

TUGAS AKHIR
PERENCANAAN INSTALASI PENGOLAHAN LUMPUR
TINJA (IPLT) DI KAPANEWON NGEMPLAK,
KABUPATEN SLEMAN

**Diajukan Kepada Universitas Islam Indonesia untuk Memenuhi Persyaratan
Memperoleh Derajat Sarjana (S1) Teknik Lingkungan**



MUHAMMAD KRISNA WIJAYA

17513174

PROGRAM STUDI TEKNIK LINGKUNGAN
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
YOGYAKARTA
2024

TUGAS AKHIR
PERENCANAAN INSTALASI PENGOLAHAN LUMPUR
TINJA (IPLT) DI KAPANEWON NGEMPLAK,
KABUPATEN SLEMAN

Diajukan Kepada Universitas Islam Indonesia untuk Memenuhi Persyaratan
Memperoleh Derajat Sarjana (S1) Teknik Lingkungan



Disusun Oleh:

Muhammad Krisna Wijaya

17513174

Disetujui,
Dosen Pembimbing:


Dr. Eng. Awaluddin Nurmiyanto, S.T., M.Eng.
Tanggal:

Mengetahui,
Ketua Prodi Teknik Lingkungan FTSP UII



Any Juliani, S.T., M.Sc. (Res.Eng.), Ph.D.
Tanggal:

HALAMAN PENGESAHAN
PERENCANAAN INSTALASI PENGOLAHAN LUMPUR
TINJA (IPLT) DI KAPANEWON NGEMPLAK,
KABUPATEN SLEMAN

Telah diterima dan disahkan oleh Tim Penguji

Hari : Selasa

Tanggal : 26 Maret 2024

Disusun Oleh :

Muhammad Krisna Wijaya

17513174

Tim Penguji:

Dr.Eng. Awaluddin Nurmiyanto, S.T., M.Eng.

()

Dr. Ir. Andik Yulianto, S.T., M.T.

()

Noviani Ima Wantoputri, S.T., M.T.

()

HALAMAN PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa:

1. Karya tulis ini adalah asli dan belum pernah diajukan untuk mendapatkan gelar akademik apapun, baik di Universitas Islam Indonesia maupun di perguruan tinggi lainnya.
2. Karya tulis ini adalah merupakan gagasan, rumusan dan penelitian saya sendiri, tanpa bantuan pihak lain kecuali arahan Dosen Pembimbing.
3. Dalam karya tulis ini tidak terdapat karya atau pendapat orang lain, kecuali secara tertulis dengan jelas dicantumkan sebagai acuan dalam naskah dengan disebutkan nama penulis dan dicantumkan dalam daftar pustaka.
4. Program software komputer yang digunakan dalam penelitian ini sepenuhnya menjadi tanggungjawab saya, bukan tanggungjawab Universitas Islam Indonesia.
5. Pernyataan ini saya buat dengan sesungguhnya dan apabila dikemudian hari terdapat penyimpangan dan ketidakbenaran dalam pernyataan ini, maka saya bersedia menerima sangsi akademik dengan pencabutan gelar yang sudah diperoleh, serta sangsi lainnya sesuai dengan norma yang berlaku di perguruan tinggi.

Yogyakarta, 15 Maret 2024

Yang membuat pernyataan,



Muhammad Krisna Wijaya

NIM: 17513174

KATA PENGANTAR


Penulis mengucapkan puji dan syukur kepada Allah SWT, karena atas kebesaran rahmat serta keagungan-Nya, penulis dapat menyelesaikan skripsi ini. Penyusunan skripsi ini dilakukan untuk memenuhi salah satu syarat dalam menyelesaikan Program Sarjana (S1) Teknik Lingkungan pada Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Universitas Islam Indonesia. Penulis menyadari bahwa tanpa adanya bantuan dari berbagai pihak, penyusunan skripsi ini tidak dapat diselesaikan dengan baik. Oleh karena itu penulis ingin mengucapkan terima kasih kepada :

1. Allah SWT, karena dengan berkat dan rahmat serta taufiknya penulis dapat menyelesaikan skripsi ini dengan baik.
2. Rasulullah SAW, karena berkat Baginda Rasul penulis dapat menikmati zaman yang penuh dengan ilmu ini.
3. Bapak Prof. Fathul Wahid, ST., M.Sc., Ph.D., selaku Rektor Universitas Islam Indonesia.
4. Ibu Miftahul Fauziah, S.T., M.T., Ph.D. selaku Dekan Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Universitas Islam Indonesia.
5. Ibu Any Juliani, S.T., M.Sc. (Res.Eng.), Ph.D., selaku Ketua Program Studi S1 Teknik Lingkungan Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Universitas Islam Indonesia
6. Bapak Dr. Eng. Awaluddin Nurmiyanto, S.T., M.Eng., selaku Dosen Pembimbing yang telah mendampingi dan memberikan masukan dalam Skripsi ini.
7. Bapak Dr. Ir. Andik Yulianto, S.T., M.T., dan Ibu Noviani Ima Wantoputri, S.T., M.T., selaku Dosen Penguji yang telah memberikan masukan dalam proposal sampai seminar hasil serta menguji dan mengoreksi skripsi ini.
8. Ibu Annisa Nur Lathifah, S.Si., M.Biotech., M.Agr., Ph.D., selaku Sekretaris Program Studi S1 Teknik Lingkungan Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Universitas Islam Indonesia, yang telah membantu dan memberikan nasihat untuk proses kelulusan.

9. Segenap Dosen Program Studi S1 Teknik Lingkungan Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Universitas Islam Indonesia yang telah memberikan ilmunya kepada penulis.
10. Mas Heri dan Mba Ratna, selaku admin Jurusan Teknik Lingkungan, yang telah membantu proses administrasi penulis selama menempuh perkuliahan.
11. Kedua orang tuaku tercinta Bapak Tri Istanto dan Ibu Kingkin Sudaryati, yang selalu memberikan doa-doa, dukungan, dan semangat sehingga penulis dapat bersemangat dan berambisi dalam menyelesaikan kuliah ini. Terima Kasih Bapak dan Ibu.
12. Kakak dan Adikku tersayang, Okinta Roziella dan Tita Nurachma, terima kasih untuk dukungan dan bantuannya dalam proses mengerjakan skripsi ini.
13. Adelia Efendi, terima kasih atas dukungan dan waktunya menemani penulis menyelesaikan skripsi ini.
14. Teman-teman seperjuangan Jurusan Teknik Lingkungan tahun 2017, terima kasih atas kebersamaan dan bantuan dukungan selama kuliah yang sangat berarti bagi penulis.
15. Semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu persatu. Terima kasih atas bantuan, doa, dan dukungannya yang telah membantu penulis menyelesaikan skripsi ini.

Dalam penyusunan skripsi ini masih jauh dari kata sempurna dan masih banyak kelemahan. Oleh karena itu, segala saran dan kritik yang bersifat membangun sangat penulis harapkan. Dengan segala kekurangan dan keterbatasan dalam pembahasan, penulis berharap semoga tulisan ini dapat memberikan manfaat bagi semua pihak.

Yogyakarta, 15 Maret 2024



Muhammad Krisna Wijaya

ABSTRAK

Kapanewon Ngemplak belum memiliki sebuah Instalasi Pengolahan Lumpur Tinja (IPLT), berdasarkan Permen PU No. 01/PRT/M/2014 apabila jumlah masyarakat yang telah memiliki tangki septik minimal 50.000 jiwa maka kawasan tersebut diwajibkan memiliki IPLT. Sehingga perencanaan pembangunan IPLT diharapkan dapat mencegah praktek pembuangan lumpur tinja ke lahan terbuka demi meminimalisir pencemaran air tanah. Metode perencanaan yang dilakukan adalah menghitung jumlah debit lumpur tinja yang dihasilkan penduduk lalu dari hasil tersebut direncanakan sistem pengolahannya. Berdasarkan hasil dari perencanaan ini didapat jumlah lumpur tinja yang dihasilkan penduduk adalah 46 m³/Hari. Sistem Pengolahan yang digunakan untuk mengolah lumpur tinja direncanakan melalui Kolam *Solid Separation Chamber* (SSC), Kolam *Anaerobic Baffled Reactor* (ABR), Kolam *Sludge Drying Bed* (SDB), Kolam Fakultatif, Kolam Maturasi, dan Bak Disinfeksi. Dari hasil perencanaan, efluen yang dihasilkan yaitu BOD sebesar 2,1 mg/L, COD sebesar 27,88 mg/L, TSS sebesar 2,7 mg/L, dan total coliform sebesar 8,415 MPN/100 mL. Dimana nilai ini jika dibandingkan dengan Peraturan Menteri Lingkungan Hidup Republik Indonesia Nomor 5 Tahun 2014 Tentang Baku Mutu Air Limbah maka telah memenuhi semua aspek baku mutu dan layak untuk dibangun.

Kata Kunci: Instalasi Pengolahan Lumpur Tinja, *Solid Separation Chamber* (SSC), *Anaerobic Baffled Reactor* (ABR), *Sludge Drying Bed* (SDB), Fakultatif, Maturasi, dan Disinfeksi

ABSTRACT

Kapanewon Ngemplak does not yet have a Fecal Sludge Treatment Plant (IPLT), based on PU Ministerial Decree No. 01/PRT/M/2014 if the number of people who have a septic tank is at least 50,000 people then the area is required to have an IPLT. So planning for IPLT construction is expected to prevent the practice of dumping fecal sludge onto open land in order to minimize groundwater pollution. The planning method used is to calculate the amount of fecal sludge discharge produced by the population and then from these results the processing system is planned. Based on the results of this planning, it was found that the amount of fecal sludge produced by the population was 46 m³/day. The processing system used to treat fecal sludge is planned to be a Solid Separation Chamber (SSC) Pond, Anaerobic Baffled Reactor (ABR) Pond, Sludge Drying Bed (SDB) Pond, Facultative Pond, Maturation Pond and Disinfection Tank. From the planning results, the resulting effluent is BOD of 2.1 mg/L, COD of 27.88 mg/L, TSS of 2.7 mg/L, and total coliform of 8,415 MPN/100 mL. Where this value is compared with the Regulation of the Minister of Environment of the Republic of Indonesia Number 5 of 2014 concerning Waste Water Quality Standards, it has met all aspects of quality standards and is suitable for construction.

Keywords: Fecal Sludge Treatment Plant, Solid Separation Chamber (SSC), Anaerobic Baffled Reactor (ABR), Sludge Drying Bed (SDB), Facultative, Maturation, and Disinfection

DAFTAR ISI

COVER.....	1
HALAMAN PENGESAHAN	ii
HALAMAN PERNYATAAN.....	iii
KATA PENGANTAR	iv
ABSTRAK	vi
<i>ABSTRACT</i>	vii
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR TABEL	x
DAFTAR GAMBAR.....	xi
DAFTAR LAMPIRAN	xii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Perumusan Masalah.....	2
1.4 Tujuan Penelitian.....	3
1.5 Manfaat Penelitian.....	3
1.6 Ruang Lingkup	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1 Pengertian Lumpur Tinja.....	5
2.1.1 Karakteristik Limbah Tinja	5
2.1.2 Pengelolaan Lumpur Tinja	6
2.1.3 Instalasi Pengolahan Lumpur Tinja (IPLT).....	7
2.2 Unit Instalasi Pengolahan Lumpur Tinja (IPLT).....	8
2.2.1 <i>Solid Separation Chamber</i> (SSC).....	8
2.2.2 Kolam Anaerobik	10
2.2.3 Kolam Fakultatif.....	10
2.2.4 Kolam Maturasi	11
2.2.5 Bak Pengering Lumpur / <i>Sludge Drying Bed</i> (SDB).....	12
2.4 Rangkuman Penelitian Terdahulu	13
BAB III METODE PERENCANAAN	15
3.1 Diagram Alir Penelitian.....	15
3.2 Waktu dan Lokasi	16
3.3 Identifikasi Masalah	16
3.4 Pengumpulan Data.....	19
3.5 Pengolahan dan Analisis Data	20
3.5.1 Proyeksi Penduduk	20
3.6 Penentuan Kapasitas (Debit) IPLT	23
3.7 Penentuan Unit Digunakan Pada IPLT.....	24
3.7.1 Penentuan Sistem Pengolahan	24
3.7.2 Teknologi Pengolahan Lumpur	26
3.8 Pembuatan Gambar DED	37
3.9 Bill of Quantity (BOQ) dan Rencana Anggaran Biaya (RAB)	38
BAB IV HASIL PERENCANAAN DAN ANALISIS DATA	39
4.1 Gambaran Umum Wilayah Perencanaan.....	39
4.1.1 Batas Wilayah & Administrasi	39

4.1.2 Kondisi Fisik dan Tata Ruang Wilayah.....	40
4.1.3 Lokasi dan Zona Pelayanan IPLT	42
4.2 Proyeksi Penduduk	44
4.3 Penentuan Debit Lumpur Tinja	50
4.4 Penentuan Teknologi Pengolahan IPLT	53
4.5 Penentuan Dimensi Unit IPLT	56
4.5.1 Unit <i>Solid Separation Chamber</i> (SSC).....	57
4.5.2 Unit <i>Anaerobic Baffled Reactor</i> (ABR)	59
4.5.3 Unit <i>Sludge Drying Bed</i> (SDB)	63
4.5.4 Unit Kolam Fakultatif.....	64
4.5.5 Unit Kolam Maturasi.....	66
4.5.6 Unit Bak Disinfektan	67
4.6 Gambar Desain	71
4.7 Bill of Quantity (BOQ).....	84
4.8 Rencana Anggaran Biaya (RAB)	87
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	90
5.1 Kesimpulan.....	90
5.2 Saran	91
DAFTAR PUSTAKA.....	92

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Karakteristik Lumpur Tinja di Indonesia	6
Tabel 2. 2 Baku Mutu Air Limbah Domestik.....	7
Tabel 2. 3 Kriteria Desain Unit SSC	8
Tabel 2. 4 Kriteria Desain Unit Kolam Anaerobik.....	10
Tabel 2. 5 Kriteria Desain Unit Kolam Fakultatif	11
Tabel 2. 6 Kriteria Desain Unit Kolam Maturasi	12
Tabel 2. 7 Rangkuman Penelitian Terdahulu	13
Tabel 3. 1 Persentase Tempat Pembuangan Akhir Tinja pada Rumah Tangga Menurut Kabupaten/Kota Tahun 2017 dan 2018.....	17
Tabel 3. 2 Kriteria Perencanaan SSC	29
Tabel 3. 3 Kriteria Desain Unit ABR	31
Tabel 3. 4 Kriteria Desain Kolam Fakultatif	33
Tabel 3. 5 Kriteria Desain Kolam Maturasi	35
Tabel 3. 6 Kriteria Desain Bak Pengering Lumpur	37
Tabel 4. 1 Luas Daerah Setiap Desa di Kapanewon Ngemplak.....	39
Tabel 4. 2 Penduduk Menurut Jenis Kelamin di Kapanewon Ngemplak.....	40
Tabel 4. 3 Kepadatan Penduduk dan Rasio Jenis Kelamin di Kapanewon Ngemplak	41
Tabel 4. 4 Jumlah dan Pertumbuhan Penduduk Kapanewon Ngemplak.....	44
Tabel 4. 5 Proyeksi Aritmatik (<i>Backward Projection</i>).....	45
Tabel 4. 6 Standar Deviasi Metode Aritmatik.....	46
Tabel 4. 7 Proyeksi Geometrik (<i>Backward Projection</i>)	47
Tabel 4. 8 Standar Deviasi Metode Geometrik	47
Tabel 4. 9 Proyeksi <i>Least Square</i> (<i>Backward Projection</i>)	48
Tabel 4. 10 Standar Deviasi Metode <i>Least Square</i>	48
Tabel 4. 11 Tabel Perbandingan Hasil Perhitungan Mundur	49
Tabel 4. 12 Proyeksi Penduduk Maju Kapanewon Ngemplak.....	49
Tabel 4. 13 Penentuan Jumlah Debit Lumpur Tinja.....	51
Tabel 4. 14 Karakteristik Rerata Berdasar Pedoman Perencanaan Teknik Terinci IPLT, Kementerian PUPR, 2017	52
Tabel 4. 15 Karakteristik Lumpur Tinja Dasar Perhitungan DED IPLT	52
Tabel 4. 16 Identifikasi pilihan teknologi unit pengolahan.....	53
Tabel 4. 17 Perbandingan Nilai Indikator Alternatif Teknologi	55
Tabel 4. 18 Perbandingan Efluen pada lokasi	68
Tabel 4. 19 Kebutuhan lahan di lokasi	69
Tabel 4. 20 Volume Beton Unit SSC	84
Tabel 4. 21 Volume Beton Unit ABR	84
Tabel 4. 22 Volume Beton Unit SDB.....	85
Tabel 4. 23 Volume Beton Unit Kolam Fakultatif	85
Tabel 4. 24 Volume Beton Unit Kolam Maturasi	85
Tabel 4. 25 Volume Beton Unit Bak Disinfeksi.....	86
Tabel 4. 26 Perhitungan BOQ Volume Galian Tanah.....	86
Tabel 4. 27 Perhitungan BOQ Urugan Tanah	86
Tabel 4. 28 Harga Satuan Pokok Kegiatan Kabupaten Sleman Tahun 2022	87
Tabel 4. 29 Harga Satuan Upah Kabupaten Sleman Tahun 2022	88
Tabel 4. 30 Rencana Anggaran Biaya (RAB)	88
Tabel 5. 1 Kapasitas dan Dimensi Unit – Unit IPLT Rencana.....	90

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Denah Unit SSC.....	9
Gambar 2. 2 Potongan Denah Unit SSC	9
Gambar 2. 3 Skema Unit Kolam Anaerobik.....	10
Gambar 2. 4 Skema Unit Kolam Fakultatif.....	11
Gambar 2. 5 Skema Unit Kolam Maturasi	12
Gambar 2. 6 Ukuran Lapisan Unit SDB.....	13
Gambar 3. 1 Diagram Alir Penelitian.....	15
Gambar 3. 2 Peta Administrasi Kapanewon Ngemplak	16
Gambar 3. 3 Peta Risiko Air Limbah Hasil EHRA dan Penyesuaian SSK Kabupaten Sleman	18
Gambar 3. 4 Diagram Alir Proyeksi Penduduk.....	20
Gambar 3. 5 Teknologi Pengolahan Lumpur Tinja.....	25
Gambar 3. 6 Kriteria Perencanaan Screen Manual.....	28
Gambar 3. 7 Contoh Gambar Kolam ABR.....	30
Gambar 3. 8 Contoh Proses Pada Kolam Fakultatif.....	31
Gambar 3. 9 Contoh Potongan Bak Pengering Lumpur.....	35
Gambar 3. 10 Skema Bak Pengering Lumpur.....	36
Gambar 3. 11 Diagram Alir Pembuatan Gambar DED.....	37
Gambar 4. 1 Peta Rencana Tata Ruang Wilayah (RTRW) Kapanewon Ngemplak.....	41
Gambar 4. 2 Peta RDTR Air Limbah Kapanewon Ngemplak	42
Gambar 4. 3 Peta Coverage area IPLT Ngemplak (Radius 5 Km).....	43
Gambar 4. 4 Citra 3D Lokasi IPLT Ngemplak	44
Gambar 4. 5 Grafik Proyeksi Penduduk Kapanewon Ngemplak	50
Gambar 4. 6 Alternatif Teknologi Pengolahan.....	55
Gambar 4. 7 Citra Pemukiman Sekitar Lokasi IPLT.....	56
Gambar 4. 8 Skema Pengolahan IPLT Rencana.....	56
Gambar 4. 9 Neraca Massa IPLT	70
Gambar 4. 10 Denah Layout Tipikal IPLT	71
Gambar 4. 11 Gambar Denah Unit <i>Solid Separation Chamber</i> (SSC)	72
Gambar 4. 12 Gambar Potongan Unit <i>Solid Separation Chamber</i> (SSC).....	73
Gambar 4. 13 Gambar Denah Unit <i>Anaerobic Baffled Reactor</i> (ABR)	74
Gambar 4. 14 Gambar Potongan Unit <i>Anaerobic Baffled Reactor</i> (ABR)	75
Gambar 4. 15 Gambar Denah Unit <i>Sludge Drying Bed</i> (SDB).....	76
Gambar 4. 16 Gambar Potongan Unit <i>Sludge Drying Bed</i> (SDB)	77
Gambar 4. 17 Gambar Unit Kolam Fakultatif.....	78
Gambar 4. 18 Gambar Potongan Unit Kolam Fakultatif.....	79
Gambar 4. 19 Gambar Unit Kolam Maturasi	80
Gambar 4. 20 Gambar Potongan Unit Kolam Maturasi	81
Gambar 4. 21 Gambar Unit Kolam Disinfeksi	82
Gambar 4. 22 Gambar Potongan Unit Kolam Disinfeksi.....	83

DAFTAR LAMPIRAN

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Kabupaten Sleman memiliki jumlah penduduk sebanyak 1.136.474 jiwa, menjadikannya sebagai salah satu Kabupaten di Provinsi Daerah Istimewa Yogyakarta dengan jumlah penduduk terbanyak dan memiliki kepadatan penduduk yang bervariasi dari satu wilayah ke wilayah kapanewon (kecamatan)-nya. Kabupaten Sleman terdiri dari lima Kapanewon, salah satunya adalah Kapanewon Ngemplak, yang merupakan tempat berdirinya kampus Universitas Islam Indonesia. Kapanewon Ngemplak terbagi menjadi 464 RT, 201 RW, 82 desa (padukuhan), dan 5 wilayah kalurahan (kelurahan) dengan luas wilayah sekitar 35,71 Km². Jumlah penduduk Kapanewon Ngemplak pada Tahun 2021 adalah 63.405 jiwa, yang terdiri dari 31.437 laki-laki serta 31.968 perempuan (BPS, 2022).

Banyaknya jumlah penduduk mempengaruhi jumlah air limbah yang dihasilkan di suatu wilayah, terutama limbah tinja (*black water*). Air limbah domestik terbagi menjadi 2 jenis yakni *grey water* dan *black water*. *Grey water* adalah air limbah yang bersumber dari dapur, air yang digunakan untuk mencuci pakaian maupun air mandi. Sementara *black water* adalah air limbah yang terkandung kotoran manusia di dalamnya (Novilyansa et al., 2020).

Akumulasi padatan dari tangki septik merupakan lumpur tinja yang dihasilkan oleh reaksi penguraian kotoran manusia di dalam tangki septik serta kandungan lumpur dalam tinja. Kotoran yang terakumulasi dari tangki septik terkadang masih mengandung kelembaban serta bahan organik yang tinggi (Asmara et al., 2021). Air tanah yang tercemar oleh lumpur tinja dapat menyebabkan berbagai penyakit. Maka kapasitas tangki septik yang sudah mencapai batas maksimum maka harus dikosongkan melalui penyedotan menggunakan layanan truk tinja. Kemudian lumpur tinja tersebut dibawa ke Instalasi Pengolahan Lumpur Tinja (IPLT) (Sudarmadji dan Hamdi, 2017).

Kabupaten/kota di Indonesia umumnya belum mempunyai sistem pengolahan air limbah yang terpusat karena berbagai macam keterbatasan, sehingga lebih sering menggunakan sistem pembuangan air limbah setempat. Demikian juga pengaliran lumpur tinja di Kapanewon Ngemplak yang masih menggunakan sistem sanitasi setempat, termasuk penggunaan tangki septik sebagai tempat penampungan bangunan sementara lumpur tinja.

Meskipun Kabupaten Sleman sudah memiliki IPLT skala kota yaitu IPLT Madurejo, namun hanya memiliki kapasitas sebesar 25 m³/hari, yang melayani sekitar 12.500 KK atau 50.000 jiwa di Kapanewon Prambanan, Kapanewon Berbah, dan Kapanewon Kalasan (PUPR, 2021). Apabila akses pengangkutan lumpur tinja dilakukan dari Kapanewon Ngemplak menuju IPLT Madurejo akan memerlukan biaya cukup besar untuk transportasi truk tinja karena jarak tempuhnya yang cukup jauh. Sehingga diharapkan pembangunan IPLT dapat menghilangkan praktek pembuangan lumpur tinja di lahan terbuka demi meminimalisir pencemaran air tanah.

Berdasarkan Peraturan Menteri PU No. 01/PRT/M/2014, Kapanewon Ngemplak sudah memenuhi standar minimal pelayanan yang ditargetkan oleh pemerintah, dimana apabila jumlah masyarakat yang telah memiliki tangki septik sebanyak 50.000 jiwa maka kawasan tersebut diwajibkan memiliki sebuah IPLT. Namun dari data lapangan di Kapanewon Ngemplak hingga sekarang diketahui masih belum ada IPLT yang beroperasi. Berdasarkan kondisi tersebut, diharapkan dapat direncanakan pembangunan unit pengolahan lumpur tinja yang beroperasi secara efektif dan baik. Pemilihan teknologi pengolahan lumpur tinja akan direncanakan berdasarkan pengolahan baik secara biologi dan fisika, lalu akan dipertimbangkan masing-masing kelebihan maupun kekurangan dan efisiensi masing-masing unit pengolahan.

1.2 Perumusan Masalah

Pengolahan lumpur tinja merupakan masalah kesehatan lingkungan serius yang memerlukan perhatian bersama sejalan dengan peningkatan jumlah dan kepadatan penduduk, munculnya pusat pemerintahan baru, sektor pendidikan,

pariwisata dan kebudayaan di Kapanewon Ngemplak. Untuk itu pokok permasalahan yang dapat dirumuskan supaya tidak berdampak terhadap kesehatan lingkungan bisa dilakukan dengan pembangunan IPLT untuk mengatasi lumpur tinja. IPLT eksisting yang ada masih belum cukup optimal dalam menjangkau seluruh wilayah pelayanan dalam penyedotan lumpur tinja, sehingga butuh pemetaan wilayah dari pembangunan IPLT baru agar pengangkutan lumpur tinja dapat terlayani secara baik. Perumusan masalah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Berapa volume lumpur tinja penduduk di Kapanewon Ngemplak?
2. Berapa volume lumpur tinja yang dapat ditampung rencana IPLT baru dari semua volume lumpur tinja yang dihasilkan oleh penduduk di Kapanewon Ngemplak?
3. Bagaimana detail perencanaan desain pengolahan IPLT Kapanewon Ngemplak?

1.4 Tujuan Penelitian

Secara umum maksud dan tujuan penelitian ini adalah untuk memperkenalkan gagasan atau konsep kepada pemerintah daerah Kabupaten Sleman khususnya Kapanewon Ngemplak tentang pentingnya peran IPLT untuk mengatasi masalah sanitasi serta kesehatan lingkungan bagi wilayah dengan kepadatan penduduk yang mengalami peningkatan setiap tahunnya. Adapun penelitian ini secara khusus bertujuan sebagai berikut:

- 1) Membuat dan merencanakan desain IPLT baru untuk kawasan Kapanewon Ngemplak yang dapat beroperasi secara efisien dan efektif sesuai persyaratan dan standar baku mutu yang berlaku.

1.5 Manfaat Penelitian

Manfaat perencanaan diuraikan sebagai berikut ini:

1. Dapat dijadikan salah satu acuan dalam perencanaan IPLT di Kapanewon Ngemplak khususnya dan di Kabupaten Sleman umumnya.
2. Sebagai masukan untuk pemerintah daerah agar mempercepat perencanaan dan pengembangan IPLT dalam kawasan Kapanewon Ngemplak.

3. Dapat digunakan sebagai acuan untuk mahasiswa di teknik lingkungan maupun jurusan relevan berikutnya dalam menyelesaikan tugas kuliahnya.

1.6 Ruang Lingkup

Ruang lingkup pada perencanaan ini hanya dibatasi dalam objek kajian desain dan rancang bangun IPLT bagi kawasan Kapanewon Ngemplak, batasan perencanaan tersebut akan dirincikan sebagai berikut:

1. Sumber data yang diperoleh atau digunakan dalam perencanaan ini hanya mencakup kawasan Kapanewon Ngemplak.
2. Hasil akhir dari perencanaan berupa desain IPLT yang disertai gambar, sesuai analisis debit lumpur tinja serta perhitungan untuk setiap unit pengolahan.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Pengertian Lumpur Tinja

Tinja adalah sisa makanan yang berada di sistem pencernaan yang juga dikeluarkan pada tubuh manusia melalui anus. Tinja tak terolah akan menyebabkan pencemaran lingkungan yang akan menjadi sumber penularan penyakit (Azwar et al., 2020). Lumpur yang terkandung dalam air limbah tinja akibat reaksi penguraian kotoran manusia di dalam tangki septik pada mulanya merupakan lumpur dari tangki septik yang terakumulasi oleh padatan lain. Kotoran yang diambil dari tangki septik mengandung kadar air dan bahan organik yang tinggi (Asmara et al., 2021).

Limbah tinja memiliki kandungan bahan pencemar yang bisa merugikan atau menimbulkan pencemaran lingkungan. Estimasi sumber pencemaran, sistem pengolahan, jumlah limbah yang dikeluarkan dan kandungannya harus ditentukan dan diperkirakan (Lukman et al., 2021). Hal ini dikarenakan lumpur tinja jika tidak diolah dengan baik akan menghasilkan zat pencemar yang bisa menyebabkan pencemaran air karena tidak memenuhi standar baku mutu kualitas air karena masih tingginya kadar BOD, COD, TSS, pH, Total Coliform serta minyak dan lemak (Saragih, 2018).

2.1.1 Karakteristik Limbah Tinja

Karakteristik yang dimiliki oleh lumpur tinja berbeda-beda. Hal tersebut dapat dingrahi oleh sumber, komposisi, kepadatan durasi penyimpanan, tempat penyimpanan, kadar oksigen saat penyimpanan, suhu, dan kelembaban. Berdasarkan hasil sampel lumpur tinja di Indonesia yang sudah diambil pada beberapa lokasi, karakteristik rata-rata lumpur tinja yang ada di Indonesia dapat dilihat pada Tabel 2.1 berikut ini:

Tabel 2. 1 Karakteristik Lumpur Tinja di Indonesia

Parameter	Satuan	Besaran
<i>Biochemical Oxygen Demand</i> (BOD)	mg/l	2.000–5.000
<i>Chemical Oxygen Demand</i> (COD)	mg/l	6.000–15.000
<i>Total Solid</i> (TS)	mg/l	14.000–24.000
<i>Total Suspended Solid</i> (TSS)	mg/l	10.000–20.000
<i>Sludge Volume Index</i> (SVI)	mg/l	31–40
Ammonia	mg/l	100–250
Minyak dan Lemak	mg/l	1.000–2.000
<i>Total coliform</i> (TC)	mg/l	1.600.000– 5.000.000
pH	-	7–7,5

Sumber: Peraturan Menteri PUPR Nomor 04, 2017

2.1.2 Pengelolaan Lumpur Tinja

Selama pengelolaan, lumpur tinja yang terkait dengan air limbah dikeluarkan dari sistem pengolahan. Pentingnya pengelolaan lumpur tinja telah ditekankan oleh pemerintah, lembaga pembangunan perkotaan, maupun ilmuwan yang kini dimasukkan dalam Tujuan Pembangunan Berkelanjutan (Supriyono dan Fatmawati, 2017). Sistem pengelolaan yang digunakan IPLT adalah yang bergantung pada kondisi wilayah layanan serta karakteristik yang disesuaikan berdasarkan hasil analisis dari data yang didapat (Hidayat dan Sasmita, 2017).

Pembangunan IPLT adalah salah satu upaya yang direncanakan agar meningkatkan pengolahan serta pembuangan limbah yang ramah lingkungan. Karakteristik lumpur tinja perlu dikaji agar buangan air limbah tersebut memenuhi baku mutu air limbah sesuai Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan Nomor 68 Tahun 2016 tentang Baku Mutu Air Limbah Domestik (Agustien et al., 2018).

Baku mutu digunakan dalam mengukur kandungan maksimum parameter tertentu dalam air limbah sebelum dibuang ke badan air sehingga air limbah tersebut tetap dalam batas toleransi lingkungan dan tidak mencemari lingkungan

(Hakim et al., 2021). Standar kualitas baku mutu IPLT yaitu didasarkan pada Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan Nomor 68 Tahun 2016 tentang Baku Mutu Air untuk Air Limbah Domestik yang dapat dilihat pada Tabel 2.2 berikut ini:

Tabel 2. 2 Baku Mutu Air Limbah Domestik

No	Parameter	Satuan	Kadar maksimum
1	BOD	mg/L	30
2	COD	mg/L	100
3	TSS	mg/L	30
4	Minyak dan Lemak	mg/L	5
5	Ammonia	mg/L	10
6	TC	MPN/ 100 mL	3000
7	pH	-	6-9

Sumber: Peraturan Menteri LHK Nomor 68 Tentang Baku Mutu Air Limbah Domestik, 2016

2.1.3 Instalasi Pengolahan Lumpur Tinja (IPLT)

IPLT adalah pengolahan air limbah yang dirancang khusus untuk menerima serta mengolah lumpur tinja yang diangkut kendaraan bermotor (truk tinja) maupun gerobak tinja (Handoko, 2021). IPLT dirancang digunakan untuk mengolah tinja, mengurangi dan menstabilkan senyawa organik, meningkatkan kandungan padatan, serta mengurangi jumlah mikroorganisme patogen seperti virus, bakteri, dan jamur. Oleh karena itu, persyaratan standar mengenai kualitas limbah feces harus terpenuhi supaya masyarakat sekitar tidak terkena risiko kesehatan. Perencanaan IPLT digunakan untuk pembuangan tinja di kawasan pemukiman. Seiring bertambahnya populasi, jumlah lumpur kotoran yang dihasilkan dapat meningkat. Peningkatan jumlah lumpur tinja ini perlu diimbangi dengan penyediaan sarana dan prasarana pendukungnya (Nuraeni, 2017).

2.2 Unit Instalasi Pengolahan Lumpur Tinja (IPLT)

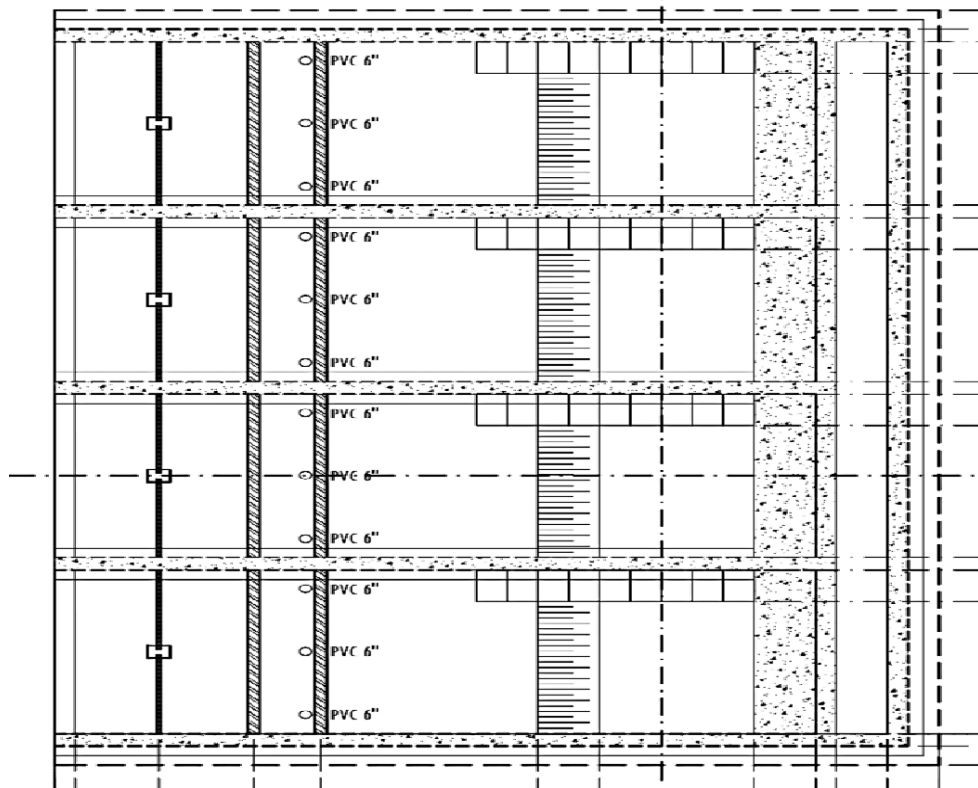
2.2.1 *Solid Separation Chamber (SSC)*

SSC merupakan serangkaian unit konsentrasi yang mengaplikasikan proses fisika dalam memisahkan air limbah dari limbah padatan. Konsep pengolahan pada sistem ini mirip proses *dewatering* yang digunakan pada lumpur (Almeida et al., 2020). Proses pemisahan padatan maupun cairan yang terjadi pada unit kolam SSC biasanya dilakukan melalui sistem filtrasi dengan menggunakan media kerikil dan pasir. Panas matahari akan dimanfaatkan untuk proses evaporasi. Lumpur tinja disebarkan di atas media filter dan terjadilah proses filtrasi, dengan padatan tertahan di dalam media dan cairan mengalir melalui celah media secara gravitasi. Filtrat kemudian dialirkan melalui sistem perpipaan di bawah unit SSC ke unit stabilisasi cairan. Perancangan unit SSC yang telah memenuhi kriteria desain tercantum pada Tabel 2.3 berikut ini:

Tabel 2. 3 Kriteria Desain Unit SSC

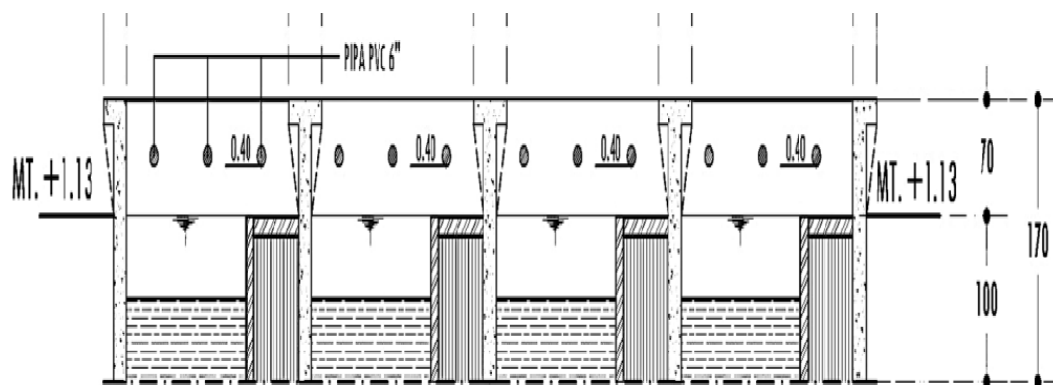
Parameter	Besaran	Satuan
Lama pengeringan <i>cake</i>	5–12	hari
Tebal <i>cake</i>	10-30	cm
Tebal lapisan kerikil	20-30	cm
Tebal lapisan pasir	20-30	cm
Removal TSS ¹	70	%
Removal BOD ¹	50	%
Removal COD ²	17	%
Kadar solid ³	10	%
Kadar air ³	90	%
Sg lumpur ³	1,02	%

Sumber: Peraturan Menteri PUPR Nomor 04, 2017



Gambar 2. 1 Denah Unit SSC

Sumber: Peraturan Menteri PUPR Nomor 04, 2017



Gambar 2. 2 Potongan Denah Unit SSC

Sumber: Peraturan Menteri PUPR Nomor 04, 2017

2.2.2 Kolam Anaerobik

Penguraian kandungan bahan organik dapat terjadi di Kolam Anaerobik dengan menggunakan proses anaerobik yaitu tanpa menggunakan oksigen (Rahardjo, 2017). Unit ini membutuhkan bantuan dari bakteri anaerob serta tumbuhan alga untuk dapat mengurangi kandungan zat organik, skema unit kolam anaerobik dapat dilihat pada Gambar 2.3 berikut ini:



Gambar 2. 3 Skema Unit Kolam Anaerobik

Sumber: Peraturan Menteri PUPR Nomor 04, 2017

Kolam anaerobik sangat penting dalam pengolahan lumpur tinja untuk mengurangi kandungan organik tinggi. Prosesnya menggunakan kebutuhan energi yang relatif rendah untuk dapat menghasilkan gas metana, serta menghasilkan volume lumpur pengolahan yang rendah. Perencanaan kolam anaerobik yang sesuai kriteria desain bisa dilihat pada Tabel 2.4 berikut ini:

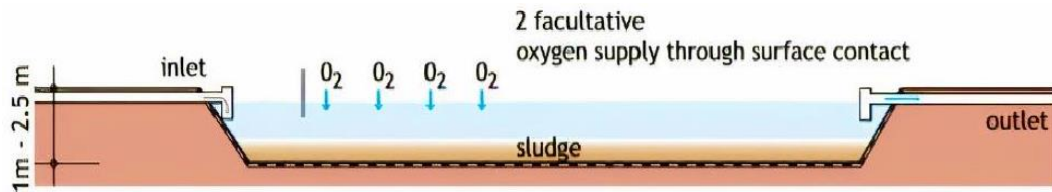
Tabel 2. 4 Kriteria Desain Unit Kolam Anaerobik

Parameter	Satuan	Nilai
Waktu detensi (td)	hari	≥ 1
Kedalaman (D_a)	m	2-5
Rasio panjang dan lebar (P:L)		(2-3):1
Rasio talud		1:3

Sumber: Peraturan Menteri PUPR Nomor 04, 2017

2.2.3 Kolam Fakultatif

Kolam Fakultatif membantu mengurangi konsentrasi bahan organik pada lumpur tinja setelah diolah pada kolam anaerobik (Shabrina et al., 2021). Skema pengolahan unit kolam fakultatif ditampilkan pada Gambar 2.4 berikut ini:



Gambar 2. 4 Skema Unit Kolam Fakultatif

Sumber: Peraturan Menteri PUPR Nomor 04, 2017

Unit ini digunakan untuk menghilangkan beban BOD dengan menggunakan alga yang membantu proses penyisihan BOD melalui proses fotosintesis yang menghasilkan oksigen. Desain kolam fakultatif yang sesuai kriteria desain dapat dilihat pada Tabel 2.5 berikut ini:

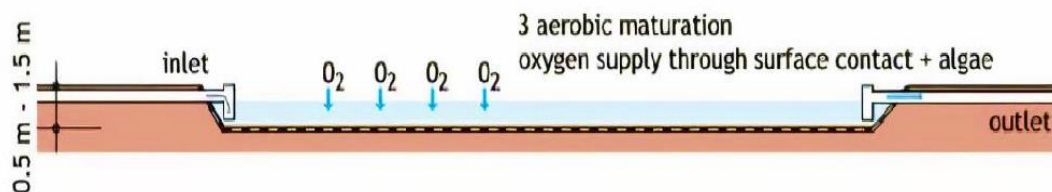
Tabel 2. 5 Kriteria Desain Unit Kolam Fakultatif

Parameter	Besaran	Satuan
Minimum waktu detensi (td)		
T < 20°C	5	hari
T > 20 °C	4	hari
Periode pengurasan	5–10	tahun
Efisiensi penurunan BOD	70–90	%
Kedalaman kolam	1,5–2,5	m
Rasio panjang dan lebar (P:L)	(2-4):1	

Sumber: Peraturan Menteri PUPR Nomor 04, 2017

2.2.4 Kolam Maturasi

Kolam Maturasi berfungsi mengurangi jumlah bakteri patogen yang memiliki desain kedalaman yang lebih rendah dibandingkan unit lainnya. Semakin dangkal kedalamannya, semakin efektif penetrasi cahaya dalam menghilangkan bakteri dan virus. Proses penyisihan BOD serta padatan tersuspensi terjadi di kolam maturasi. Skema unit kolam maturasi dapat dilihat pada Gambar 2.5 berikut ini:



Gambar 2. 5 Skema Unit Kolam Maturasi

Sumber: Peraturan Menteri PUPR Nomor 04, 2017

Kolam maturasi harus memperhatikan pH, waktu tinggal, intensitas cahaya, dan kadar oksigen terlarut pada prosesnya (Mulyani dan Solikhin, 2021). Perencanaan kolam maturasi yang sesuai kriteria desain bisa dilihat dalam Tabel 2.6 berikut ini:

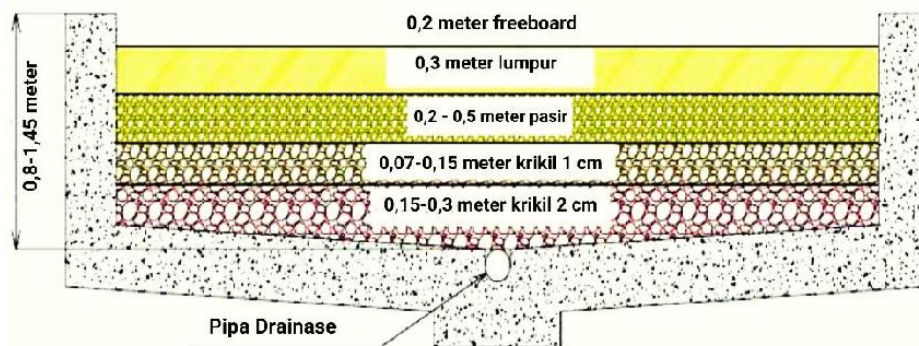
Tabel 2. 6 Kriteria Desain Unit Kolam Maturasi

Parameter	Besaran	Satuan
Waktu detensi (td)	5–15	hari
Beban BOD <i>volumetrik</i>	(40–60)	gr BOD/m ³ .hari
Efisiensi penurunan BOD	>60	%
Kedalaman kolam	1 2	m
Rasio panjang dan lebar (P:L)	(2–4):1	

Sumber: Peraturan Menteri PUPR Nomor 04, 2017

2.2.5 Bak Pengering Lumpur / *Sludge Drying Bed* (SDB)

Bak pengering lumpur berfungsi untuk stabilisasi pengering lumpur tinja. Lumpur yang tidak terolah dengan baik dapat terurai secara anaerobik dan akan menimbulkan bau (Hutagaol dan Herumurti, 2020). Kolam ini memiliki beberapa pengeringan yang terdiri dari media filter serta saluran pengering. Bak pengering memerlukan penyaring lumpur, media pasir serta kerikil dalam memfiltrasi lumpur. Cairan yang menguap juga akan mengurangi tingkat kelembaban. Proses ini akan memakan waktu selama 2-3 minggu. Ukuran dari tiap lapisan yang ada di Unit SDB dapat dilihat pada Gambar 2.6 berikut ini:



Gambar 2. 6 Ukuran Lapisan Unit SDB

Sumber: Peraturan Menteri PUPR Nomor 04, 2017

Selanjutnya, unit bangunan pendukung IPLT lainnya, yang terdiri dari; kantor, gudang, platform, laboratorium, sumur pantau, pagar, alat pemeliharaan dan keamanan, serta infrastruktur jalan.

2.4 Rangkuman Penelitian Terdahulu

Tabel 2. 7 Rangkuman Penelitian Terdahulu

Penulis	Judul	Metode	Hasil dan Pembahasan
A. D. Rustiani, S. Yanti, E. Novilyansa, D. Despa, dan A. Purba (2022)	Kajian Strategi Optimalisasi IPLT Bumi Ayu Kabupaten Pringsewu	Metode yang digunakan adalah pengukuran dan perhitungan melalui survei.	Strategi yang dapat dilakukan untuk meningkatkan layanan yaitu penambahan unit SSC (<i>solid separation chamber</i>)
H. Hidayat, A. Sasmita, M. Reza (2017)	Perencanaan Pembangunan IPLT di Kecamatan Tampan, Pekanbaru	Data Primer : Karakteristik lumpur tinja, Kondisi eksisting rencana lokasi IPLT & Sekunder	Debit lumpur tinja di tahun 2030 sebesar 135 m ³ /hari. Pengolahan terpilih ialah unit SSC dan <i>anaerobic baffle reactor</i> (ABR). Effluent : BOD 36 mg/liter dan TSS 155 mg/liter, memenuhi baku mutu.
Trio Handoko (2021)	Perencanaan IPLT Sistem	Tahap Persiapan, Pengumpulan	IPLT Kabupaten Tulang Bawang Barat terencana

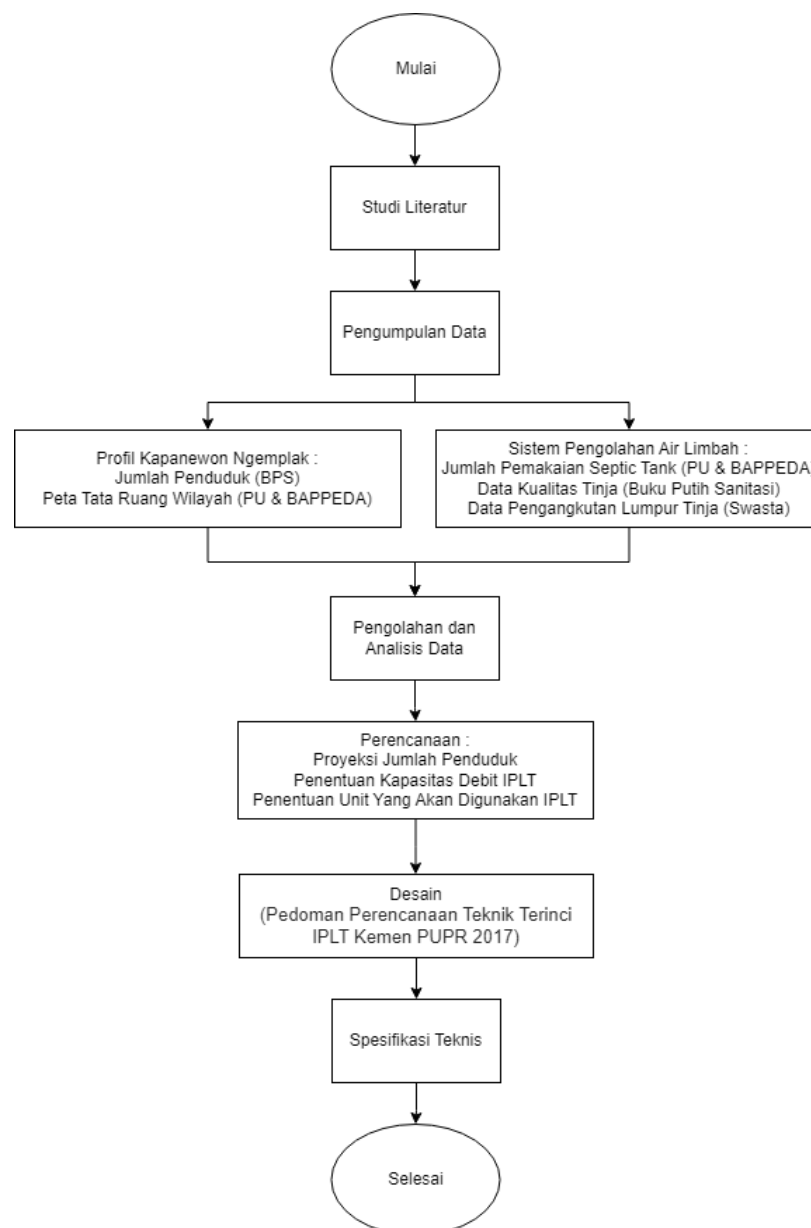
	Kolam Stabilisasi (IPLT Penunangan Kabupaten Tubaba)	Data, Analisis Data, Penyusunan Rencana Desain	terdiri atas Kolam SSC, Anaerobik, Fakultatif dan Maturasi.
Miss V. Jeevitha, B.E., Prof.K. Soundhirarajan Head (2022)	<i>Planning and Working Analysis of Faecal Sludge Treatment Plant</i>	Peningkatan manajemen tinja & teknologi pembenah tanah menjadi pengumpulan, perlakuan, dan pengomposan.	Air yang diolah dapat digunakan untuk tujuan irigasi yang meningkatkan pertumbuhan tanaman atau produk akhir air dapat dilepaskan ke sungai atau danau atau kolam.
A M Stevani, P Soewondo (2021)	<i>Comparative study between mechanical & conventional technology on fecal sludge treatment plants in Indonesia</i>	Membandingkan indikator kinerja pengumpulan, pengobatan, sdm, dan efisiensi biaya, yang merupakan aspek prioritas pembangunan.	Strategi pengembangan yang diturunkan dari analisis SWOT harus mencakup upaya penyedotan lumpur secara terjadwal, penyertaan pemerintah, penyesuaian tarif, dan optimalisasi kapasitas IPLT.

BAB III

METODE PERENCANAAN

3.1 Diagram Alir Penelitian

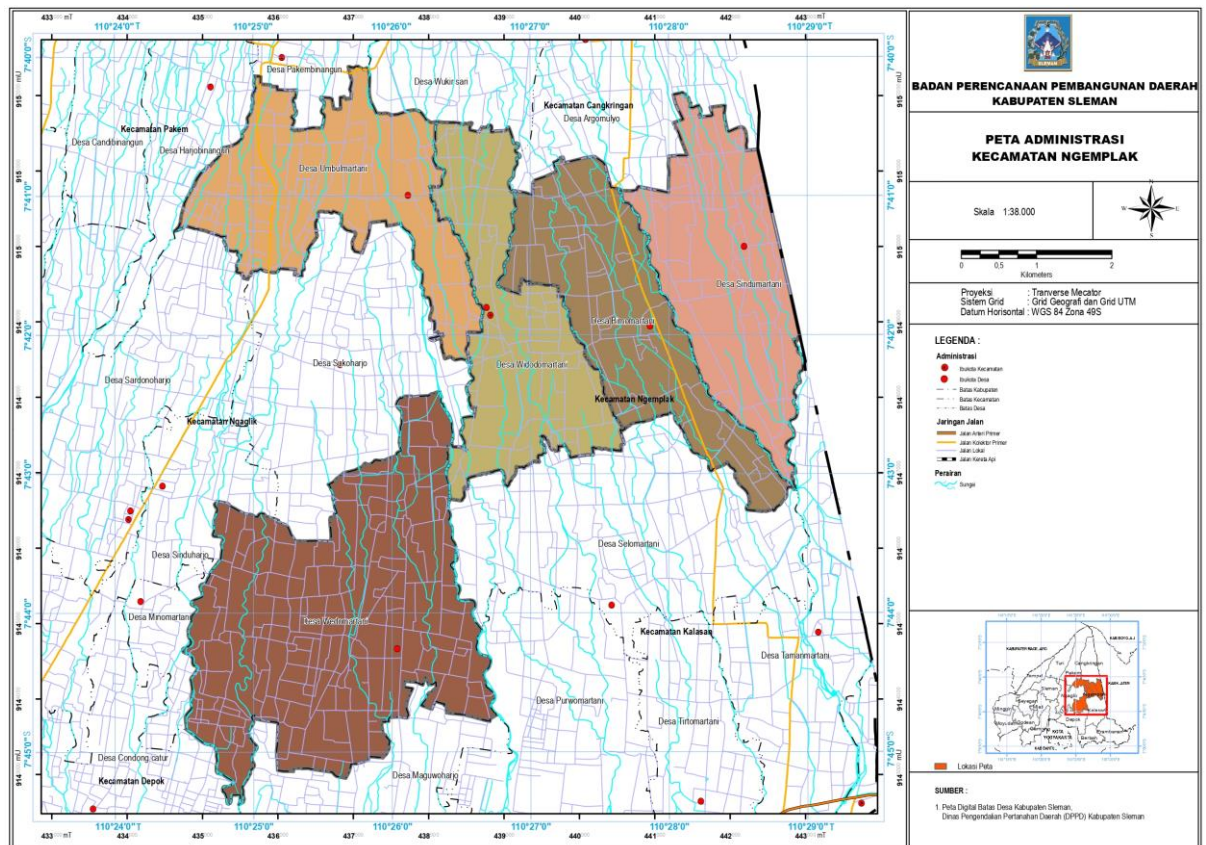
Beberapa tahapan yang akan dilakukan pada penelitian ini, dimana alir penelitian tersebut akan tersaji di Gambar 3.1 berikut:



Gambar 3. 1 Diagram Alir Penelitian

3.2 Waktu dan Lokasi

Penelitian ini direncanakan akan dilakukan dalam kawasan Kapanewon Ngemplak, Kabupaten Sleman. Kapanewon Ngemplak merupakan bagian dari Kabupaten Sleman memiliki luas kurang lebih 35,71 Km² dengan jumlah penduduk sebanyak 63.405 jiwa, yang terbagi dari 31.437 penduduk laki-laki serta 31.968 penduduk perempuan (BPS, 2021).



Gambar 3. 2 Peta Administrasi Kapanewon Ngemplak

Sumber : BAPPEDA Kabupaten Sleman, 2021

3.3 Identifikasi Masalah

Seiring berjalannya waktu, peningkatan jumlah penduduk akan membuat kebutuhan masyarakat terhadap pemukiman meningkat, peningkatan ini dapat mempengaruhi jumlah air limbah buangan yang berasal dari aktivitas pemukiman. Pada tahun 2018, proporsi rumah tangga di Provinsi Daerah Istimewa Yogyakarta (DIY) yang menggunakan tempat penampungan akhir tinja berupa tangki atau

Saluran Pembuangan Air Limbah (SPAL) telah melebihi 92%. Persentase rumah tangga di wilayah Kota Yogyakarta yang menggunakan SPAL menjadi tempat penampungan akhir tinja sebanyak 32,05%, lebih tinggi dibandingkan kabupaten lainnya di DIY. Di sisi lain, Kabupaten Gunung Kidul memiliki persentase rumah tangga dengan tempat pembuangan akhir tinja berupa SPAL yang terendah di provinsi ini. Hanya sebesar 0,52% rumah tangga di wilayah ini yang menggunakan tangki SPAL. Sementara itu di Kabupaten Sleman, masih memiliki jumlah rumah tangga dengan tempat penampungan akhir tinja berupa lubang tanah yang relatif besar, yaitu mencapai 3,18%. (BPS DIY, 2019)

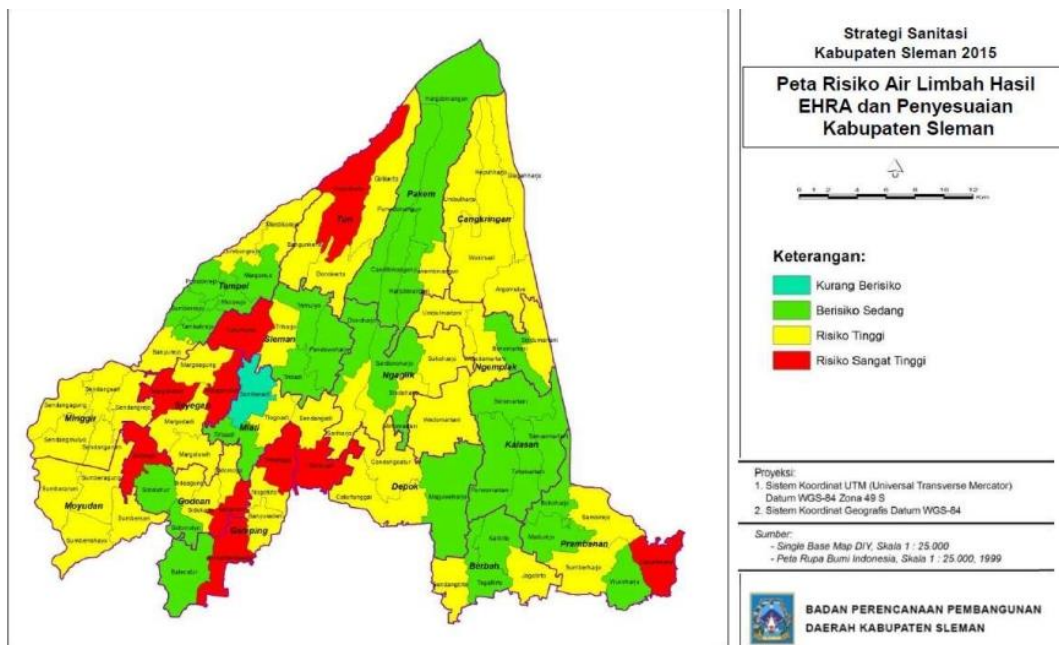
Tabel 3. 1 Persentase Tempat Pembuangan Akhir Tinja pada Rumah Tangga Menurut Kabupaten/Kota Tahun 2017 dan 2018

Tempat Pembuangan Akhir Tinja	Tahun	Kabupaten/Kota					
		Kulon Progo	Bantul	Gunung-kidul	Sleman	Yogyakarta	DIY
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)
Tangki septik	2017	80,03	94,69	77,35	92,18	69,66	85,97
	2018	73,44	93,15	82,05	94,84	65,60	86,03
IPAL	2017	2,10	3,01	1,27	4,22	29,20	6,38
	2018	2,11	4,04	0,52	1,97	32,05	6,16
Lubang tanah	2017	16,45	1,29	21,39	0,34	0,00	6,02
	2018	23,72	1,08	16,38	0,01	0,00	5,77
Kolam/sawah/sungai/danau/laut/lainnya	2017	1,41	1,01	0,00	3,26	1,14	1,63
	2018	0,73	1,73	1,05	3,18	2,35	1,81
Jumlah	2017	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00
	2018	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00

Sumber: Susenas 2017 dan 2018, BPS

Setelah dilakukan identifikasi pada area risiko sanitasi tinggi terhadap IPAL Komunal berdasarkan data Dinas Lingkungan Hidup Kabupaten Sleman, yang mengacu dalam Buku Strategi Sanitasi Kota (SSK) Kabupaten Sleman Tahun 2015, yang mana sektor sanitasi air limbah telah diklasifikasikan menggunakan studi

EHRA menjadi empat kategori risiko, kategori tersebut adalah kurang berisiko, risiko sedang, risiko tinggi dan risiko sangat tinggi.



Gambar 3. 3 Peta Risiko Air Limbah Hasil EHRA dan Penyesuaian SSK Kabupaten Sleman

(Sumber : SSK Kabupaten Sleman, 2015)

Berdasarkan informasi dari peta tersebut, Kapanewon Ngemplak memiliki potensi risiko sedang hingga tinggi terhadap ancaman kesehatan. Apabila intervensi tertentu tidak segera dilakukan maka akan meningkatkan potensi terjadinya kasus kejadian penyakit. Oleh karena itu perencanaan pembangunan IPLT perlu segera dilaksanakan untuk meminimalisir pembuangan lumpur tinja yang dibuang ke lahan terbuka yang akan mencemari kondisi air tanah. Langkah awal dalam pembuatan perencanaan ini terlebih dahulu dilakukan studi pustaka. Yaitu dengan mengumpulkan serta mempelajari bahan-bahan apa saja yang dibutuhkan. Seperti jenis dan sumber data apa yang dibutuhkan, serta bagaimana cara mendapatkan data secara baik dan lengkap.

3.4 Pengumpulan Data

Data yang dikumpulkan terdiri dari data primer dan sekunder. Data primer terdiri dari kondisi eksisting yang didapatkan dari pengamatan ataupun observasi lapangan langsung terhadap keadaan sebenarnya di lapangan, bisa berupa rencana lokasi penempatan IPLT serta akses jalan untuk membawa lumpur tinja. Sementara data sekunder terdiri dari data jumlah penduduk Kapanewon Ngemplak, peta rencana tata ruang wilayah (RTRW), data jumlah pemakaian tangki septik, laporan-laporan dari instansi terkait ataupun laporan lain, serta jurnal dan literatur yang relevan dengan perencanaan. Data tersebut akan diperlukan untuk mendapatkan kejelasan informasi untuk digunakan sebagai kerangka perencanaan IPLT di Kapanewon Ngemplak, uraian penjelasan tersebut adalah sebagai berikut :

a. Data Jumlah Penduduk Tahun 2019 – 2023

Data kependudukan yang diperlukan untuk perencanaan akan digunakan untuk membuat proyeksi jumlah penduduk Kapanewon Ngemplak pada tahun rencana serta untuk menghitung jumlah debit lumpur tinja yang dihasilkan. Data jumlah penduduk ini berasal dari data Badan Pusat Statistik (BPS) Kabupaten Sleman.

b. Buku Peta Rencana Tata Ruang Wilayah (RTRW)

Data yang diperlukan penulis pada buku RTRW berupa penggunaan lahan, kondisi fisik dan lingkungan, kependudukan, serta rencana jaringan pengelolaan air limbah. Data ini bisa diperoleh dari Dinas Pekerjaan Umum (PU) serta Dinas Badan Perencanaan Pembangunan Daerah (BAPPEDA) Kabupaten Sleman.

c. Data Jumlah Pemakaian Tangki Septik

Data pemakaian tangki septik akan digunakan dalam menentukan banyaknya jumlah tangki septik yang akan terlayani oleh IPLT terencana. Data jumlah pemakaian tangki septik diperoleh dari data Dinas Kesehatan serta Buku Putih Sanitasi Kabupaten Sleman yang bisa didapat melalui Dinas PU atau Dinas BAPPEDA Kabupaten Sleman.

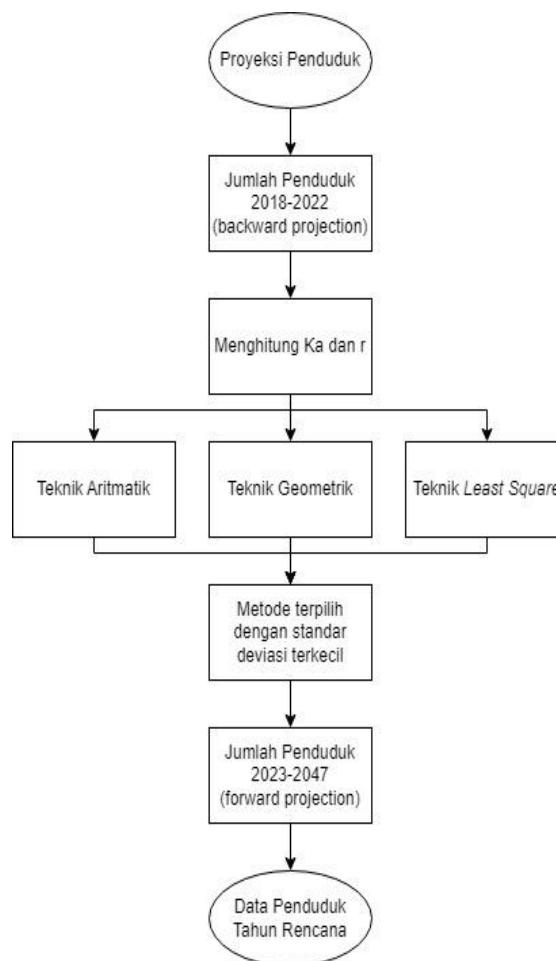
3.5 Pengolahan dan Analisis Data

Data yang telah dikumpulkan dari proses pengumpulan data selanjutnya akan diolah untuk menentukan besaran volume debit lumpur tinja yang kemudian akan digunakan dalam merencanakan dan mengukur unit pengolahan IPLT sesuai dengan Buku Pedoman Penyusunan Perencanaan Teknik Terinci IPLT.

3.5.1 Proyeksi Penduduk

Analisis data yang dilakukan dimulai dari menghitung proyeksi jumlah penduduk pada tahun perencanaan, menentukan nilai kebutuhan layanan yang akan dilayani oleh IPLT dan memutuskan teknologi pengolahan yang akan digunakan.

Beberapa tahapan yang akan dilakukan untuk menghitung proyeksi penduduk akan tersaji di Gambar 3.4 berikut:



Gambar 3. 4 Diagram Alir Proyeksi Penduduk

Beberapa metode yang digunakan untuk mengetahui proyeksi jumlah penduduk pada tahun perencanaan diantaranya sebagai berikut:

- Metode Aritmatik

Metode Aritmatik dianggap cocok pada jangka waktu pendek sesuai dengan periode waktu perolehan data. Persamaan yang akan digunakan adalah sebagai berikut:

$$\boxed{P_n = P_o + K_a (T_n - T_o)} \quad \dots\dots\dots (3.1)$$

$$\boxed{K_a = (P_a - P_1) / (T_2 - T_1)} \quad \dots\dots\dots (3.2)$$

- Dimana :
- P_o = Jumlah penduduk di tahun awal
 - P_n = Jumlah Penduduk Tahun ke n
 - T_o = Tahun awal
 - T_n = Tahun ke n
 - K_a = Konstanta aritmatik
 - P_1 = Jumlah penduduk diketahui di tahun ke 1
 - P_2 = Jumlah penduduk diketahui di tahun terakhir
 - T_1 = Tahun ke 1 yang diketahui
 - T_2 = Tahun ke 2 yang diketahui

- Metode Geometrik

Metode Geometrik mengasumsikan bahwa perkembangan dan jumlah penduduk akan meningkat otomatis dengan tidak memperhatikan jumlah penduduk. Persamaan yang akan digunakan adalah sebagai berikut:

$$\boxed{P_n = P_o (1 + r)^n} \quad \dots\dots\dots (3.3)$$

- Dimana :
- P_o = Jumlah penduduk tahun awal
 - P_n = Jumlah penduduk tahun ke-n

n = Periode waktu proyeksi

r = Rata-rata presentase pertumbuhan penduduk per tahun

- Metode *Least Square*

Metode *Least Square* adalah metode regresi untuk memperoleh hubungan antara sumbu Y dan sumbu X. Dimana sumbu Y merupakan jumlah penduduk, sedangkan sumbu X adalah tahun, kemudian garis linier antara data-data tersebut akan ditarik dengan meminimalkan deviasi jarak antara data dengan garis yang dibuat. Persamaan yang akan digunakan adalah sebagai berikut:

$$\hat{Y} = a + bX \quad \dots\dots\dots (3.4)$$

$$a = Y' + b.X' \quad \longleftarrow \quad \text{Apabila b sudah} \\ \text{dihitung lebih dahulu} \quad \dots\dots\dots (3.5)$$

$$a = \frac{\sum y \cdot \sum x^2 - \sum x \cdot \sum y}{n \cdot \sum x^2 - (\sum x)^2} \quad \dots\dots\dots (3.6)$$

$$a = \frac{\sum y \cdot \sum x^2 - \sum x \cdot \sum y}{n \cdot \sum x^2 - (\sum x)^2} \quad \dots\dots\dots (3.7)$$

- Dimana:
- X = Variabel independen
 - Y = Nilai variabel berdasarkan garis regresi
 - a = Konstanta
 - b = Koefisien arah regresi linier

Selanjutnya penentuan rumus proyeksi jumlah penduduk yang terpilih akan menggunakan hasil perhitungan yang paling mendekati kebenaran dengan analisis melalui perhitungan standar deviasi atau koefisien korelasi. Rumus menghitungnya adalah sebagai berikut:

$$s = \frac{\sum(Xi - X)^2}{n - 1} \quad \text{Untuk } n > 20 \dots \dots \dots (3.8)$$

$$s = \frac{\sum(Xi - X)^2}{n} \quad \text{Untuk } n = 20 \dots \dots \dots (3.9)$$

$$r = \frac{n (\sum xy) - (\sum y)(\sum x)}{\sqrt{[n(\sum y^2)] [n(\sum x^2) - (\sum x)^2]}} \quad \dots \dots \dots (3.10)$$

Nilai y pada masing-masing metode berbeda, perbedaannya adalah sebagai berikut:

- Dalam metode aritmatik, nilai y merupakan jumlah pertumbuhan penduduk
- Dalam metode geometri, nilai y merupakan ln dari jumlah penduduk
- Dalam metode *least square*, nilai y merupakan jumlah penduduk

3.6 Penentuan Kapasitas (Debit) IPLT

Penentuan Kapasitas IPLT dilakukan melalui perhitungan jumlah tangki septik dalam wilayah pelayanan. Data ini bisa diperoleh dari Buku Putih Sanitasi, puskesmas, maupun Dinas kesehatan yang berada di wilayah terkait. Berdasarkan Lampiran II Peraturan Menteri PUPR No. 04/PRT/M/2017, dalam hal sulit memperoleh data jumlah tangka septik atau mengecek inventarisnya, maka dilakukan pendekatan (50-60)% dari jumlah penduduk pemilik tangki septik yang berada di daerah layanan. Selain itu, perhitungan kapasitas IPLT pun memerlukan informasi mengenai perkiraan jumlah penghuni atau pengguna tangki septik serta jangka waktu pembuangan lumpur dari tangka septik pada akhir periode desain. Kapasitas IPLT kemudian dihitung dengan menggunakan persamaan sebagai berikut:

$$\begin{aligned} \text{Debit lumpur tinja} &= \text{Persentase pelayanan} \times \text{jumlah penduduk wilayah} \\ &\quad \text{layanan} \times \text{laju timbulan lumpur} \\ &\quad \text{tinja} \dots \dots \dots (3.11) \end{aligned}$$

Keterangan :

- a. Debit lumpur tinja adalah jumlah lumpur yang akan masuk dan diolah di IPLT setiap harinya dalam liter/hari atau dibagi 1.000 dalam konversi menjadi $m^3/hari$
- b. Persentase pelayanan bisa menggunakan pendekatan (50-60)% (Zulfianti, et al. 2011)

3.7 Penentuan Unit Digunakan Pada IPLT

Penentuan unit mana yang akan digunakan adalah untuk memastikan bahwa IPLT yang direncanakan akan memenuhi persyaratan kinerja dan memungkinkan IPLT beroperasi secara optimal. Sistem pengolahan yang dipilih pada saat merencanakan IPLT harus sesuai dengan karakteristik serta kondisi wilayah layanan. Pemilihan unit ini harus disesuaikan dengan hasil analisis data yang sudah dilakukan. Saat mengolah lumpur tinja, beberapa hal harus dipertimbangkan yaitu:

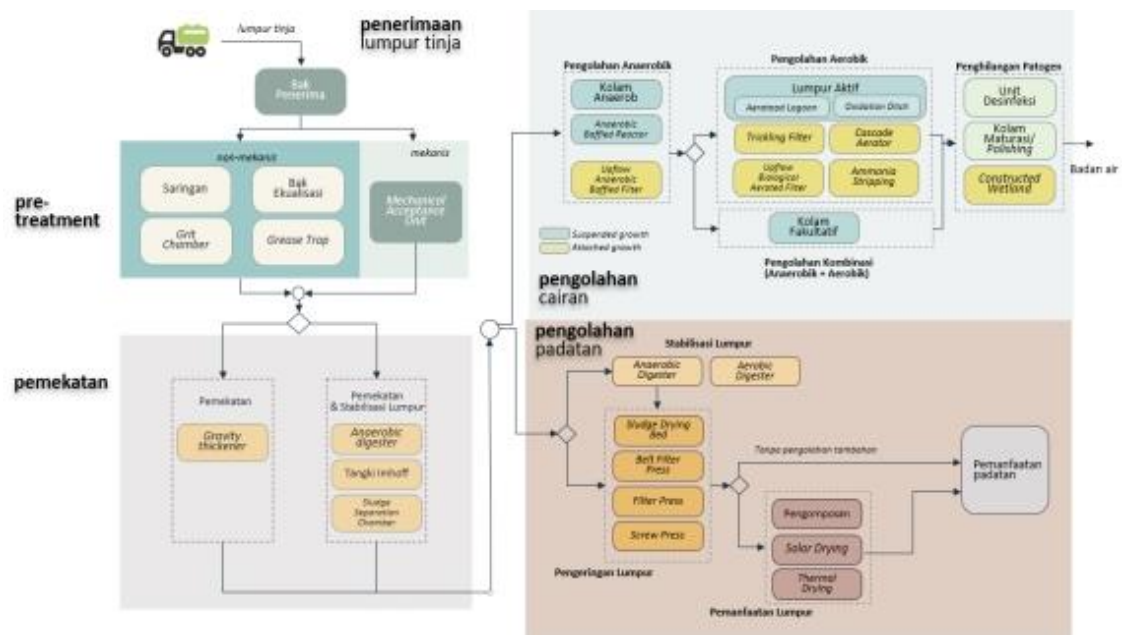
- a. Efektif, murah dan sederhana baik dalam hal konstruksi ataupun operasi serta pemeliharaannya
- b. Kapasitas serta efisiensi pengolahan sebaik mungkin
- c. Lokasi pembangunan IPLT
- d. Jumlah penduduk yang akan terlayani. (Zulfianti, et al., 2011)

Penentuan unit IPLT dengan mengacu pada karakteristik lumpur tinja serta hasil identifikasi kelemahan dan kelebihan pada masing-masing alternatif teknologi pengolahan. Dari hasil teknologi unit pengolahan yang dipilih, selanjutnya dilakukan *preliminary sizing* untuk mengetahui kebutuhan lahan masing-masing unit pengolahan serta total kebutuhan lahan IPLT. Selain itu juga dilakukan perhitungan efisiensi penyisihan beban pencemar pada masing-masing unit pengolahan, sehingga menghasilkan efluen sesuai dengan baku mutu dari Peraturan Menteri LHK No. 68 tahun 2016.

3.7.1 Penentuan Sistem Pengolahan

Sistem pengolahan lumpur tinja dimulai dengan menstabilkan lumpur serta memisahkan fase padat dan cair dalam lumpur. Sesudah kedua proses tersebut,

pengolahan dilakukan secara bertahap. Supernatan yang dipisahkan diolah menggunakan teknologi pengolahan air limbah hingga memenuhi baku mutu yang telah ditentukan sebelum kemudian dibuang ke badan air. Sebaliknya, lumpur dengan kandungan padatan yang lebih pekat dikeringkan dan hasilnya dapat digunakan kembali. Prinsip pemilihan teknologi alternatif yang dapat digunakan dalam sebuah IPLT digambarkan pada Gambar 3.5 berikut ini:



Gambar 3. 5 Teknologi Pengolahan Lumpur Tinja

Sumber: Pedoman Perencanaan Teknik Terinci (PTT) IPLT, PUPR, 2017

1. Unit Penyaringan

Unit ini adalah unit yang dirancang untuk menyaring benda seperti sampah yang masih terkandung pada lumpur tinja. Unit penyaringan aka ditempatkan pada awal proses pengolahan demi menghindari gangguan di unit proses berikutnya (misalnya kerusakan pada pompa, penyumbatan, dll.).

2. Unit Ekualisasi

Unit ini digunakan untuk menyeimbangkan konsentrasi lumpur tinja sebelum melanjutkan pengolahan ke unit stabilisasi lumpur serta untuk mengatur aliran keluar lumpur tinja yang masuk pada unit pengolahan. Pada IPLT bervolume tinggi hal ini penting dikarenakan sistem pengolahan biologis sensitif pada fluktuasi debit

dan karakteristik lumpur tinja.

3. Unit Pemisahan Partikel Diskrit

Unit ini adalah unit yang akan menyaring partikel diskrit yang terkandung dalam lumpur tinja (seperti pasir dan kerikil). Unit ini biasanya digunakan dalam IPALD, namun bisa juga digunakan dalam IPLT dengan berkapasitas besar.

4. Unit Penangkap Lemak

Unit ini berfungsi dalam menghilangkan minyak dan lemak dari air limbah supaya tidak mempengaruhi unit sistem pengolahan selanjutnya.

5. Unit Pemekatan

Unit ini berfungsi untuk memisahkan padatan dan cairan yang akan meningkatkan konsentrasi padatan dalam lumpur. Tahap pengentalan pengolahan lumpur tinja pada IPLT merupakan langkah penting dalam mengoptimalkan pengolahan lumpur padat dan pengolahan unit lumpur cair selanjutnya.

6. Unit Stabilisasi

Unit ini berfungsi mengolah lumpur padat dan cair sehingga menghasilkan air limbah yang memenuhi baku mutu air limbah domestik. Proses stabilisasi padatan biasanya dilakukan dengan pengeringan, sementara proses stabilisasi cairan biasanya dilakukan dengan perlakuan biologis aerobik dan anaerobik yang dikombinasikan dengan perlakuan fisika serta kimia.

7. Unit Pengeringan Lumpur

Unit ini berfungsi mengeringkan lumpur yang telah terolah sehingga nantinya bisa digunakan kembali..

3.7.2 Teknologi Pengolahan Lumpur

Umumnya teknologi yang digunakan dalam pengolahan lumpur tinja di Indonesia adalah kombinasi SSC serta kolam stabilisasi ataupun penggunaan kolam stabilisasi saja. Jenis serta fungsi tiap unit pengolahan yang akan digunakan pada IPLT akan dijelaskan sebagai berikut ini:

1. Screen Manual

Dalam rangkaian teknologi IPLT ini, manual screen menyatu dengan SSC.

- a. Fungsi: Menyaring sampah berukuran besar pada lumpur tinja
- b. Kelebihan:
 - Tidak memerlukan operator berkeahlian khusus
 - Pengoperasian mudah
- c. Kekurangan:
 - Harus dibersihkan dengan manual dan rutin
 - Bisa memunculkan bau serta mengundang lalat karena sampah yang tertahan di penyaring
- d. Desain:

Manual screen terdiri atas rangkaian batang baja yang ditempatkan di suatu saluran dengan tersusun berjajar. Jarak antara batang adalah 20-50 mm dengan sudut kemiringan 45-60°. Batang baja yang digunakan umumnya punya ketebalan 10 mm serta lebar 25 mm. Bagian dasar saluran bisa didesain rata atau memiliki sudut kemiringan tertentu. Desain manual screen juga harus mempertimbangkan kemudahan akses untuk membersihkan berbagai jenis sampah yang bisa tertahan.

Manual screen merupakan unit penting yang digunakan di tahap awal proses pengolahan lumpur tinja. *Manual screen* berfungsi sebagai pengurang beban bagi unit pengolahan selanjutnya dengan menahan sampah atau benda padat besar yang terbawa pada lumpur tinja supaya tidak mengganggu. Umumnya sampah atau benda padat besar yang ditemukan dalam lumpur tinja berupa kain, plastik, kayu, atau kerikil.

Tahap penyaringan biasanya menggunakan manual bar screen di IPLT yang memiliki lumpur tinja dengan kapasitas debit influen yang relatif kecil. Unit ini juga bisa digunakan di instalasi pengolahan dengan debit influen besar, tetapi hanya sebagai *by-pass* yang digunakan sebelum air limbah tersaring menggunakan penyaring mekanis. Sampah yang kemudian tertahan pada *manual screen* harus rutin dibersihkan, agar tidak terjadi penyumbatan dan mengganggu proses penyaringan apabila menumpuk. Pembersihan biasanya dilakukan menggunakan sikat besi dengan gigi-gigi yang disesuaikan besaran jarak antar bar.

Parameter	Satuan	Nilai
Kecepatan aliran lewat bukaan, v	m/detik	0,3-0,6
Jarak bukaan, b	mm	25-50
Kemiringan thd. horizontal, θ	derajat	45-60
Kehilangan tekanan lewat bukaan, HL_{bukaan}	mm	150
Kehilangan tekanan maks. (<i>clogging</i>), HL_{maks}	mm	800

Sumber: Qasim, 1999

Gambar 3. 6 Kriteria Perencanaan Screen Manual

Sumber: Pedoman PTT IPLT, PUPR, 2017

2. Sludge Separation Chamber (SSC)

- a. Fungsi: Memisahkan padatan serta cairan lumpur dengan proses filtrasi dan dekantasi
- b. Kelebihan:
 - Tidak memerlukan operator dengan keahlian khusus
 - Operasional sistem yang sederhana
- c. Kekurangan:
 - Area yang diperlukan luas
 - Lumpur dari kolam SSC ke pengeringan dipindah manual atau dapat menggunakan crane
 - Filter harus diganti secara rutin demi menjaga efisiensi filtrasi serta mencegah penyumbatan
- d. Desain:

Unit SSC biasanya menggunakan pasir dan kerikil sebagai media filtrasi, masing-masing dengan ketebalan sebesar 20-30 cm. Pintu air akan dipasang pada sisi kolam agar supernatan hasil dari proses dekantasi dapat dikeluarkan. SSC dan Drying Area (DA) adalah unit pemekatan yang menggunakan proses fisika pada

proses pemisahan padatan dan cairan dari lumpur tinja. Pada dasarnya konsep pengolahan sistem SSC mirip seperti sistem pada SDB.

Pada unit ini proses pemisahan padatan dan cairan dilakukan melalui sistem filtrasi (umumnya menggunakan media pasir atau kerikil) serta evaporasi (pemanfaatan panas matahari). Lumpur tinja akan disebar di atas media filter dan kemudian terjadi proses filtrasi, nantinya padatan tersebut akan tertahan di media sementara cairan akan mengalir secara gravitasi melalui celah.

Filtrat kemudian dialirkan menuju unit stabilisasi cairan lewat sistem perpipaan yang ada di bawah unit SSC. Sedangkan padatan akan mengendap, ketika sudah cukup kering, pengerukan dilakukan untuk pengeringan lebih lanjut dengan memindahkan padatan ke DA. Pengerukan dan pemindahan bisa dilakukan secara manual maupun mekanik (menggunakan *crane*). Unit ini biasanya dilengkapi pintu air untuk mempercepat pengaliran supernatan menuju unit stabilisasi cairan.

Selanjutnya kolam yang berfungsi melanjutkan proses pengeringan padatan lumpur dari kolam SSC adalah DA. Pada unit ini proses desinfeksi mikroorganisme terjadi dimana bakteri patogen terkandung di lumpur tinja akan tereduksi melalui radiasi sinar UV oleh matahari.

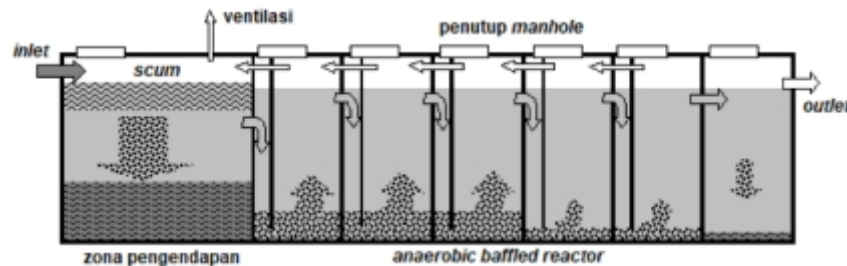
Tabel 3. 2 Kriteria Perencanaan SSC

Parameter	Satuan	Nilai
Ukuran Bak		
- Lebar	m	8
- Panjang	m	3
Area dibutuhkan		
- SSC tanpa penutup atap	m ² /kapita	0,14–0,28
- SSC dengan penutup atap	m ² /kapita	0,10–0,20
Waktu pengeringan <i>cake</i>	hari	12–15
Waktu pengambilan <i>cake</i> matang	hari	1
Ketebalan <i>cake</i>	cm	10–30
Ketinggian media filter		
- Pasir	cm	20–30
- Kerikil	cm	20–30
Kadar air	%	20
Kadar solid	%	80
Kemiringan dasar	-	1:20
Kemiringan dasar pipa	%	1

Sumber: Pedoman PTT IPLT, PUPR, 2017

3. Kolam *Anaerobic Baffled Reactor* (ABR)

Contoh gambar kolam ABR bisa dilihat di Gambar 3.7 berikut ini:



Gambar 3. 7 Contoh Gambar Kolam ABR

- a. Fungsi: Mengendapkan padatan serta menyisahkan material organik pada satu sistem
- b. Kelebihan:
 - Tidak memerlukan energi listrik
 - Tidak membutuhkan lahan yang besar (bisa di bawah permukaan tanah)
 - Tahan *shock loading* hidraulik dan organik
 - Operasional yang berbiaya rendah dan sederhana
 - Konsentrasi BOD yang tersisihkan tinggi
 - Lumpur yang dihasilkan sedikit dan terstabilisasi
- c. Kekurangan:
 - Memerlukan pengolahan awal agar tidak tersumbat
 - Memerlukan waktu lama pada fase awal pengolahan
 - Lumpur dan supernatan yang dihasilkan perlu pengolahan lanjutan
 - Bakteri pathogen yang tereduksi rendah.
- d. Desain:

Pipa vertikal maupun sekat dapat didesain untuk digunakan sebagai koneksi antar kompartemen. Biogas yang terbentuk di unit ABR jumlahnya sedikit sehingga tidak tertangkap. Sementara untuk melepaskan bau maupun potensi gas berbahaya tangki harus diberi ventilasi.

Anaerobic Baffle Reactor (ABR) adalah unit pengolahan biologis yang menggunakan metode pengolahan *suspended growth* dengan memodifikasi tangki septik menggunakan sekat (*baffle*). Sekat-sekat tersebut berguna untuk mengaduk

(lewat aliran *upflow* dan *downflow*) dengan meningkatkan kontak antara mikroorganisme dan air limbah. Proses sedimentasi dan penguraian material organik oleh mikroorganisme di suatu sistem akan digabungkan di Unit ABR, yang mana di kompartemen pertama terjadi proses sedimentasi terjadi, lalu di beberapa kompartemen selanjutnya terjadi proses penguraian material organik.

Tabel 3. 3 Kriteria Desain Unit ABR

Parameter	Satuan	Nilai
Debit desain	m ³ /hari	2–200
Waktu retensi hidraulik	jam	12–96
Kecepatan <i>upflow</i>	m/jam	< 0,6
Jumlah kompartemen	buah	3–6
Efisiensi penyisihan BOD	%	70–95
COD	%	65–90

Sumber: Pedoman PTT IPLT, PUPR, 2017

4. Kolam Fakultatif (*Facultative pond*)

Kolam ini dapat menguraikan serta menurunkan konsentrasi bahan organik yang ada pada limbah terolah di kolam anaerobik. Proses yang terjadi pada kolam ini merupakan campuran proses aerobik dan anaerobik. Kolam ini biasanya terstratifikasi jadi tiga zona dengan kondisi dan proses degradasi yang berbeda-beda. Pada lapisan paling atas disebut sebagai zona aerobik karena mengandung oksigen berlimpah. Beban yang diberikan pada kolam pada zona ini akan mempengaruhi kedalaman, selain itu iklim, sinar matahari, angin serta jumlah alga yang terkandung didalamnya juga berpengaruh. Udara pada permukaan kolam yang berasal dari proses fotosintesis alga serta agitasi atau pengadukan oleh tiupan angin akan menghasilkan oksigen yang berlimpah. Zona aerobik juga berguna untuk menghalang bau dari aktivitas mikroba di zona bawahnya.



Gambar 3. 8 Contoh Proses Pada Kolam Fakultatif

a. Fungsi: BOD dapat tersisihkan (beban permukaan BOD yang rendah)

b. Kelebihan:

- Tidak memerlukan operator dengan keahlian khusus
- Konstruksi yang sederhana, operasional berbiaya rendah karena tidak memerlukan energi listrik

c. Kekurangan:

- Lahan yang dibutuhkan besar.

d. Desain:

Kolam ini terbagi menjadi dua jenis, yaitu kolam primer untuk air limbah belum terolah serta kolam sekunder untuk air limbah yang sudah terolah melalui unit sebelumnya (umumnya unit anaerobik). Kolam ini didesain memanfaatkan alga yang tumbuh alami pada permukaan kolam untuk menyisihkan beban BOD dengan permukaan rendah (100-400 kgBOD/ha.hari). Pada kolam ini keberadaan alga melalui oksigen yang dihasilkan dari proses fotosintesis akan membantu proses penyisihan BOD.

Suhu, cahaya matahari, serta beban nutrient akan mempengaruhi kandungan alga pada kolam ini. Dimana pada pagi hari konsentrasi oksigen terlarut pada kolam akan meningkat bersamaan dengan aktivitas fotosintesis alga yang akan mencapai puncaknya pada sore hari, kemudian akan menurun pada malam hari akibat proses respirasi tumbuhan pengonsumsi oksigen pada aktivitas fotosintesis yang terhenti. Puncaknya, ion karbonat dan bikarbonat akan bereaksi memproduksi CO_2 bagi alga, yang akan menyisakan ion hidroksil. Pada proses ini pH air akan meningkat hingga lebih dari 9 untuk mematikan bakteri fekal koliform.

Jumlah beban BOD yang terkandung di kolam fakultatif bisa dihitung menggunakan persamaan dibawah ini:

$$\text{Beban BOD} = 20 T - 120 \text{ kg/ha/hari} \dots\dots\dots(3.12)$$

Keterangan:

T = rata-rata temperatur di bulan terdingin

Tabel 3. 4 Kriteria Desain Kolam Fakultatif

Parameter	Satuan	Nilai
Waktu detensi, θ_f	hari	≥ 4
Efisiensi penurunan BOD, η	%	70-90
Kedalaman, Df	m	1,5-2,5
Rasio panjang dan lebar, P:L	-	(2-3):1
Periode pengurasan	tahun	5-10

Sumber: Pedoman PTT IPLT, PUPR, 2017

5. Kolam Maturasi (*Maturation pond*)

Kolam ini biasanya disebut kolam pematangan yang berfungsi mengolah air limbah dari kolam fakultatif. Serangkaian akhir proses pengolahan aerobik air limbah yang menurunkan konsentrasi padatan tersuspensi/*suspended solid* (SS) serta sisa BOD didalamnya terjadi di kolam ini. Kolam ini mempunyai fungsi utama menghilangkan mikroba patogen pada limbah memanfaatkan perubahan kondisi yang berlangsung cepat dengan pH yang tinggi. Proses degradasi terjadi secara aerobik melalui bantuan mikroba dengan alga. Dimana alga akan melakukan fotosintesis untuk meningkatkan konsentrasi oksigen di air olahan yang akan digunakan mikroba aerob.

a. Fungsi:

Mengurangi mikroorganisme patogen (bakteri fekal dan virus)

b. Kelebihan:

- Biaya operasional yang dibutuhkan rendah karena tidak membutuhkan energi listrik.
- Konstruksi yang sederhana

c. Kekurangan:

- Memerlukan lahan yang besar.

d. Desain:

Kolam ini memiliki fungsi utama sebagai pereduksi bakteri patogen. Ukuran dan jumlah kolam ini tergantung pada target jumlah bakteri di efluen yang diinginkan. Desain unit ini memiliki kedalaman 1-2 m, lebih rendah dibandingkan sistem unit lainnya (unit maturasi dan anaerobik). Efisiensi penyisihan bakteri

patogen dan virus menggunakan penetrasi cahaya akan meningkat menyesuaikan semakin dangkal kolam. Tetapi proses penyisihan BOD, SS, dan nutrisi (fosfor dan nitrogen) dalam kolam ini berlangsung lambat. Faktor-faktor yang mempengaruhi penyisihan organisme patogen adalah:

- Bakteri dan virus, suhu, pH, radiasi, sinar matahari, telur cacing, organisme predator dan patogen, maupun senyawa beracun
- Sedimentasi

Faktor-faktor penting pada unit kolam ini yang harus diperhatikan adalah:

- Suhu dan waktu. Karena suhu air dipengaruhi intensitas paparan cahaya matahari di permukaan kolam, dimana semakin lama kolam terpapar sinar matahari maka semakin banyak bakteri fekal yang akan mati. (Pernyataan ini mungkin menyebabkan kebingungan, karena biasanya sejalan suhu yang meningkat, laju pertumbuhan bakteri juga meningkat, begitupun laju kematian bakteri).
- Intensitas cahaya, pH serta kadar oksigen terlarut/*dissolved oxygen* (DO)

Perhitungan jumlah bakteri coliform pada lumpur tinja dapat menggunakan persamaan berikut ini:

$$N_e = N_i / [1 + (K_b \times t)] \dots\dots\dots(3.13)$$

Keterangan :

N_e = jumlah bakteri coliform per 100 ml efluen

N_i = jumlah bakteri coliform per-100 ml influen (jumlah target pada efluen antara 107-108 bakteri coliform per 100 ml)

$$K_b = 2,6 \times (1,9T-20) / \text{hari} \dots\dots\dots(3.14)$$

T = temperatur terdingin ($^{\circ}\text{C}$)

t = waktu operasi

Persamaan (3.13) tersebut digunakan dalam menghitung efluen di satu kolam saja. Apabila ada beberapa kolam yang tersusun secara seri, maka persamaan menggunakan perhitungan berikut ini:

$$N_e = N_i / [(1 + K_b.t_1) (1 + K_b.t_2) \dots\dots(1 + K_b.t_n) \dots\dots\dots(3.15)$$

Keterangan:

t_1, t_2, t_n = waktu operasional kolam ke-1, ke-2, ke-n

Tabel 3. 5 Kriteria Desain Kolam Maturasi

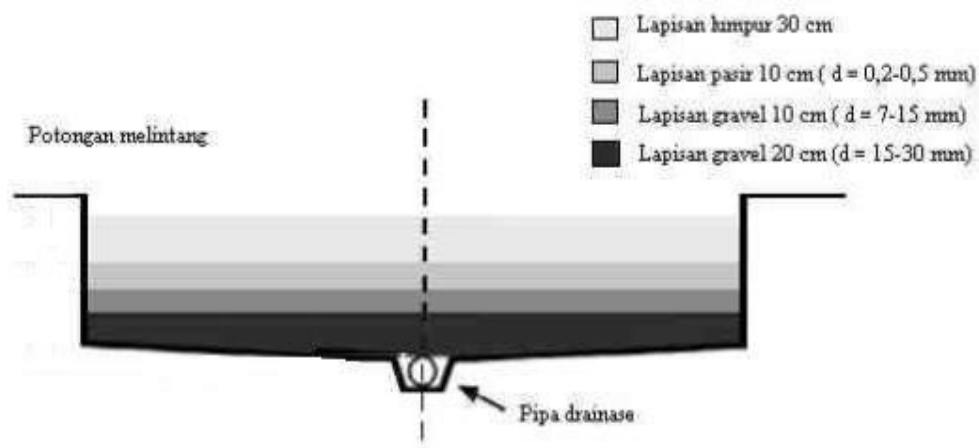
Parameter	Satuan	Nilai
Waktu detensi, θ_m	hari	3
Efisiensi penurunan BOD, η	%	>60
Kedalaman, D_f	m	1-2
Rasio panjang dan lebar, P:L	-	hingga 10:1
Beban BOD volumetrik	grBOD/m ³ .hari	40-60

Sumber: Pedoman PTT IPLT, PUPR, 2018

6. Bak Pengering Lumpur (*Sludge Drying Bed*)

Endapan lumpur yang berasal dari unit pengolahan biologis sebelumnya akan ditampung pada unit ini. Bantuan sinar matahari dan angin akan diperlukan untuk mengeringkan lumpur secara alami. Nantinya lumpur yang telah kering tersebut bisa digunakan sebagai pupuk atau pemanfaatan lain.

Proses tersebut dimulai dari lumpur yang diangkat dan diletakkan di atas lapisan pasir sehingga cairan akan turun ke pasir dibawahnya. Pasir tersebut berfungsi sebagai media penyaring dalam lumpur untuk memisahkan cairan serta padatan. Hasil proses pengeringan lumpur yang berupa supernatan (cairan yang sudah terpisah dari padatan) akan tertampung di saluran drainase di bawah SDB untuk kemudian didistribusi sebagai bahan pengencer menuju bak ekualisasi. Contoh desain unit SDB bisa dilihat pada Gambar 3.9 berikut ini:



Gambar 3. 9 Contoh Potongan Bak Pengering Lumpur

a. Kelebihan:

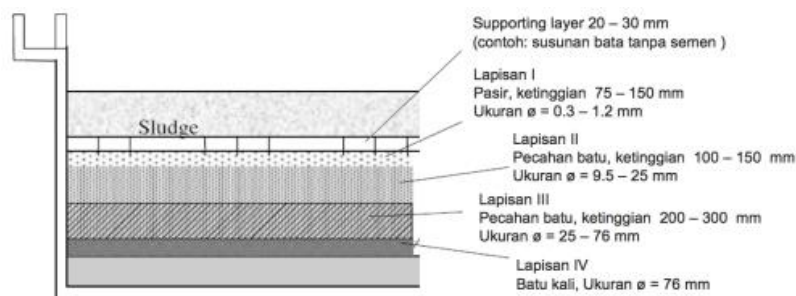
- Volume reduksi tinggi
- Menghilangkan bakteri patogen
- Hasil pengeringan padatan bisa dimanfaatkan sebagai campuran pengomposan
- Tidak memerlukan operator dengan kemampuan khusus karena pengoperasian mudah

b. Kekurangan:

- Cuaca mempengaruhi hasil pengeringan, apabila musim penghujan tiba harus dilengkapai dengan atap
- Membutuhkan lahan yang luas
- Berpotensi menghasilkan bau
- Pembersihan padatan kering dilakukan manual atau menggunakan alat khusus

c. Desain:

Unit ini terdiri atas beberapa lapisan, yaitu lapisan awal (20-30 mm), lapisan pasir berdiameter 0,3-1,2 mm (ketinggian 75-150 mm), lapisan kerikil berdiameter 9,5-25 mm (ketinggian 100-150 mm), lapisan kerikil berdiameter 25-76 mm (ketinggian 200-300 mm), media penahan filter (batuan berdiameter 76 mm), serta sistem drainase di lapisan dasar untuk mengalirkan filtrat. Supaya filtrat dapat mengalir, dasar unit ini harus dirancang dengan kemiringan minimum 1%.



Gambar 3. 10 Skema Bak Pengereng Lumpur

Jenis lumpur yang bisa dikeringkan oleh SDB merupakan lumpur yang stabil (melalui proses digesti). Apabila lumpur tinja yang terolah masih muda, lumpur akan membusuk yang berpotensi menimbulkan bau.

Unit ini terdiri atas bak pengereng berisi media filter dan saluran filtrat dimana

proses pengeringan melalui proses filtrasi lumpur oleh media pasir dan kerikil, serta evaporasi cairan ke atmosfer terjadi. Kemudian, filtrat yang berada pada bagian dasar bak berfungsi mengalirkan filtrat kembali ke unit stabilisasi cairan.

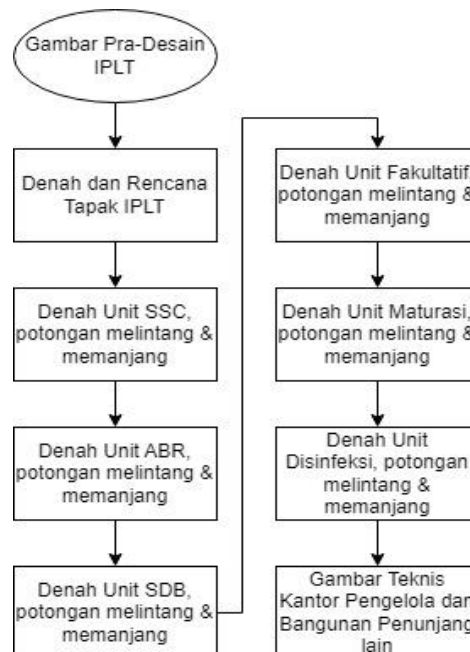
Tabel 3. 6 Kriteria Desain Bak Pengering Lumpur

Parameter	Nilai
Ukuran bak Lebar Panjang	8 m 30 m
Area yang dibutuhkan SDB tanpa penutup atap SDB dengan penutup atap	0,14–0,28 m ² /kapita 0,10–0,20 m ² /kapita
Sludge loading rate SDB tanpa penutup atap SDB dengan penutup atap	100–300 kg lumpur kering/m ² .tahun 150–400 kg lumpur kering/m ² .tahun
Sludge cake	20–40% padatan
Kemiringan dasar	1:20
Kemiringan dasar pipa	1%

Sumber: Pedoman PTT IPLT, PUPR, 2017

3.8 Pembuatan Gambar DED

Pembuatan gambar unit desain menggunakan software AutoCAD bertujuan untuk memberikan informasi yang akurat kepada semua pihak yang terlibat, mulai dari desainer hingga perencanaan proses, inspeksi, dan perakitan. Beberapa tahapan yang akan dilakukan dalam pembuatan gambar akan tersaji di Gambar 3.11 berikut:



Gambar 3. 11 Diagram Alir Pembuatan Gambar DED

3.9 Bill of Quantity (BOQ) dan Rencana Anggaran Biaya (RAB)

BOQ yang dibuat dimaksudkan untuk memberikan informasi jumlah bahan yang dibutuhkan untuk memproduksi suatu unit IPLT. Setelah BOQ ditetapkan, maka akan dilakukan ringkasan rencana RAB IPLT Kapanewon Ngemplak.

BAB IV HASIL PERENCANAAN DAN ANALISIS DATA

4.1 Gambaran Umum Wilayah Perencanaan

4.1.1 Batas Wilayah & Administrasi

Kapanewon Ngemplak memiliki luas sebesar 35,71 km² dengan terdiri atas 5 desa (setingkat kelurahan), dan 82 pedukuhan (setingkat dusun). Luas tiap desa yang ada di Kapanewon Ngemplak dapat dilihat pada Tabel 4.1 berikut ini:

Tabel 4. 1 Luas Daerah Setiap Desa di Kapanewon Ngemplak

No	Desa	Luas (Ha)	Luas (km ²)	Presentase (%)
1	Bimomartani	443,8	4,438	12,43
2	Sindumartani	665,9	6,659	18,65
3	Umbulmartani	614,9	6,149	17,22
4	Wedomartani	1.244,1	12,441	34,84
5	Widodomartani	602	6,020	16,86
Jumlah		3.571	35,71	100,00

Sumber: BPS Kecamatan Ngemplak dalam Angka, 2015

Kapanewon Ngemplak adalah salah satu Kecamatan yang berada pada Provinsi Daerah Istimewa Yogyakarta, Secara geografis Kapanewon Ngemplak terletak pada 110°14'46" Bujur Timur serta 07°56'20" Lintang Selatan, sehingga merupakan daerah yang berada di tengah dari Kabupaten Sleman. Batas administrasi Kapanewon Ngemplak:

Sebelah Barat : Kapanewon Ngaglik, Kapanewon Pakem
 Sebelah Timur : Kabupaten Klaten, Jawa Tengah
 Sebelah Selatan : Kapanewon Kalasan, Kapanewon Depok
 Sebelah Utara : Kapanewon Pakem, Kapanewon Cangkringan

4.1.2 Kondisi Fisik dan Tata Ruang Wilayah

Kapanewon Ngemplak dilalui beberapa sungai yang mengalir. Di Desa Wedomartani dilalui oleh Sungai Kuning, Sungai Gajahwong. Di Desa Umbulmartani dilalui oleh Sungai Kuning dan Sungai Endong. Di Desa Widodomartani dilalui oleh Sungai Kuning dan Sungai Tepus. Di Desa Bimomartani dilalui oleh Sungai Opak. Sedangkan di Desa Sindumartani dilalui oleh Sungai Gendol.

Berdasarkan pantauan Stasiun Klimatologi Kelas IV Sleman, hari hujan paling banyak dalam satu bulan pada tahun 2022 adalah 27 hari dengan curah hujan harian tertinggi sebesar 890,5 mm pada bulan Oktober.

Berdasarkan data dari registrasi penduduk, jumlah penduduk Kapanewon Ngemplak tahun 2022 sebesar 64.331 jiwa, yang terdiri dari 31.919 laki-laki dan 32.412 perempuan. Perbandingan jenis kelamin di Kapanewon Ngemplak adalah 98,48 persen. Dengan memiliki luas wilayah 35,71 km², maka kepadatan penduduk Kapanewon Ngemplak adalah 1.801 jiwa per km². Desa yang relatif paling padat penduduknya adalah Desa Wedomartani dengan 2.448 jiwa per km². Jumlah Kepala Keluarga di Kecamatan Ngemplak adalah 22.061, dengan rata-rata jumlah jiwa per Kepala Keluarga adalah 3 jiwa.

Tabel 4. 2 Penduduk Menurut Jenis Kelamin di Kapanewon Ngemplak

No	Desa	Laki-laki	Perempuan	Kepala Keluarga	Jumlah
1	Bimomartani	3.859	3.928	2.716	7.787
2	Sindumartani	3.977	4.052	2.848	8.029
3	Umbulmartani	4.682	4.778	3.346	9.460
4	Wedomartani	15.139	15.313	10.099	30.452
5	Widodomartani	4.262	4.341	3.052	8.603
	Jumlah	31.919	32.412	22.061	64.331

Sumber: BPS Kecamatan Ngemplak dalam Angka, 2023

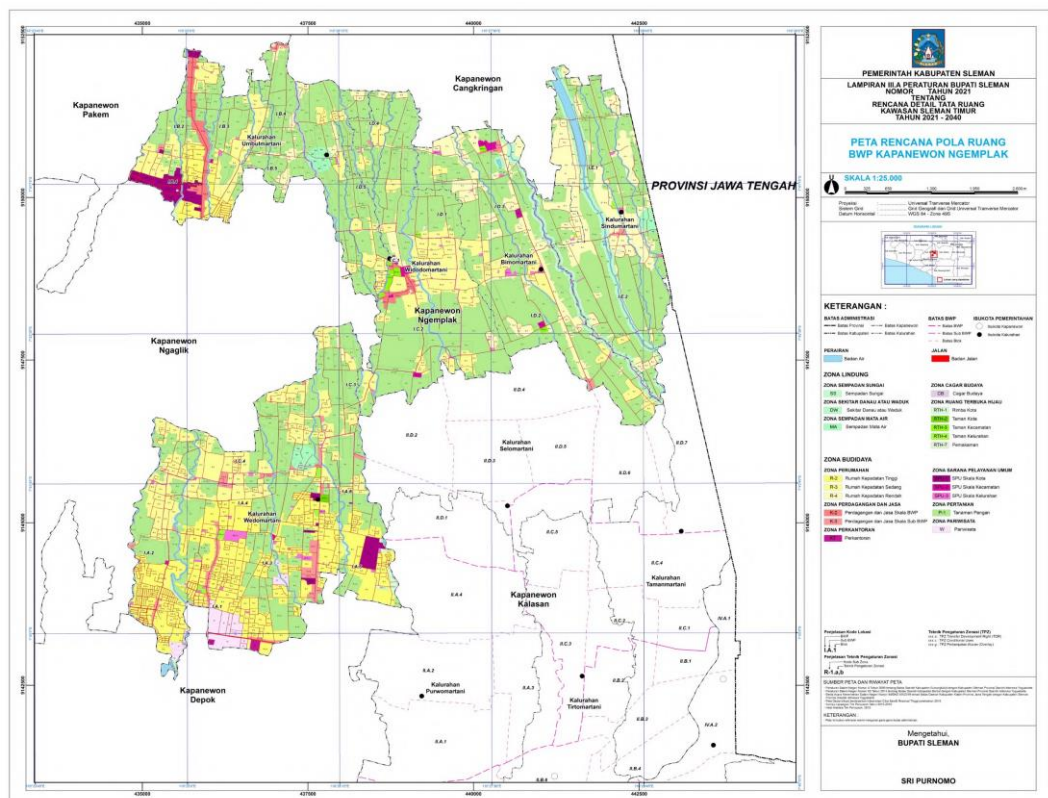
Jika dilihat berdasarkan kepadatan penduduk pada tahun 2023, kepadatan penduduk Kapanewon Ngemplak mencapai 1.801 jiwa per km². Penduduk terpadat berada di Kalurahan Wedomartani (2.770 jiwa per km²), sedangkan kepadatan terendah berada di Kalurahan Umbulmartani (1.410 jiwa per km²).

Tabel 4. 3 Kepadatan Penduduk dan Rasio Jenis Kelamin di Kapanewon Ngemplak

No	Desa	Luas (Km2)	Kepadatan Penduduk Per Km ²	Perbandingan JK Sex Ratio
1	Bimomartani	4,44	1.754	98,42
2	Sindumartani	6,66	2.406	98,15
3	Umbulmartani	6,15	1.410	97,99
4	Wedomartani	12,44	2.770	98,87
5	Widodomartani	6,02	2.747	98,18
Kecamatan		35,71	1801	98,48

Sumber: BPS Kabupaten Sleman dalam Angka,2017

Perencanaan pada penelitian ini akan dilakukan di Kapanewon Ngemplak, Kabupaten Sleman. Kapanewon Ngemplak merupakan bagian dari Kabupaten Sleman dengan luas kurang lebih 35,71 Km² dengan jumlah penduduk sebanyak 64.331 jiwa, yang terdiri dari 31.919 penduduk laki-laki, serta 32.412 penduduk perempuan (BPS, 2023).

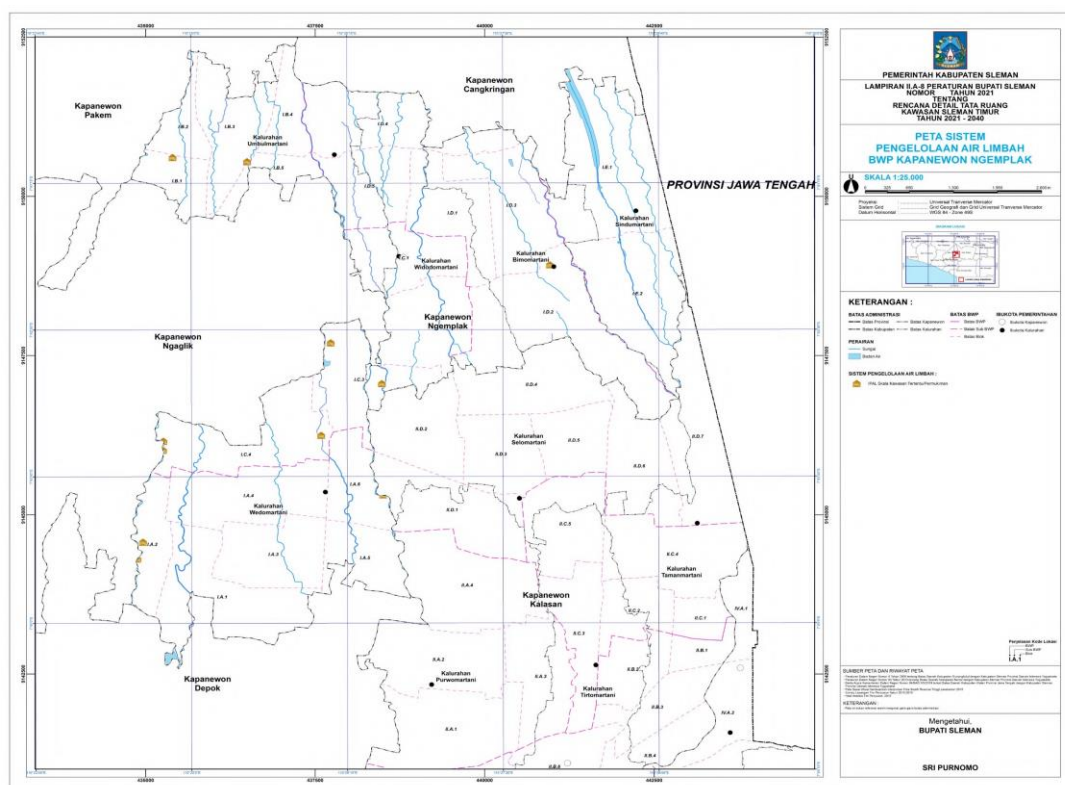


Gambar 4. 1 Peta Rencana Tata Ruang Wilayah (RTRW) Kapanewon Ngemplak

4.1.3 Lokasi dan Zona Pelayanan IPLT

Untuk calon lokasi IPLT direncanakan berada di Kalurahan Bimomartani. Untuk kelayakan lokasi, maka dilakukan peninjauan yaitu sebagai berikut:

Lokasi pembangunan IPLT Ngeplak ini mengacu pada Lampiran III.A Perbup Sleman Tentang Rencana Detail Tata Ruang Kawasan Sleman Timur 2021-2040. Dimana Kelurahan Bimomartani sebagai salah satu kelurahan yang penduduknya paling sedikit, dan letaknya strategis berada dekat sempadan sungai serta berada di tengah Kecamatan sehingga mempermudah area layanan IPLT. Masih sedikitnya jumlah IPAL Komunal di daerah Kabupaten Sleman Timur menjadi fokus. Dengan demikian dapat direncanakan bahwa IPLT dibangun di Kalurahan Bimomartani.



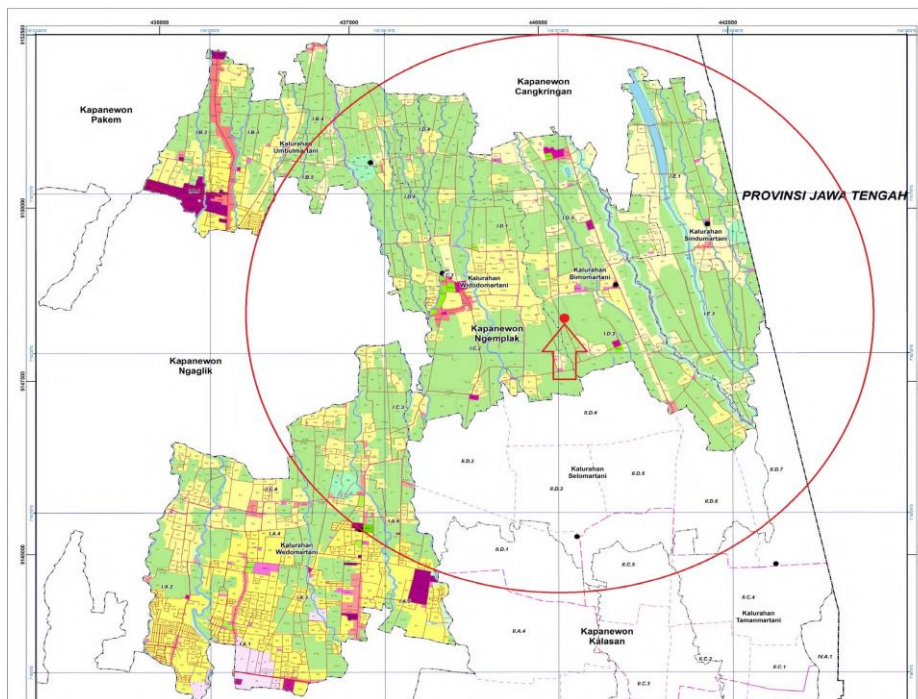
Gambar 4. 2 Peta RDTR Air Limbah Kapanewon Ngeplak

Untuk mendapatkan dasar zona pelayanan dari lokasi IPLT yang telah ditentukan, maka ditinjau kembali berdasar penentuan lokasi IPLT. berdasar Buku Pedoman Perencanaan Teknik Terinci IPLT, PPLP, CK, PUPR, 2018.

Kriteria penting dalam menentukan lokasi IPLT adalah:

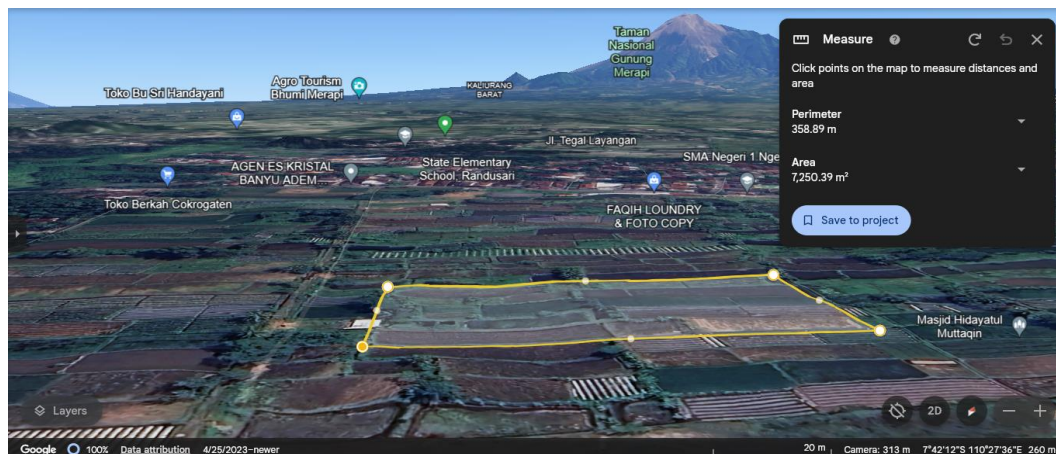
1. Jarak transportasi dari area layanan ke IPLT
2. Kemiringan lokasi IPLT
3. Sarana transportasi dari area layanan ke IPLT
4. Penggunaan lahan yang ada ditentukan dalam RTRW
5. Jarak lokasi IPLT dengan perairan penerima
6. Legalitas lahan yang diperuntukkan bagi IPLT
7. Batas administrasi setempat
8. Tipe lahan

Tentang kriteria Jarak yang ditempuh alat angkut dari wilayah pelayanan Daerah komunikasi Jarak angkut dari ke IPLT merupakan salah satu faktor utama penentu lokasi IPLT. Lokasi usulan IPLT diharapkan tidak terlalu jauh dari lokasi pelayanan. Semakin dekat wilayah layanan yang dilayani IPLT maka semakin efisien pula layanan yang akan diberikan. Untuk pendukung penentuan zona maka dibuat deliniasi dengan radius 5 Km dari lokasi untuk memastikan bahwa pengangkutan lumpur tinja menuju ke IPLT yang direncanakan secara jarak tempuh dan waktu efektif dan ekonomis.



Gambar 4. 3 Peta Coverage area IPLT Ngemplak (Radius 5 Km)

Berdasarkan hal tersebut maka ditetapkan bahwa zona pelayanan IPLT Ngeemplak adalah melayani 5 Kelurahan yaitu Umbulmartani, Wedomartani, Widodomartani, Bimomartani, dan Sindumartani.



Gambar 4. 4 Citra 3D Lokasi IPLT Ngeemplak

4.2 Proyeksi Penduduk

Proyeksi penduduk penting dilakukan untuk mengestimasi jumlah penduduk di kecamatan ini pada tahun perencanaan. Hal ini erat kaitannya dengan adanya lumpur tinja warga di wilayah layanan. Proyeksi perkembangan penduduk menggunakan rumus yang sesuai dengan pola tren, yaitu rumus yang menguji data penduduk sebelumnya dengan menggunakan standar deviasi atau koefisien korelasi. Tingkat pertumbuhan ditentukan berdasarkan data minimal tentang perkembangan penduduk.

Terdapat 3 metode yang digunakan yaitu metode Aritmatik, Geometrik, serta *Least Square*. Metode yang menghasilkan nilai standar deviasi terkecil pada proyeksi mundur atau *Backward Projection* selanjutnya akan digunakan sebagai metode proyeksi maju atau *Forward Projection*.

Tabel 4. 4 Jumlah dan Pertumbuhan Penduduk Kapanewon Ngeemplak

No	Tahun	Jumlah penduduk	Jiwa	Persentase
1	2018	60899		
2	2019	62437	1538	2,5%
3	2020	62864	427	0,7%

4	2021	63405	541	0,9%
5	2022	64331	926	1,4%
Jumlah		313936	3432	5,4%
Rata-rata		62787,2	858,0	1,1%

Untuk menghitung proyeksi penduduk digunakan tiga metode, yaitu metode proyeksi aritmatik, proyeksi geometrik, dan metode least square. Berikut adalah perhitungan proyeksi penduduk dengan ketiga metode tersebut:

Untuk menghitung proyeksi penduduk dengan metode proyeksi Aritmatik, terlebih dahulu menghitung nilai K_a ,

$$K_a = \frac{\text{Jumlah penduduk tahun akhir} - \text{Jumlah penduduk tahun awal}}{\text{Tahun akhir} - \text{Tahun awal}}$$

$$K_a = \frac{64331 - 60899}{2022 - 2018} = 858$$

Untuk menghitung proyeksi penduduk dengan metode proyeksi Geometrik, terlebih dahulu menghitung nilai ratio (r),

$$r = \frac{\% \text{rata} - \text{rata pertumbuhan penduduk}}{\text{jumlah data}}$$

$$r = \frac{5,4\%}{5} = 1,1 \%$$

Kemudian setelah mengetahui nilai K_a dan ratio, selanjutnya melakukan proyeksi mundur. Hal ini dilakukan untuk mengetahui nilai standar deviasi dari proyeksi setiap metode. Nilai standar deviasi yang terendah nantinya yang digunakan sebagai metode proyeksi. Berikut adalah tabel perhitungan proyeksi mundur:

A. Proyeksi Hitungan Mundur

1. Metode Aritmatik

- Proyeksi

Tabel 4. 5 Proyeksi Aritmatik (*Backward Projection*)

Tahun	Jumlah penduduk	Proyeksi Aritmatik
2018	60899	60899
2019	62437	61757

2020	62864	62615
2021	63405	63473
2022	64331	64331
Jumlah	313936	313075
Rata-rata	62787,2	62615

Contoh perhitungan aritmatik tahun 2022

$$P_n = P_o + K_a(T_n - T_o)$$

$$P_n = 60899 + ((858) * (2022 - 2018))$$

$$P_n = 6433$$

- Standar Deviasi

Tabel 4. 6 Standar Deviasi Metode Aritmatik

Tahun	Tahun Ke (X)	Jumlah Penduduk	Proyeksi Aritmatik (Yi)	Yi - Ymean	(Yi - Ymean) ²
2018	1	60899	60899	-1888	3565299
2019	2	62437	61757	-1030	1061312
2020	3	62864	62615	-172	29653
2021	4	63405	63473	686	470322
2022	5	64331	64331	1544	2383318
Jumlah		313936	313075	-861	7509904,2
Ymean		62787	62615	-172	1501981
Standar Deviasi		-	-	-	1225,55

$$SD = \sqrt{\frac{\sum(X_i - \bar{X})^2}{n}} = \sqrt{\frac{7509904,2}{5}} = 1225,55$$

2. Metode Geometrik

- Proyeksi

Tabel 4. 7 Proyeksi Geometrik (*Backward Projection*)

Tahun	Jumlah penduduk	Proyeksi Geometrik
2018	60899	61608
2019	62437	62278
2020	62864	62955
2021	63405	63639
2022	64331	64331
Jumlah	313936	314811
Rata-rata	62787,2	62962,2

$$P_n = P_0(1 + r)^n$$

$$P_n = 64331(1 + 1,1\%)^{2022} = 64331$$

- Standar Deviasi

Tabel 4. 8 Standar Deviasi Metode Geometrik

Tahun	Tahun Ke (X)	Jumlah Penduduk	Proyeksi Geometri (Yi)	Yi - Ymean	(Yi - Ymean) ²
2018	1	60899	61608	-1179	1390090
2019	2	62437	62278	-509	259402
2020	3	62864	62955	168	28114
2021	4	63405	63639	852	725931
2022	5	64331	64331	1544	2383318
Jumlah		313936	314811,151	875,1513958	4786854,604
Ymean		62787	62962	175	957371
Standar Deviasi		-	-	-	978,45

$$SD = \sqrt{\frac{\sum(X_i - \bar{X})^2}{n}} = \sqrt{\frac{4786854,604}{5}} = 978,45$$

3. Metode Least Square

- Proyeksi

Tabel 4. 9 Proyeksi *Least Square (Backward Projection)*

Tahun	Jumlah penduduk (y)	Tahun ke (x)	x.y	x ²	Proyeksi Least Square
2018	60899	1	60899	1	60438
2019	62437	2	124874	4	61221
2020	62864	3	188592	9	62004
2021	63405	4	253620	16	62787
2022	64331	5	321655	25	63570
Jumlah	313936	15	949640	55	310020

$$b = \frac{n \sum X.Y - \sum X \sum Y}{n \sum X^2 - (\sum X)^2} = \frac{5.949640 - 15.313936}{5.55 - 15^2} = 783,2$$

$$a = \frac{\sum Y - b \sum X}{n} = \frac{313936 - (783,2 * 15)}{5} = 60437,6$$

- Standar Deviasi

Tabel 4. 10 Standar Deviasi Metode *Least Square*

Tahun	Tahun Ke (X)	Jumlah Penduduk	Proyeksi Least Square (Yi)	Yi - Ymean	(Yi - Ymean) ²
2018	1	60899	60438	-2350	5520620
2019	2	62437	61221	-1566	2453609
2020	3	62864	62004	-783	613402
2021	4	63405	62787	0	0
2022	5	64331	63570	783	613402
Jumlah		313936	310020	-3916	9201033,6
Ymean		62787	62004	-783	1840207
Standar Deviasi		-	-	-	1356,54

$$SD = \sqrt{\frac{\sum (X_i - \bar{X})^2}{n}} = \sqrt{\frac{9201033,6}{5}} = 1356,54$$

4. Perbandingan Hasil Proyeksi Mundur

Tabel 4. 11 Tabel Perbandingan Hasil Perhitungan Mundur

Tahun	Jumlah Penduduk	Hasil Perhitungan Mundur		
		Aritmatik	Geometrik	<i>Least Square</i>
2018	61899	60899	61608	60438
2019	62437	61757	62278	61221
2020	62864	62615	62955	62004
2021	63405	63473	63639	62787
2022	64331	64331	64331	63570
Jumlah	314936	313075	314811,151	310020
Standar Deviasi		1225,55	978,45	1356,54

Hasil perhitungan mundur proyeksi penduduk untuk Kapanewon Ngemplak dengan metode Geometri menunjukkan nilai dengan standar deviasi terkecil, maka metode Geometri akan digunakan untuk memproyeksikan penduduk hingga 25 tahun mendatang.

B. Proyeksi Hitung Maju

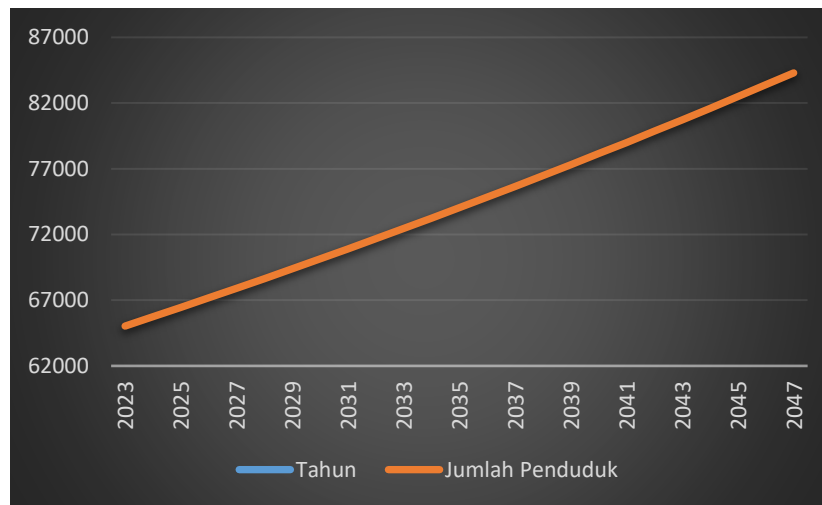
Selanjutnya menghitung proyeksi penduduk maju untuk tahun perencanaan IPLT, yakni 25 tahun kedepan terhitung dari tahun 2023. Jadi tahun perencanaan untuk sewerage pada Kapanewon Ngemplak adalah tahun 2047. Berikut adalah tabel perhitungan proyeksi maju:

Tabel 4. 12 Proyeksi Penduduk Maju Kapanewon Ngemplak

Proyeksi 25 Tahun			
Tahun	Jumlah Penduduk	Tahun	Jumlah Penduduk
2023	65030	2036	74844
2024	65737	2037	75658
2025	66452	2038	76480
2026	67174	2039	77311
2027	67904	2040	78152
2028	68643	2041	79001
2029	69389	2042	79860
2030	70143	2043	80728

2031	70905	2044	81606
2032	71676	2045	82493
2033	72455	2046	83390
2034	73243	2047	84296
2035	74039		

$$P_n = P_o(1 + r)^n = 64331 (1 + 1,1\%)^{2047-2023} = 84296$$



Gambar 4. 5 Grafik Proyeksi Penduduk Kapanewon Ngemplak

4.3 Penentuan Debit Lumpur Tinja

Penentuan kapasitas IPLT ditentukan dengan menghitung jumlah sarana tangki septik yang ada pada wilayah pelayanan. Mengacu pada Lampiran II Permen PUPR Nomor 04/PRT/M/2017, apabila data jumlah tangki septik sulit diperoleh atau di inventarisasi, maka bisa ditentukan dengan menggunakan pendekatan jumlah penduduk yang berada pada daerah layanan yang memiliki tangki septik minimal 60%, sementara besaran laju timbulan lumpur tinja bisa menggunakan pendekatan sebesar 0,5 liter/orang/hari.

$$V \left(\frac{m^3}{hari} \right) = \frac{(\% \text{ pelayanan} \times P \times Q)}{1000}$$

Keterangan:

- V : Debit total yang akan masuk ke IPLT (m³)
- P : Jumlah penduduk yang dilayani pada akhir periode desain (orang)
- Q : Debit timbulan lumpur tinja (L/orang/hari)
- % : Persentase pelayanan dengan menggunakan pendekatan minimal 60%

Catatan:

Debit timbulan lumpur tinja dapat menggunakan pendekatan (0.25 L/orang/hari - 0.5 L/orang/hari)
Laju timbulan ini merupakan laju timbulan lumpur basan (lumpur dan air dari tangki septik)

Untuk menentukan kapasitas terpasang suatu IPLT, pertama-tama tentukan jumlah lumpur tinja yang dihasilkan penduduk di wilayah layanan. Saat menentukan laju pembuangan lumpur tinja yang direncanakan, perencana mempertimbangkan faktor keamanan 10% untuk memastikan bahwa IPLT dapat beroperasi tanpa masalah beban berlebih. Hasil penentuan debit lumpur tinja bisa dilihat pada Tabel 4.13 berikut ini:

Tabel 4. 13 Penentuan Jumlah Debit Lumpur Tinja

Tahun	Jumlah Penduduk	Persentase Layanan	Jumlah Penduduk Terlayani	Laju Timbulan Lumpur Tinja 0.5 liter/orang/hari	Debit Lumpur Tinja			
		(>50%)				safety factor	Total	
					(Liter/Hari)	(Liter/Hari)	(Liter/Hari)	M ³ /Hari
2023	65030	50%	32515	0.5	16258	1626	17883	18
2024	65737	50%	32869	0.5	16434	1643	18078	18
2025	66452	50%	33226	0.5	16613	1661	18274	18
2026	67174	50%	33587	0.5	16794	1679	18473	18
2027	67904	60%	40743	0.5	20371	2037	22408	22
2028	68643	60%	41186	0.5	20593	2059	22652	23
2029	69389	60%	41633	0.5	20817	2082	22898	23
2030	70143	60%	42086	0.5	21043	2104	23147	23
2031	70905	60%	42543	0.5	21272	2127	23399	23
2032	71676	70%	50173	0.5	25087	2509	27595	28
2033	72455	70%	50719	0.5	25359	2536	27895	28
2034	73243	70%	51270	0.5	25635	2564	28199	28
2035	74039	70%	51827	0.5	25914	2591	28505	29
2036	74844	70%	52391	0.5	26195	2620	28815	29
2037	75658	80%	60526	0.5	30263	3026	33289	33
2038	76480	80%	61184	0.5	30592	3059	33651	34
2039	77311	80%	61849	0.5	30925	3092	34017	34
2040	78152	80%	62521	0.5	31261	3126	34387	34
2041	79001	80%	63201	0.5	31601	3160	34761	35
2042	79860	90%	71874	0.5	35937	3594	39531	40
2043	80728	90%	72655	0.5	36328	3633	39960	40
2044	81606	90%	73445	0.5	36723	3672	40395	40
2045	82493	90%	74244	0.5	37122	3712	40834	41
2046	83390	90%	75051	0.5	37525	3753	41278	41
2047	84296	100%	84296	0.5	42148	4215	46363	46

Faktor kemauan untuk disedot	=	100%
Debit Lumpur Tinja	=	46 m ³ / hari (pembulatan)

Berdasarkan data beberapa karakteristik lumpur tinja yang ada di Indonesia yang bersumber dari Pedoman Perencanaan Teknik Terinci IPLT, Kementerian PUPR, 2018.

Tabel 4. 14 Karakteristik Rerata Berdasar Pedoman Perencanaan Teknik Terinci IPLT, Kementerian PUPR, 2017

Parameter	Nilai	Satuan
pH (lab)	7-7,5	
BOD	2.000–5.000	mg/L
COD	6.000–15.000	mg/L
TSS	10.000–20.000	mg/L
O&G	1.000–2.000	mg/L
Ammonia	100–250	mg/L
TC	1.600.000–5.000.000	MPN/100mL

Belum ada hasil Analisa laboratorium yang dilakukan dari truk tinja di lokasi. Untuk itu penentuan karakteristik lumpur tinja dilakukan beberapa penyesuaian berdasarkan analisis konsultan, yaitu:

Konsultan menetapkan nilai tengah/rerata yang diasumsikan menyesuaikan data air limbah IPAL lain dalam kawasan. Konsultan mengakomodir masukan tersebut dan menyesuaikan dengan luas lahan yang tersedia, maka ditentukan karakteristik lumpur tinja sebagai berikut ini:

Tabel 4. 15 Karakteristik Lumpur Tinja Dasar Perhitungan DED IPLT

Parameter	Nilai	Satuan
pH (lab)	7-7,5	
BOD	3500	mg/L
COD	10500	mg/L
TSS	15000	mg/L
O&G	1500	mg/L
Ammonia	175	mg/L
TC	3300000	MPN/100mL

4.4 Penentuan Teknologi Pengolahan IPLT

Karakteristik lumpur tinja mempengaruhi penentuan unit pengolahan. Alternatif unit pengolahan yang disarankan dalam penelitian bertujuan supaya dapat mengolah lumpur tinja menuju IPLT agar menghasilkan effluent sesuai dengan baku mutu Peraturan Menteri LH Nomor 68 Tahun 2016. Selain itu, penentuan unit pengolahan juga mempertimbangkan beberapa faktor, yaitu:

- Efisiensi dan kapasitas pengolahan
- Biaya tidak terlalu besar, serta konstruksi maupun operasi serta pemeliharannya yang mudah
- Ketersediaan lahan untuk lokasi IPLT atau efisiensi lahan

Maka dilakukan identifikasi pada masing-masing unit pengolahan dengan mengacu pada beberapa literatur. Identifikasi berupa kebutuhan lahan, kebutuhan listrik atau alat mekanis, kemungkinan timbul bau sehingga mengganggu lingkungan sekitar, kemudahan dan biaya operasi dan pemeliharaan, serta efisiensi removal beban pencemar yaitu TSS, BOD dan COD. Hasil identifikasi dapat dilihat pada Tabel 4.16 berikut ini:

Tabel 4. 16 Identifikasi pilihan teknologi unit pengolahan

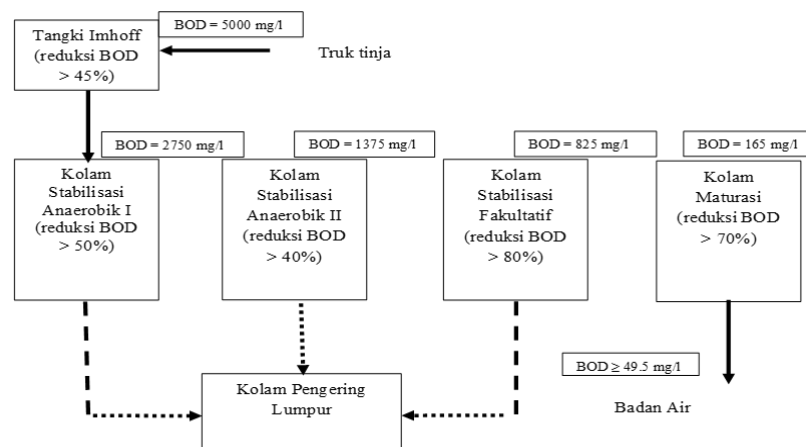
Pilihan teknologi	Kebutuhan lahan ¹	Kebutuhan mekanikal elektrikal ¹	Estetika (Bau) ¹	Biaya OP ¹	Efisiensi removal (%) ^{1,2,3,4,5}		
					TSS	BOD	COD
<i>Gravity Thickener</i>	bisa disesuaikan	tidak	berpotensi bau	murah	92		80
<i>Anaerobic digester</i>	tidak besar	berpotensi butuh	berpotensi bau	berpotensi besar	50-75	80	75
Tangki imhoff	bisa disesuaikan	tidak	tidak bau	murah	50-70	10-40	25-50
SSC	besar	tidak	tidak bau	murah	70	50	17
Kolam anaerobik	besar	tidak	berpotensi bau	murah	80	70	65
ABR	tidak besar	tidak	tidak bau	murah	80-90	70-95	65-90
UABF	tidak besar	tidak	tidak bau	murah	50-80	50-80	55
Kolam aerasi	tidak besar	iya	tidak bau	mahal	80-90	95-98	90-95
<i>Oxidation Ditch</i>	besar	iya	tidak bau	mahal	80-90	80-95	80-90

<i>Trickling filter</i>	tidak besar	iya	berpotensi bau	mahal	60-70	80-90	60-70
<i>Kolam fakultatif</i>	besar	tidak	berpotensi bau	murah	85	70-90	80
<i>Kolam maturasi</i>	besar	tidak	sedikit	murah	80	60	60
<i>Constructed wetland</i>	bisa disesuaikan	tidak	tidak bau	murah			
<i>Disinfeksi</i>	bisa disesuaikan	berpotensi butuh	tidak bau	murah			

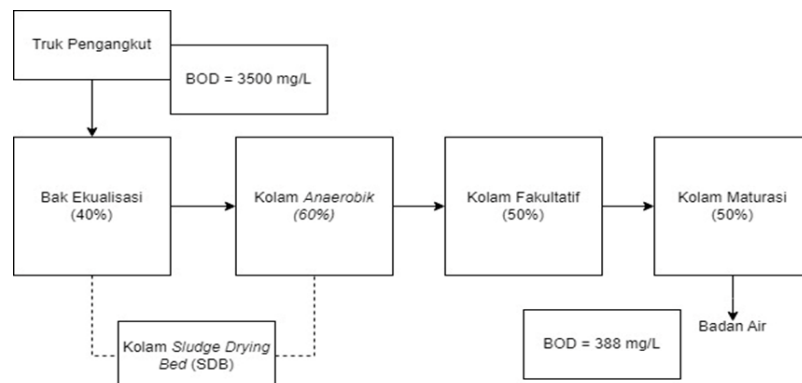
Sumber: ¹Ditjen Cipta Karya, 2018 ²Metcalf&Eddy, 1991 ³Qasim, 1985 ⁴US EPA,1992, ⁵Heins et. al., 1998.

Setelah dilakukan identifikasi lalu melakukan simulasi menggunakan beberapa alternatif kombinasi teknologi pengolahan yang akan digunakan. Beberapa alternatif pengolahan tersebut dapat dilihat pada Gambar 4.6 berikut ini:

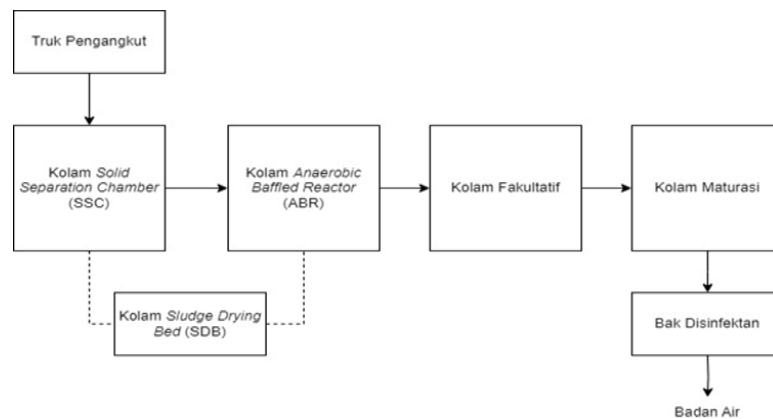
Alternatif 1.



Alternatif 2.



Alternatif 3.



Gambar 4. 6 Alternatif Teknologi Pengolahan

Selanjutnya dilakukan penilaian/scoring perbandingan mana teknologi yang terbaik yang dapat dilihat pada Tabel 4.17 berikut ini:

Tabel 4. 17 Perbandingan Nilai Indikator Alternatif Teknologi

Parameter	Alternatif 1	Alternatif 2	Alternatif 3
Kebutuhan Lahan	3	2	2
Kebutuhan elektrikal mekanik	3	2	3
Estetika	1	1	3
Biaya OP	3	3	3
Efisiensi Removal	3	1	3

Unit pengolahan yang terpilih adalah *Solid Separation Chamber (SSC)*, *Anaerobic Baffle Reactor (ABR)*, *Sludge Drying Bed (SDB)*, Kolam Fakultatif, Kolam Maturasi, dan Bak Disinfeksi. Alternatif unit pengolahan tersebut dipilih berdasarkan beberapa faktor dan kriteria, karakteristik berupa lumpur tinja belum terolah serta sebagian terolah pada pengolahan setempat mengharuskan unit pemekatan dan stabilisasi lumpur terlebih dahulu.

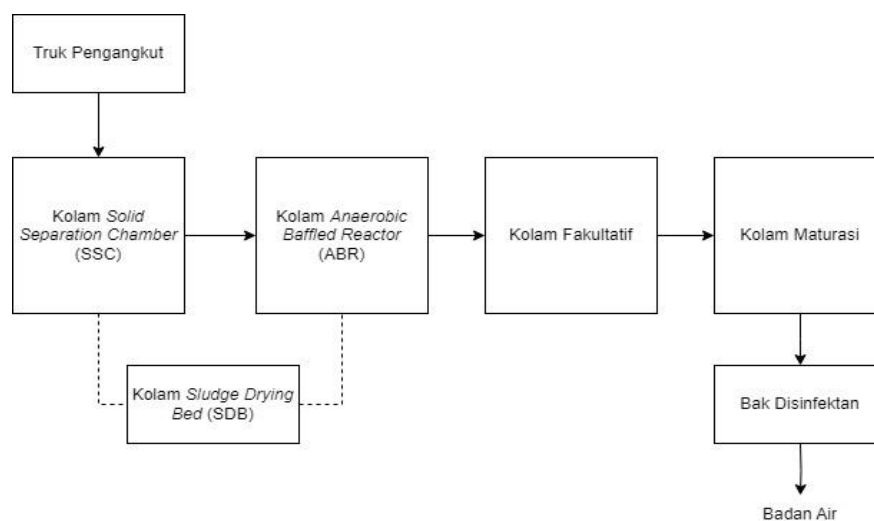


Gambar 4. 7 Citra Pemukiman Sekitar Lokasi IPLT

Lokasi calon IPLT yang terletak sekitar 250-300 m dari area pemukiman warga setempat mengharuskan teknologi yang tidak menimbulkan bau, serta unit pengolahan yang telah banyak digunakan di Indonesia supaya lebih memudahkan dalam operasi dan pemeliharannya. Kebutuhan lahan dihitung berdasarkan pada kapasitas desain 25 tahun, sebagai periode akhir desain IPLT.

4.5 Penentuan Dimensi Unit IPLT

Unit pengolahan lumpur tinja yang akan direncanakan dalam penelitian ini antara lain SSC, kolam ABR, kolam fakultatif, kolam maturasi, SDB, dan bak disinfeksi. Informasi unit yang akan digunakan pada IPLT Kapanewon Ngemplak bisa dilihat pada Gambar 4.8 berikut ini:



Gambar 4. 8 Skema Pengolahan IPLT Rencana

Berdasarkan skema perencanaan, data yang digunakan adalah:

Jumlah penduduk = 84296 Orang

Debit lumpur tinja dihasilkan = 46 m³/Hari

Ukuran dan dimensi unit-unit yang akan digunakan pada perencanaan pembangunan IPLT di Kapanewon Ngemplak akan diuraikan berikut ini:

4.5.1 Unit *Solid Separation Chamber* (SSC)

Qdesain = 46 m³/hari (debit lumpur tinja yang masuk ke IPLT dengan kapasitas 25 tahun)

Kualitas Influen (Berdasarkan data pada Tabel 4.37)

BOD = 3.500 mg/L = 3,5 kg/m³

COD = 10.500 mg/L = 10,5 kg/m³

TSS = 15.000 mg/L = 15 kg/m³

Beban Influen

BODM = 161 kg/hari

CODM = 483 kg/hari

TSSM = 690 kg/hari

Kriteria Desain yang digunakan

Ketinggian lumpur = 0,3 m (Permen PUPR No.4 tahun 2017)

Ketinggian media pasir = 0,3 m (Permen PUPR No.4 tahun 2017)

Ketinggian media kerikil = 0,3 m (Permen PUPR No.4 tahun 2017)

Waktu pengeringan = 10 hari (Permen PUPR No.4 tahun 2017)

Direncanakan

Waktu pengisian = 10 hari

Waktu pengurasan = 10 hari

Jumlah bak = 4 unit

Tinggi freeboard = 0,5 m

panjang : lebar = 2 : 1

Kemiringan = 60⁰

Perhitungan Efisiensi Pengolahan

Debit pengisian = Qrata-rata x waktu pengisian

$$= 460 \text{ m}^3/10\text{hari}$$

Removal BOD = 50% (Heins et. al., 1998)

$$\text{Beban BOD} = 1.610 \text{ kg/10 hari} = 161 \text{ kg/hari}$$

$$\text{BOD teremoval} = 805 \text{ kg/10 hari} = 80,5 \text{ kg/hari}$$

$$\text{BOD efluen} = 805 \text{ kg/10 hari} = 80,5 \text{ kg/hari}$$

Removal COD = 17% (Ditjen Cipta Karya, 2018)

$$\text{Beban COD} = 4.830 \text{ kg/10 hari} = 483 \text{ kg/hari}$$

$$\text{COD teremoval} = 821,1 \text{ kg/10 hari} = 82,11 \text{ kg/hari}$$

$$\text{COD efluen} = 4008,9 \text{ kg/10 hari} = 400,89 \text{ kg/hari}$$

Removal TSS = 70% (Heins et. al., 1998)

$$\text{Beban TSS} = 6.900 \text{ kg/10 hari} = 690 \text{ kg/hari}$$

$$\text{TSS teremoval} = 4.830 \text{ kg/10 hari} = 483 \text{ kg/hari}$$

$$\text{TSS efluen} = 2.070 \text{ kg/10 hari} = 207 \text{ kg/hari}$$

Kadar Solid 10% (Metcalf & Eddy, 1991)

Kadar Air 90% (Metcalf & Eddy, 1991)

Sg Lumpur 1,02 (Metcalf & Eddy, 1991)

$$\rho \text{ air} = 1000 \text{ kg/m}^3$$

$$\begin{aligned} \text{Massa dry solid} &= \text{massa TSS teremoval} \times \text{waktu pengisian} \\ &= 4830 \text{ kg/10 hari} \end{aligned}$$

$$\text{Massa Lumpur} = 48.300 \text{ kg/10 hari}$$

$$\text{Volume Cake/hari} = \text{Massa dry solid} / \rho \text{ air} \times \text{Sg lumpur} \times \% \text{solid} \dots \dots (4.1)$$

$$(\text{Qlumpur}) = 48,3 \text{ m}^3/10 \text{ hari} = 4,43 \text{ m}^3/\text{hari}$$

$$\begin{aligned} \text{Qefluen} &= \text{Qdesain} - \text{Qlumpur} \\ &= 41,57 \text{ m}^3/\text{hari} \end{aligned}$$

Kualitas Efluen

$$\text{BOD} = 1.750 \text{ mg/L}$$

$$\text{COD} = 8.715 \text{ mg/L}$$

$$\text{TSS} = 4.500 \text{ mg/L}$$

Perhitungan Kebutuhan Lahan

$$\text{Volume total} = 460 \text{ m}^3$$

$$\text{Luas permukaan lumpur} = \text{volume cake} / \text{tinggi cake}$$

	$= 48,3 \text{ m}^3 / 0,3 \text{ m}$
	$= 161 \text{ m}^2$
Lebar bak	$= \sqrt{\text{luas}} / 2$
(tinggi prisma trapesium)	$= \sqrt{161} / 2 = 9 \text{ m}$
Panjang lumpur	$= 2 \times \text{lebar bak}$
(panjang alas bak)	$= 18 \text{ m}$
Panjang bak	$= \text{panjang alas bak} + \tan 60$
(panjang atas)	$= 19,73 \text{ m}$
Volume total	$= \text{luas alas} \times \text{tinggi prisma trapesium}$
Luas alas	$= 460 \text{ m}^3 / 9 \text{ m}$
	$= 51,11 \text{ m}^2$
Luas alas	$= (\text{panjang alas} + \text{panjang atas}) \times \text{tinggi} \times 1/2$
Tinggi supernatan	$= (51,11 \text{ m}^2 \times 2) / (18 \text{ m} + 19,73)$
	$= 2,7 \text{ m}$
Tinggi bak SSC	$= \text{tinggi supernatan} + \text{tinggi lumpur} + \text{tinggi}$
media + tinggi freeboard	
	$= 3,6 \text{ m}$
Kebutuhan Luas	$= \text{panjang bak} \times \text{lebar bak} \times \text{jumlah bak}$
Permukaan SSC	$= 19,73 \text{ m} \times 9 \text{ m} \times 4$
	$= 710,28 \text{ m}^2$

Luas lahan yang dibutuhkan untuk unit SSC sebesar $710,28 \text{ m}^2$. Debit efluen pada unit SSC yang akan mengalir ke unit ABR adalah $41,57 \text{ m}^3/\text{hari}$. Sedangkan debit lumpur yang dihasilkan sebesar $4,43 \text{ m}^3/\text{hari}$ yang akan diangkut ke unit *Sludge Drying Bed* (SDB).

4.5.2 Unit Anaerobic Baffled Reactor (ABR)

Qdesain	$= 41,57$	m^3/hari	dari efluen SSC
Beban dan kualitas influen (dari efluen SSC)			
BOD	$= 80,5 \text{ kg/hari}$	$= 1.750$	mg/L
COD	$= 400,9 \text{ kg/hari}$	$= 8.715$	mg/L
TSS	$= 207 \text{ kg/hari}$	$= 4.500$	mg/L

Total koliform = 3300000 MPN/100 mL

Kriteria Desain yang akan digunakan

Kecepatan *upflow* = 1 m/jam (Permen PUPR No.4 tahun 2017, <2
(vup) m/jam)

Jumlah kompartemen = 4 buah (Tilley et al., 2017, 3–6 buah)

Kedalaman aktif = 2 m

Freeboard = 0,5 m

Panjang tiap kompartemen = 50% kedalaman (Permen PUPR No.4 tahun
= 1 m 2017)

Rasio *upflow*:*downflow* = 3 : 1 (Ditjen Cipta Karya, 2018)

Suhu = 26°

Perhitungan Kebutuhan Lahan

Luas permukaan tiap kompartemen = Q / v_{up}(4.2)

= 1,73 m²

Lebar = Luas / panjang tiap kompartemen
= 1,73 m = 2,5 m

Luas kompartemen *upflow* = panjang x lebar

= 1 m x 2,5 m
= 2,5 m²

Luas kompartemen *downflow* = Luas kompartemen *upflow* / 3
= 0,83 m²

Panjang area *downflow* = Luas area *downflow* / lebar tangki
= 0,33 m

Total Volume ABR aktif = (panjang *up* + panjang *down*) x lebar tangki x kedalaman x jumlah kompartemen
= (1 m + 0,33 m) x 2,5 m x 2 m x 4
= 26,6 m³

HRT = Volume / debit
= 0,64 hari

= 15,36 jam (sesuai HRT Permen PUPR No.4 tahun 2017, 6-20 jam)

Cek vup = debit / luas tiap kompartemen
 = 24,03 m/hari
 = 1 m/jam (OK, sesuai kriteria <2 m/jam)

Dimensi settler

HRT settler = 5 jam (direncanakan)
 Lebar = 2,5 m (sama dengan ABR)
 Kedalaman = 2 m (sama dengan ABR)
 Panjang settler = (HRT x debit influen)/(lebar x kedalaman tangki)
 = 1,75 m = 2 m
 Volume settler = lebar x panjang x kedalaman
 = 2,5 m x 2 m x 2 m
 = 10 m³
 HRT settler aktual = Volume settler / debit influen
 = 0,24 hari
 = 5,7 jam (OK)

Dimensi ABR

Volume aktif ABR = vol. settler + vol. baffled
 = 10 m³ + 26,6 m³
 = 36,6 m³

Total luas lahan dibutuhkan = luas baffled + luas settler
= 18,5 m²

Efisiensi Pengolahan di Settler

SS/COD = 0,22
 faktor removal = 0,41 (grafik removal COD di settler)
 Removal COD settler = (SS/COD) x faktor removal/0,6 x 100%
 = 15% (Sasse, 1998)
 CODin baffled = 400,9 kg/hari = 8.715 mg/L
 Removal BOD settler = 1,06 x rem. COD settler (Sasse, 1998)
 = 16%
 BODin baffled = 80,5 kg/hari = 1.750 mg/L

Efisiensi Pengolahan ABR

$$\begin{aligned}
 \text{f-strength} &= 1,15 && \text{(grafik faktor strength)} \\
 \text{beban organik} &= \text{BODin} \times \text{Qlimbah} / \text{volume ABR} / 1000 \dots\dots(4.3) \\
 &= 8,00 \\
 \text{f-overload} &= 1 && \text{(grafik faktor beban organik)} \\
 \text{f temperatur} &= 1 && \text{(grafik faktor temperatur, 26oC)} \\
 \text{f chamber} &= 0,96 && \text{(grafik faktor chamber)} \\
 \text{f-HRT} &= 0,86 && \text{(grafik faktor HRT, 15,43 jam)} \\
 \text{Laju penyisihan teoritis COD} &= 0,95 \dots\dots\dots(4.4) \\
 \text{COD efluen ABR} &= 40,09 \text{ kg/hari} \\
 \text{Total rem COD} &= 90\% \\
 \text{Total rem BOD} &= 1,750 \times 85\% \dots\dots\dots(4.5) \\
 &= 85\% \\
 \text{BOD efluen ABR} &= 12,08 \text{ kg/hari} \\
 \text{Total rem TSS} &= 85\% \\
 \text{TSS efluen ABR} &= 31,05 \text{ kg/hari} \\
 \text{Rem. total koliform} &= 15\% \text{ (Ditjen Cipta Karya, 2018)} \\
 \text{Total koliform efluen} & && \\
 \text{ABR} &= 2805000 \text{ MPN/100 ml} \\
 \textbf{Volume lumpur} & && \\
 \text{Beban TSS} &= \text{rem TSS} \times \text{beban TSS influen} \\
 \text{mengendap} &= 186,3 && \text{kg/hari} \\
 \text{Volume lumpur} &= (\text{beban TSS tertahan}) / (\text{konsentrasi solid kering} \times \\
 \text{densitas lumpur mengendap}) & && \\
 &= 1,81 \text{ m}^3/\text{hari} \\
 \text{Massa lumpur} &= \text{beban TSS tertahan/kadar solid (Metcalf \& Eddy,} \\
 & && \text{1991)} \\
 &= 1.863 \text{ kg/hari} \\
 \textbf{Debit Efluen ABR} & && \\
 \text{Q efluen ABR} &= \text{Qinfluen} - \text{Vol. lumpur mengendap} \\
 &= 39,76 \text{ m}^3/\text{hari} \\
 \textbf{Kualitas Efluen} & &&
 \end{aligned}$$

BOD	= 262,5	mg/L
COD	= 871,5	mg/L
TSS	= 675	mg/L

Luas lahan yang dibutuhkan untuk unit ABR pada alternatif 2 sebesar 18,5 m². Debit efluen pada unit ABR yang akan mengalir ke kolam fakultatif adalah 39,76 m³/hari. Sedangkan debit lumpur yang dihasilkan sebesar 1,81 m³/hari yang akan diangkut ke unit Sludge Drying Bed (SDB).

4.5.3 Unit *Sludge Drying Bed* (SDB)

Qdesain dari SSC = 4,43 m³/hari

Qdesain dari ABR = 1,81 m³/hari

Total debit = 6,24 m³/hari

Massa lumpur dari SSC = 4.830 kg/hari

Massa lumpur dari ABR = 1.863 kg/hari

Total massa lumpur = 6.693 kg/hari

Kriteria Desain yang digunakan

Tinggi lumpur = 0,3 m (Ditjen Cipta Karya, 2018)

Tinggi media pasir = 0,1 m (Ditjen Cipta Karya, 2018)

Tinggi media kerikil

(diameter 100-150mm) = 0,15 m (Ditjen Cipta Karya, 2018)

Tinggi media kerikil

(diameter 200-300mm) = 0,25 m (Ditjen Cipta Karya, 2018)

Direncanakan

Waktu pengeringan = 10 hari

Waktu isi = 10 hari

Rencana jumlah bak = 5 unit

Q masing-masing bak = 1,25 m³/hari

Perhitungan Kebutuhan Lahan

Luas permukaan tiap SDB = Qlumpur/kedalaman

= 5,2 m²/hari

Kebutuhan luas lahan	= 52 m ² /10 hari
untuk pengeringan 10 hari	
Volume bak	= (vol lumpur ssc + vol lumpur abr) x waktu pengisian
	= 62,4 m ³
Luas area	= Volume bak / tinggi lumpur
	= 208 m ²
Luas area tiap bak	= Luas area/ jumlah bak
	= 52 m ²
Lebar bak	= 5 m (direncanakan p:l = 2:1)
Panjang bak	= 11 m
Luas total area	= panjang x lebar x jumlah bak
	= 275 m²

Luas lahan yang dibutuhkan untuk unit SDB sebesar 275 m² dengan jumlah bak sebanyak 5 unit.

4.5.4 Unit Kolam Fakultatif

Qrata-rata	= 39,76	m ³ /haridari ABR
Beban dan kualitas influen		
BOD	= 12,08	kg/hari = 262,5 mg/L
COD	= 40,09	kg/hari = 871,5 mg/L
TSS	= 31,05	kg/hari = 675 mg/L
Amonia	= 120,8	kg/hari = 3.021 mg/L
Total Koliform	= 2805000	MPN/100 mL

Kriteria Desain

Kedalaman kolam	= 2,5 m	(Permen PUPR Nomor 4, 2017)
Rasio panjang : lebar	= 2:1	(Permen PUPR Nomor 4,2017)
Suhu (T)= 26°C		(Ditjen Cipta Karya, 2018)

Perhitungan Kebutuhan Lahan

Beban BOD permukaan (λ_s)	= 350 (1,107 - 0,002T) ^(T - 25)	(4.6)
	= 205,5	kg/ha.hari

$$\text{Luas permukaan kolam (Ar)} = \frac{LiQ}{\lambda s} \quad (4.7)$$

$$= 0,01 \text{ ha} = 112,5 \text{ m}^2$$

$$\text{Lebar kolam} = 7,5 \text{ m}$$

$$\text{Panjang kolam} = 15 \text{ m}$$

$$\text{Waktu retensi (hari) } (\Theta_r) = \frac{2Af Df}{(2Q - 0,001eAf)} \quad (4.8)$$

$$= 7,8 \text{ hari}$$

sesuai dengan kriteria minimum 4 hari

Efisiensi unit pengolahan

$$k_1 (\text{suhu } 26^\circ\text{c}) = k_1 (20)(1,05)^{T-20}$$

$$= 0,13/\text{hari} \quad (\text{fakultatif sekunder karena telah ada}$$

pengolahan sebelumnya)

$$\text{BOD belum terfiltrasi dari alga} = \frac{L_f}{1+k_1\theta_f}$$

$$\text{Fna} = 0,3 \quad (\text{fraksi non alga})$$

$$\begin{aligned} \text{BOD efluen} &= \text{Fna} \times \text{BOD belum terfiltrasi} \\ &= 52,5 \text{ mg/l} = 2,42 \text{ kg/hari} \end{aligned}$$

$$\text{Efisiensi penyisihan BOD} = 80\% = 9,66 \text{ kg/hari}$$

$$\text{Estimasi rem COD} = 80\% = 32,07 \text{ kg/hari}$$

$$\text{COD efluen} = 8,02 \text{ kg/hari}$$

$$\text{Estimasi rem TSS} = 85\% = 26,39 \text{ kg/hari}$$

$$\text{TSS efluen} = 4,66 \text{ kg/hari}$$

$$\text{Konstanta laju orde} = 2,6 (1,19)^{T-20} \quad (4.9)$$

pertama penyisihan

$$\text{total koliform} = 7,38 \text{ /hari}$$

$$\text{Total koliform efluen} = \frac{Ni}{[1 + (kB \Theta)]} \quad (4.10)$$

$$= 280500 \text{ per } 100 \text{ ml}$$

$$\text{Removal total koliform} = 90\%$$

Kolam fakultatif menggunakan aerator karena konsentrasi ammonia masih tinggi

$$\text{Kebutuhan oksigen} = 3,1 (C_i - C_e) Q \times 10^{-3/24} \quad \text{efluen yang}$$

$$= 3,1(2939-40) 39,98 \times 10^{-3}/24 \text{ diinginkan } 40 \text{ mg/L}$$

$$= 15 \text{ kg/jam}$$

Standar aerator = 1,8 kg O₂/kWh (Ditjen Cipta Karya,2018)

Daya yang dibutuhkan = 8,35 kW

Kualitas Efluen

BOD = 5,25 mg/L

COD = 69,72 mg/L

TSS = 67,5 mg/L

Amonia = 45 mg/L

Luas lahan yang dibutuhkan untuk unit kolam fakultatif dengan jumlah kolam 1 unit sebesar 125 m².

4.5.5 Unit Kolam Maturasi

Qrata-rata = 39,76 m³/hari

Beban dan Kualitas Influen

BOD = 2,42 kg/hari = 52,5 mg/L

COD = 8,02 kg/hari = 174,3 mg/L

TSS = 4,66 kg/hari = 101,25 mg/L

Amonia = 1,7 kg/hari = 42,5 mg/L

Total koliform = 280500 MPN/100 ml

Direncanakan

Waktu detensi = 6 hari

Kedalaman = 1 m (Permen PUPR No.4 tahun 2017)

Jumlah kolam = 3 unit

Perhitungan

konstanta laju orde 1 = $2,6 (1,19)^{T-20}$ (4.11)

penyisihan total koliform = 7,4 /hari

Total koliform efluen = $\frac{Ni}{[1 + (kB \theta)]^3}$ (4.12)

= 28050 MPN per 100 ml

Luas permukaan tiap kolam = $\frac{2 Q \theta}{2 D + e \theta}$ (4.13)

	= 242 m ²
Rasio panjang: lebar	= 21 x 1 (Permen PUPR No.4 tahun 2017)
Lebar	= 11 m
Panjang	= 22 m
Luas permukaan total	= 726 m²
Efisiensi unit pengolahan	
Estimasi penyisihan BOD	= 60% = 1,45 kg/hari
BOD efluen	= 0,97 kg/hari
Estimasi penyisihan COD	= 60% = 4,81 kg/hari
COD efluen	= 3,21 kg/hari
Estimasi penyisihan TSS	= 80% = 3,73 kg/hari
TSS efluen	= 0,93 kg/hari
Estimasi penyisihan ammonia	= 88% setiap kolam dapat menyisihkan 50%
Amonia efluen	= 42,5-(0,5 x 42,5)-(0,25 x 42,5)-(0,125 x 42,5) = 5,1 mg/L

Kualitas Efluen

BOD	= 21 mg/L
COD	= 69,72 mg/L
TSS	= 20,25 mg/L
Amonia	= 5,1 mg/L

Total luas lahan yang dibutuhkan untuk unit kolam maturasi dengan jumlah kolam 3 sebesar 726 m². Luas masing – masing kolam adalah 242 m².

4.5.6 Unit Bak Disinfektan

Qdesain	= 39,76	m ³ /hari
Total koliform influen	= 28050	MPN/100 ml
Direncanakan		
jumlah bak	= 1	
Waktu detensi	= 120 menit	
	= 7200 detik	
Kedalaman	= 2	m

$$\begin{aligned} \text{Panjang/lebar} &= 2 : 1 \\ \text{Perhitungan} \\ \text{Volume} &= Q \times t_d \\ &= 3,31 \text{ m}^3 \\ \text{Luas permukaan} &= \text{volume/kedalaman} \\ &= 1,65 \text{ m}^2 \\ \text{Lebar} &= 0,9 \text{ m} \\ &= 1 \text{ m} \\ \text{Panjang} &= 2 \text{ m} \end{aligned}$$

Luas lahan untuk bak

$$\text{Disinfektan} = 2 \text{ m}^2$$

Efisiensi penyisihan total

$$\text{koliform} = 99\%$$

$$\text{Total koliform efluen} = 280,5 \text{ MPN/100 ml}$$

Luas lahan yang dibutuhkan untuk unit bak disinfeksi adalah sebesar 2 m^2 .

Hasil perhitungan pada masing-masing unit pengolahan menghasilkan kebutuhan lahan seperti pada Tabel 4.52. Bangunan penunjang pada IPLT yang meliputi saluran drainase, bangunan kantor, fasilitas air bersih, pos satpam, jalan operasional, gudang, dan ruang terbuka (*landscape*) direncanakan memiliki luas 3x dari luas total kebutuhan unit pengolahan. Perbandingan efluen bisa dilihat pada Tabel 4.18, sementara pada Gambar 4.9 merupakan neraca massa efisiensi penyisihan beban pencemar pada skema pengolahan.

Tabel 4. 18 Perbandingan Efluen pada lokasi

Parameter	Influen	Efluen	Baku mutu Permen LH ¹
Debit (m ³ /hari)	46	39,76	
Beban			
BOD (Kg/hari)	161	0,97	
COD (Kg/hari)	483	3,21	
TSS (Kg/hari)	690	0,93	
Amonia (Kg/hari)	121	0,2	
Kualitas			
BOD (mg/l)	3.500	21	30

COD (mg/l)	10.500	69,72	100
TSS (mg/l)	15.000	4,05	30
Amonia (mg/l)	175	5,1	10
Total Koliform (MPN/100ml)	3300000	280,5	3000

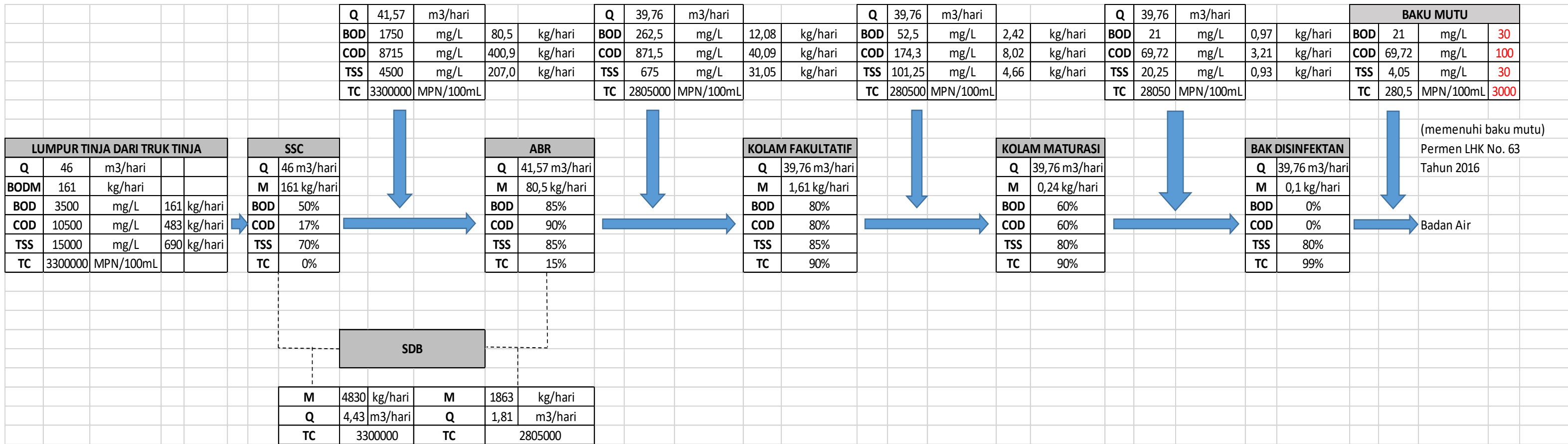
Sumber: Permen LH Nomor 68 Tahun 2016

Tabel 4. 19 Kebutuhan lahan di lokasi

Unit Pengolahan	Jumlah unit	Satuan	Debit 46 m ³ /hari; Beban organik 161 kg/hari
Solid Separation Chamber (SSC)	4	m ²	712
Anaerobic Baffled Reactor (ABR)	1	m ²	27
Sludge Drying Bed (SDB)	5	m ²	275
Kolam Fakultatif	1	m ²	112,5
Kolam Maturasi	3	m ²	726
Bak Disinfektan	1	m ²	2
Total Kebutuhan lahan unit pengolahan		m ²	1854,5
Kebutuhan lahan bangunan penunjang dan landscape		m ²	5645,5
Total Kebutuhan Lahan IPLT		m²	7500

Berdasarkan Tabel 4.18 dan Gambar 4.9 diketahui bahwa kualitas efluen pada masing-masing telah sesuai dengan baku mutu efluen air limbah oleh Peraturan Menteri LHK Nomor 68 Tahun 2016. Sementara itu, dari Tabel 4.18 total kebutuhan lahan calon lokasi IPLT membutuhkan lahan total seluas 7500 m².

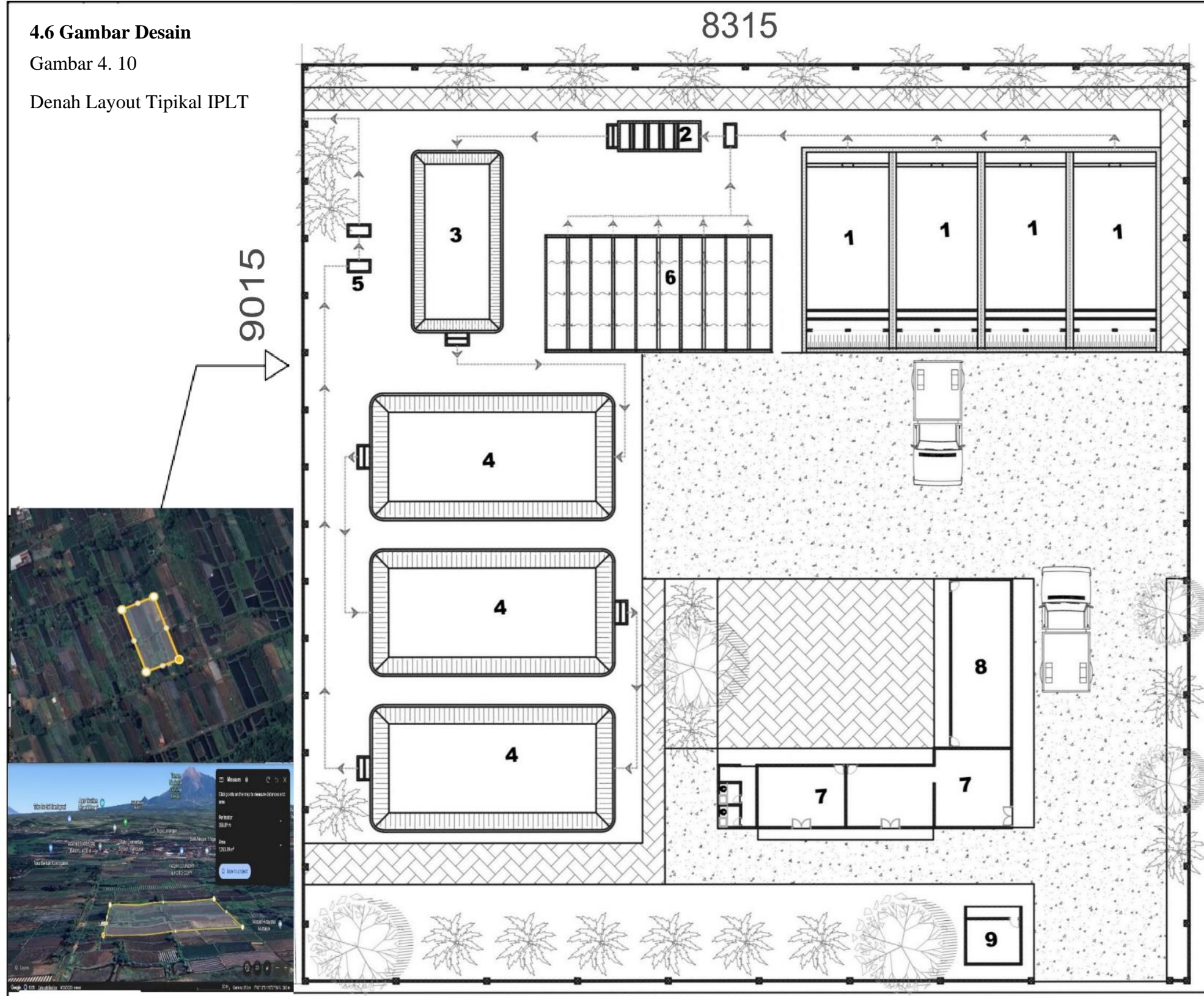
Gambar 4. 9 Neraca Massa IPLT



4.6 Gambar Desain

Gambar 4. 10

Denah Layout Tipikal IPLT



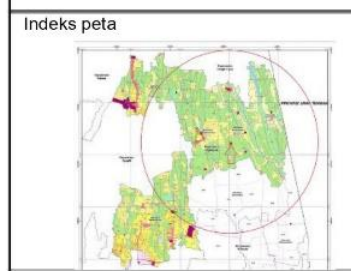
Universitas Islam Indonesia
Fakultas Teknik Sipil dan
Perencanaan
Jurusan Teknik Lingkungan

Judul Gambar
LAYOUT IPLT NGEMPLAK

- Keterangan
- 1 = Solid Separation Chamber
 - 2 = Anaerobic Baffled Reactor
 - 3 = Kolam Fakultatif
 - 4 = Kolam Maturasi
 - 5 = Bak Disinfeksi
 - 6 = Sludge Drying Bed
 - 7 = Kantor
 - 8 = Gudang
 - 9 = Pos Satpam

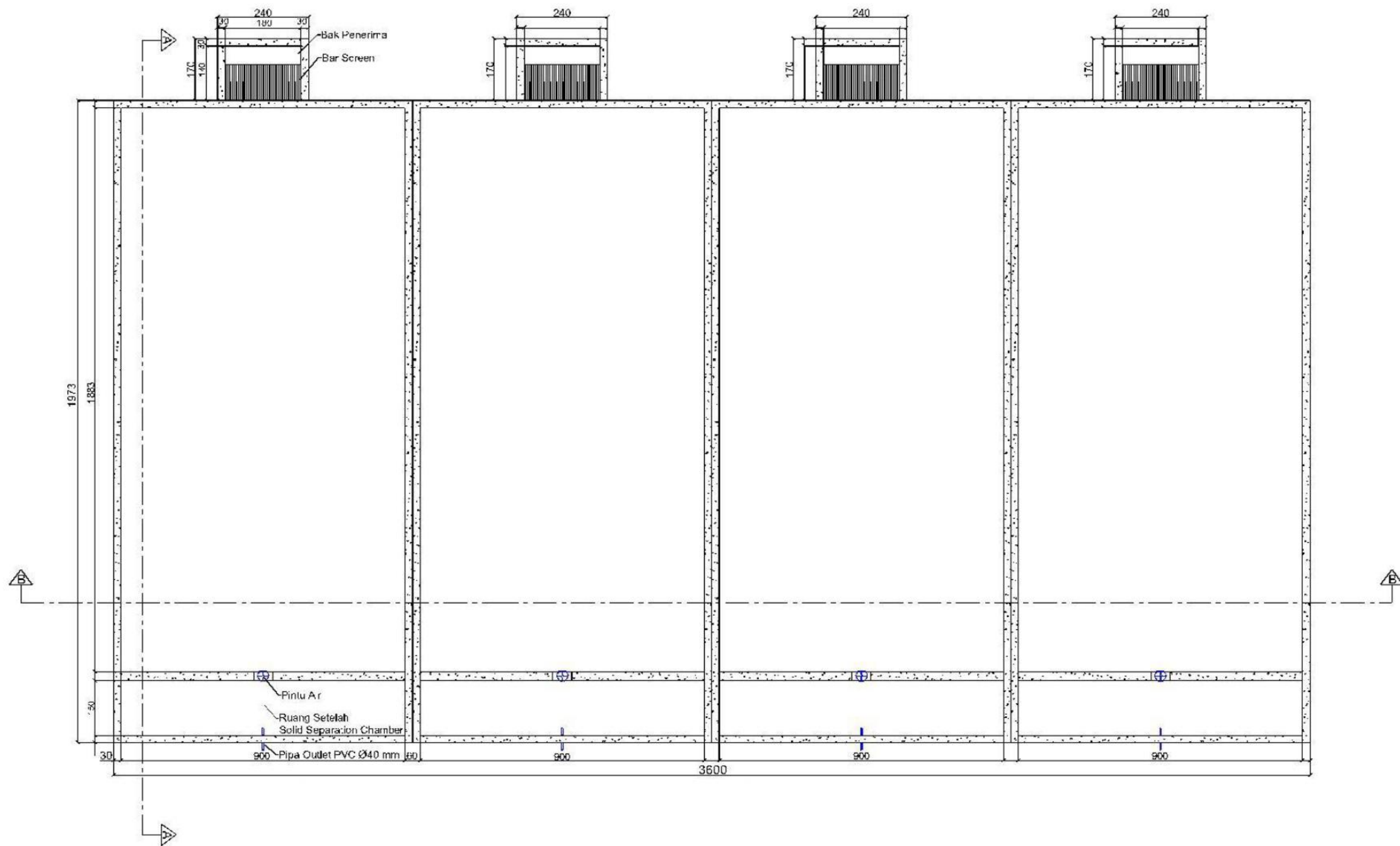
Dosen Pembimbing:
Dr.Eng. Awaluddin Nurmiyanto, S.T.,
M.Eng.

Dibuat oleh:
Muhammad Krisna Wijaya – 17513174



Skala = 1 :45

Gambar 4. 11 Gambar Denah Unit *Solid Separation Chamber* (SSC)



DENAH
SOLID SEPARATION CHAMBER



UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
PROGRAM STUDI TEKNIK LINGKUNGAN
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN

PEKERJAAN

PERENCANAAN INSTALASI
PENGOLAHAN LUMPUR TINJA (IPLT)
KAPANEWON NGEMPLAK

LEGENDA

DOSEN PEMBIMBING

Dr.Eng. Awaluddin Nurmiyanto, S.T., M.Eng.
NIP. 095130403

MAHASISWA PERENCANA

Muhammad Krisna Wijaya
NIM. 17513174

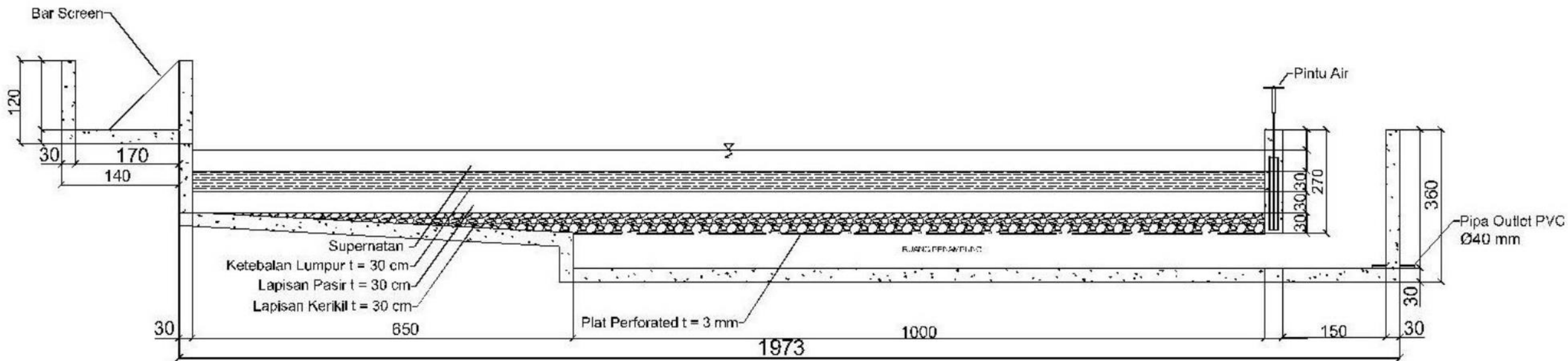
JUDUL GAMBAR

SOLID SEPARATION CHAMBER (SSC)

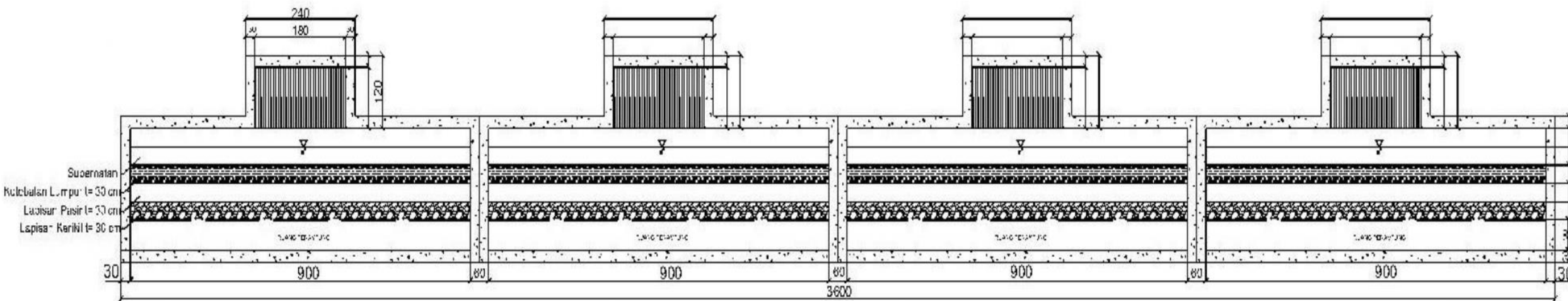
NOMOR/JUMLAH LEMBAR

1 / 13

Gambar 4. 12 Gambar Potongan Unit *Solid Separation Chamber* (SSC)



POTONGAN A-A



POTONGAN B-B



UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
PROGRAM STUDI TEKNIK LINGKUNGAN
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN

PEKERJAAN

PERENCANAAN INSTALASI
PENGOLAHAN LUMPUR TINJA (IPLT)
KAPANEWON NGEMPLAK

LEGENDA

DOSEN PEMBIMBING

Dr.Eng. Awaluddin Nurmiyanto, S.T., M.Eng.
NIP. 095130403

MAHASISWA PERENCANA

Muhammad Krisna Wijaya
NIM. 17513174

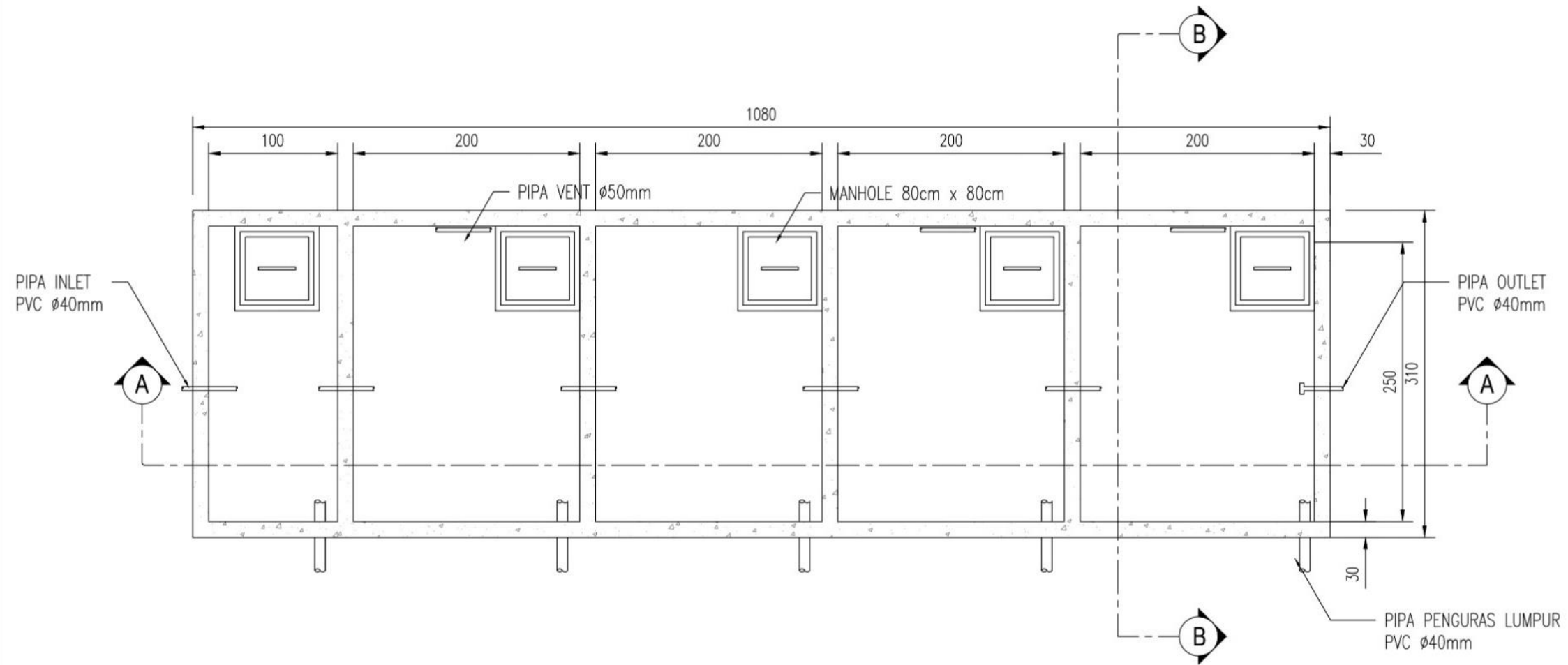
JUDUL GAMBAR

POTONGAN A-A DAN B-B
KOLAM SSC

NOMOR/JUMLAH LEMBAR

2 / 13

Gambar 4. 13 Gambar Denah Unit *Anaerobic Baffled Reactor* (ABR)



DENAH
ANAEROBIC BAFFLED REACTOR



UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
PROGRAM STUDI TEKNIK LINGKUNGAN
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN

PEKERJAAN

PERENCANAAN INSTALASI
PENGOLAHAN LUMPUR TINJA (IPLT)
KAPANEWON NGEMPLAK

SKALA

1 : 100

DOSEN PEMBIMBING

Dr. Eng. Awaluddin Nurmiyanto, S.T., M.Eng.

MAHASISWA PERENCANA

Muhammad Krisna Wijaya
NIM. 17513174

JUDUL GAMBAR

ANAEROBIC BAFFLED REACTOR (ABR)

NOMOR / JUMLAH LEMBAR

3 / 13



UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
 PROGRAM STUDI TEKNIK LINGKUNGAN
 FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN

PEKERJAAN

PERENCANAAN INSTALASI
 PENGOLAHAN LUMPUR TINJA (IPLT)
 KAPANEWON NGEMPLAK

SKALA

1 : 100

DOSEN PEMBIMBING

Dr. Eng. Awaluddin Nurmiyanto, S.T., M.Eng.

MAHASISWA PERENCANA

Muhammad Krisna Wijaya
 NIM. 17513174

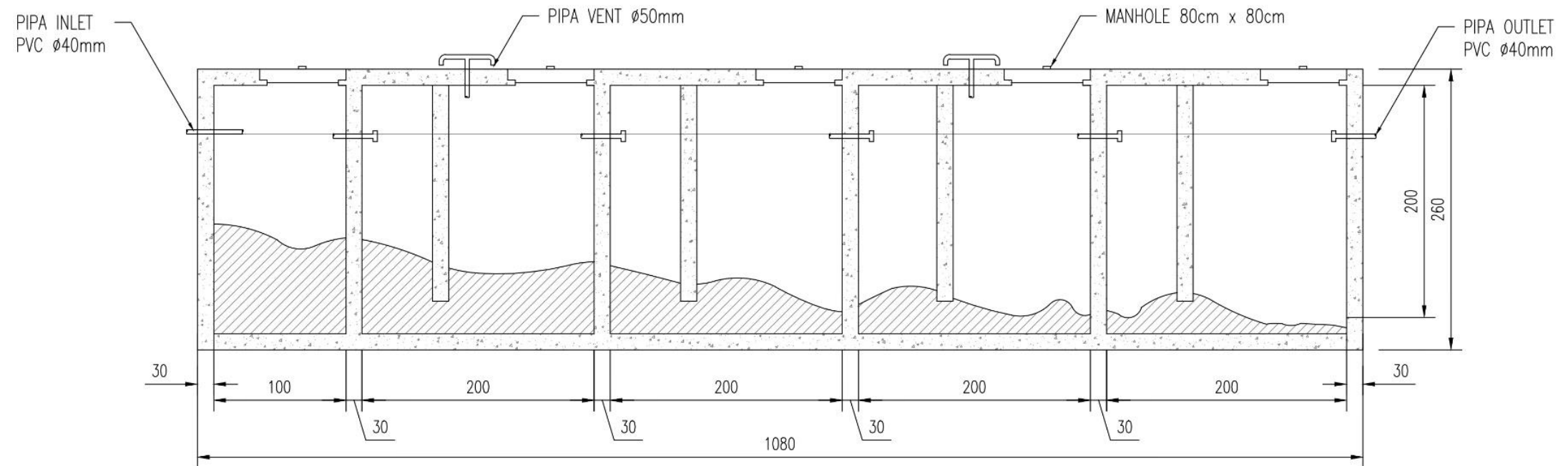
JUDUL GAMBAR

POTONGAN A-A DAN B-B
 KOLAM ABR

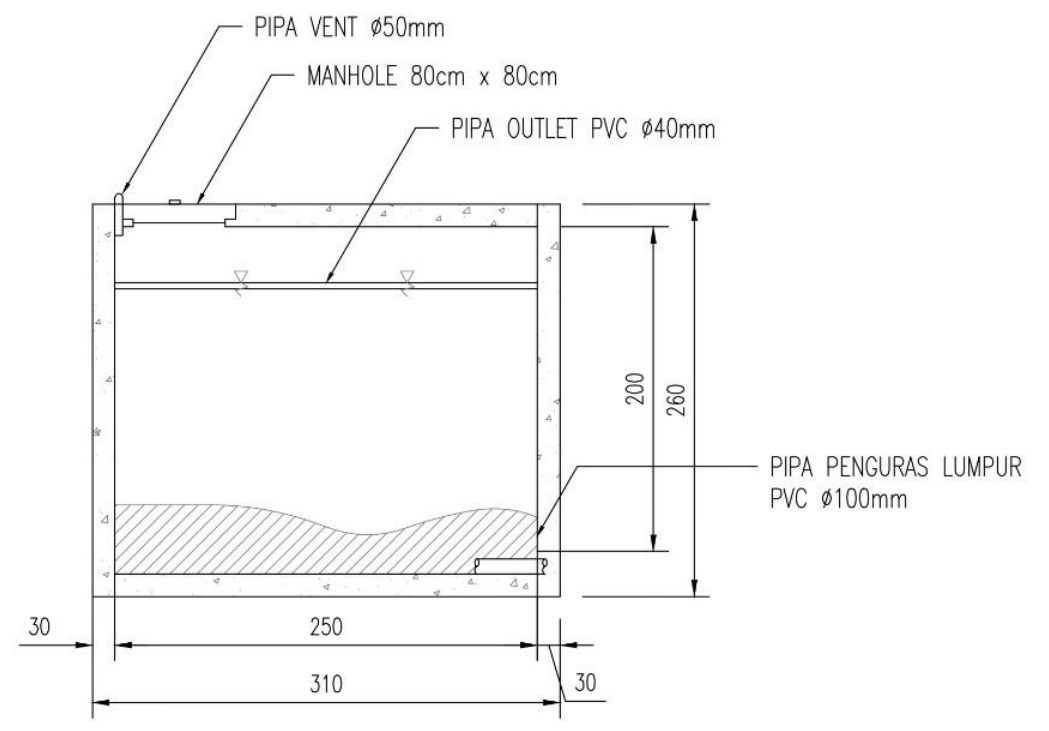
NOMOR / JUMLAH LEMBAR

4 / 13

Gambar 4. 14 Gambar Potongan Unit *Anaerobic Baffled Reactor* (ABR)

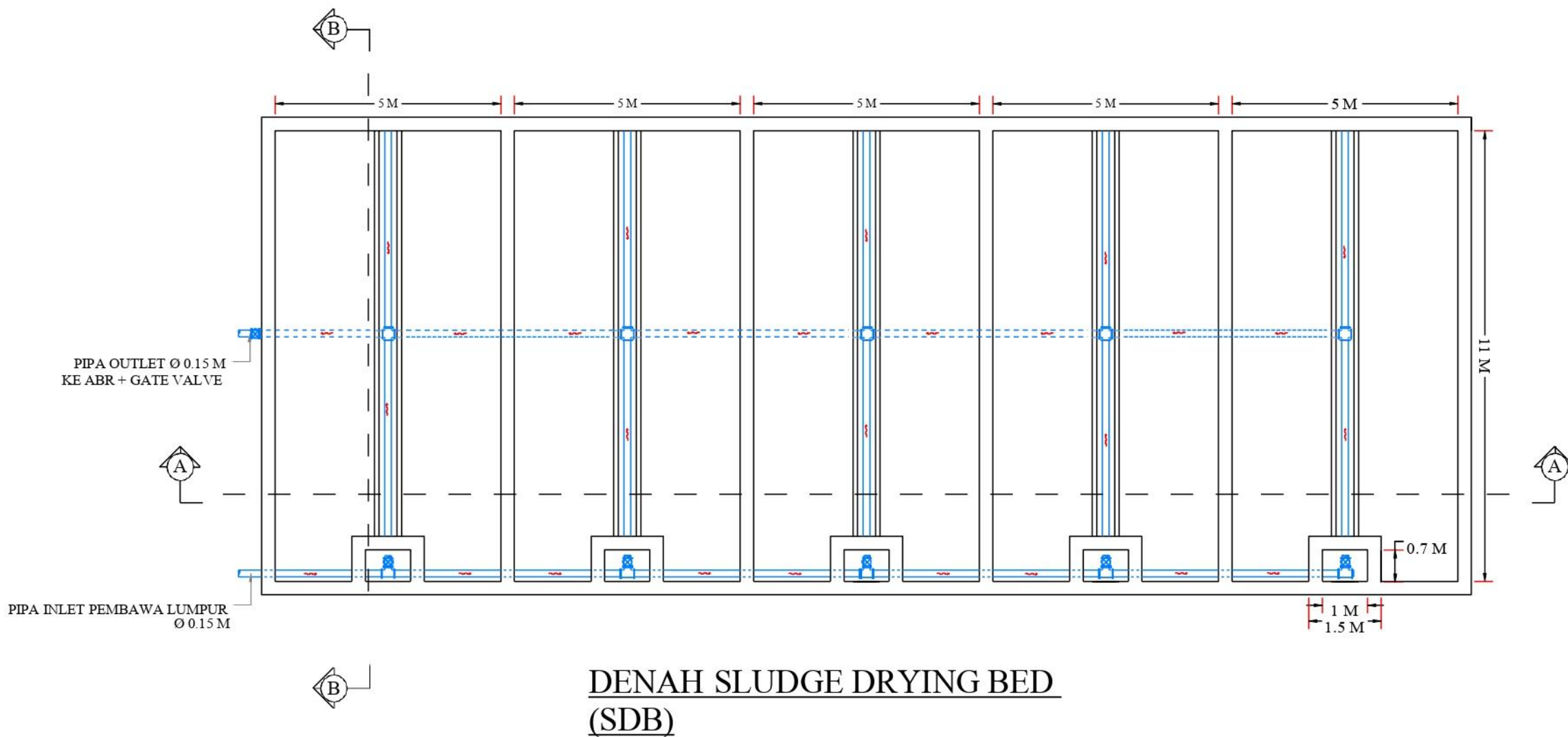


POTONGAN A-A



POTONGAN B-B

Gambar 4. 15 Gambar Denah Unit *Sludge Drying Bed* (SDB)



UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
PROGRAM STUDI TEKNIK LINGKUNGAN
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN

PEKERJAAN

PERENCANAAN INSTALASI
PENGOLAHAN LUMPUR TINJA (IPLT)
KAPANEWON NGEMPLAK

LEGENDA

DOSEN PEMBIMBING

Dr.Eng. Awaluddin Nurmivanto, S.T., M.Eng.
NIP. 095130403

MAHASISWA PERENCANA

Muhammad Krisna Wijaya
NIM. 17513174

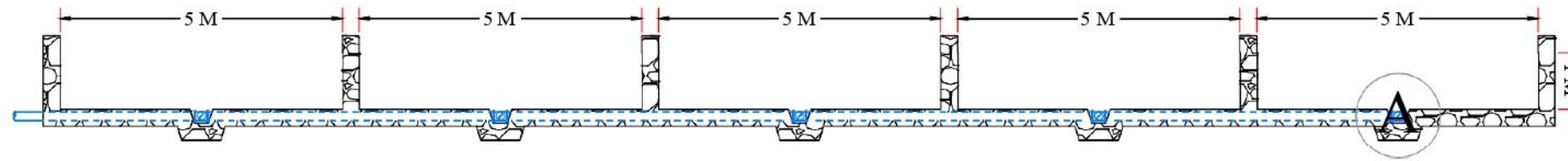
JUDUL GAMBAR

SLUDGE DRYING BED (SDB)

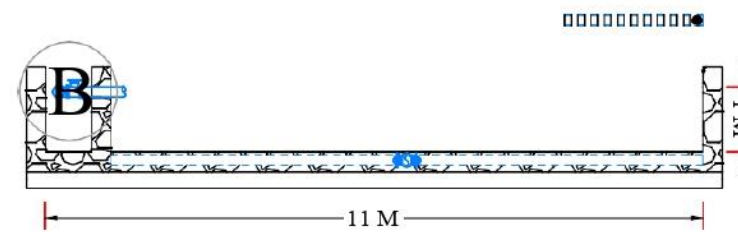
NOMOR/JUMLAH LEMBAR

5 / 13

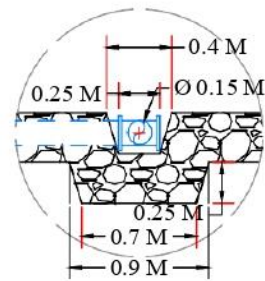
Gambar 4. 16 Gambar Potongan Unit *Sludge Drying Bed* (SDB)



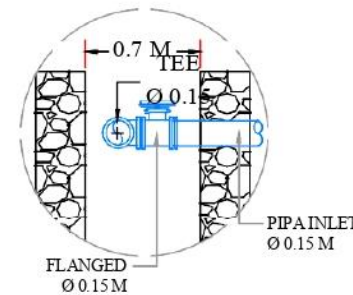
POTONGAN A-A



POTONGAN B-B



DETAIL A



DETAIL B



UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
PROGRAM STUDI TEKNIK LINGKUNGAN
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN

PEKERJAAN

PERENCANAAN INSTALASI
PENGOLAHAN LUMPUR TINJA (IPLT)
KAPANEWON NGEMPLAK

LEGENDA

DOSEN PEMBIMBING

Dr.Eng. Awaluddin Nurmiyanto, S.T., M.Eng.

NIP. 095130403

MAHASISWA PERENCANA

Muhammad Krisna Wijaya
NIM. 17513174

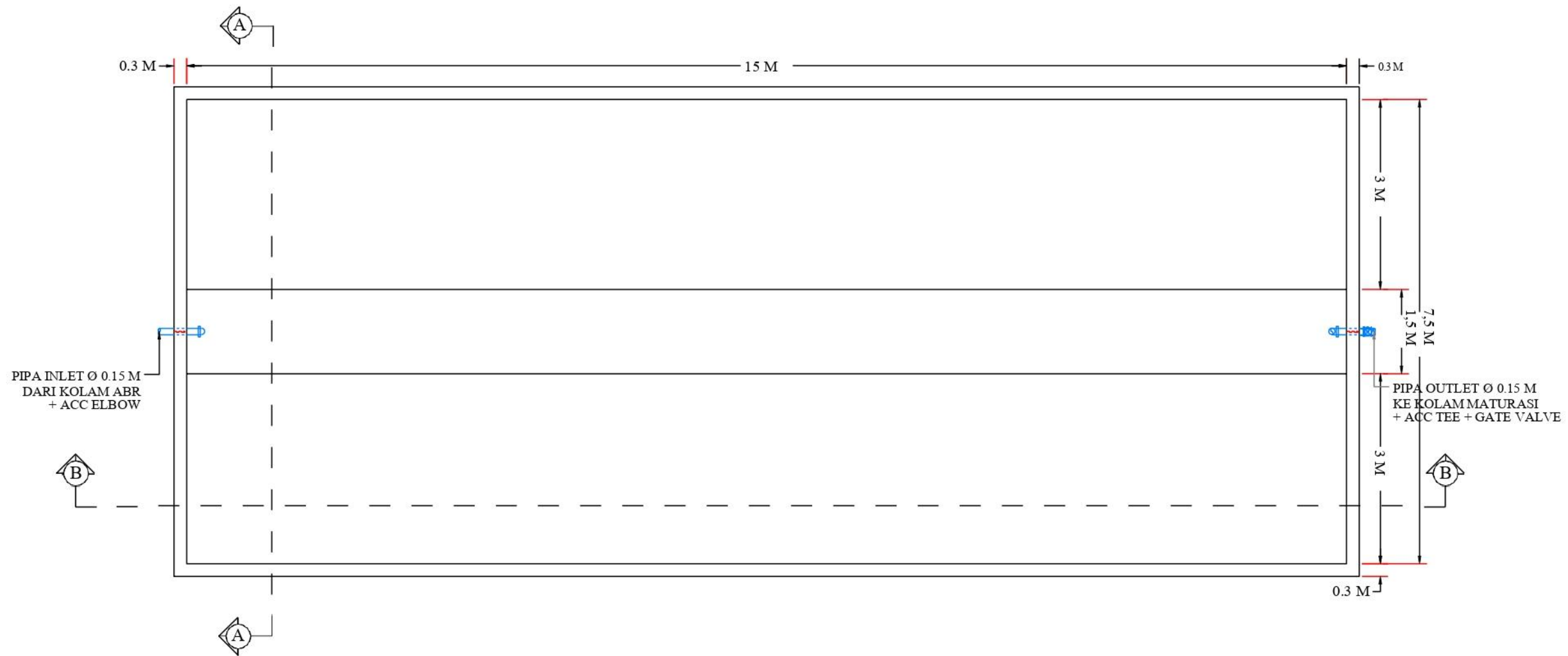
JUDUL GAMBAR

POTONGAN A-A DAN B-B
BAK SDB

NOMOR/JUMLAH LEMBAR

6 / 13

Gambar 4. 17 Gambar Unit Kolam Fakultatif



TAMPAK ATAS



UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
 PROGRAM STUDI TEKNIK LINGKUNGAN
 FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN

PEKERJAAN

PERENCANAAN INSTALASI
 PENGOLAHAN LUMPUR TINJA (IPLT)
 KAPANEWON NGEMPLAK

LEGENDA

DOSEN PEMBIMBING

Dr.Eng. Awaluddin Nurmianto, S.T., M.Eng.
 NIP. 095130403

MAHASISWA PERENCANA

Muhammad Krisna Wijaya
 NIM. 17513174

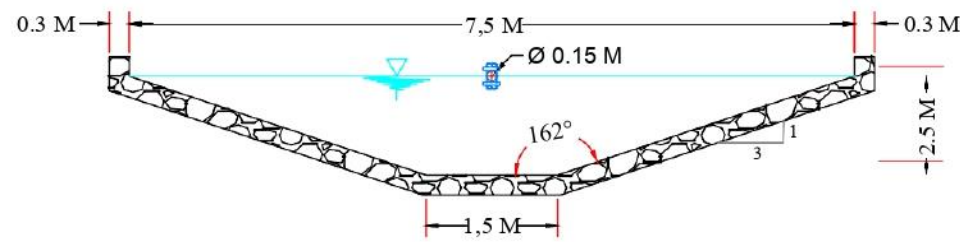
JUDUL GAMBAR

KOLAM FAKULTATIF

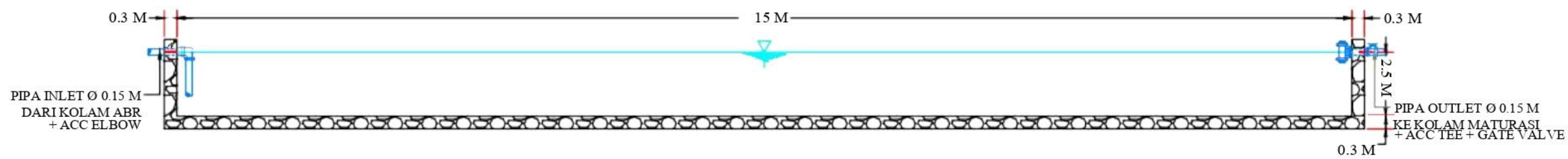
NOMOR/JUMLAH LEMBAR

7 / 13

Gambar 4. 18 Gambar Potongan Unit Kolam Fakultatif



POTONGAN A-A



POTONGAN B-B



UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
PROGRAM STUDI TEKNIK LINGKUNGAN
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN

PEKERJAAN

PERENCANAAN INSTALASI
PENGOLAHAN LUMPUR TINJA (IPLT)
KAPANEWON NGEMPLAK

LEGENDA

DOSEN PEMBIMBING

Dr.Eng. Awaluddin Nurmivanto, S.T., M.Eng.
NIP. 095130403

MAHASISWA PERENCANA

Muhammad Krisna Wijaya
NIM. 17513174

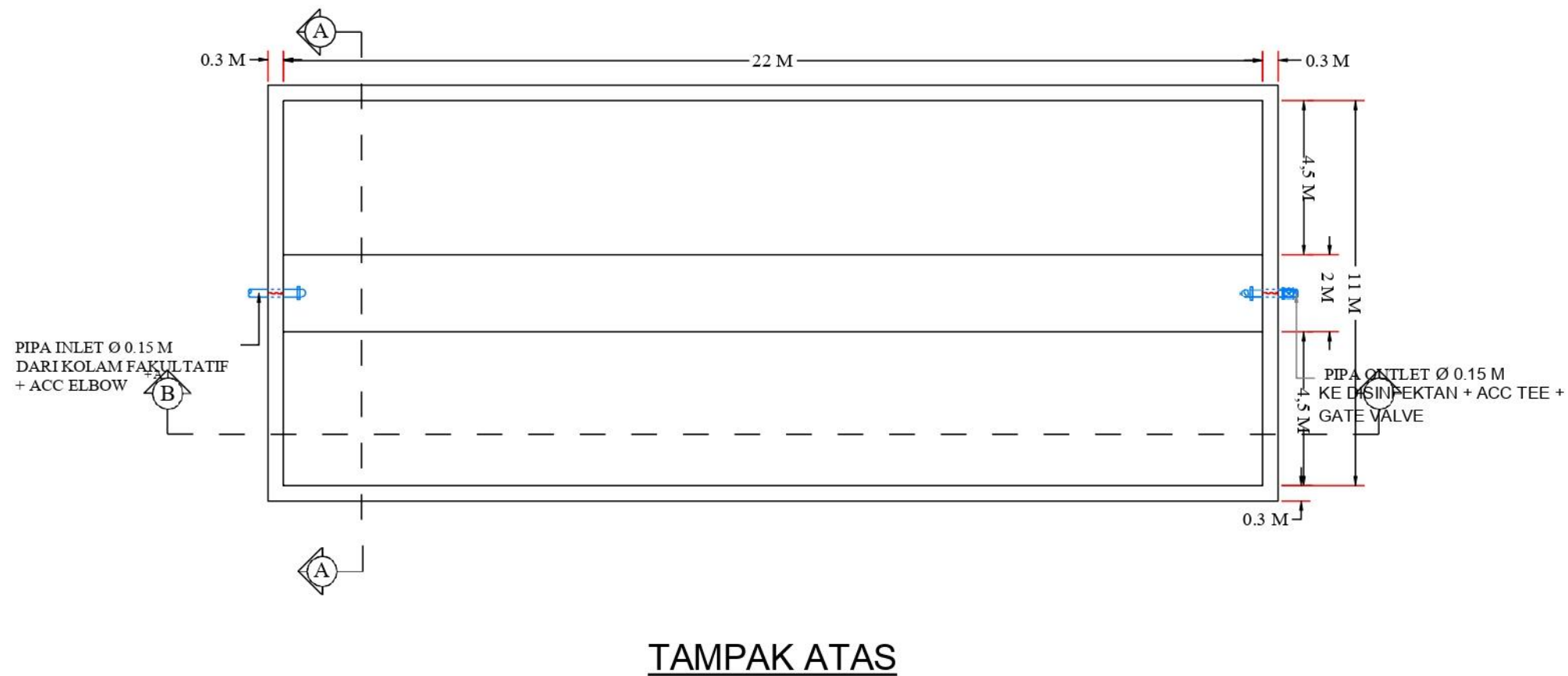
JUDUL GAMBAR

POTONGAN A-A DAN B-B
KOLAM FAKULTATIF

NOMOR/JUMLAH LEMBAR

8 / 13

Gambar 4. 19 Gambar Unit Kolam Maturasi



UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
PROGRAM STUDI TEKNIK LINGKUNGAN
 FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN

PEKERJAAN

PERENCANAAN INSTALASI
 PENGOLAHAN LUMPUR TINJA (IPLT)
 KAPANEWON NGEMPLAK

LEGENDA

DOSEN PEMBIMBING

Dr.Eng. Awaluddin Nurmivanto, S.T., M.Eng.
 NIP. 095130403

MAHASISWA PERENCANA

Muhammad Krisna Wijaya
 NIM. 17513174

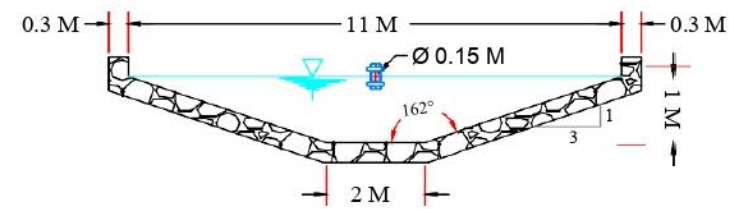
JUDUL GAMBAR

KOLAM MATURASI

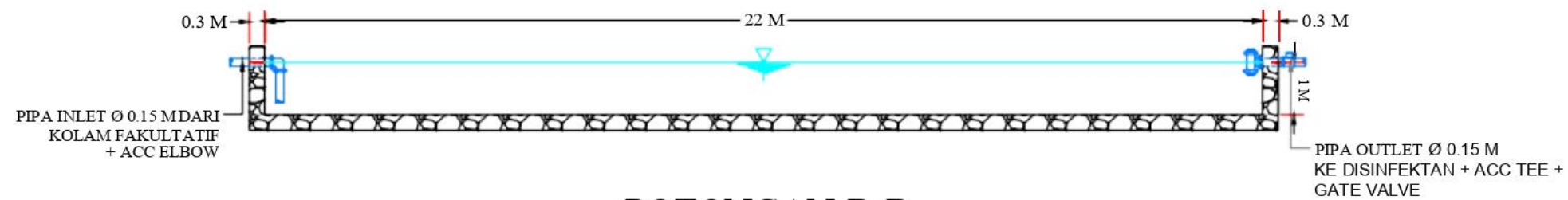
NOMOR/JUMLAH LEMBAR

9 / 13

Gambar 4. 20 Gambar Potongan Unit Kolam Maturasi



POTONGAN A-A



POTONGAN B-B



UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
PROGRAM STUDI TEKNIK LINGKUNGAN
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN

PEKERJAAN

PERENCANAAN INSTALASI
PENGOLAHAN LUMPUR TINJA (IPLT)
KAPANEWON NGEMPLAK

LEGENDA

DOSEN PEMBIMBING

Dr.Eng. Awaluddin Nurmiyanto, S.T., M.Eng.

NIP. 095130403

MAHASISWA PERENCANA

Muhammad Krisna Wijaya

NIM. 17513174

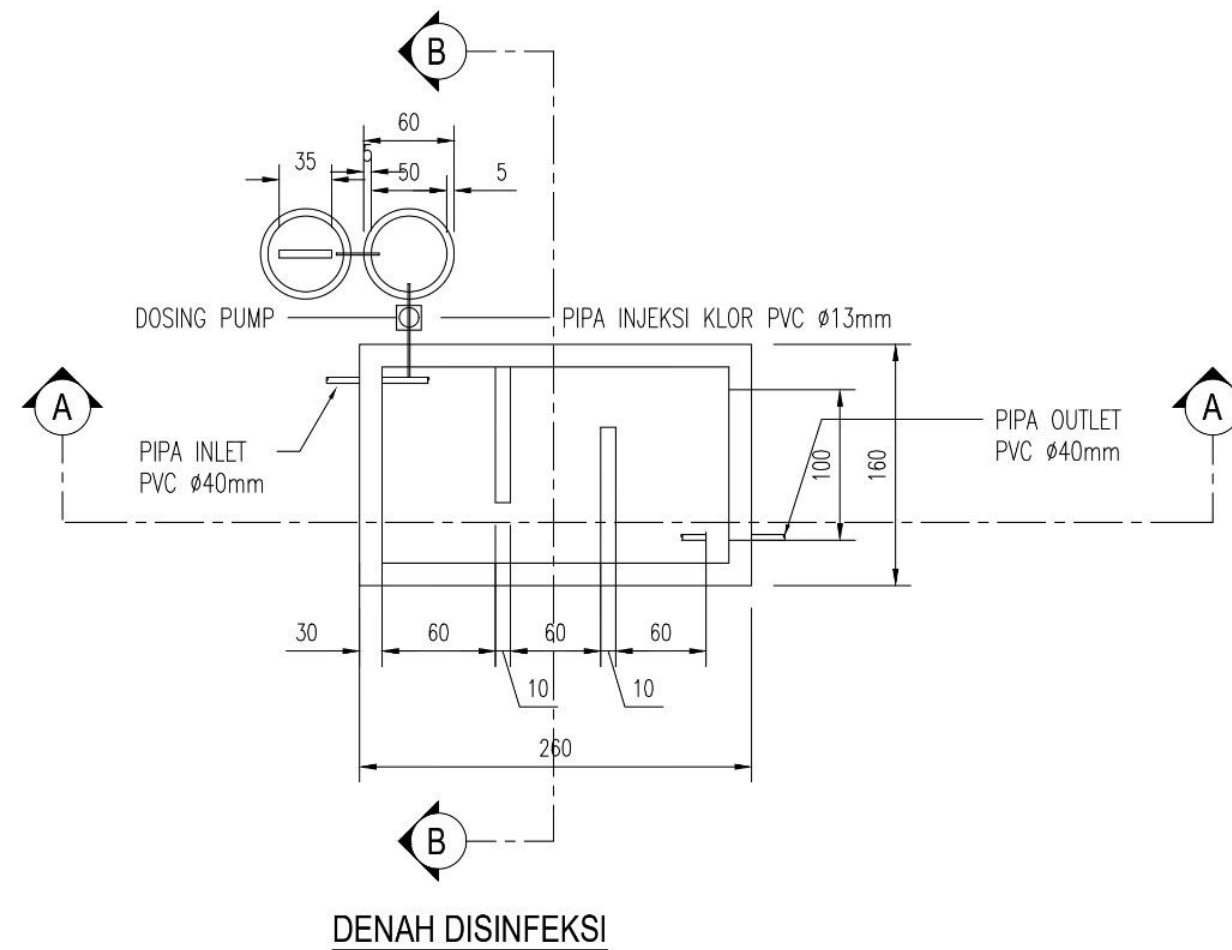
JUDUL GAMBAR

POTONGAN A-A DAN B-B
KOLAM MATURASI

NOMOR/JUMLAH LEMBAR

10 / 13

Gambar 4. 21 Gambar Unit Kolam Disinfeksi



UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
PROGRAM STUDI TEKNIK LINGKUNGAN
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN

PEKERJAAN

PERENCANAAN INSTALASI
PENGOLAHAN LUMPUR TINJA (IPLT)
KAPANEWON NGEMPLAK

SKALA

1 : 100

DOSEN PEMBIMBING

Dr. Eng. Awaluddin Nurmiyanto, S.T., M.Eng.

MAHASISWA PERENCANA

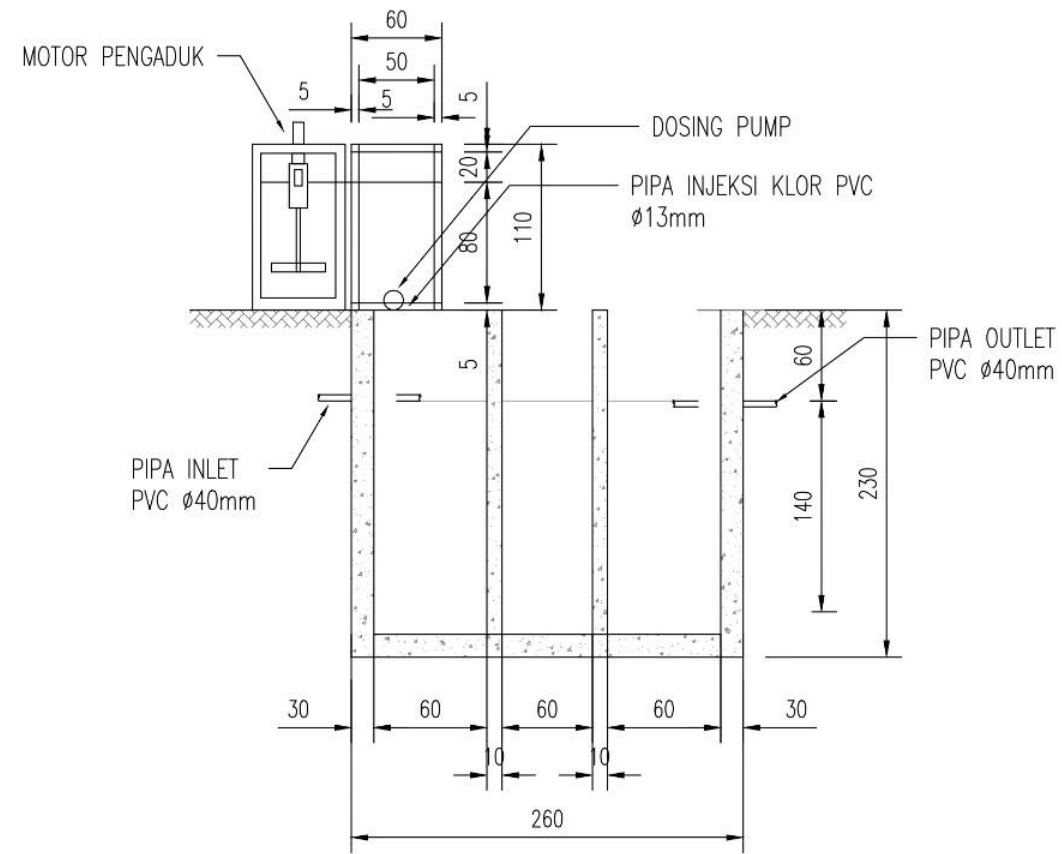
Muhammad Krisna Wijaya
NIM. 17513174

JUDUL GAMBAR

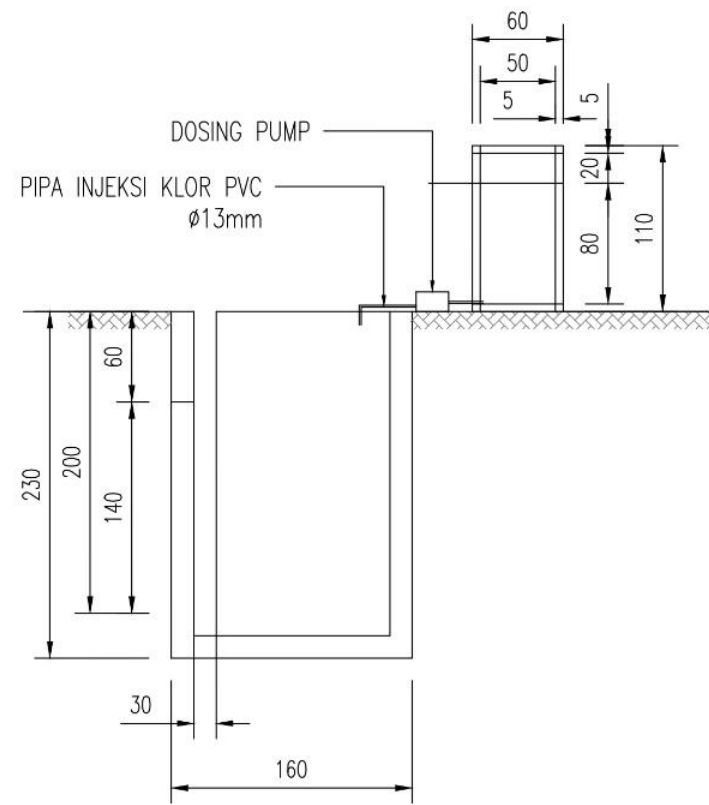
KOLAM DISINFEKTAN

NOMOR / JUMLAH LEMBAR

11 / 13



POTONGAN A-A



POTONGAN B-B

Gambar 4. 22 Gambar Potongan Unit Kolam Disinfeksi



UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
PROGRAM STUDI TEKNIK LINGKUNGAN
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN

PEKERJAAN

PERENCANAAN INSTALASI
PENGOLAHAN LUMPUR TINJA (IPLT)
KAPANEWON NGEMPLAK

SKALA

1 : 100

DOSEN PEMBIMBING

Dr. Eng. Awaluddin Nurmiyanto, S.T., M.Eng.

MAHASISWA PERENCANA

Muhammad Krisna Wijaya
NIM. 17513174

JUDUL GAMBAR

POTONGAN A-A DAN B-B
KOLAM DISINFEKTAN

NOMOR / JUMLAH LEMBAR

12 / 13

4.7 Bill of Quantity (BOQ)

Bill of Quantity (BOQ) merupakan perhitungan untuk mengetahui jumlah volume yang dibutuhkan dalam perancangan bangunan. BOQ dari IPLT yang direncanakan terdiri dari unit SSC, unit ABR, unit kolam SDB, unit kolam fakultatif, unit kolam maturase, dan unit disinfeksi. Direncanakan kualitas beton menggunakan mutu beton K-250 dengan tebal dinding setiap unit adalah 30 cm sehingga kebutuhan beton dan campuran untuk membuat tiap unit pengolahan disajikan pada Tabel 4.20 sampai dengan Tabel 4.27 berikut ini:

Tabel 4. 20 Volume Beton Unit SSC

SSC						
Jumlah Unit: 4						
		Tinggi	Tebal	Volume	Jumlah dalam Unit	Volume Total
	m	m	m	m ³		m ³
Panjang	19,73	3,6	0,3	21,31	8	170,47
Lebar	9	3,6	0,3	9,72	8	77,76
Alas	0,4	10	0,3	1,20	4	4,8
Sudut Tembok	0,3	3,6	0,3	0,32	16	5,184
P. Bar Screen	2,4	1,2	0,3	0,86	4	3,456
L. Bar Screen	1,7	1,2	0,3	0,61	8	4,896
Volume Beton Dibutuhkan						105,66

Tabel 4. 21 Volume Beton Unit ABR

ABR						
Jumlah Unit: 1						
		Tinggi	Tebal	Volume	Jumlah dalam Unit	Volume Total
	m	m	M	m ³		m ³
Panjang	10,8	2	0,3	6,48	2	12,96
Lebar	2,5	2	0,3	1,5	2	3
Alas	2,5	10,8	0,3	8,1	1	8,1
Sudut Tembok	0,3	2	0,3	0,18	12	2,16
Volume Beton Dibutuhkan						26

Tabel 4. 22 Volume Beton Unit SDB

SDB						
Jumlah Unit: 5						
		Tinggi	Tebal	Volume	Jumlah dalam Unit	Volume Total
	m	m	m	m ³		m ³
Panjang	11	1	0,3	3,3	6	19,8
Lebar	5	1	0,3	1,5	10	15
Alas	0,9	11	0,3	2,97	5	14,85
Sudut Tembok	0,3	1	0,3	0,09	12	1,08
Volume Beton Dibutuhkan						50,73

Tabel 4. 23 Volume Beton Unit Kolam Fakultatif

Kolam Fakultatif						
Jumlah Unit: 1						
		Tinggi	Tebal	Volume	Jumlah dalam Unit	Volume Total
	m	m	m	m ³		m ³
Panjang	15	2,5	0,3	11,25	2	22,50
Lebar	7,5	2,5	0,3	5,63	2	11,25
Alas	1,5	15	0,3	6,75	1	6,75
Sudut Tembok	0,3	2,5	0,3	0,23	4	0,90
Volume Beton Dibutuhkan						41,40

Tabel 4. 24 Volume Beton Unit Kolam Maturasi

Kolam Maturasi						
Jumlah Unit: 3						
		Tinggi	Tebal	Volume	Jumlah dalam Unit	Volume Total
	m	m	m	m ³		m ³
Panjang	22	1	0,3	6,60	6	39,60
Lebar	11	1	0,3	3,30	6	19,80
Alas	2	22	0,3	13,20	3	39,60
Sudut Tembok	0,3	1	0,3	0,09	12	1,08
Volume Beton Dibutuhkan						100,08

Tabel 4. 25 Volume Beton Unit Bak Disinfeksi

BAK DISINFEKSI						
Jumlah Unit: 1						
		Tinggi	Tebal	Volume	Jumlah dalam Unit	Volume Total
	m	m	m	m ³		m ³
Panjang	2	2	0,3	1,2	2	2,4
Lebar	1	2	0,3	0,6	2	1,2
Alas	1	2	0,3	0,6	1	0,6
Sudut Tembok	0,3	2	0,3	0,18	6	1,08
Volume Beton Dibutuhkan						5,28

Tabel 4. 26 Perhitungan BOQ Volume Galian Tanah

No	Bangunan Unit	Panjang Galian (m)	Lebar Galian (m)	Kedalaman (m)	Jumlah Unit	Volume (m ³)
1	Kolam SSC	22	9,5	0,5	4	418,00
2	Kolam ABR	13	4	2,5	1	130,00
3	Kolam SDB	13	6	1,5	5	585,00
4	Kolam Fakultatif	17	9	3	1	459,00
5	Kolam Maturasi	24	12,5	1,5	3	1350,00
6	Kolam Disinfeksi	3	2	2,5	1	15,00
Total						2957,00

Tabel 4. 27 Perhitungan BOQ Urugan Tanah

No	Bangunan Unit	Panjang (m)	Lebar (m)	Kedalaman (m)	Jumlah Unit	Volume (m ³)
1	Kolam SSC	22	9,5	0,1	4	83,6
2	Kolam ABR	13	4	0,1	1	5,2
3	Kolam SDB	13	6	0,1	4	31,2
4	Kolam Fakultatif	17	9	0,1	1	15,3
5	Kolam Maturasi	24	12,5	0,1	3	90
6	Kolam Disinfektan	3	2	0,1	1	0,6
Total						225,9

4.8 Rencana Anggaran Biaya (RAB)

Rencana Anggaran Biaya (RAB) merupakan sebuah perkiraan kebutuhan biaya yang akan diperlukan untuk melaksanakan pekerjaan. RAB disusun berdasarkan analisa harga satuan pekerjaan (HSP) serta volume pekerjaan yang telah direncanakan. RAB adalah alat untuk mengelola total biaya penyelesaian pekerjaan secara berurutan sesuai rencana. RAB adalah perkiraan yang disiapkan oleh pemilik, konsultan teknik, dan perancang kontraktor sebelum pelaksanaan suatu proyek konstruksi dimulai. Perhitungan RAB dari IPLT Kapanewon Ngemplak terdiri dari perhitungan seluruh unit. Rincian harga satuan disesuaikan dengan Harga Satuan Pokok Kegiatan (HSPK) yang berlaku di Kabupaten Sleman Tahun 2022. Adapun daftar harga dapat dilihat pada Tabel 4.28 dan Tabel 4.29 berikut ini:

Tabel 4. 28 Harga Satuan Pokok Kegiatan Kabupaten Sleman Tahun 2022

NO	Uraian Pekerjaan	Satuan	Harga
			Satuan (Rp)
A	PEKERJAAN PERSIAPAN		
1	Pengukuran dan Pasang Bouwplank	m	18.315
2	Pembersihan Lapangan	m ²	12.987
3	Pembuatan Direksi Keet	m ²	4.423.105
4	Pembuatan Papan Nama Proyek	ls	1.921.733,01
B.	PEKERJAAN TANAH		
1	Stripping Tanah	m ²	6.898,65
2	Galian Tanah	m ³	95.543,25
3	Urugan Tanah	m ³	236.338,98
4	Buang Tanah	m ³	41.880,30
C.	PEKERJAAN PONDASI		
1	Pasangan pondasi batu kali	m ³	1.067.535,84
C.	PEKERJAAN BETON		
1	Beton K - 250	m ³	1.294.468
2	Bekisting plat beton lantai	m ²	797.151
3	Bekisting plat beton dinding	m ²	279.994
D	PEKERJAAN ATAP		
	Rangka atap baja ringan	m ²	466.920
E	PEKERJAAN PEMASANGAN		
1	Bar Screen	bh	1.500.000
3	Pompa SDB Eddy Pump	bh	14.000.000
4	Pompa Disinfeksi	bh	3.775.308

Sumber: Peraturan Bupati Sleman Nomor 21.1 Tahun 2022

Tabel 4. 29 Harga Satuan Upah Kabupaten Sleman Tahun 2022

Kode	Uraian	Satuan	Harga
L.01.01	Pekerja	OH	100.000
L.02.03	Tukang Batu	OH	120.000
L.02.04	Tukang Kayu	OH	131.000
L.02.05	Tukang Besi	OH	120.000
L.03.01	Kepala Tukang	OH	136.500
L.04.01	Mandor	OH	136.500

Setelah mencari harga satuan bahan dan harga satuan pekerjaan, maka dapat memasukkan harga satuan tersebut ke dalam analisa harga satuan pekerjaan sehingga dapat diketahui harga satuan pokok kegiatan. Perhitungan RAB ini mengacu pada analisa HSP sesuai Permen PUPR No. 1 Tahun 2022 dan SNI 2835:2008.

Tabel 4. 30 Rencana Anggaran Biaya (RAB)

NO	Uraian Pekerjaan	Satuan	Volume	Harga	Jumlah
				Satuan (Rp)	Harga (Rp)
A	PEKERJAAN PERSIAPAN				
1	Pengukuran dan Pasang Bouwplank	m	170	18.315	3.113.550,00
2	Pembersihan Lapangan	m ²	7500	12.987	97.402.500,00
3	Pembuatan Direksi Keet	m ²	20	4.423.105	88.462.093,80
4	Pembuatan Papan Nama Proyek	ls	1	1.921.733,01	1.921.733,01
B.	PEKERJAAN TANAH				
1	Stripping Tanah	m ²	2000	6.898,65	13.797.300,00
2	Galian Tanah	m ³	2957,00	95.543,25	282.521.390,25

3	Urugan Tanah	m3	225,90	236.338,98	53.388.975,58
4	Buang Tanah	m3	200,00	41.880,30	8.376.060,00
C.	PEKERJAAN PONDASI				
1	Pasangan pondasi batu kali	m3	149,01	1.067.535,84	159.073.515,52
C.	PEKERJAAN BETON				
1	Beton K - 250	m3	223,71	1.294.468	289.585.340,08
2	Bekisting plat beton lantai	m2	1854,50	797.151	1.478.316.418,23
3	Bekisting plat beton dinding	m2	949,00	279.994	265.714.467,33
D	PEKERJAAN ATAP				
	Rangka atap baja ringan	m2	4250,00	466.920	1.984.411.317,50
E	PEKERJAAN PEMASANGAN				
1	Bar Screen	bh	4	1.500.000	6.000.000,00
2	Kebutuhan Pipa dan Manhole				105.643.500,00
3	Pompa SDB Eddy Pump	bh	1	14.000.000	14.000.000,00
4	Pompa Disinfeksi	bh	1	3.775.308	3.775.307,58
5	Pekerjaan Elektrikal				175.054.000,00
Total Rencana Anggaran Biaya (RAB)					5.030.557.468,89

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan dengan hasil perencanaan yang sudah dilakukan di Kapanewon Ngemplak yang sesuai dengan kriteria sebagai area pelayanan IPLT, kesimpulannya sebagai berikut:

1. Jumlah penduduk yang dilayani pada tahun 2047 adalah 84.296 Jiwa, dan hasil perencanaan teknis terhadap kebutuhan kapasitas IPLT di akhir periode desain 25 tahun adalah 46 m³/hari.
3. Dari perhitungan perencanaan didapatkan hasil kapasitas dan dimensi yang bisa dilihat pada tabel 5.1 berikut ini:

Tabel 5. 1 Kapasitas dan Dimensi Unit – Unit IPLT Rencana

Unit	Bentuk Unit	Waktu Detensi	Kapasitas Rencana	Panjang	Tinggi	Lebar	Luas
		Hari	m ³ /hari	m	m	m	m ²
SSC	Persegi Panjang	10	46	19,73	3,6	9	712
ABR	Persegi Panjang	3	42	10,8	2	2,5	27
SDB	Persegi Panjang	10	6,24	11	1	5	275
Kolam Fakultatif	Persegi Panjang	7,8	39,76	15	2,5	7,5	112,5
Kolam Maturasi	Persegi Panjang	6	39,76	22	1	11	726
Bak Disinfektan	Persegi	7	3,31	2	2	1	2

5.2 Saran

Berdasarkan hasil dari penelitian ini, beberapa saran sebagai berikut:

- a. Untuk mengurangi risiko terlalu banyak kapasitas yang tidak terpakai pada beberapa tahun awal operasi, IPLT sebaiknya dibangun secara bertahap sesuai dengan kebutuhan sebenarnya.
- b. Belum adanya sosialisasi di Kapanewon Ngemplak, akibatnya masyarakat tidak memiliki pengetahuan tentang metode IPLT yang benar, sehingga pengelolaan lumpur tinja tidak dilaksanakan di masyarakat. Hal ini mungkin menjadi salah satu penyebab rendahnya pengolahan hasil pembuangan lumpur menjadi IPLT, sehingga instansi pemerintah setempat perlu melakukan sosialisasi.
- c. Membutuhkan Peraturan yang mengikat untuk pengelolaan air limbah domestik dan lumpur tinja diperlukan, termasuk mengatur pengurusan rumah serta instalasi pengolahan limbah domestik dan menetapkan peraturan tarif tetap untuk lumpur berdasarkan kapasitas fasilitas pengolahan. Salah satunya adalah melaksanakan program Layanan Lumpur Tinja Terjadwal (L2T2), hal ini dapat menambah persentase pengurusan dan menambah pelanggan.
- d. Perhitungan BOQ dan RAB perencanaan hanya sebatas dasar, untuk mencapai nilai utilitas yang lebih besar, perlu dilakukan penelitian lebih lanjut mengenai manfaat *intangibile* khususnya manfaat dari segi sosial ekonomi.

DAFTAR PUSTAKA

- Agustien, R., Soewondo, P., dan Sudradjat, A. (2018). **Development of audit technology approach for performance improvement of feces sludge treatment plant (IPLT) (Case study: IPLT Bawang in Tangerang City and IPLT Pecuk in Indramayu District)**. *Matec Web of Conferences*, 147.
- Almeida, N. P., Canhadas, M. C., Albertini, M. R. M. C., Santos, K. G. dos, dan Vieira Neto, J. L. (2020). **Solid–fluid separation in the gravitational field: Courseware generation using computational fluid dynamics simulation**. *Computer Applications in Engineering Education*, 28(6), 1566–1579.
- Asmara, A. A., Rahmawati, S., Yulianto, A., Abay, M. R., Arlina, D., dan Wacano, D. (2021). **A Comprehensive Assessment of Septage Management in Bantul, Yogyakarta**. *Indonesian Journal of Urban and Environmental Technology*, 4(2), 109.
- Azwar, A., BB, S., dan Yusuf, M. (2020). **Mekanisme Pelaksanaan Layanan Lumpur Tinja Terjadwal (LLTT) Studi pada Dinas Pekerjaan Umum dan Penataan Ruang (PUPR) Kota Kendari**. *Neo Respublica : Jurnal Ilmu Pemerintahan*, 1(2), 181.
- Hafizhul Hidayat dan Aryo Sasmita, M. R. (2017). **Perencanaan Pembangunan Instalasi Pengolahan Lumpur Tinja (IPLT) di Kecamatan Tampan Kota Pekanbaru**. Doctoral dissertation, Riau University. 1(2004), 2234–2239.
- Hakim, A. J., Cahya, E. N., dan Haribowo, R. (2021). **Studi Perbandingan Efisiensi Perbaikan Mutu Air Limbah Domestik melalui Filtrasi Horizontal dengan Beton Porous Recycled Aggregate Berlapis**. *Jurnal Teknologi Dan Rekayasa Sumber Daya Air*, 1(1), 112–125.
- Handoko, T. (2021). **Kabupaten Tulang Bawang Barat Sistem Kolam Stabilisasi (Studi Kasus : Iplt Penunangan Kabupaten Tulang Bawang Barat)**. *Jurnal Profesi Insinyur – JPI*, 2(1), 19–25.
- Hutagaol, D. G., dan Herumurti, W. (2020). **Perencanaan Pengurasan dan Pengeringan Lumpur Skala Kecil IPALD-T Kabupaten Gresik**. *Jurnal Teknik ITS*, 9(2), 2301–9271.
- Mulyani, N., dan Solikhin, M. (2021). **Perencanaan Instalasi Pengolahan Lumpur Tinja (Iplt) Babakan Karet Kabupaten Cianjur Menggunakan Kolam Stabilisasi Tahun 2017**. *Jurnal Teknologi Dan Pengelolaan* 5(September), 24–39.

- Novilyansa, E., Anwar, A., dan Cambodia, M. (2020). **Analisis Kebutuhan Instalasi Pengolahan Air Limbah Domestik (Ipald) Dengan Variasi Jumlah Sambungan Rumah (Sr)**. *Teknika Sains : Jurnal Ilmu Teknik*, 5(1), 27–34.
- Nuraeni, R. (2017). **Diagnosis Kinerja Instalasi Pengolahan Lumpur Tinja (IPLT) Performance Diagnosis of Septage Treatment Plant**. *Widyariset*, 1(1), 87–99
- Peraturan Menteri Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat Nomor 04/PRT/M/2017 PUPR Nomor 4. 2017. **Penyelenggaraan Sistem Pengelolaan Air Limbah Domestik**. Jakarta: Kementerian PUPR
- Rahardjo, P. N. (2017). **Evaluasi dan Perencanaan Awal untuk Meningkatkan Efektifitas IPAL Sistem Anaerobik PKS PT . Deli Muda Perkasa Evaluation and Initial Planning for Improved Effectiveness of Anaerob WWTP System in Crude Palm Oil Industry PT Deli Muda Perkasa**. *18(1)*, 19–28.
- Rasawula Lukman, R., Eka Pratiwi, Y., dan Rosdiana, R. (2021). **Evaluasi Teknik 42 Operasional dari Kinerja Instalasi Pengolahan Lumpur Tinja di Kota Kendari**. *Jurnal Teluk: Teknik Lingkungan UM Kendari*, 1(1), 1–7.
- Saragih, G. M. (2018). **Tinjauan Limbah Cair Mall Jambi Town Square PT. Temas Alvindo Jambi**. *Jurnal Daur Lingkungan*, 1(2), 71.
- Shabrina, H. M., Muntalif, B. S., Firdayati, M., dan Fathuna, I. S. (2021). **Deteksi dan Kuantifikasi Telur Cacing Ascaris spp. Pada Limbah dan Lumpur IPAL Bodojong Bandung**. *Jurnal Sains & Teknologi Lingkungan*, 13(1), 62–75.
- Sudarmadji, dan Hamdi. (2017). **Sebagai Sistem Pembuangan Air Kotor**. *Jurnal Teknik Sipil*, 9(2), 134–142.
- Supriyono, L., dan Fatmawati, L. (2017). **Kajian Ekonomi Pembangunan Instalasi Pengolahan Lumpur Tinja (IPLT) Kota Madiun**. *Jurnal Pilar Teknologi*, 1(23). 9.
- Zulfianti E.N., Resnawati R., Legowo H.B., Manurung M., Kusumaningrum M., 2011. **Materi Air Limbah**. Kementerian Pekerjaan Umum. Jakarta