

**PEMILIHAN METODE DAN DESAIN UNIT
PENGOLAHAN LUMPUR DI IPAL INDUSTRI
PENGOLAHAN SUSU
PT. INDOLAKTO-JAKARTA**

TUGAS AKHIR

Diajukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar sarjana



Justinus Martua Sitorus

1182905020

**PROGRAM STUDI TEKNIK LINGKUNGAN
FAKULTAS TEKNIK DAN ILMU KOMPUTER
UNIVERSITAS BAKRIE
JAKARTA
2023**

HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS

**Tugas Akhir ini adalah hasil karya saya sendiri, dan
semua sumber baik yang dikutip maupun dirujuk
telah saya nyatakan dengan benar**

Nama : Justinus Martua Sitorus

NIM : 1182905020

Tanda Tangan :



Tanggal : 14, Februari 2023

HALAMAN PENGESAHAN

Tugas akhir ini diajukan oleh:

Nama : Justinus Martua Sitorus
NIM : 1182905020
Program Studi : Teknik Lingkungan
Fakultas : Teknik dan Ilmu Komputer
Judul Skripsi : Pemilihan Metode dan Desain Unit
Pengolahan Lumpur di IPAL Industri
Pengolahan Susu PT. Indolakto-Jakarta

Telah berhasil dipertahankan di hadapan Dewan Penguji dan diterima sebagai bagian persyaratan untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Lingkungan, Fakultas Teknik dan Ilmu Komputer, Universitas Bakrie

DEWAN PENGUJI

Pembimbing 1 : Prisma Nursetyowati, S.T., M.T. ()

Pembimbing 2 : Sandra Madonna, S.Si., M.T. ()

Penguji 1 : Aqil Azizi, S.Pi., MAppIsc, Ph.D. ()

Penguji 2 : Deffi Ayu Puspito Sari, S.TP., M.Agr.,
Ph.D. ()

Ditetapkan di : Jakarta

Tanggal : 20 Februari 2023

KATA PENGANTAR

Puji syukur saya panjatkan ke hadirat Tuhan Yang Maha Esa, karena atas berkat dan rahmat-Nya saya dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini, penulisan Tugas Akhir ini dilakukan dalam rangka memenuhi salah satu syarat untuk mencapai gelar Sarjana Teknik Jurusan Teknik Lingkungan pada Fakultas Teknik dan Ilmu Komputer Universitas Bakrie. Saya menyadari bahwa, tanpa bantuan dan bimbingan dari berbagai pihak dari masa perkuliahan sampai pada penyusunan Tugas Akhir ini, sangatlah sulit bagi saya untuk menyelesaikan hingga tuntas. Oleh karena itu, saya mengucapkan terima kasih kepada:

1. Prisma Nursetyowati, S.T., M.T. dan Sandra Madonna, S.Si., M.T. selaku dosen pembimbing yang telah menyediakan waktu, tenaga, dan pikiran untuk mengarahkan dan membimbing saya dalam penyusunan tugas akhir ini.
2. Aqil Azizi, S.Pi., M.ApplSc, Ph.D. dan Deffi Ayu Puspito Sari, S.TP., M.Agr., Ph.D. selaku dosen penguji yang telah memberikan masukan dan saran yang membantu perbaikan dan revisi tugas akhir ini.
3. Para dosen Prodi Teknik Lingkungan yang telah membimbing dan memberi dukungan selama masa perkuliahan hingga penyusunan tugas akhir.
4. Orangtua dan keluarga saya yang selalu memberkan doa serta dukungan moril.
5. Yolanda Hutabarat selaku *partner* yang tidak pernah lelah dan menyerah memberi dukungan dan motivasi, serta selalu yakin dan percaya bahwa saya *can be more than just like this* bahkan di saat saya krisis kepercayaan diri.
6. Stepanus Nugroho selaku Supervisor WWTP PT. Indolakto saat saya masih menjadi bagian dari Operator WWTP yang telah memberikan banyak pengetahuan *scope* yang lebih besar daripada sekedar lingkup *operative*.
7. Teman-teman karyawan operator WWTP PT. Indolakto yang banyak memberikan ilmu dan pengetahuan lapangan tentang pengolahan air limbah sehingga dapat saya aplikasikan dalam penulisan tugas akhir ini.

8. Teman-teman mahasiswa kelas karyawan TA 2019/2020 *batch* 1 dan *batch* 2 yang memberi dukungan dan motivasi sejak masa perkuliahan, sempro, hingga penyusunan tugas akhir ini.
9. Teman-teman *tongkrongan* seperjuangan yang selalu mengingatkan, memberikan dukungan dan cambuk moril sehingga saya tetap kembali ke jalur setiap menyimpang dari jalur penyelesaian tugas akhir ini.
10. Semua pihak yang tidak dapat saya sebutkan satu per satu, yang telah membantu dan memberi dukungan secara langsung maupun tidak langsung dalam penyelesaian studi saya, khususnya penyelesaian tugas akhir ini.

Akhir kata, saya berharap Tuhan Yang Maha Esa berkenan membalas segala kebaikan dari semua pihak yang telah membangun. Semoga tugas akhir ini membawa manfaat bagi pengembangan ilmu.

Jakarta, November 2022

Penulis

PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI

Sebagai sivitas akademik Universitas Bakrie, saya yang bertandatangan di bawah ini:

Nama : Justinus Martua Sitorus
NIM : 1182905020
Program Studi : Teknik Lingkungan
Fakultas : Teknik dan Ilmu Komputer
Jenis Tugas Akhir : Desain

demikian pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Bakrie **Hak Bebas Royalti Noneksklusif (*Non-exclusive Royalty-Free Right*)** atas karya ilmiah saya yang berjudul:

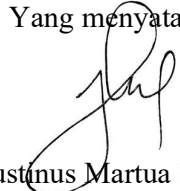
Pemilihan Metode dan Desain Unit Pengolahan Lumpur IPAL Industri Pengolahan Susu PT. Indolacto-Jakarta

berserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti Noneksklusif ini Universitas Bakrie berhak menyimpan, mengalihmedia/formatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (*database*), merawat, dan mempublikasikan tugas akhir saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta untuk kepentingan akademis.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Dibuat di : Jakarta
Pada tanggal : 14, Februari 2023

Yang menyatakan,


(Justinus Martua Sitorus)

ABSTRAK

PT. Indolakto-Jakarta adalah perusahaan yang bergerak dalam industri pengolahan susu yang menghasilkan limbah cair dengan kapasitas 600 m³/hari. Limbah cair tersebut diolah di unit Instalasi Pengolahan Air Limbah yang menghasilkan residu berupa lumpur dengan timbulan rata – rata 17,62 m³/hari dan nilai maksimum adalah 58,17 m³/hari. Lumpur ini kemudian diangkut oleh pihak ketiga tanpa melalui pengolahan terlebih dahulu yang mengakibatkan tingginya biaya operasional IPAL untuk pembuangan lumpur. Oleh karena itu, dibutuhkan unit pengolahan lumpur pada IPAL. Pemilihan metode dan desain unit pengolahan didasarkan pada pertimbangan beban pengolahan, target efisiensi, ketersediaan lahan, dan aspek lingkungan kemudian dilakukan pembobotan. Desain terpilih adalah *dewatering* dengan metode *screwpress* dan dikombinasikan dengan digestasi anaerobik. Lumpur yang dihasilkan oleh IPAL telah melalui tahapan pengentalan dengan metode *Dissolved Air Flotation* (DAF) sehingga kadar air dalam lumpur menjadi 96,72 %. Lumpur ini kemudian diteruskan ke proses digestasi anaerobik untuk menurunkan kadar *Volatile Solid*. Total solid yang dihasilkan dari digestasi anaerobik dilanjutkan ke proses *dewatering* metode *screwpress*. Berdasarkan perhitungan, unit pengolahan berhasil menurunkan jumlah buangan lumpur sebesar 94,94 % dari total 52.814,42 kg/hari dalam bentuk lumpur dengan kadar solid 3,28 % menjadi 2.669,76 kg/hari dalam bentuk *cake* atau padatan kering dengan kadar air 40 %. Luas lahan yang dibutuhkan untuk unit – unit pengolahan adalah sebesar 93,97 m². Kebutuhan lahan ini masih terpenuhi oleh ketersediaan lahan. Dengan hasil penelitian ini direkomendasikan supaya melakukan *financial feasibility study* untuk dapat mempertimbangkan pengimplemetasian hasil penelitian ini.

Kata kunci: *dewatering*, IPAL, limbah cair, lumpur, padatan

ABSTRACTS

PT. Indolakto-Jakarta is a company engaged in the milk processing industry which produces liquid waste with a capacity of 600 m³/day. The liquid waste is processed in the Wastewater Treatment Plant unit which produces residue in the form of sludge with an average output of 17.62 m³/day and the maximum value is 58.17 m³/day. This sludge is then transported by a third party without going through prior processing which results in high operational costs for the WWTP for sludge disposal. Therefore, a sludge treatment unit is needed. Selection of method and design based on several aspects such as processing load, efficiency target, land availability, and environmental aspects, alternative weighting of processing units is carried out. The chosen design is dewatering with screwpress method and combined with anaerobic digestion. The sludge produced by the WWTP has gone through the thickening stage with the Dissolved Air Flotation (DAF) method so that the water content in the sludge becomes 96.72%. This sludge is then forwarded to an anaerobic digestion process to reduce the Volatile Solid content. The total solid produced from anaerobic digestion is continued to the screwpress unit. Based on calculations, the processing unit succeeded in reducing the amount of sludge discharge by 94.94% from a total of 52.814.42 kg/day in the form of sludge with a solid content of 3.28% to 2.669.76 kg/day in the form of cake or dry solids with a moisture content of 40 %. The area of land required for the facility is 93.97 m². This land requirement is still met by the availability of the area. Based on this research, it is recommended that financial feasibility study needed for consideration to implement the design that come out of this research.

Keywords: dewatering, solid, sludge, wastewater, WWTP

DAFTAR ISI

HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS	ii
HALAMAN PENGESAHAN	iii
KATA PENGANTAR	iv
PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI.....	vi
ABSTRAK	vii
ABSTRACTS	viii
DAFTAR ISI	ix
DAFTAR TABEL	xiii
DAFTAR GAMBAR	xiv
BAB I PENDAHULUAN	15
1.1. Latar Belakang	15
1.2. Rumusan Masalah	16
1.3. Tujuan Penelitian.....	16
1.4. Ruang Lingkup.....	16
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	18
2.1. Gambaran Umum Perusahaan PT. Indolakto-Jakarta	18
2.1.1. Profil Perusahaan	18
2.1.2. Produk Perusahaan	19
2.1.3. Struktur Organisasi PT. Indolakto-Jakarta	21
2.1.4. Gambaran Umum IPAL PT. Indolakto-Jakarta	22
2.1.4.1. Bak kontrol (inlet).....	23
2.1.4.2. Bak ekualisasi.....	23
2.2.4.3. Tanki flokulasi.....	23
2.1.4.4. Tanki DAF (Dissolved Air Flotation).....	24

2.1.4.5. Aerasi	24
2.1.4.6. Clarifier.....	24
2.1.4.7. Bak effluen	24
2.1.4.8. WTP (<i>Water Treatment Plant</i>).....	25
2.2. Lumpur (<i>sludge</i>).....	25
2.3. Lumpur IPAL	26
2.3.1. <i>Screening</i>	27
2.3.2. <i>Grit Removal</i> dan/atau <i>Preaerasi</i>	27
2.3.3. <i>Sedimentasi Primer (primary clarifier)</i>	27
2.3.4. <i>Pengolahan Biologi</i>	28
2.3.5. <i>Sedimentasi Sekunder (Secondary Clarifier)</i>	28
2.4. Karakteristik Lumpur	28
2.4.1. Karakteristik Fisika	28
2.4.1.1. Total Solid (TS).....	28
2.4.1.2. Total Suspended Solid (TSS)	28
2.4.1.3. Total Dissolved Solid (TDS).....	29
2.4.1.4. Volatile Suspended Solid (VSS)	29
2.4.2. Karakteristik Kimia	29
2.4.2.1. pH	29
2.4.2.2. <i>Chemical Oxygen Demand (COD)</i>	29
2.4.2.3. <i>Biological Oxygen Demand (BOD)</i>	30
2.5. Pengolahan Lumpur.....	30
2.5.1. <i>Thickening</i>	32
2.5.2. <i>Digester</i>	32
2.5.3. <i>Dewatering</i>	33
2.5.3.1. <i>Sludge drying beds</i>	33

2.5.3.2. <i>Belt press</i>	35
2.5.3.3. <i>Filter press</i>	36
2.5.3.4. <i>Centrifugal</i>	36
2.5.3.5. <i>Screwpress</i>	37
2.6. Penelitian Terdahulu.....	37
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	40
3.1. Tempat dan Waktu Penelitian	40
3.2. Tahapan Penelitian	40
3.2.1. Studi Literatur dan Observasi Lapangan	41
3.2.2. Pengambilan dan Pengujian Sampel Lumpur (Data Primer)	41
3.2.3. Pengumpulan Data Sekunder.....	41
3.2.4. Analisis Data.....	41
3.2.5. Penentuan Standar Desain Unit Pengolahan Lumpur	43
3.2.6. Pembuatan Desain Unit Pengolahan Lumpur.....	44
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	45
4.1. Penentuan Standar Desain.....	46
4.1.1. Beban Pengolahan.....	46
4.1.2. Target Efisiensi	47
4.1.3. Ketersediaan Lahan.....	48
4.1.4. Aspek Lingkungan	48
4.2. Proses Pemilihan Metode Pengolahan.....	49
4.3. Detail Desain Unit-unit Pengolahan Lumpur.....	51
4.3.1. Bak Penampungan Lumpur	52
4.3.1.1. Kriteria desain	52
4.3.1.2. Data perencanaan.....	52
4.3.1.3. Rekapitulasi dan gambar desain	53

4.3.2. <i>Digester</i>	55
4.3.2.1. Kriteria desain	55
4.3.2.2. Data perencanaan.....	55
4.3.2.3. Rekapitulasi dan gambar desain	56
4.3.3. Dewatering.....	59
4.3.3.1. Data perencanaan.....	59
4.3.3.2. Kriteria desain	59
4.3.3.3. Rekapitulasi dan gambar desain	59
4.4. Pencapaian Target Desain.....	63
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	64
5.1 Kesimpulan	64
5.2 Saran	64
DAFTAR PUSTAKA	65
LAMPIRAN	68
I. Data Beban Pengolahan	68
I.2. Data Primer	68
I.2. Data Sekunder	69
I.3. Konstanta Tipikal	70
II. Metode Pembobotan	70
III. Perhitungan	70
III. 1. Perhitungan Dimensi Bak Penampungan Lumpur.....	70
III. 2. Perhitungan <i>Digester</i>	71
III. 2. 1. Perhitungan dimensi <i>digester</i>	71
III. 2. 2. Lumpur yang keluar dari <i>digester</i>	72
III. 3. Perhitungan <i>Output Screwpress</i>	75

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1. Produk PT. Indolakto (Indolakto, 2022).....	19
Tabel 2. 2. Karakteristik dominan lumpur alum (UMA Group, 1984).....	26
Tabel 2. 3. Sumber solid & biosolid pada IPAL (Tchobanoglous, et al., 2003) ...	27
Tabel 3. 1. Metode pengukuran parameter kualitas lumpur.....	41
Tabel 3. 2. Konstanta tipikal untuk estimasi lumpur (Crittenden et al., 2012)	42
Tabel 4. 1. Hasil pengujian sampel lumpur.....	45
Tabel 4. 2. Potensi timbulan lumpur periode Juli 2020 – Juni 2021	45
Tabel 4. 3. Rekapitulasi efisiensi pengolahan	48
Tabel 4. 4. Ambang batas kadar logam dalam tanah. (IDF, 2000).....	48
Tabel 4. 5. Kandungan rata-rata logam berat pada lumpur industri susu dan IPAL perkotaan. (IDF, 2000).....	49
Tabel 4. 6. Standar desain alternatif pengolahan lumpur (Ummah, 2018)	50
Tabel 4. 7. Analisis pemilihan metode pengolahan.....	51
Tabel 4. 8. Kriteria desain bak penampungan lumpur.....	52
Tabel 4. 9. Volume lumpur hasil perhitungan.....	53
Tabel 4. 10. Rekapitulasi dimensi bak penampungan lumpur	53
Tabel 4. 11. Kriteria desain anaerobic digester	55
Tabel 4. 12. Karakteristik lumpur digester.....	55
Tabel 4. 13. Rekapitulasi dimensi reaktor digester	56
Tabel 4. 14. Parameter lumpur outlet digester	59
Tabel 4. 15. Kriteria desain screwpress. (PPU Umwelttechnik GmbH, 2019).....	59
Tabel 4. 16. Rekapitulasi detail dimensi screwpress	60
Tabel 4. 17. Kebutuhan luas lahan.....	63
Tabel L. 1. Hasil pengujian sampel lumpur	68
Tabel L. 2. Data sekunder	69
Tabel L. 3. Konstanta tipikal untuk estimasi lumpur (Crittenden et al., 2012).....	70
Tabel L. 4. Kategori penilaian aspek perencanaan.....	70

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1. Peta lokasi perusahaan PT. Indolakto-Jakarta (Earth, 2020)	18
Gambar 2. 2. Bagan struktur organisasi PT. Indolakto-Jakarta.....	21
Gambar 2. 3. Alur proses IPAL PT. Indolakto-Jakarta	23
Gambar 2. 4. Unit pengolahan lumpur secara umum (Tchobanoglous, et al., 2003)	31
Gambar 2. 5. Pengolahan lumpur secara digestasi biologis dengan unit dewatering: (a) belt-filter press, (b) sentrifugal, dan (c) sludge drying beds (Tchobanoglous, et al., 2003).....	31
Gambar 3. 1. Bagan alir Penelitian.....	40
Gambar 4. 1. Grafik lumpur yang dihasilkan.....	46
Gambar 4. 2. Bagan alir unit perencanaan	52
Gambar 4. 3. Gambar denah dan potongan bak penampungan lumpur.....	54
Gambar 4. 4. Gambar denah unit digester	57
Gambar 4. 5. Gambar potongan unit digester	58
Gambar 4. 6. Gambar denah unit screwpress.....	61
Gambar 4. 7. Gambar potongan unit screwpress.....	62