (2020). Analisis Buangan Lumpur pada Proses Pengolahan Air Minum di PDAM Tirta Mountala Cabang Siron.

Gregory, R., Zabel, T.F., & Edzwald, J.K. (1999). "Sedimentation and Flotation," in R. D. Letterman (ed.) Water Quality and Treatment. McGraw-Hill.

Hardina, T.,T. (2018). Karakterisasi Lumpur PDAM Surabaya dan Recovery Aluminium dengan Metode Asidifikasi dan Elektrolisis.

Kasman, M., Riyanti, A., & Kartikawati, C. E. (2019). Fitoremediasi Logam Aluminium (Al) Pada Lumpur Instalasi Pengolahan Air Menggunakan Tanaman Melati Air (Echinodorus palaefolius). Jurnal Daur Lingkungan, 2(1), 7. https://doi.org/10.33087/daurling.v2i1.17

Kawamura, S. (2000). Integrated Design and Operation of Water Treatment Facilities. John Willey & Sons, Inc.

Kumar, N., & Balasundaram, D. N. (2017). Efficiency of PAC in Water Treatment Plant & Disposal of Its Sludge. 12(12), 10.

Lestari, I., Mahraja, M., Farid, F., Gusti, D. R., & Permana, E. (t.t.). Penyerapan Ion Pb(Ii) Menggunakan Adsorben Dari Limbah Padat Lumpur Aktif Pengolahan Air Minum. 9.

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

Lestari, I.B. (2009). Pendugaan Konsentrasi Total Suspended Solid (TSS) dan Transparansi Perairan Teluk Jakarta dengan Citra Satelit Landsat. Jurusan Departemen Ilmu dan Teknologi Kelautan Fakultas Perikanan dan Kelautan Institut Pertanian Bogor.

Lin, S.,D. (1976). Water And Wastewater Calculation Manual. McGraw-Hill.

Mastika, M., Nurhasanah, & Muliadi. (2017). Uji Perbandingan Kualitas Air Sumur Tanah Gambut dan Air Sumur Tanah Berpasir di Kecamatan Tekarang Kabupaten Sambas Berdasarkan Parameter Fisik.

Menteri Lingkungan Hidup. (2014). Baku Mutu Air Limbah.

Menteri Kesehatan. (2017). Standart Baku Mutu Kesehatan Lingkungan dan Persyaratan Kesehatan Air Untuk Keperluan Higiene Sanitasi, Kolam Renang, Solusi Per Aqua, dan Pemandian Umum.

Metcalf, & Eddy. (1991). Wastewater Engineering Treatment and Reuse. McGraw-Hill.

Mirwan, A., & Retno, F,S.,. (2017). Alumina Recovery From Solid Waste Sludge (SWS) PDAM Intan Banjar. 6.

Muhammad, Y.,F. (2010). Unsur Hara Makro dan Mikro.

MWH. (2005). Water Treatment: Principles and Design. John Wiley & Sons, Hoboken, New Jersey.

Nur, A., Anugrah, R., & Farnas, Z. (2016). OP-023 Efektivitas Dan Efisiensi Koagulan Poly Aluminium Chloride (Pac) Terhadap Performance Ipa Ktk Pdam Solok. 4.

Nuryanti, Ridha, A., & Dian, A. (2017). Kandungan Kimia Dari Limbah Lumpur Instalasi Pengolahan Air Minum Untuk Beton Geopolimer Dengan XRF. 7.

Odimegwu, T. C., Zakaria, I., Abood, M. M., Nketsiah, C. B. K., & Ahmad, M. (2018). Review on Different Beneficial Ways of Applying Alum Sludge in a Sustainable Disposal Manner. Civil Engineering Journal, 4(9), 2230. https://doi.org/10.28991/cej-03091153

Peck, B. E. & Russell, J.S. (2005). Process Residuals .), Water Treatment Plant Design. McGraw-Hill.

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,

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

swasta, dan masyarakat (Cetakan pertama). P3DI Setjen DPR RI dan Azza Grafika.

Putra, S.M, & Kelana. (2007). Rancangan Bangunan dan Analisa Perpindahan Panas pada Ketel Uap Bertenaga Listrik.

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. 13(1), 7.

Rahayu, S.,R. (2020). Perencanaan Ded Unit Pengolahan Lumpur Di Ipam Ngagel Iii Pdam Surya Sembada Kota Surabaya. UIN Sunan Ampel Surabaya.

Rahmat, N. F. S. (2020). A Review: Uses of Additives in the Development of Water Treatment Plant Sludge Bricks. International Journal of Scientific Research, 6(6), 5.

Reynolds, T.,D. (1996). Unit Operation and Processes In Environmental Enggineering. PWS Publishing Company a Division of International Thomson Publishing.

Rina. (2017). Evaluasi Instalasi Pengolahan Air Minum (Ipa) Pria Laot Pada Pdam Tirta Aneuk Laot Sabang. 88.

Rosariawari, F. & Mohammad, M. (2010). Efektifitas PAC dan Tawas untuk Menurunkan Kekeruhan pada Air Permukaan. 5.

Shelvi. (2012). Karakteristik Lumpur Hasil Pengolahan Air PDAM Tirta Pakuan Bogor.

Standart Nasional Indonesia. (2008). SNI 6989:2008 Tentang Air dan Air Limbah.

Standart Nasional Indonesia. (2011). SNI 7510:2017 Tentang Tata Cara Perencanaan Pengolahan Lumpur pada Instalasi Pengolahan Air Minum dengan Bak Pengering Lumpur (Sludge Draying Bed).

Standart Nasional Indonesia. (2012). SNI 7828:2012 Tentang Kualitas Air-Pengambilan Contoh-Bagian 5: Pengambilan Contoh Air Minum dari Instalasi Pengolahan Air dan Sistem Jaringan Distribusi Perpipaan, Indonesia.

Sucahyo, S.E., Nitis, A.F., & Luhur, L. (2018). Pengelolaan dan Pemanfaatan Limbah Lumpur PDAM Cilacap. 3.

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

Turner, T., Wheeler, R., Stone, A., & Oliver, I. (2019). Potential Alternative Reuse Pathways for Water Treatment Residuals: Remaining Barriers and Questions—a Review. Water, Air, & Soil Pollution, 230(9), 227. https://doi.org/10.1007/s11270-019-4272-0

U.S. EPA. (1979). Process Design Manual: Sludge Treatment and Disposal, U.S. Environmental Protection Agency Publication.

Vesilind, P. A. (1979). Treatment and Disposal of Wastewater Sludges, Ann Arbor Science, Ann Arbor, Michigan.

Winarno, G. D., Sugeng, P.H, & Trio, S. (2019). Klimatologi Pertanian. Pusaka Media.

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id