

**PERENCANAAN PENGELOLAAN SISTEM AIR LIMBAH
DOMESTIK BERBASIS KOMUNAL DI KOMPLEK
PERUMAHAN GURU PANGO RAYA
KOTA BANDA ACEH**

TUGAS AKHIR

Untuk Memenuhi Sebagian dari Syarat-syarat
yang Diperlukan untuk Memperoleh
Ijazah Sarjana Teknik

Oleh

M. KHALIL
NPM : 1803120159



PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH ACEH
BATHOH - BANDA ACEH
2024

LEMBAR PENGESAHAN FAKULTAS

Tugas Akhir dengan judul “Perencanaan Pengelolaan Sistem Air Limbah Domestik Berbasis Komunal Di Komplek Perumahan Guru Pango Raya Kota Banda Aceh”, disusun oleh:

Nama Mahasiswa : M. Khalil
NIM : 1803120159
Program Studi : Teknik Sipil

Diajukan untuk memenuhi sebagian dari syarat-syarat yang diperlukan guna memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Aceh, telah lulus pada tanggal 01 Februari 2024.

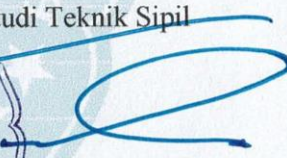
Banda Aceh, 01 Februari 2024

Disetujui Oleh,

Pembimbing,

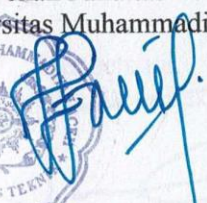
Ketua
Program Studi Teknik Sipil


Akmal, ST, M.Eng. IPM
NIDN. 1308068301


Dr. Ir. Pamalkhani, ST, M.Eng. Sc,
IPM, ASEAN Eng
NIK. 19821027 201409 1 001

Menyetujui/Mengesahkan,

Dekan Fakultas Teknik
Universitas Muhammadiyah Aceh


Prof. Dr. Ir. Hafnidar A. Rani, ST, MM, IPU, ASEAN Eng, ACPE, APEC Eng
NIK. 19700314 200004 2 001

LEMBAR PENGESAHAN PROGRAM STUDI

“Perencanaan Pengelolaan Sistem Air Limbah Domestik Berbasis Komunal Di
Komplek Perumahan Guru Pango Raya Kota Banda Aceh”

Disusun oleh:

Nama Mahasiswa : M. Khalil
NIM : 1803120159
Program Studi : Teknik Sipil

Tugas Akhir ini merupakan salah satu persyaratan untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik Strata-1 (S-1) di Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Aceh.

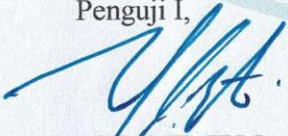
Tugas Akhir ini telah diperiksa dan disetujui oleh Dosen Pembimbing dan Dosen Penguji untuk disahkan.

Banda Aceh, 01 Februari 2024

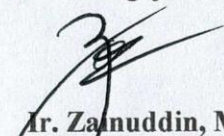
Pembimbing,


Akmal, ST, M.Eng. IPM
NIDN. 1308068301

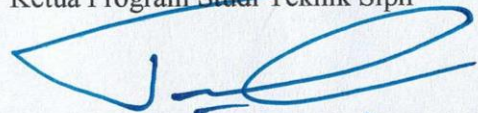
Penguji I,


Yulia, ST, MT, IPM
NIDN. 1319078601

Penguji II,


Ir. Zainuddin, MT
NIDN : 0110105703

Mengetahui,
Ketua Program Studi Teknik Sipil


Dr. Ir. Tamalkhani, ST, M.Eng.Sc, IPM, ASEAN Eng
NIK. 19821027 201409 1 001

PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : M. Khalil

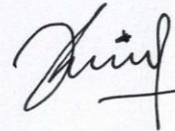
Npm : 1803120159

Dengan ini menyatakan dengan sesungguhnya bahwa :

1. Di dalam tugas akhir saya tidak terdapat bagian atau satu kesatuan yang utuh dari tugas akhir/skripsi, tesis, disertasi, buku, atau bentuk lain yang saya kutip dari karya orang lain tanpa saya sebutkan sumbernya yang dapat dipandang sebagai tindakan penjiplakan.
2. Sepanjang pengetahuan saya juga tidak terdapat reproduksi karya atau pendapat yang pernah saya tulis atau diterbitkan oleh orang lain yang dijadikan seolah-olah karya asli saya sendiri.
3. Apabila ternyata terdapat tugas akhir saya bagian-bagian yang memenuhi unsur penjiplakan, maka saya menyatakan kesediaan untuk dibatalkan atau seluruhnya.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya untuk dapat dipergunakan seperlunya.

Banda Aceh, 01 Februari 2024
Saya yang membuat pernyataan,



M. Khalil
1803120159

KATA PENGANTAR

Bismillahirrahmanirrahim

Segala puji dan syukur penulis panjatkan kehadiran ALLAH SWT, yang melimpahkan karunia-Nya sehingga penulis tugas akhir ini dapat diselesaikan pada waktunya.

Tugas akhir ini berjudul “**Perencanaan Pengelolaan Sistem Air Limbah Domestik Berbasis Komunal Di komplek Perumahan Guru Pango Raya Kota Banda Aceh**”, ditulis dalam rangka melengkapi dan memenuhi salah satu syarat yang diperlukan untuk menyelesaikan pendidikan pada Program Studi Sarjana Teknik Sipil pada Universitas Muhammadiyah Aceh.

Dalam pelaksanaan penelitian dan penulisan tugas akhir ini, penulis telah memperoleh bantuan dan bimbingan dari berbagai pihak terutama pembimbing. Untuk itu penulis menyampaikan terima kasih yang tulus kepada Bapak Akmal, ST., M.Eng. IPM sebagai pembimbing.

Selanjutnya, pada kesempatan ini penulis juga menyampaikan terima kasih kepada :

1. Dekan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Aceh Ibu (Prof. Dr. Ir. Hafnidar A. Rani, ST, MM, IPU, ASEAN Eng, ACPE).
2. Ketua Program Studi Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Aceh Bapak (Dr. Ir. Tamalkhani, ST, M. Eng. Sc, IPM, ASEAN Eng) dan Ibu Sekretaris Program Studi Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Aceh (Cut Nawalul Azka, S.ST.,MT. IPP)
3. Tenaga pengajar pada Fakultas Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Aceh.
4. Penguji I Ibu Yulia, ST, MT, IPM dan Penguji II Bapak Ir. Zainuddin, MT yang telah memberikan banyak masukan untuk perbaikan tulisan ini.
5. Kepada kedua orang tua tercinta Ayahanda dan Ibunda, serta seluruh keluarga besar yang telah memberikan do’a restu serta dorongan moril maupun materil darinya penulis dapat menyelesaikan tugas akhir ini, oleh

sebab itu penulis memohon do'a agar mereka diberkahi umur panjang oleh Allah SWT dan selalu dalam lindungan-Nya.

6. Sahabat tercinta yang telah banyak mendukung dan memberikan banyak saran serta kritikan yang sangat membantu penulis, serta semua pihak yang tidak disebutkan namanya yang telah turut membantu penulis sehingga mampu menyelesaikan tugas akhir ini.

Semoga Allah SWT memberikan balasan atas jasa dan budi baik dari semua pihak, akhirnya harapan penulis semoga tugas akhir ini dapat bermanfaat bagi penulis pada khususnya dan umumnya bagi para pembaca sekalian. Semoga Allah SWT, senantiasa memberikan rahmat serta karunia-Nya kepada kita semua. *Amin ya Rabbal'alam.*

Banda Aceh, 01 Februari 2024
Penulis,

M. Khalil
1803120159

PERENCANAAN PENGELOLAAN SISTEM AIR LIMBAH DOMESTIK BERBASIS KOMUNAL DI KOMPLEK PERUMAHAN GURU PANGO RAYA KOTA BANDA ACEH

Oleh:

M. Khalil
1803120159

Pembimbing:
Akmal, ST., M.Eng. IPM

ABSTRAK

Pertumbuhan jumlah penduduk di kota Banda Aceh berdampak pada pertumbuhan yang cukup pesat. Hal ini berdampak buruk terutama menyangkut meningkatnya jumlah limbah domestik yang dihasilkan dari aktivitas rumah tangga. Penelitian ini dilakukan untuk merancang instalasi pengolahan air limbah komunal yang sesuai dengan Komplek Perumahan Guru di Desa Pango Raya yang saat ini belum memiliki sistem sanitasi yang baik berupa pengolahan sistem air limbah domestik berbasis komunal pada komplek tersebut. Hal ini menyebabkan terjadinya pencemaran air tanah yang signifikan dan tidak layak pakai. Untuk menanggulangi permasalahan ini, diperlukan perencanaan Instalasi Pengolahan Air Limbah Domestik (IPALD) berbasis komunal di Komplek Perumahan Guru Pango Raya. IPALD komunal bertujuan untuk memudahkan masyarakat dalam pengelolaan dan pengolahan air limbah sehingga dapat menanggulangi permasalahan kuantitas air limbah domestik yang dihasilkan yang dapat merusak lingkungan maupun Kesehatan masyarakat. Penelitian ini menggunakan metode gabungan antara kualitatif dan kuantitatif yang mana terdapat beberapa data primer dan sekunder dan kemudian dilakukan pengolahan data. Penelitian ini difokuskan pada kondisi lapangan melalui wawancara dan observasi kemudian sampai dengan pengolahan data. Perencanaan IPALD ini mempergunakan teknik pengolahan air limbah kombinasi *Anaerobic Baffled Reactor* (ABR) dan *Anaerobic Filter* (AF). IPALD komunal ini direncanakan untuk 40 SR (Sambungan Rumah) yang mana Kuantitas volume debit air limbah yang dihasilkan adalah sebesar 27 m³/hari. Hasil perencanaan IPALD komunal pada ini direncanakan dengan luas bak *inlet* 1x1m tinggi 4 m, dengan 4 bak AF 1x3 m tinggi 3,5m, dan 4 bak ABR 1x3,5 m dengan tinggi 3,5 m dan bak *settler* 3,5x3,5 m dengan tinggi 3,5 m. Kemudian untuk mengalirkan air limbah yang dihasilkan yakni menggunakan pipa PVC berdiameter 6 inci dan juga disertai oleh 13 unit bak kontrol dengan dimensi 60x60 cm. Jarak penempatan bak kontrol yaitu per 25 meter untuk setiap jaringan pipanya. Kuantitas volume debit air limbah yang dihasilkan pada komplek tersebut adalah sebesar 27 m³/hari.

Kata Kunci : IPALD Komunal, Kuantitas , Limbah domestik

DAFTAR ISI

	Halaman
PENGESAHAN FAKULTAS	i
PERNYATAAN PROGRAM STUDI	ii
PERNYATAAN.....	iii
KATA PENGANTAR	iv
ABSTRAK	vi
DAFTAR ISI.....	vii
DAFTAR GAMBAR.....	ix
DAFTAR TABEL	x
DAFTAR LAMPIRAN	xi
BAB I PENDAHULUAN.....	1
BAB II TINJAUAN KEPUSTAKAAN.....	4
2.1 Sanitasi Berbasis masyarakat	4
2.2 Sanitasi Berbasis masyarakat	4
2.3 Limbah Rumah Tangga.....	5
2.4 Sistem Pengelolaan Air Limbah Domestik	6
2.5 Teknologi Pengolahan Air Limbah Domestik	7
2.6 Pengolahan Kombinasi <i>Anaerobic-Aerobic</i>	8
2.7 Perencanaan Pengelolaan Sistem Air Limbah Domestik Berbasis komunal	9
2.7.1 Perhitungan Proyeksi Populasi	9
2.7.2 Perhitugan Debit Air Limbah	10
2.7.3 Merencanakan Sistem Jaringan Pipa	10
2.7.4 Perencanaan Pembangunan IPALD	10
2.7.5 Perencanaan Pembangunan IPALD	10
2.8 Penelitian Terdahulu	11

BAB III METODOLOGI PENELITIAN	16
3.1 Umum.....	16
3.2 Lokasi Perencanaan.....	16
3.3 Studi Literatur	17
3.4 Jenis Dan Sumber Data	17
3.5 Metode Pengumpulan Data	17
3.6 Pengelolaan Data.....	18
3.7 Analisa Data	19
3.7.1 Analisa Data Proyeksi Penduduk	19
3.7.2 Analisa Perencanaan Sistem Air Limbah Berbasis Komunal.....	19
 BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	 21
4.1 Analisis Lokasi.....	21
4.2 Kuantitas Air Limbah Domestik	22
4.2.1 Air Bersih.....	22
4.2.2 Air Limbah.....	22
4.2.3 Volume Jam Puncak.....	23
4.2.4 Debit Air Limbah	23
4.2.5 Volume Lumpur	24
4.3 Perencanaan IPALD	24
4.3.1 Perhitungan Dimensi Bak Inlet	25
4.3.2 Perhitungan Jumlah Bar Screen	25
4.3.3 Perhitungan Dimensi Bak Settler	26
4.3.4 Perhitungan Dimensi Bak ABR	26
4.3.5 Perhitungan Dimensi Bak AF	27
4.4 Perencanaan Lay Out	27
4.5 Kedalaman Pipa.....	28
4.6 Kemiringan Pipa.....	29
4.7 Desain Septic Tank.....	29
4.8 Bak Kontrol	31

4.9 Hasil Perencanaan IPALD	32
4.5 Pembahasan.....	32
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	34
5.1 Kesimpulan.....	34
5.2 Saran.....	34
DAFTAR KEPUSTAKAAN	35

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
LAMPIRAN A.....	37
Gambar A.3.1 Diagram Alir Penelitian.....	37
Gambar A.3.2 Peta Provinsi Aceh	38
Gambar A.3.3 Peta Perumahan Guru Pango Raya	39
Gambar A.3.4 Alat Ukur	39
Gambar A.3.5 Foto Dokumentasi	40
Gambar A.3.6 Foto Dokumentasi	40
Gambar A.3.7 Foto Dokumentasi	41
Gambar A.3.8 Foto Dokumentasi	41
Gambar A.3.9 Pengukuran Long Section	42
Gambar A.3.10 Pengukuran Long Section	42
Gambar A.3.11 Pengukuran Long Section	43
Gambar A.3.12 Pengukuran Long Section	43
Gambar A.3.13 Contoh Desain ABR.....	44
Gambar A.3.14 Contoh Desain AF	44
Gambar A.3.15 Contoh Lay Out Jaringan Pipa	45
Gambar A.3.16 Typical IPLD Komunal	46

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 2.1 Tingkat Pemakaian Air Minum Rumah Tangga Berdasarkan kategori kota	6
Tabel 2.2 Penelitian Terdahulu	11
Tabel 4.1 Data Lokasi Tanah Kosong.....	21
Tabel 4.2 Data Lokasi Tanah Kosong.....	22
Tabel 4.3 Data Air Bersih	22
Tabel 4.4 Data Air Limbah	22
Tabel 4.5 Volume Jam Puncak	23
Tabel 4.6 Debit Air Limbah	23
Tabel 4.7 Volume Lumpur	24
Tabel 4.8 Perhitungan IPALD	25
Tabel 4.9 Perhitungan Jumlah Bar Screen	25
Tabel 4.10 Perhitungan Dimensi Bak Settler	26
Tabel 4.11 Perhitungan Dimensi Bak ABR	26
Tabel 4.12 Perhitungan Dimensi Bak AF	26
LAMPIRAN B	
Tabel B.1.1 Tingkat Pemakaian Air Minum Rumah Tangga Berdasarkan kategori kota	54

DAFTAR LAMPIRAN

LAMPIRAN C	55
C.1 Perhitungan Air Limbah Domestik	55
C.2 Perhitungan IPALD	55
 BERITA ACARA	
RESUME SIDANG TUGAS AKHIR	

BAB I

PENDAHULUAN

Pertumbuhan penduduk Pango Raya Kota Banda Aceh terus mengalami peningkatan. Pertumbuhan penduduk beserta aktivitasnya berbanding lurus dengan peningkatan jumlah limbah cair yang dihasilkan dari berbagai kegiatan di Pango Raya Kota Banda Aceh. Peningkatan limbah cair dapat mengakibatkan penurunan kualitas air di dalam saluran air kota yang menjadi muara dari sistem pembuangan limbah cair rumah tangga dan industri.

Upaya pemerintah dalam mencegah pencemaran lingkungan khususnya limbah cair rumah tangga salah satunya diawali oleh Surat Edaran. Berdasarkan surat edaran tersebut, dibentuklah Program Percepatan Pembangunan Sanitasi Permukiman (PPSP). Pemko Banda Aceh untuk menjadi salah satu daerah yang ditetapkan sebagai pelaksana Program Percepatan Pembangunan Sanitasi Permukiman. Pemko Banda Aceh menyampaikan tujuan pembangunan IPALD dalam menyukseskan program pemerintah pusat. Progress sanitasi layak di Banda Aceh sampai dengan 2022 sudah mencapai 88,54%. Untuk itu himbauan kepada masyarakat Kota Banda Aceh diantaranya menggunakan jamban sehat untuk buang air besar, tidak membuang tinja dengan menyalurkan ke sungai, tambak maupun selokan, mewujudkan lingkungan yang bersih.

Terdapat komplek yang saat ini belum terdapat pengolahan sistem air limbah domestik berbasis komunal pada penduduk. Hal ini tentu masih akan menyebabkan pencemaran pada air sungai serta air tanah untuk area yang belum terjangkau Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPALD). Sehingga untuk menanggulangi permasalahan ini perlu direncanakan IPALD dengan cakupan yang lebih luas lagi.

Dalam mencapai Perencanaan Pengelolaan Sistem Air Limbah Domestik Berbasis Komunal di komplek Perumahan Guru Pango Raya Kota Banda Aceh dalam menyukseskan program pemerintah pusat, diperlukan kajian mengenai pengolahan air limbah domestik untuk mengurangi jumlah sambungan rumah yang

membuang air besar sembarangan dengan sistem komunal mencakup, beberapa pendekatan, tidak hanya secara teknis, aspek kelembagaan peran serta masyarakat Perumahan Guru Pango Raya perlu dipertimbangkan. Untuk itu perencanaan ini tidak terlepas dari pengkajian dari aspek teknis, dan peran serta masyarakat dan kelembagaan.

Berdasarkan latar belakang yang telah dipaparkan, maka dapat dirumuskan masalah yang akan diteliti yaitu berapakah kuantitas limbah yang dihasilkan dari Perumahan Guru Pango Raya dan bagaimana perencanaan pengolahan sistem air limbah domestik berbasis komunal yang sesuai di kompleks tersebut.

Tujuan dari penelitian ini untuk mengetahui kuantitas limbah yang dihasilkan dari kompleks, Merencanakan pengolahan sistem air limbah domestik berbasis komunal yang sesuai di kompleks tersebut. Manfaat Penelitian ini adalah merencanakan sistem air limbah domestik berbasis komunal yang sesuai perumahan dan memberikan informasi bagi instansi terkait mengenai program percepatan sanitasi perkotaan di Kota Banda Aceh dan alternatif pengolahan dengan sistem komunal.

Lingkup penelitian yang digunakan dalam penelitian ini, lokasi Penelitian yang terdapat pada suatu kawasan kompleks yang belum terdapat pengolahan sistem air limbah domestik berbasis komunal. Dusun Jeumpa, Gampong Panteriek, Kecamatan Lueng Bata merupakan daerah yang sudah terdapat instalasi pengolahan air limbah IPALD yang digunakan untuk contoh perencanaan. Perencanaan yang rencanakan hanya sistem instalasi dan bak penampung.

Metode yang digunakan pada penelitian ini adalah metode survei lapangan yang bertujuan untuk pengukuran beda tinggi dan pengukuran kedalaman air muka tanah, pada pengukuran beda tinggi menggunakan alat *waterpass* yang berfungsi untuk melakukan *levelling* atau *waterpassing* pada elevasi perumahan. Sedangkan pada pengukuran kedalaman muka air tanah ditentukan dengan mengukur sumur gali di daerah penelitian menggunakan alat *roll meter* bertujuan untuk menentukan bahwa sumur resapan dengan kedalaman yang ditentukan tidak terdapat muka air tanah.

Hasil penelitian adalah data jumlah penduduk didapatkan dari kantor kepala desa pango raya, pada tahun 2023 didapatkan hasil perencanaan IPALD komunal pada kompleks ini, di mana distribusi yang sesuai yaitu metode pengumpulan data dengan hasil IPALD rencana untuk menghasilkan lingkungan yang lebih bersih dengan nilai air bersih = $33,9 \text{ m}^3$, volume limbah = $27 \text{ m}^3/\text{hari}$, volume minimum air limbah = $4.60 \text{ m}^3/\text{hari}$, Besaran volume lumpur yang diperoleh adalah = $3.39 \text{ m}^3/\text{tahun}$, Pada perhitungan IPALD didapatkan dimensi = $0,3 \text{ m}^3$, *Surface* = 1m, jumlah bar *screen* 17 batang, dimensi bak settler = 3,5m, kecepatan aliran bak = $0,10 \text{ m}^3/\text{jam}$, cek vup = $0,39 \text{ m}/\text{jam}$, dan kecepatan aliran 1,34. Berdasarkan hasil perencanaan diperoleh nilai rancangan IPALD yang meliputi 1 bak inlet 1x1 dengan kedalaman 4 m, 1 bak *settler* 3,5x 3,5 meter dengan kedalaman 3,5m, 4 bak ABR 1x3,5 m dengan Kedalaman 3,5 m. Hasil desain perencanaan bak IPALD berbasis komunal yang diterapkan di lokasi penelitian yang di mana hasil yang direncanakan ini dapat berfungsi dengan baik agar terciptanya lingkungan yang bersih dan bebas dari pencemaran limbah.

BAB II

TINJAUAN KEPUSTAKAAN

Tinjauan kepustakaan bertujuan untuk memberikan konsep-konsep dasar serta landasan teori dalam menentukan metode penyelesaian sebagai anggapan dasar dengan menggunakan konsep-konsep yang berhubungan dengan masalah yang diteliti. Berikut teori-teori mengenai artikel dari jurnal, buku dan dokumen lain yang mendeskripsikan teori serta informasi yang dikutip dari hasil penelitian terdahulu dan para ahli serta dari referensi-referensi yang berkaitan dengan permasalahan yang ditinjau.

2.1 Sanitasi Berbasis Masyarakat

Pengelolaan lingkungan hidup adalah usaha menyeluruh dalam pemamfaatan penataan, pemeliharaan, pengawasan, pengendalian, pemulihan dan pengembangan lingkungan hidup. Menurut keputusan UU No.23/Tahun 1997 tentang pengelolaan lingkungan hidup pada pasal 1 ayat 2 menyebutkan bahwa pengelolaan lingkungan adalah upaya terpadu untuk melestarikan fungsi lingkungan hidup yang meliputi kebijaksanaan penataan, pemamfaatan, pengembangan, pemeliharaan, pemulihan, pengawasan, dan pengendalia lingkungan hidup.

2.2. Sanitasi Berbasis Masyarakat

Keputusan WHO, sanitasi lingkungan (*environmental sanitation*) adalah upaya pengendalian semua faktor lingkungan fisik manusia yang mungkin menimbulkan atau dapat menimbulkan hal- hal yang merugikan bagi perkembangan fisik, kesehatan dan daya tahan hidup manusia

Sanitasi atau Sanitasi Berbasis Masyarakat adalah program untuk menyediakan prasarana air limbah bagi masyarakat di daerah kumuh . Menyusul kesuksesan pilot program di enam kota di tahun 2003-2004, mulai tahun 2005.

Pemerintah Indonesia telah berkomitmen untuk meningkatkan sumber daya dalam mendukung replikasi dan *scaling-up* pendekatan fasilitas sanitasi berbasis.

2.3 Limbah Rumah Tangga

Arief (2016) berpendapat limbah adalah buangan yang kehadirannya pada suatu saat dan tempat tertentu tidak dikehendaki lingkungan karena tidak memiliki nilai ekonomis. Limbah merupakan salah satu penyebab pencemaran lingkungan yang membawa dampak buruk bagi kesehatan masyarakat. Limbah digolongkan kedalam dua kelompok yaitu limbah rumah tangga dan limbah industri.

Limbah rumah tangga (limbah domestik) adalah semua limbah yang berasal dari kamar mandi, WC, dapur, tempat cuci pakaian, apotik rumah sakit, dan sebagainya, yang secara kuantitatif terdiri atas bahan organik, baik padat maupun cair, bahan berbahaya (B3), garam terlarut, lemak dan bakteri. Kegiatan di dalam rumah tangga dapat menghasilkan suatu zat sisa baik yang masih dapat digunakan maupun tidak dapat digunakan lagi yang biasa disebut dengan limbah rumah tangga. Berdasarkan Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup No. 112 Tahun 2003 yaitu :Limbah domestik adalah air limbah yang berasal dari usaha an atau kegiatan permukiman (*real estate*), rumah makan , perkantoran, perniagaan, apartemen dan asrama.

Limbah rumah tangga dikelompokkan menjadi 2 yaitu :

1. *Grey Water* adalah adalah limbah air yang dii dapat dari mencuci baju, mencuci piring atau air bekas dari kamar mandi.
2. *Black Water* adalah istilah air untuk air yang sangat terkontaminasi seperti air septic tank dan air limbah dapur.

Perhitungan debit air limbah didasarkan pada jumlah pemakaian air minum. Volume air limbah adalah 80% volume air minum. Perhitungan untuk pemakaian air minum penduduk sebaiknya menggunakan data primer. Apabila data primer tidak ada, data sekunder yang biasa digunakan adalah data pemakaian air PDAM untuk rumah yang hanya menggunakan PDAM sebagai satu satunya sumber air minum.

Tabel 2.1 Tingkat Pemakaian Air Minum Rumah Tangga Berdasarkan Kategori Kota

No	Kategori Kota	Jumlah Penduduk (X 1.000 orang)	Tingkat Pemakaian Air Minum (ltr/orang/hari)	Debit Air Limbah (ltr/orang/hari)
1	Kota Metropolitan	>1.000	190	152
2	Kota Besar	500 – 1.000	170	136
3	Kota Sedang	100 – 500	150	120
4	Kota Kecil	20 – 100	130	104
5	Kota Kecamatan	3 - 20	100	80
6	Kota Pusat Pertumbuhan	<3	30	24

(Sumber Data : SK-SNI Air Minum, 2000 *Buku Spald Terpusat)

2.4. Sistem Pengolahan Air Limbah Domestik

Berdasarkan peraturan pemerintah Nomor 16 tahun 2005 tentang pengembangan sistem perencanaan air minum yang dalamnya terdapat pengelolaan air limbah serta mengacu pada referensi lain, sistem pengelolaan air limbah dikelompokkan menjadi 3 sistem, yaitu:

1. Sistem setempat (*onsite*) : air limbah (*black dan grey water*) diolah ditempat.
2. Sistem terpusat (*offsite*) : air limbah dialirkan oleh pipa menuju IPAL
3. Hibrida modifikasi dari kedua sistem yang ada.

Teknologi terkait infrastruktur sanitasi yang terdiri dari 4 komponen yaitu: jamban, pengumpulan, pengolahan dan pembuangan/pemakaian kembali lumpur olahan. Teknologi pengolahan air limbah domestik komunal adalah sistem pengolahan limbah yang digunakan untuk lebih dari satu rumah tangga secara bersama. Hal-hal yang dijadikan pertimbangan dalam pemilihan pengolahan air limbah permukiman antara lain:

1. Kepadatan Penduduk
Tingkat kepadatan penduduk sangat erat kaitannya dengan tingkat pencemaran yang ditimbulkan terhadap air permukaan. Kepadatan

penduduk juga berkaitan dengan ketersediaan lahan untuk diterapkannya sistem setempat.

2. Kedalaman muka air tanah

Kedalaman muka air tanah sangat diperhitungkan khususnya pada sistem setempat. Jika muka air tanahnya lebih dari 1,5 meter dari permukaan pada musim hujan.

3. Kemiringan tanah

Kemiringan tanah sangat erat kaitannya dengan sistem penyaluran air limbah (SPAL) sistem terpusat. Kemiringan yang disyaratkan untuk SPAL adalah dua persen agar air limbah dapat berjalan dengan lancar menuju IPAL. Jika kemiringan tanah kurang dari dua persen, maka akan memerlukan banyak pompa dan berakibat pada tingginya biaya operasional.

2.5. Teknologi Pengolahan Air Limbah Domestik

Jenis dari teknologi pengolahan air limbah domestik ditentukan oleh kapasitas ataupun kebutuhan pengolahan, ketersediaan lahan, keadaan lingkungan, serta kemampuan untuk memelihara serta mengoperasikan teknologi pengolahan tersebut (Harry, 2015). Jenis teknologi pengolahan air limbah domestik yang dipergunakan diantaranya:

1. *Anaerobic Baffled Reactor (ABR)*

ABR berfungsi sebagai penampung *black water* (kotoran dari jamban ataupun kakus) dan *grey water* dari limbah cuci, mandi, maupun dapur. Air dalam ABR akan mengalir naik turun dikarenakan terdapatnya *baffle* ataupun sekat yang berfungsi sebagai penghasil turbulensi (Nanga, 2017). Dalam bak ABR akan dihasilkan endapan lumpur dan gas yang perlu dibuang melalui truk sedot tinja setiap dua ataupun tiga tahun sekali (Soedjono, 2010).

2. *Anaerobic Filter (AF)*

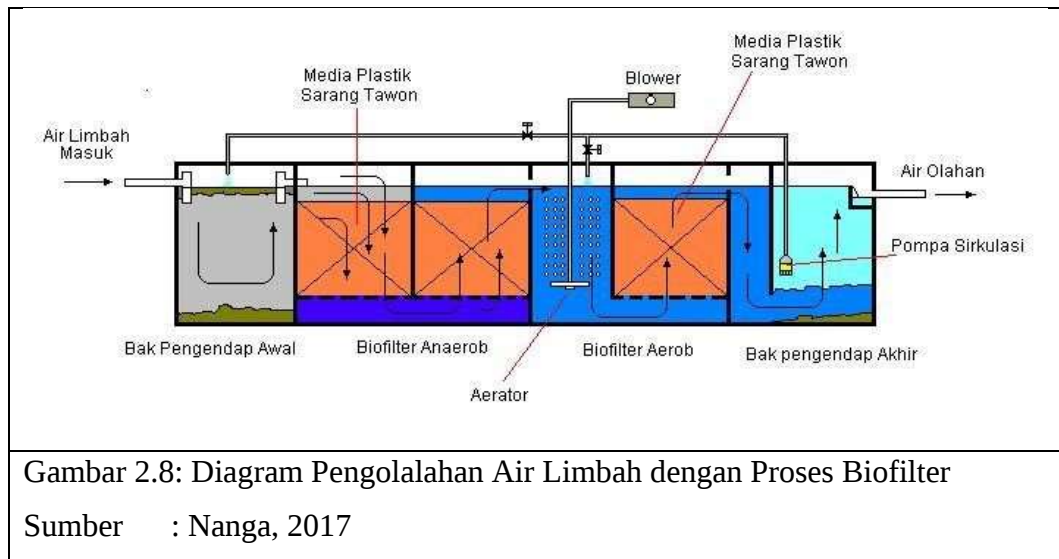
AF berbentuk satu ataupun beberapa ruangan yang dipasang filter (arang, batok, kerikil, plastik, dan sebagainya) (Setiawati, 2016). Perawatan yang diperlukan untuk AF yakni membersihkan filter, sebab seiring pemakaian biomasa

dan padatan akan semakin tebat hingga bisa menutup rongga filter (Soedjono, 2010).

2.6. Pengolahan Kombinasi *Anaerobic-Aerobic*

Sistem kombinasi merupakan pilihan paling banyak dipilih untuk sistem pengolahan lumpur tinja (IPLT) atau IPAL karena lebih efisien dalam pengoperasian dan pemeliharaan, serta menambah daya tampung/kapasitas sistem. Pengolahan air limbah dengan proses *Biofilter Anaerob-Aerob* adalah proses pengolahan air limbah dengan cara menggabungkan proses biofilter anaerob dan proses *biofilter aerob*. Dengan menggunakan proses *biofilter anaerob*, polutan organik yang ada didalam air limbah akan terurai menjadi gas karbon dioksida dan methana penggunaan energi (blower udara), tetapi amoniak dan gas hidrogen sulfide (H_2S) tidak hilang. Oleh Karena itu jika hanya menggunakan proses biofilter anaerob saja hanya dapat menurunkan polutan organik (BOD, COD) dan padatan tersuspensi (TSS).

Pengolahan Air Limbah Proses Biofilter Anerob Aerob Seluruh limbah dialirkan masuk ke bak pengumpul ataub akekualisasi, selanjutnya dari bak ke kualisasi air limbah dipompa ke bak pengendapan awal, untuk mengendapkan pertikel lumpur, pasir dan kotoran organic tersuspensi. Selain sebagai bak pengendap, juga berfungsi sebagai bak pengontrol aliran, serta bak pengurai senyawa organik yang berbentuk padatan, pengurai lumpur (*sludge digestion*) dan penampung lumpur. Skema proses pengolahan air limbah dengan sistem biofilter anaerob- aerob dapat dilihat pada gambar 2.8.



2.7. Perencanaan Pengolahan Sistem Air Limbah Domestik Berbasis Komunal

Perencanaan Pengolahan Sistem Air Limbah Domestik Berbasis Komunal ditentukan berdasarkan tahapan-tahapannya seperti perhitungan proyeksi populasi, perhitungan debit air limbah, merencanakan sistem jaringan pipa dan perencanaan pembangunan IPALD. Beberapa penjelasan parameter yang digunakan untuk menentukan perencanaan IPALD antara lain .

2.7.1. Perhitungan proyeksi populasi

Perhitungan proyeksi penduduk 5 tahun ke depan dengan data yang diambil adalah jumlah penduduk mulai tahun 2018-2022. Jumlah penduduk di suatu daerah merupakan salah satu faktor penting dalam menghitung sistem distribusi air limbah. Semakin banyak jumlah penduduk, semakin besar pula air limbah yang dihasilkan. Proyeksi jumlah penduduk dengan metode geometri menggunakan persamaan sebagai berikut (Fanggi et al, 2015).

$$P_n = P_o(1 + r)^n \dots\dots\dots(2.1)$$

Dimana :

P_n = jumlah penduduk pada tahun ke-n (jiwa)

P_0 = jumlah penduduk pada tahun dasar (jiwa) T_n = tahun ke- n
 n = periode waktu proyeksi
 r = rata-rata persentase pertumbuhan penduduk pertahun (%).

2.7.2. Perhitungan debit air limbah

Perhitungan ini dilakukan untuk mengetahui seberapa besar debit dan beban air limbah yang masuk ke badan air penerima. Perhitungan beban air limbah yang masuk ke badan air penerima dilakukan dengan menggunakan karakteristik air limbah tersebut. Debit Rata-Rata Air Limbah dapat dihitung dengan menggunakan rumus berikut (Kurniawan & Dewi, 2015).

Q air minum = pengguna x liter/hari.....(2.2)
 Q air limbah = timbulan air limbah x air bersih(2.3)
 Q min (minimum) = kecepatan aliran x luas penampang basah.....(2.4)
 Q Peak (jam puncak) = koefisien jam sibuk x volume limbah(2.5)
 Q (debit air limbah) = Q peak : 1 hari(2.6)
 Volume Lumpur = endapan limbah x pengunan x 1 hari.....(2.7)

2.7.3. Merencanakan sistem jaringan pipa

Aullya, A. L, dkk (2021) berpendapat jaringan pipa sambungan rumah dapat ditentukan berdasarkan jenis pembuangan air limbah. Pipa dari toilet (air hitam): diameter pipa minimal 75 mm, bahan dari PVC, kemiringan pipa (1-2)%. Pipa untuk mengalirkan air limbah non feses (grease water): Diameter pipa minimal 50 mm, bahan PVC, kemiringan (0,5-1)%, khusus untuk air limbah dari dapur harus dilengkapi unit grease trap. Pada pipa sekunder kemiringan direncanakan berkisar (0,7–1)%, sedangkan pipa utama (pipa primer) direncanakan kemiringannya (0,5 - 0,7)%.

2.7.4. Perencanaan pembangunan IPALD

IPALD dalam perencanaan ini akan mempergunakan skema pengolahan air limbah berupa bak Inlet > bak Settler > ABR > AF > Outlet. Berdasar pada skema

tersebut kemudian bisa ditentukan serta dihitung dimensi dari IPALD, adapun direncanakan menggunakan persamaan ini :

$$\text{Kapasitas IPALD} = Q \text{ air limbah} \times P_n \dots\dots\dots(2.8)$$

Perencanaan bak Inlet > bak Settler > ABR > AF > Outlet menggunakan persamaan ini:

$$\text{Volume} = (HRT/24) \times \text{kapasitas} \dots\dots\dots(2.9)$$

Dimana :

HRT = waktu retensi limbah di bak.

HRT bak Inlet = 30 menit

HRT bak Settler = 12 jam

HRT bak ABR dan AF = 18 jam

HRT bak Outlet = 30 menit

2.8. Penelitian Terdahulu

Penelitian terdahulu berguna untuk mengetahui bagaimana metode penelitian dan hasil penelitian yang dilakukan. Penelitian terdahulu sebagai tolak ukur peneliti untuk menulis. Penelitian terdahulu dapat di lihat pada Tabel Berikut:

Tabel 2.2 Penelitian Terdahulu

No.	Nama Penulis	Judul	Hasil penelitian
1	2	3	4
1	Sabam Oraendo Ajakima, dan Eddy S. Soedjono (2016)	Perencanaan Instalasi Pengolahan Air Limbah Komunal Di Kelurahan Kedung Cowek Sebagai Upaya Revitalisasi Kawasan Pesisir Surabaya	Dalam mencapai universal acces tahun 2019, masih terdapat 15.958 rumah tangga yang tidak mendapatkan akses sanitasi yang layak di Kota Surabaya. Salah satu kelurahan yang disoroti adalah Kelurahan Kedung Cowek, sedangkan kelurahan ini merupakan kawasan pesisir yang akan menjadi objek pengembangan wisata Kota

			Surabaya. perencanaan ini berupa Sistem Penyaluran Air Limbah (SPAL) dan IPAL Komunal berupa <i>Anaerobic Baffled Reactor (ABR) dan Aerobic Filter (AF)</i>. Area pelayanan mencakup RW 02 dan RW 03 dengan persen pelayanan 80% di tahun 2017, 85% di tahun 2026, dan 90% di tahun 2036.
2	Ahmad Antoni, Aditya Surya Bintara dan Mohammad Debby Rizani (2022)	Perencanaan Instalasi Pengolahan Air Limbah Domestik (IPALD) Skala Komunal Desa Sukoharjo Kecamatan Margorejo Kabupaten Pati	Tahapan perencanaan IPALD diawali dengan perizinan, survei lapangan, pengumpulan data, studi literatur, perencanaan, pembahasan, dan kesimpulan. Data yang dipergunakan yakni data primer berupa observasi lapangan, data COD dan BOD, kemudian untuk data sekunder berupa Data Jumlah Penduduk, Muka Air Tanah, Kemiringan Tanah, Sanitasi Total Berbasis Masyarakat (STBM), dan Gambar Kerja IPALD Penggunaan air bersih untuk kapasitas 200 SR diperoleh sebesar 90 m³/hari, dengan volume limbah 72 m³/hari serta volume lumpur 15 m³/tahun. Dari pengujian pada air limbah diperoleh nilai BOD 15 mg/L dan COD 40 mg/L. Berdasarkan hasil

			perencanaan diperoleh rancangan IPALD yang meliputi 1 bak inlet berukuran 1x1 m dengan kedalaman 3 m, 1 bak settler 3,5x3,5 meter dengan kedalaman 3,5 m, 4 bak ABR 1 x 3,5 m dengan kedalaman 3,5 m, serta 4 bak AF 1 x 3 m dengan kedalaman 3,5 m. Kemudian untuk mengalirkan air limbah dipergunakan pipa PVC berdiameter 6 inch yang disertai 85 buah bak kontrol berdiameter 0,6 meter
3	Imam Nugroho (2016)	Perencanaan Instalasi Pengolahan Air Limbah Komunal Pada Kompleks Perumahan Di Desa Kapur Kecamatan Sungai Raya Kabupaten Kubu Raya.	Pertumbuhan jumlah penduduk di Kabupaten Kubu Raya berdampak pada pertumbuhan sektor perumahan yang cukup pesat. Hal ini memiliki dampak yang baik sekaligus juga berdampak buruk terutama menyangkut meningkatnya jumlah limbah domestik yang dihasilkan dari aktivitas rumah tangga. Penelitian ini dilakukan untuk menentukan instalasi pengolahan air limbah yang sesuai dan merancang instalasi pengolahan air limbah komunal yang sesuai dengan lima kompleks perumahan baru di kawasan Desa Kapur Kecamatan Sungai Raya Kabupaten Kubu

			Raya yang diambil menjadi sampel dalam penelitian ini. Rancangan disesuaikan dengan jumlah perumahan dan ketersediaan lokasi pada masing-masing perumahan, serta kemudahan dalam proses perawatan. Hasil penelitian yang didapatkan instalasi pengolahan air limbah komunal yang sesuai adalah terdiri dari dua bak, yaitu : bak pengendap awal dan bak biofilter anaerob.
4	Yusdi Vari Afandi, Henna Rya Sunoka dan Kismartini (2013)	Status Keberlanjutan Sistem Pengelolaan Air Limbah Domestik Komunal Berbasis Masyarakat Di Kota Probolinggo	Penelitian dilakukan di Kelurahan Pilang dan Mayangan dengan jumlah responden total 107 orang yang mewakili keluarga pemanfaat sarana IPAL komunal. Status keberlanjutan sistem pengelolaan air limbah komunal di Kota Probolinggo masuk kategori sedang dengan skor 2,30. Kondisi tersebut didukung oleh pemilihan teknologi yang tepat baik dari sisi kehandalam maupun kemudahan pengoperasian dan pemeliharannya sehingga menghasilkan penurunan beban pencemaran yang tinggi. Pengelolaan air limbah domestik komunal dilakukan oleh kelembagaan di tingkat lokal

			dalam berbentuk Kelompok Swadaya Masyarakat (KSM), namun dalam pelaksanaannya belum sepenuhnya optimal.
5	Aswati Mindaryani (2020)	Kajian Perencanaan Aerobik Filter Dan Horizontal Gravel Filter Untuk Optimalisasi Ipal Komunal Sistem Dewats Studi Kasus Dusun Karangwetan, Desa Pundungsari, Kecamatan Semin, Kabupaten Gunung Kidul	Adanya limbah dari produksi kerupuk di IPAL Komunal sistem DEWATS di Dusun Karangwetan, Desa Pundungsari, Kecamatan Semin, Kabupaten Gunung Kidul telah menimbulkan permasalahan pada badan air. Salah satu cara untuk mengatasi permasalahan tersebut agar limbah kerupuk dapat terakomodir tanpa mengubah IPAL Komunal yang sudah ada adalah dengan memberikan pengolahan tambahan. Pengolahan limbah sistem DEWATS adalah pengolahan anaerobik, jenis pengolahan tambahan yang direncanakan adalah pengolahan aerobik dan phytoremediasi. Pengolahan aerobik dengan menggunakan aerobik filter sementara phytoremediasi dengan menggunakan Horizontal Gravel Filter (HGF). Desain dan perencanaan kedua pengolahan ini perlu dipertimbangkan aspek teknis dan analisa aspek ekonomis. Dari hasil perhitungan,

			aerobik filter memerlukan volume efektif 19,8 m ³ , dan Horizontal Gravel Filter (HGF) 306,22 m ³ .
--	--	--	---

BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

Untuk mendapatkan hasil penelitian yang sempurna, harus ada metode yang baik. Langkah-langkah penelitian dimulai dengan penelitian literatur, pengumpulan data, analisis data dan perencanaan IPALD.

Untuk mendapatkan hasil penelitian yang sempurna, harus ada metode yang baik. Langkah-langkah penelitian dimulai dengan penelitian literatur, pengumpulan data, analisis data dan perancangan desain sumur resapan.

3.1. Umum

Ada beberapa jenis penelitian yaitu penelitian deskriptif, studi kasus, penelitian korelasional, penelitian kualitas, penelitian tindakan, dan penelitian sejarah. Penelitian deskriptif bertujuan untuk menjelaskan tentang fakta dan sifat suatu populasi atau daerah tertentu secara skematik, faktual, dan teliti. Alir penelitian deskriptif yaitu dengan menggambarkan tentang suatu objek, melakukan analisis dan penafsiran serta melalui alur berpikir logis. Penelitian deskriptif kualitatif menekankan pada sumber informasi data yang dikumpulkan melalui observasi, wawancara, dokumentasi dan data lapangan.

Dalam menyelesaikan permasalahan yang terjadi dan mencapai tujuan dari penelitian menggunakan metode penelitian lapangan yang didasarkan pada kajian pustaka yang ada. Penelitian lapangan yang dimaksud untuk mendapatkan informasi mengenai pembangunan pengolahan air limbah domestik dengan sistem komunal yang ditinjau dari aspek teknik dan peran serta masyarakat.

3.2. Lokasi Perencanaan

Lokasi pada perencanaan ini dilakukan di Pangoe Raya Kecamatan Ulee Kareng Kota Banda Aceh, dengan luas wilayah 1,1 ha. Penelitian ini pada bulan

Oktober 2023 – Januari 2024. Penelitian ini hanya dilakukan pada Komplek Pango Raya.

3.3. Studi Literatur

Studi literatur dilakukan untuk mendukung penelitian tugas akhir. Studi literatur dapat berasal dari jurnal penelitian terdahulu, tugas akhir/tesis terdahulu, *text book*, artikel ilmiah dan peraturan pemerintah yang berhubungan dengan sanitasi, bebas buang air besar sembarangan, sistem desentralisasi IPAL, Pengelolaan air limbah dan metode perencanaan.

3.4 Jenis dan Sumber Data

Data adalah suatu bentuk kumpulan informasi baik berupa lisan maupun tulisan yang menunjang dalam penulisan penelitian. Dalam hal ini terdapat dua jenis data yaitu data primer dan data sekunder. Adapun jenis data yang digunakan untuk mendukung penelitian ini adalah:

1. Data primer adalah data yang diperoleh dari hasil pengamatan dan pengukuran secara langsung tanpa melalui perantara sehingga data yang didapatkan berupa data lapangan.
2. Data sekunder adalah data yang diambil melalui perantara atau pihak yang telah mengumpulkan data tersebut sebelumnya, dengan kata lain peneliti tidak langsung mengambil data sendiri ke lapangan.

3.5 Metode Pengumpulan Data

Pengumpulan data dilakukan untuk memperoleh data yang diperlukan untuk penelitian. Penelitian mengacu pada kerangka/ bagan alir sebagai tahapan penelitian untuk memudahkan pemahaman dalam melaksanakan suatu penelitian yang berawal dari ide/permasalahan yang ingin diselesaikan. Kerangka penelitian memuat garis besar data-data yang akan diambil, baik data primer maupun

sekunder, kaitan antar aspek yang akan diteliti, serta metode analisis yang akan digunakan, evaluasi dan kesimpulan. Data yang diperlukan sebagai berikut:

1. Data sekunder
 - a. Peta Provinsi Aceh
 - b. Peta lokasi penelitian
 - c. Peta situasi perumahan
 - d. Data jumlah penduduk
2. Data primer
 - a. Pengukuran elevasi muka tanah
Untuk mendapatkan elevasi yang di tinjau menggunakan metode *long section* dan menentukan kemiringan instalasi pipa untuk pembuangan air limbah ke IPALD komunal.
 - b. Kedalaman muka air tanah
Mengukur ketinggian dari muka air sumur sampai permukaan tanah menggunakan meteran yang di lakukan pada sumur pada perumahan guru Pangoe Raya
 - c. Aspek Masyarakat
Wawancara pada masyarakat ini bertujuan untuk mendapatkan informasi hal apa kendala air sumur yang keruh dan pemicuan untuk mengolah air limbah domestik.
 - d. Jumlah bangunan rumah
Jumlah di dapatkan dari penelitian langsung ke lapangan dan pencocokan dengan jumlah kk pada dusun tersebut.

3.6 Pengolahan Data

Pengolahan data dalam penelitian ini adalah melakukan tabulasi rekapitulasi dari data primer dan sekunder. Semua data primer dan sekunder yang berhasil dikumpulkan di input secara manual dengan menggunakan software *Auto Cad* dan *Microsoft Excel*. Hal ini bertujuan untuk mempermudah proses analisa data.

3.7 Analisis Data

Tahapan dari proses penelitian dimana data-data yang telah dikumpulkan akan dilakukan proses analisis untuk menjawab permasalahan penelitian sebagai berikut:

3.7.1 Analisa Data Proyeksi Penduduk

Proyeksi penduduk bertujuan untuk memprediksikan jumlah penduduk dimasa mendatang atau di tahun 2023. Adapun metode yang dapat untuk perhitungan proyeksi penduduk adalah metode *Geometrik* Persamaan yang digunakan Rumus (2.1).

3.7.2 Analisa Perencanaan Sistem Air Limbah Berbasis Komunal

Adapun perencanaan dilakukan :

1. Merencanakan teknologi
Pengolahan air limbah rumah tangga yang sesuai dengan kondisi masyarakat di perumahan guru Pangoe Raya. Alternatif teknologi berupa Biofilter.
2. Menghitung kuantitas air limbah domestik
Penggunaan air bersih, volume air limbah, volume saat jam puncak, debit air limbah dan volume lumpur
3. Menentukan *layout*
Sistem jaringan air limbah domestik berdasar pada kontur, ketersediaan lahan, serta akses ke rumah penduduk.
4. Menentukan kemiringan pipa
Kemiringan Pipa berpatokan pada jarak terjauh dari bak kontrol IPALD
5. Menentukan dimensi IPALD
Dalam perencanaan ini akan dipergunakan skema pengolahan air limbah

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Analisis Lokasi

Berdasarkan hasil observasi lapangan pada perumahan guru Pango Raya yang di teliti pada penelitian ini, didapatkan bahwa pada perumahan tersebut memiliki beberapa tanah kosong yang merupakan fasilitas umum yang disediakan oleh pihak desa Pango Raya dan lahan tersebut dapat dimanfaatkan salah satunya sebagai lokasi rencana IPALD komunal. Maka dapat dilihat pada Tabel 4.1 sebagai berikut.

Tabel 4.1 Data Lokasi Tanah Kosong

No	Lokasi	Lahan	Luas M2	Titik Koordinat
1	Perumahan Guru Desa Pango Raya	Tanah Kosong	312.570 M2	Lat 5.53657273 Long 95.34411002

Sedangkan untuk jumlah bangunan dan jumlah penduduk di teliti pada penelitian ini, didapatkan bahwa pada perumahan guru Pango Raya tersebut memiliki beberapa bangunan rumah yang merupakan fasilitas pribadi yang disediakan oleh pihak pemerintah dan jumlah penduduk pendatang lebih banyak dari penduduk lokal karena perumahan tersebut dikhususkan untuk guru.

Tabel 4.2 Data Lokasi Tanah Kosong

No	Lokasi	Lahan	Luas M2	Titik Koordinat
1	Perumahan Guru Desa Pango Raya	Tanah Kosong	312.570 M2	Lat 5.53657273 Long 95.34411002

Lokasi lahan untuk IPALD komunal ini terletak di pekarangan Komplek yang juga tidak jauh dari permukiman perumahan guru ini.

4.2 Kuantitas Air Limbah Domestik

Air limbah domestik merupakan limbah cair hasil buangan dari perumahan (rumah tangga), bangunan perdagangan, perkantoran dan sarana. Contoh limbah air domestik adalah air deterjen sisa cucian, air sabun, dan air tinja. IPALD akan direncanakan untuk 40 SR (Sambungan Rumah) dengan asumsi terdapat 5 jiwa dalam 1 Sr ataupun 500 jiwa, dengan berdasarkan jumlah ini bisa dihitung kuantitas air limbah domestik dalam perencanaan ini

4.2.1 Air Bersih

Air bersih merupakan air yang dapat digunakan untuk keperluan sehari-hari yang kualitasnya memenuhi syarat-syarat kesehatan dan dapat diminum apabila telah dimasak, pada perencanaan ini digunakan jumlah penduduk kota sedang 100-500 orang, dalam perencanaan ini Perhitunganya dapat dilihat pada tabel 4.3 sebagai berikut.

Tabel 4.3 Data air bersih

Jiwa/Orang	Liter/ hari	liter/hari Q	m ³ /hari Q
226	150	33900	33,9

Sumber : Perhitungan

Berdasarkan tabel 4.4 data air bersih harian Pada kota sedang didapatkan 33,9 liter/ m³.Perhitungan di atas menggunakan koefisien 100-500 jiwa.

4.2.2 Air Limbah

Air limbah atau air buangan adalah sisa air yang dibuang yang berasal dari rumah tangga, industri maupun tempat-tempat umum lainnya, dan pada umumnya mengandung bahan-bahan atau zat-zat yang dapat membahayakan bagi kesehatan manusia serta mengganggu lingkungan hidup. Perhitungan air limbah dapat di lihat pada Tabel 4.4

Tabel 4.4 Data air limbah

Timbulan air limbah (m ³ /hari)	pemakaian air bersih (m ³ /hari)	m ³ /hari Q
0,8	33,9	4,60

Berdasarkan Tabel 4.4 data air limbah harian Pada kota sedang didapatkan 4,60 liter/ m³.Perhitungan di atas menggunakan koefisien 100-500 jiwa.

4.2.3 Volume Jam Puncak

Volume jam puncak merupakan banyaknya limbah yang melewati suatu pipa yang terbesar dalam satu hari. Perhitungan volume jam puncak dapat dilihat pada tabel 4.5

Tabel 4.5 Volume jam puncak

koefisien jam sibuk	volume minimum limbah (m ³ /hari)	m ³ /hari Q
1,2	27	32,2

Berdasarkan tabel 4.5 data Volume jam puncak harian Pada kota sedang didapatkan 32,2 m³/hari. Perhitungan di atas menggunakan koefisien 100-500 jiwa.

4.2.4 Debit Air Limbah

Air limbah atau air buangan adalah sisa air yang dibuang yang berasal dari rumah tangga, industri maupun tempat-tempat umum lainnya, dan pada umumnya mengandung bahan-bahan atau zat-zat yang dapat membahayakan bagi kesehatan manusia serta mengganggu lingkungan hidup. Perhitungan Debit air limbah dapat dilihat pada tabel 4.6

Tabel 4.6 Debit Air Limbah

Debit air limbah (m ³ /hari)	Hari	m ³ /jam Q
32,2	24	1,34

Berdasarkan tabel 4.6 data volume jam puncak harian pada kota sedang didapatkan $32,2 \text{ m}^3/\text{hari}$. Perhitungan di atas menggunakan koefisien 100-500 jiwa.

4.2.5 Volume Lumpur

Dalam setiap perencanaan IPAL pasti memiliki volume lumpur yang telah mengendap selama proses pengolahan terjadi, pada perencanaan IPALD komunal di kompleks perumahan guru Pangoe Raya ini juga memiliki volume lumpur yang dapat dihitung dengan menggunakan *koefisien* kota sedang. Perhitungan Volume Lumpur dapat dilihat pada Tabel 4.7

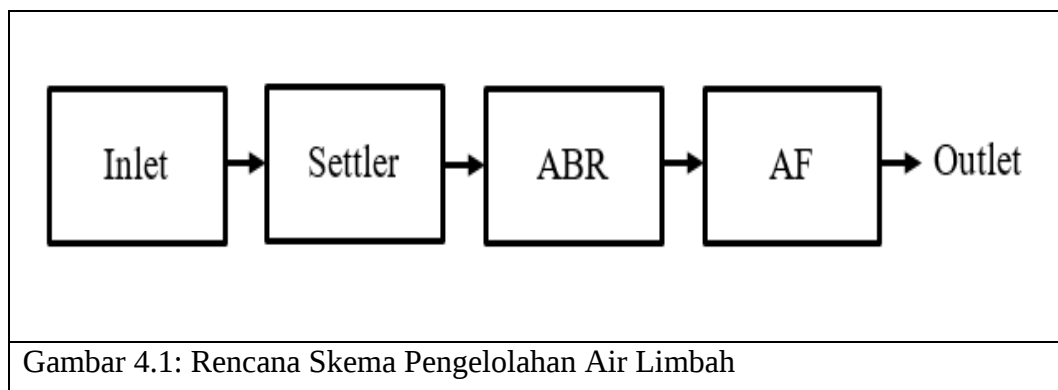
Tabel 4.7 Volume Lumpur

Endapan limbah	Pengguna	hari	m ³ /tahun
15	226	1	3.39

Berdasarkan Tabel 4.7 data Volume jam puncak harian Pada kota sedang didapatkan $3,39 \text{ m}^3/\text{Tahun}$. Perhitungan di atas menggunakan *koefisien* 100-500 jiwa yang mana hal ini termasuk kedalam perencanaan kota sedang.

4.3 Perencanaan IPALD

IPALD dalam perencanaan ini menggunakan skema pengolahan air limbah sebagai berikut:



Berdasarkan pada skema tersebut kemudian bisa ditentukan serta dihitung dimensi dari IPALD yang direncanakan.

4.3.1 Perhitungan Dimensi bak inlet

Dari hasil perhitungan dimensi bak *inlet* adalah Sebagai berikut, Dan dapat dilihat pada Tabel 4.8.

Tabel. 4.8. Tabel perhitungan IPALD

Volume (m3)	Aurface (AS)	Panjang	Lebar	Tinggi	Cek Td
0,3	1	0,3	1	1	0,3

Sumber : Perhitungan

Dari tabel diatas terlihat bahwa Perhitungan pada dimensi bak inlet sudah ok dan sesuai untuk diterapkan dalam perencanaan.

4.3.2 Perhitungan Jumlah Bar Screen

Bar screen berfungsi untuk memisahkan sampah-sampah dari air limbah yang masuk ke dalam sistem pengolahan. *Bar screen* adalah unik pengolahan pendahuluan yang dilengkapi dengan saringan yang berbentuk batang-batang yang dipasang horizontal. Sampah-sampah akan tertahan di saringan pada saat air limbah melewatinya. maka didapat hasil perhitungan pada Tabel 4.9 sebagai berikut :

Tabel. 4.9. Perhitungan Jumlah Bar Screen

jarak antar batang x n	lebar batang x n	(n - 1)	n
0,05	0,01	0,01	17

Sumber : Perhitungan

Dari tabel di atas terlihat bahwa Perhitungan pada jumlah bar screen didapatkan hasil 17 batang yang akan digunakan dalam perencanaan.

4.3.3 Perhitungan Dimensi Bak Settler

Settler berfungsi untuk diaplikasikan pada Bak Sedimentasi pada Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL) yang berfungsi untuk mempercepat pengendapat. maka didapat hasil perhitungan pada tabel 4.9 sebagai berikut :

Tabel. 4.9. Perhitungan dimensi bak *settler*

Volume bak (m3)	Lebar bak (m3)	Tinggi Bak (m3)	Panjang bak (m3)	Kecepatan aliran (V) (m3/jam)
16,08	3,5	3,5	3,5	0,10

Sumber : Perhitungan

Dari perhitungan terlihat bahwa Perhitungan pada bak *settler* didapatkan hasil volume 16,06 m3, lebar 3,5 m3, tinggi 3,5 m3, Panjang 3,5m dan kecepatan aliran adalah 0,10 m3/jam.

4.3.4 Perhitungan dimensi bak ABR

Anaerobic Baffled Reactor (ABR) adalah tangki septik yang lebih baik, terdiri dari beberapa seri dinding antar/sekat yang menyebabkan air limbah yang datang tertekan untuk mengalir. Kontak waktu yang lama dengan biomassa/lumpur aktif menghasilkan pengolahan yang lebih baik. maka didapat hasil perhitungan pada Tabel 4.10 sebagai berikut :

Tabel. 4.9. Perhitungan dimensi bak ABR

Asurface total (m2)	Tinggi total ABR	Jumlah bak	Lebar bak	Panjang bak	Cek Arsuface total (jam)	Cek Vup (jam)
1	15	4	3	1	36,48	0,39

Sumber : Perhitungan

Dari Tabel diatas terlihat bahwa Perhitungan pada bak ABR didapatkan hasil Arsurface 1 m2, tinggi 15 m, jumlah bak 4 buah, lebar bak 3,5 m, Panjang 1m, cek Arsurface 3,5 m2 dan cek *Vup* 0,39 m/jam.

4.3.5 Perhitungan dimensi bak AF

Anaerobic filter adalah alternatif pengolahan limbah grey water menggunakan media terlekat pada *biofilter*. maka didapat hasil perhitungan pada Tabel 4.11 sebagai berikut :

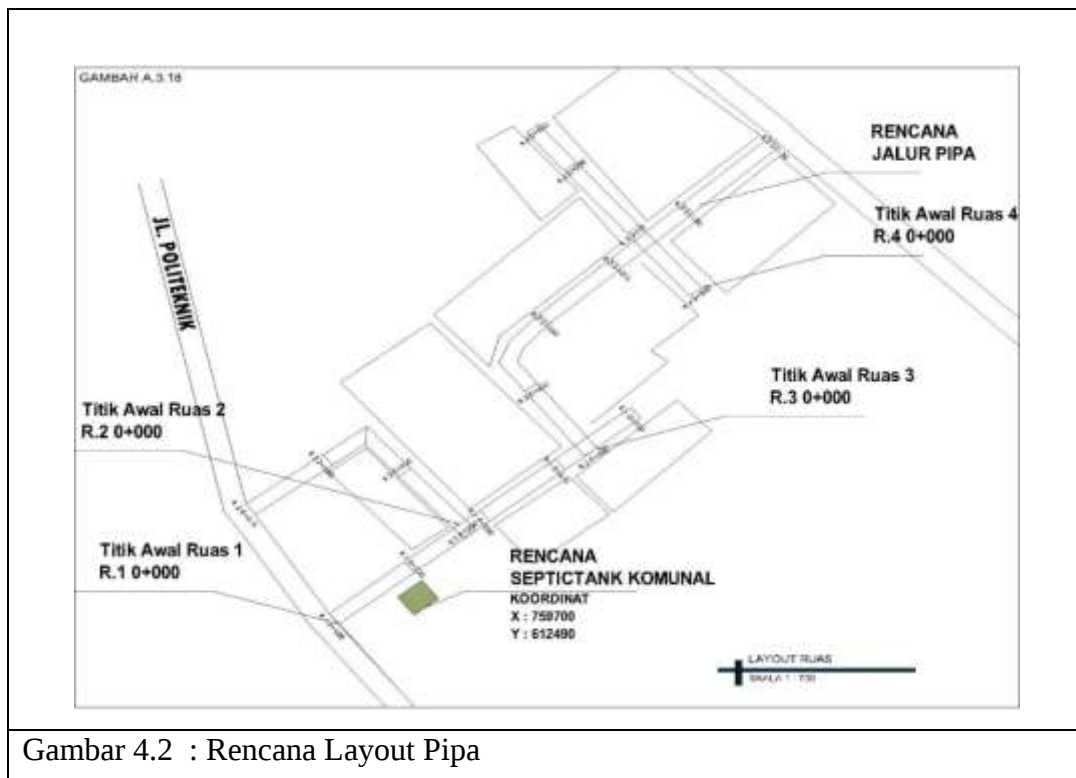
Volume bak	Volume 1 bak AF (m3/hari)	Lebar	Tinggi	Panjang	Kecepatan aliran (m3/hari)
16,08	4,02	3	3,5	0,5	1,34

Sumber : Perhitungan

Dari tabel diatas terlihat bahwa Perhitungan pada bak F didapatkan hasil Volume bak 16,08 m3, lebar 3 m, tinggi bak 3,5 m, Panjang bak 0,5 m, dan kecepatan aliran 1,34 m3/hari.

4.4 Perencanaan Layout

Pada penelitian ini Layout yang direncanakan terdapat 4 ruas jalan yang memiliki beberapa lorong jalan, di setiap ruas jalan mempunyai panjang pipa masing masing. dapat dilihat pada gambar 4.2:



Gambar 4.2 : Rencana Layout Pipa

Hasil rencana layout di dapatkan panjang Sta jalan existing 370 m dan untuk rencana pipa sambungan kerumah di dapatkan panjang pipa 345 m. Pajang setiap ruas berbeda beda dan untuk ruas 1 panjang 100 m, ruas 2 panjang 75 m, ruas 3 panjang 130 m dan ruas 4 panjang 65 m. Rencana bangunan septictank komunal di rencanakan di lahan kosong Sta R1. 0+025.

4.5 Kedalaman Pipa

Berdasarkan pada kontur tanah yang tidak mendatar maka untuk kedalaman pipa bervariasi dan pipa di tanam dengan kedalaman 0.6 m sampai 2 m. maka didapat hasil kedalaman pada tabel 4.12 sebagai berikut.

Tabel. 4.12. kedalaman pipa

No	Nama Bangunan (Kode)	Elevasi Existing Jalan	Elevasi Rencana Pipa	Kedalaman (m)
1	R1. 0+000	20.346	-	-
2	R1. 0+025	20.281	18.666	1.615
4	R1. 0+050	20.217	18.758	1.459
5	R1. 0+075	20.152	18.851	1.301
6	R1. 0+100	20.139	18.944	1.195
8	R2. 0+000	20.217	18.758	1.459
9	R2. 0+025	20.300	18.851	1.449
10	R2. 0+050	20.330	18.944	1.386
11	R2. 0+075	20.403	-	-
13	R3. 0+000	20.152	18.851	1.301
14	R3. 0+025	20.703	18.944	1.759
15	R3. 0+050	19.996	19.036	0.960
17	R3. 0+075	19.982	19.129	0.853
18	R3. 0+100	20.049	19.222	0.827
19	R3. 0+130	20.132	19.333	0.799
21	R4. 0+000	20.152	19.222	0.930
22	R4. 0+025	19.982	19.129	0.853
23	R4. 0+050	19.966	19.222	0.744
24	R4. 0+065	19.966	19.277	0.689

Sumber : Gambar *Long Section*

Hasil analisis dari tabel di atas merupakan hasil kedalaman pipa dengan metode *long section* yang mendapatkan hasil kedalaman yang bervariasi dari kedalaman angka paling tinggi di ruas 1 R1. 0+025 memiliki kedalaman 1.615 m

dan paling rendah di ruas 4 R.4. 0+065 0.689 m Yang mana sudah sesuai ketentuan.

4.6 Kemiringan Pipa

Sudut kemiringan adalah persentase yang dihasilkan dari rasio antara tinggi yang harus ditempuh (h) dan panjang bidang horizontal (d), dikalikan dengan 100. Perhitungan kemiringan pipa berpatokan pada jarak terjauh pipa dari inlet IPALD, yaitu R1. 0+025 sampai R3. 0+130. Kemiringan pipa bisa ditentukan melalui ;

1. Elevasi rencana pipa

$$\text{R1. 0+025} = +18.566$$

$$\text{R1. 0+130} = + 19.433$$

$$\text{Jarak} = 180 \text{ meter}$$

$$\begin{aligned} \text{Selisih elevasi pipa} &= +19.333 - +18.666 \\ &= 0.667 \text{ meter} \end{aligned}$$

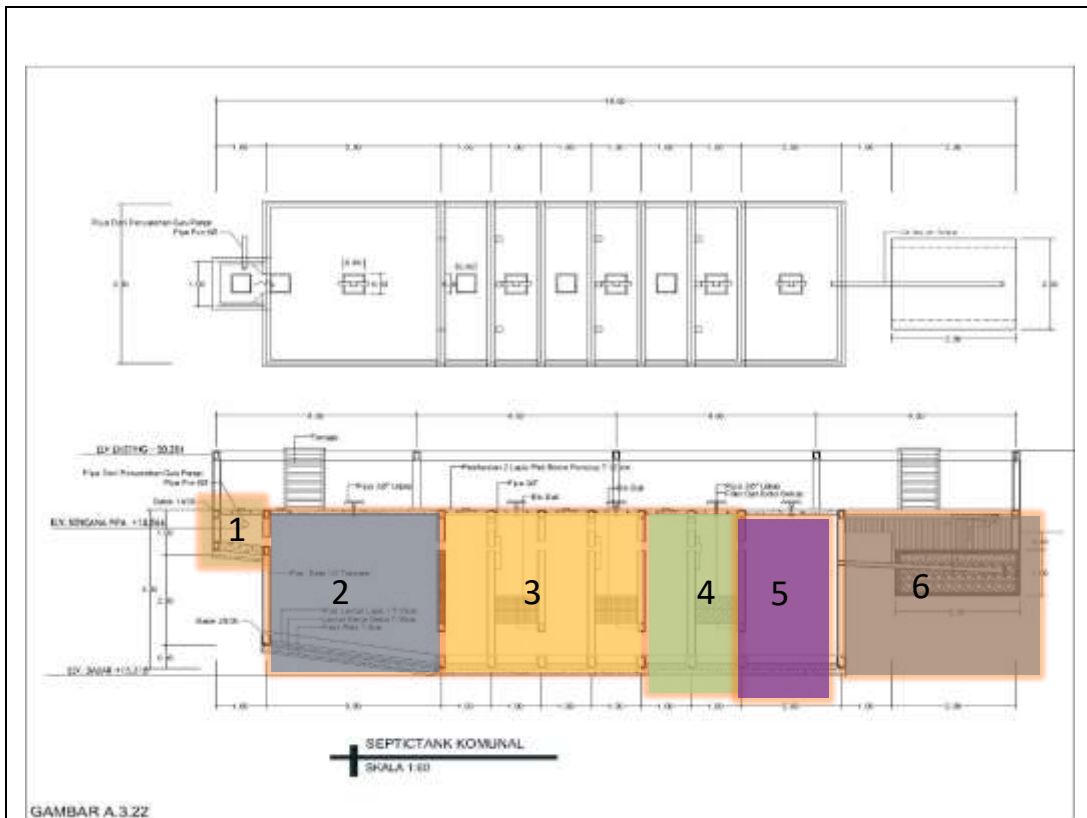
$$\begin{aligned} \text{Kemiringan pipa} &= (\text{selisih elevasi : Jarak}) \times 100 \\ &= 0.48 \% \end{aligned}$$

Kemiringan yang diperoleh yakni 0,48%.Yang di mana pipa dengan jarak 100m memiliki selisih jarak 50cm dan memiliki kemiringan 0.5%, belum sesuai kriteria, yakni diantara 1% hingga 3%. Maka disarankan untuk memakai pompa penyedot air atau jet pump untuk membantu bila terjadi nya tidak lancar limbah menuju septictank maka bisa digunakan jet pump.Sedangkan jenis pipa yang dipergunakan untuk mengalirkan air limbahyakni Pipa PVC berdiameter 6 inci.

4.7 Desain *Septic Tank* Komunal

Secara umum desain dan perencanaan adalah proses membuat gambar atau rancangan yang memperinci hal-hal seperti bentuk, ukuran, dan desain *septic tank* termasuk pada fungsi bangunan untuk menampung dan mengolah limbah kotoran manusia dalam skala rumah tangga setiap rumah . Setelah melakukan analisa pada

perencanaan IPALD maka didapat suatu bentuk dan ukuran untuk melakukan desain perencanaan pada *septic tank* komunal. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada gambar halaman berikut :



Gambar 4.3 : Desain *Septic Tank* Komunal

Hasil desain perencanaan *Septic Tank* Komunal ada beberapa penjelasan lengkap cara kerja *Septic Tank* Komunal bio filter sebagai berikut:

1. Bak Inlet

Menerima limbah domestik dari pipa dan meyalurkannya ke *Septic Tank*. Street inlets adalah bukaan lubang yang berfungsi untuk menampung dan menyalurkan limpasan air limbah menuju ke *Septic Tank*.

2. Bak Settler

Ketika masuk ke dalam saluran *Septic Tank*, limbah atau kotoran akan melalui saringan kasar. Saringan kasar ini berfungsi menyaring limbah yang berukuran besar.

3. Bak ABR

Bak ini berfungsi mengendalikan aliran dan menguraikan zat organik dan menghancurkan limbah padat menjadi limbah cair. Peralatan digunakan adalah *bio ball* sebagai tempat bakteri pengurai tinggal.

4. Bak AF

Bak ini berfungsi menguraikan zat organik menjadi lebih sederhana. Peralatan digunakan adalah filter *honecomp* atau botol minum bekas sebagai tempat bakteri pengurai tinggal dan penghancur komponen dalam limbah.

5. Bak Outlet

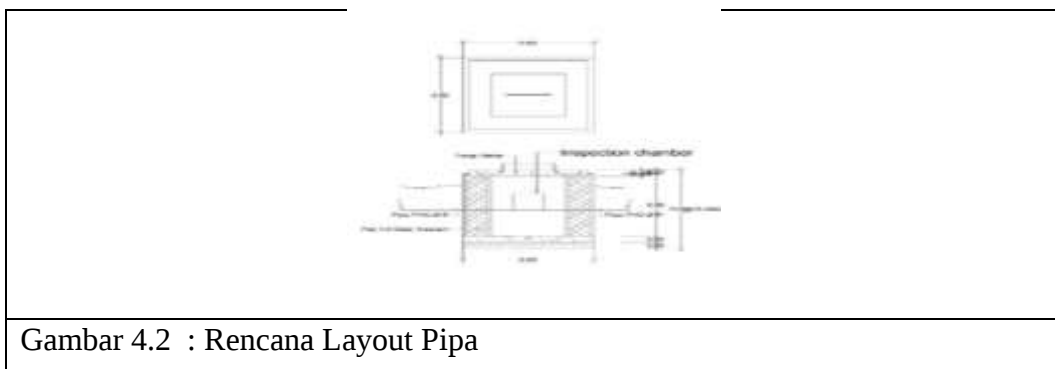
Setelah itu, air limbah atau kotoran akan diproses di bak pengendapan akhir. Di dalam bak ini, air limbah akan kontak dengan senyawa klorin (jika diperlukan). Fungsi : membunuh mikroorganisme / bakteri Pntogen.

6. Resapan

Setelah dari bak akhir air keluar melalui pipa yang sudah dibalutkan dengan komponen ijuk dan batu untuk proses penjernihan alami kedalam tanah.

4.8 Bak Kontrol

Bak control yang dipergunakan pada jaringan papa berbentuk segiempat dengan dimensi 60x60 cm, jarak Penempatan bak control yakni per 25 meter serta diperoleh total sejumlah 13 unit untuk bak control. Fungsi bak kontrol sendiri untuk mengantisipasi terjadi kerusakan pada pipa, sehingga mudah mengetahui titik kerusakan pipa, untuk gambar bak kontrol. dapat dilihat pada gambar 4.3:



Konstruksi pada bak kontrol terdapat lantai kerja, cor beton, pas ½ transram dan *Inspection chamber* yang mana berfungsi jalur akses bawah tanah untuk memeriksa secara berkala dan membersihkan ketika terjadi penyumbatan. *Inspection chamber* yang mana berbentuk seperti tabung dan terdapat saluran pipa penghubung setiap bak kontrol.

4.9 Hasil Perencanaan IPALD

Dari hasil penelitian IPALD komunal yang di teliti pada kompleks guru pango raya kota Banda Aceh dengan hasil yang diperoleh bak inlet 1x1 tinggi 4 m, dengan 4 bak AF 1 x 3 m tinggi 3,5 m, dan 4 bak ABR 1x3,5 m dengan tinggi 3,5m, dengan 1 bak settler 3,5x3,5m dengan ketinggian 3,5m.

4.10 Pembahasan

Bak IPALD komunal terletak pada lahan kosong yang terletak pada pekarangan kompleks guru Pango raya dengan luas 312.570 m² pada koordinat lat 5.53657273 Long 95.33411002. Terdapat banyak sekali manfaat yang diperoleh penduduk kompleks perumahan guru Pango Raya ini dengan adanya pembangunan IPALD berbasis komunal ini baik itu dari segi biaya maupun penggunaan lahannya. dari segi biaya, IPALD komunal ini lebih menghemat biaya dari pada penggunaan IPAL secara konvensional, hal ini dikarenakan pengolahan air limbahnya sudah dilakukan secara terpusat di suatu tempat yang jauh dari pemukiman penduduk.

Berdasarkan Perhitungan data volume jam puncak harian pada kota sedang didapatkan 32,2 m³/hari. Perhitungan tersebut menggunakan koefisien 100-500 jiwa. Maka IPALD komunal ini berukuran lebih besar daripada air limbah yang di hasilkan. Dari hasil penelitian IPALD komunal yang di teliti pada kompleks guru pango raya kota Banda Aceh dengan hasil yang diperoleh bak inlet 1x1 tinggi 4 m, dengan 4 bak AF 1 x 3 m tinggi 3,5 m, dan 4 bak ABR 1x3,5 m dengan tinggi

3,5m, dengan 1 bak settler 3,5x3,5m dengan ketinggian 3,5m. Hal ini dikarenakan IPALD komunal yang terdapat di kompleks perumahan guru Pango Raya ini dapat menampung air limbah secara keseluruhan yang ada agar air limbah yang dihasilkan tidak meluap ataupun terjadinya limpasan air limbah yang tentunya akan menyebabkan pencemaran pada lingkungan.

Selain itu dengan adanya IPAL komunal ini menghasilkan lingkungan yang lebih bersih dan nyaman, hal ini dikarenakan air limbah yang dihasilkan oleh penduduk kompleks diolah berada jauh dari pemukiman warga sehingga warga tidak merasa khawatir lagi dengan akan adanya pencemaran air tanah. Selain itu untuk dapat memastikan bahwa aliran air limbahnya berjalan lancar tanpa hambatan, maka pada setiap jarak 25 meter terdapat sebuah bak kontrol yang berbentuk segi empat dengan dimensi 60x60 cm.

Selain dampak positif, IPALD berbasis komunal juga memiliki beberapa kekurangan diantaranya yaitu perencanaannya yang membutuhkan waktu yang lama, hal ini agar tidak terjadi kesalahan yang dapat merusak fungsi IPALD. Kemudian pengelolaannya tidak bisa dilakukan secara perseorangan karena IPALD berbasis komunal ini harus dilakukan pemeliharaan secara teratur.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan analisis dan pembahasan, maka dapat disimpulkan beberapa hal sebagai berikut :

1. Perencanaan IPALD komunal di Komplek perumahan guru Pango raya kota Banda Aceh bertujuan untuk mengatasi permasalahan sanitasi yang terjadi pada komplek tersebut.
2. Instalasi Pengelolaan IPALD komunal yang direncanakan untuk komplek perumahan guru pango raya terdiri dari 4 bak ABR dan 4 bak AF dan 1 bak settler.
3. Penggunaan air bersih diperoleh sebesar 15 m³/hari dengan volume lumpur sebesar 3,39 m³/tahun serta volume limbah sebesar 27 m³/hari.

5.2 Saran

Berdasarkan uraian yang telah dijelaskan diatas, ada beberapa saran yang terkait dengan penelitian ini. Adapun saran yang dapat diberikan antara lain :

1. Perlu diadakan penelitian lanjutan tentang Rencana Anggaran Biaya (RAB) untuk mengetahui besaran biaya yang diperlukan untuk pembangunan IPALD komunal pada komplek perumahan guru pango raya kota Banda Aceh
2. Diharapkan kepada pemerintah dan perangkat desa setempat agar menyosialisasikan tentang IPALD komunal, hal ini dikarenakan kurangnya pemahaman Masyarakat tentang pengolahan dan dampak dari air limbah terhadap lingkungan sekitar.

3. Diharapkan agar dibentuk kepengurusan dalam mengelola dan merawat IPALD di komplek perumahan guru sehingga IPALD dapat berjalan dengan maksimal.

DAFTAR PUSTAKA

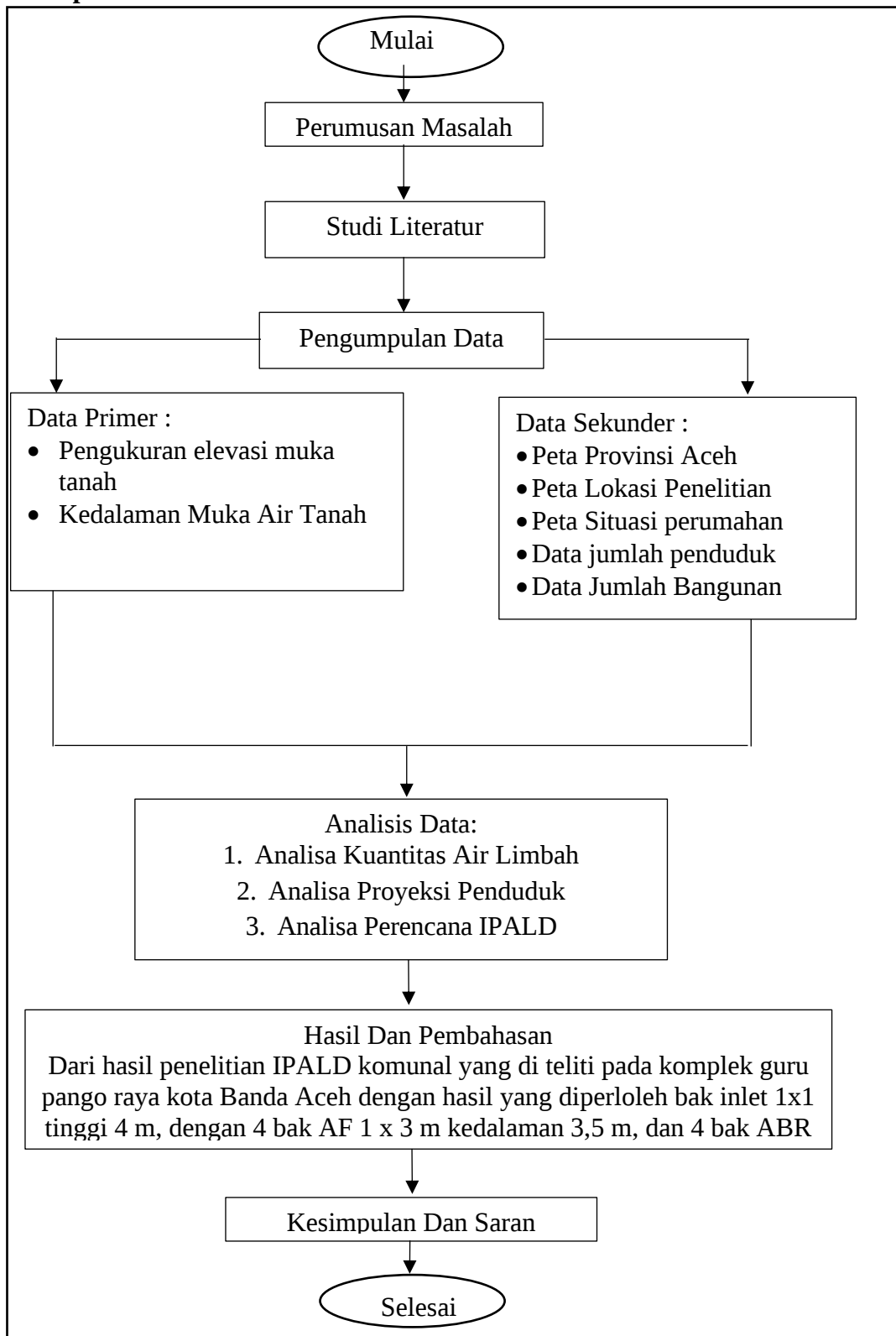
- Al Makka, Harry. 2015. Analisis Kinerja Belanja Daerah dalam Laporan Realisasi Anggaran pada Dinas Pendapatan Pengelolaan Keuangan dan Aset Daerah di Kota Kotamobagu. Jurnal Berkala Ilmiah Efisiensi, Volume 15 No. 04 Tahun 2015.
- Arief, Muhammad., (2016) Pengolahan Limbah Industri Dasar Dasar Pengetahuan dan Aplikasi di Tempat Kerja, Andi Offset, Yogyakarta.
- Auliya, A., dkk. (2021). The Development of Based Evaluation Instruments Wordwall For Science Courses Of Junior High School Class VII. Tarbiyah: Jurnal Ilmiah Kependidikan, Vol. 10 No. 2., (73-83).
- Badan Standardisasi Nasional. (2009). Air dan Air Limbah – Bagian 72: Cara Uji Kebutuhan Oksigen Biokimia (Biochemical Oxygen Demand/BOD). Indonesia, Badan Standardisasi Nasional.
- Mukhtar. 2013. Metode Praktis Penelitian Deskriptif Kualitatif. Jakarta: Referensi (GP Press Group)
- Mubin, Fathul dkk. 2016. Perencanaan Sistem Pengolahan Air Limbah Domestik di Kelurahan Istiqlal Kota Manado. Jurnal Sipil Statik, 4(3), 211-223.
- Nanga, K. O. M. P. P. 2017. Perencanaan Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL) Kelurahan Lemahputro dan Kelurahan Sidokare Kecamatan Sidoarjo Kabupaten Sidoarjo. Skripsi. Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan. Institut Teknologi Sepuluh Nopember: Surabaya.
- Nasution, H.S. 2021. Evaluasi Tahap Perencanaan IPAL Komunal Di Kecamatan Ngaglik Dan Kecamatan Depok, Kabupaten Sleman, D.I. Yogyakarta. Skripsi. Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan. Universitas Islam Indonesia: Yogyakarta.
- Republik Indonesia. 2017. Peraturan Menteri Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat Republik Indonesia Nomor 04 Tahun 2017 Tentang Penyelenggaraan Sistem Pengelolaan Air Limbah Domestik. Jakarta: Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat Republik
- Setiawati, Dewi. (2016). Faktor-Faktor Yang Mempengaruhi Kemampuan Perawatan Diri Pada Lansia Di Desa Windujaya Kecamatan Kedaungbanteng Kabupaten Banyumas, Purwokerto: Naskah Publikasi.

Setiawati, R. T. 2016. Perencanaan Instalasi Pengolahan Air Limbah Domestik di Kecamatan Simokerto Kota Surabaya. Skripsi. Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan. Institut Teknologi Sepuluh Nopember: Surabaya.

Subyantoro dan Suwanto, 2007. Metode dan Teknik Penelitian Sosial. Yogyakarta: Andi.

Wulandari, Puji Retno. 2014. Perencanaan Pengolahan Air Limbah Sistem Terpusat (Studi Kasus di Perumahan PT. Pertamina Unit Pelayanan III Plaju – Sumatera Selatan). Jurnal Teknik Sipil dan Lingkungan, 2(3), 499-509.

Lampiran A



Gambar A.3.1 Diagram Alir

LAMPIRAN A



LAMPIRAN A



Gambar A.3.3 : Peta Perumahan Guru Pangoe Raya
Sumber : Google Earth (2022)



Gambar A.3.4 : Alat Ukur
Sumber : Lokasi Penelitian

LAMPIRAN A



Gambar A.3.5 : Foto Dokumentasi

Sumber : Lokasi Penelitian



Gambar A.3.6 : Foto Dokumentasi

Sumber : Lokasi Penelitian

LAMPIRAN A



Gambar A.3.7 : Foto Dokumentasi
Sumber : Lokasi Penelitian



Gambar A.3.8 : Foto Dokumentasi
Sumber : Lokasi Penelitian

LAMPIRAN A



Gambar A.3.9 : Pengukuran Long Section
Sumber : Lokasi Penelitian



Gambar A.3.10 : Pengukuran Long Section
Sumber : Lokasi Penelitian

LAMPIRAN A

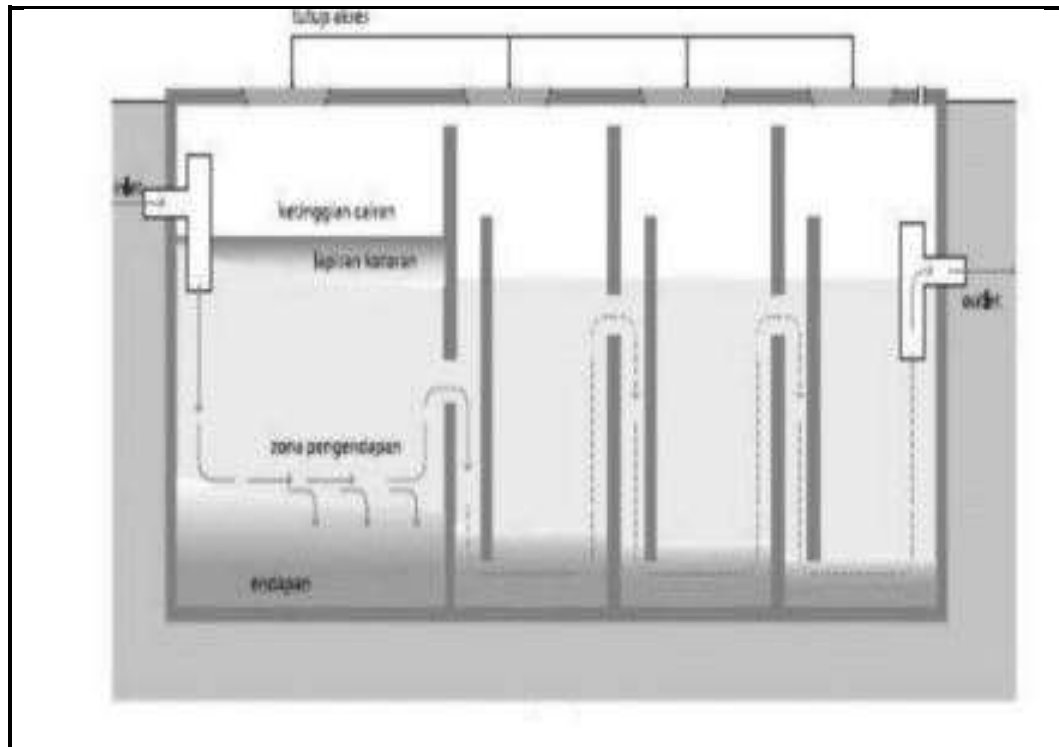


Gambar A.3.11 : Pengukuran Long Section
Sumber : Lokasi Penelitian

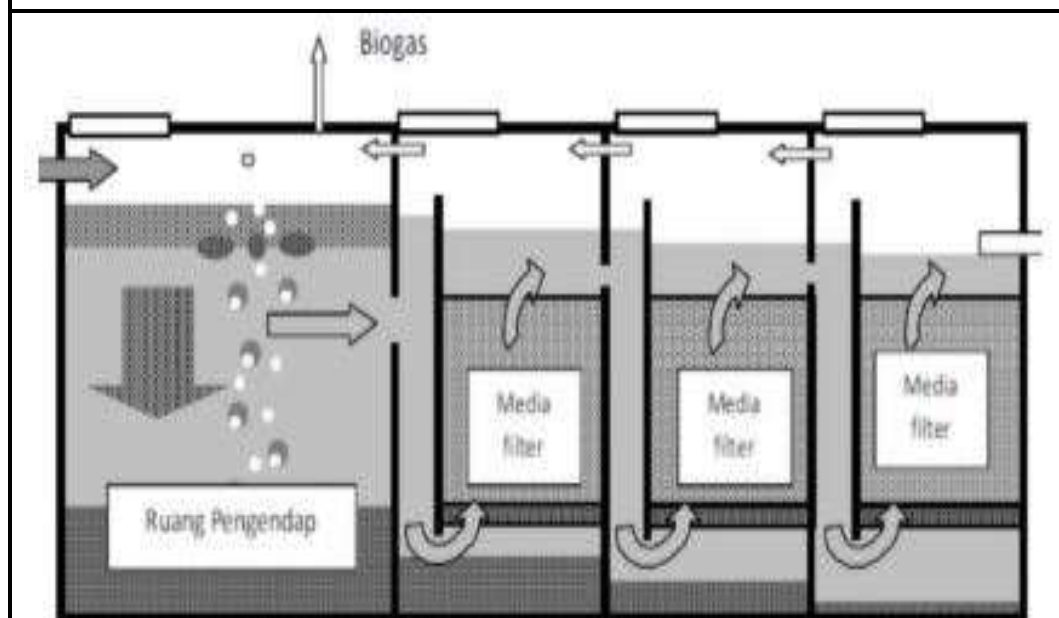


Gambar A.3.12 : Pengukuran Long Section
Sumber : Lokasi Penelitian

LAMPIRAN A

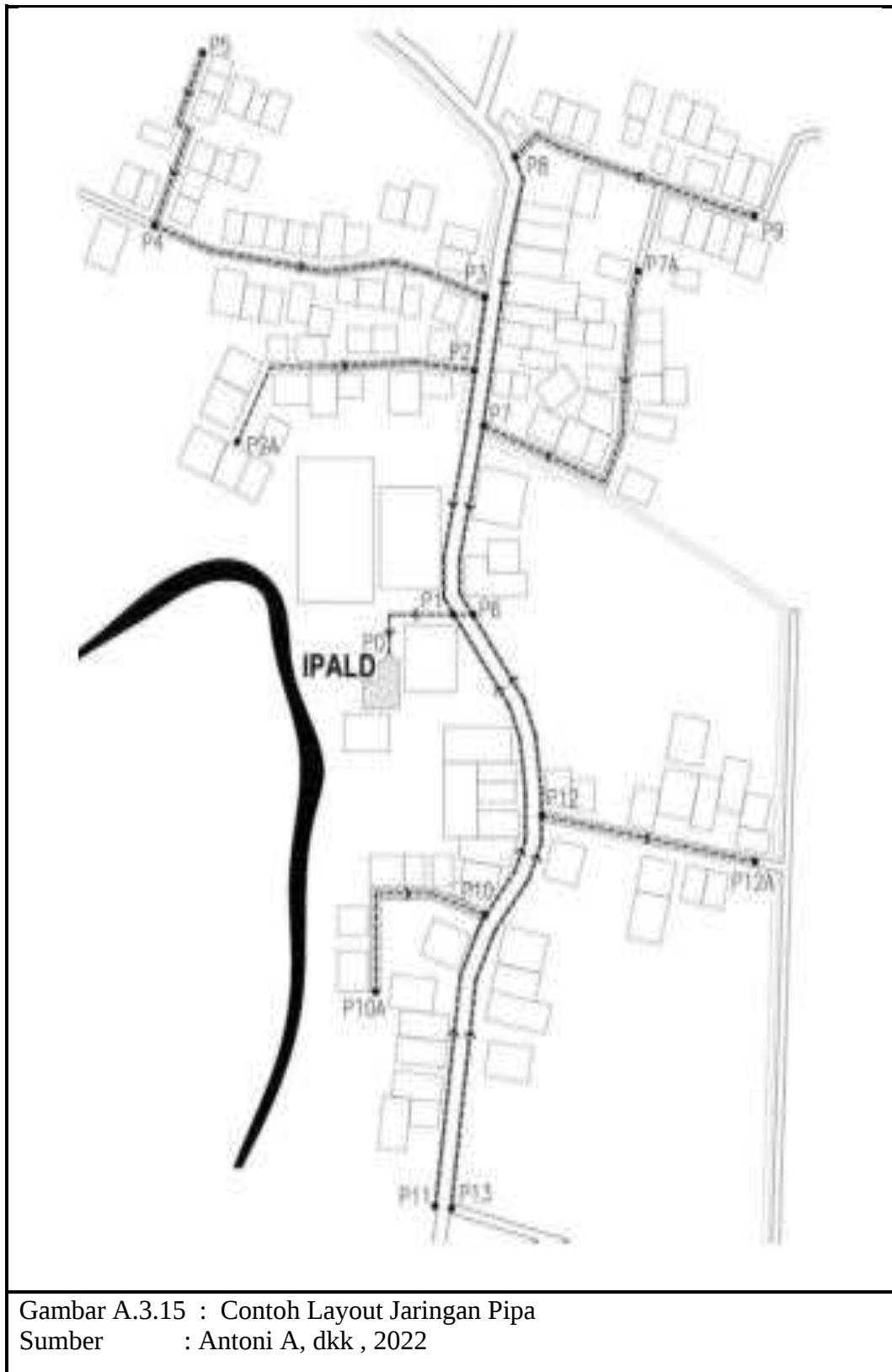


Gambar A.3.13 : Contoh Desain ABR
Sumber : Nanga, 2017

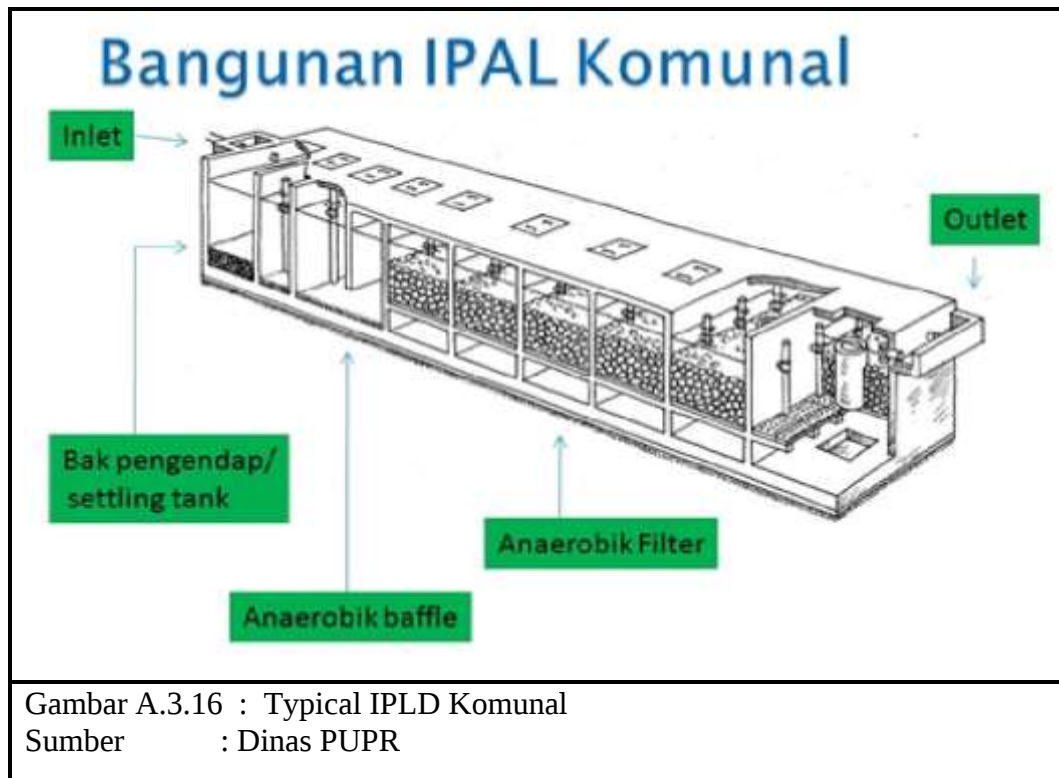


Gambar A.3.14 : Contoh Desain AF
Sumber : Nanga, 2017

LAMPIRAN A



Gambar A.3.15 : Contoh Layout Jaringan Pipa
Sumber : Antoni A, dkk , 2022



GAMBAR A.3.17



UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH ACEH
FAKULTAS TEKNIK
JURUSAN TEKNIK SIPIL
Jalan Universitas Muhammadiyah No. 19 Batoah
Lueng Bata - Banda Aceh

MATA KULIAH

TUGAS AKHIR

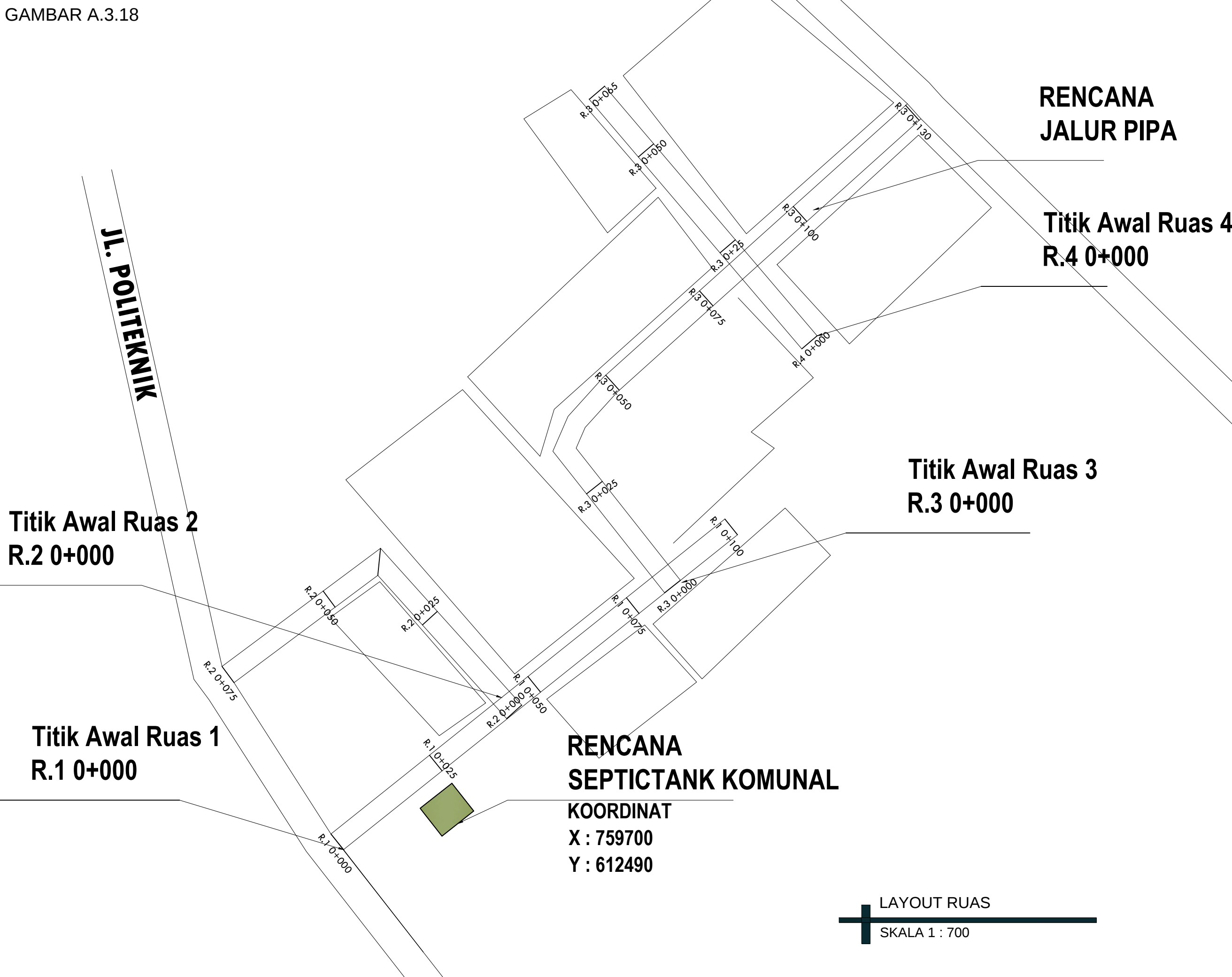
DOSEN PEMBIMBING

Akmal, ST, M.Eng, IPM
NIDN : 1308068301

DIREKANAKAN

M.Khalil
1803120159

GAMBAR A.3.18



UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH ACEH
FAKULTAS TEKNIK
JURUSAN TEKNIK SIPIL
Jalan Universitas Muhammadiyah No. 19 Batoh
Lueng Bata - Banda Aceh

MATA KULIAH

TUGAS AKHIR

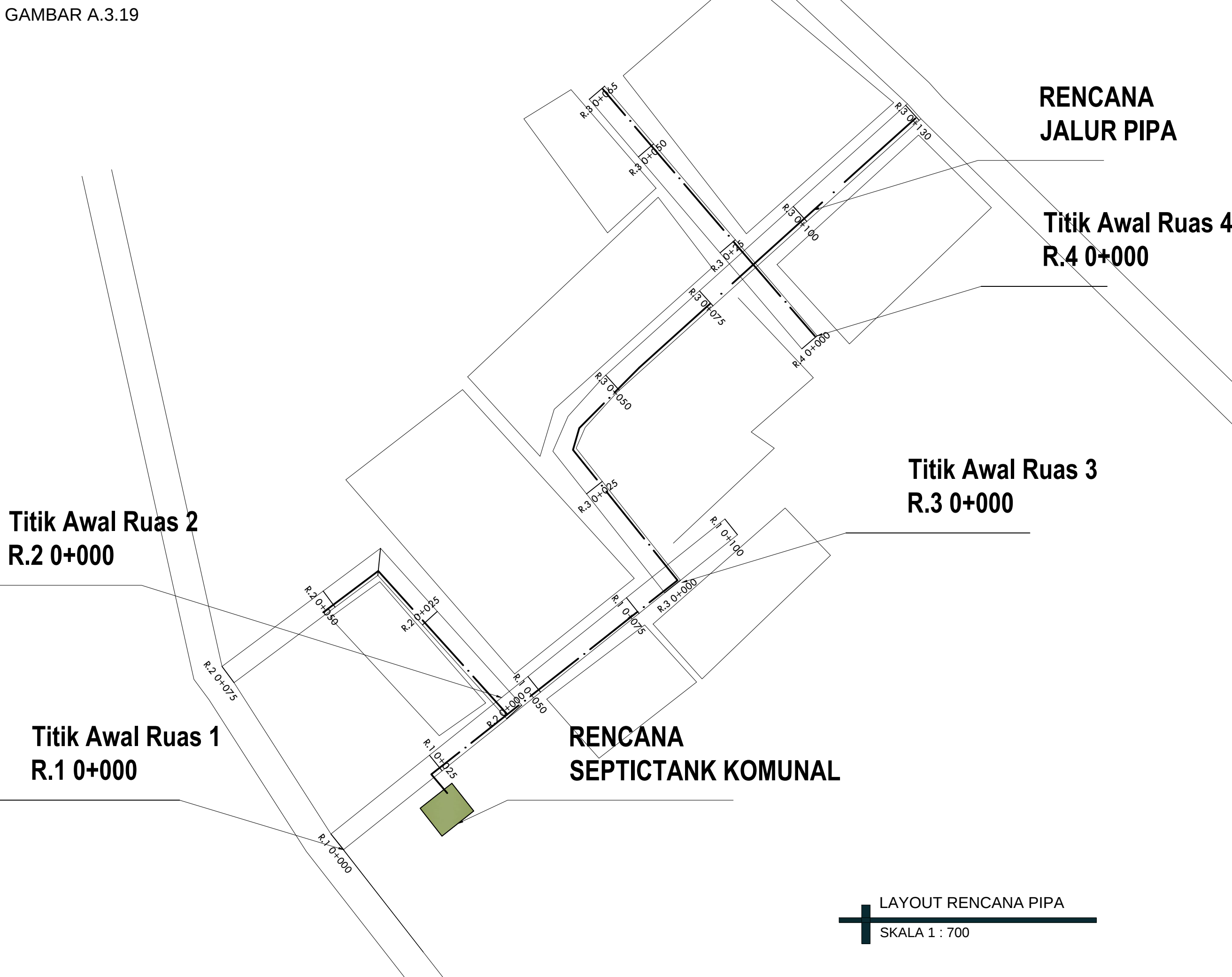
DOSEN PEMBIMBING

Akmal, ST, M.Eng, IPM
NIDN : 1308068301

DIREKANAKAN

M.Khalil
1803120159

GAMBAR A.3.19



UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH ACEH
FAKULTAS TEKNIK
JURUSAN TEKNIK SIPIL
Jalan Universitas Muhammadiyah No. 19 Batoah
Lueng Bata - Banda Aceh

MATA KULIAH

TUGAS AKHIR

DOSEN PEMBIMBING

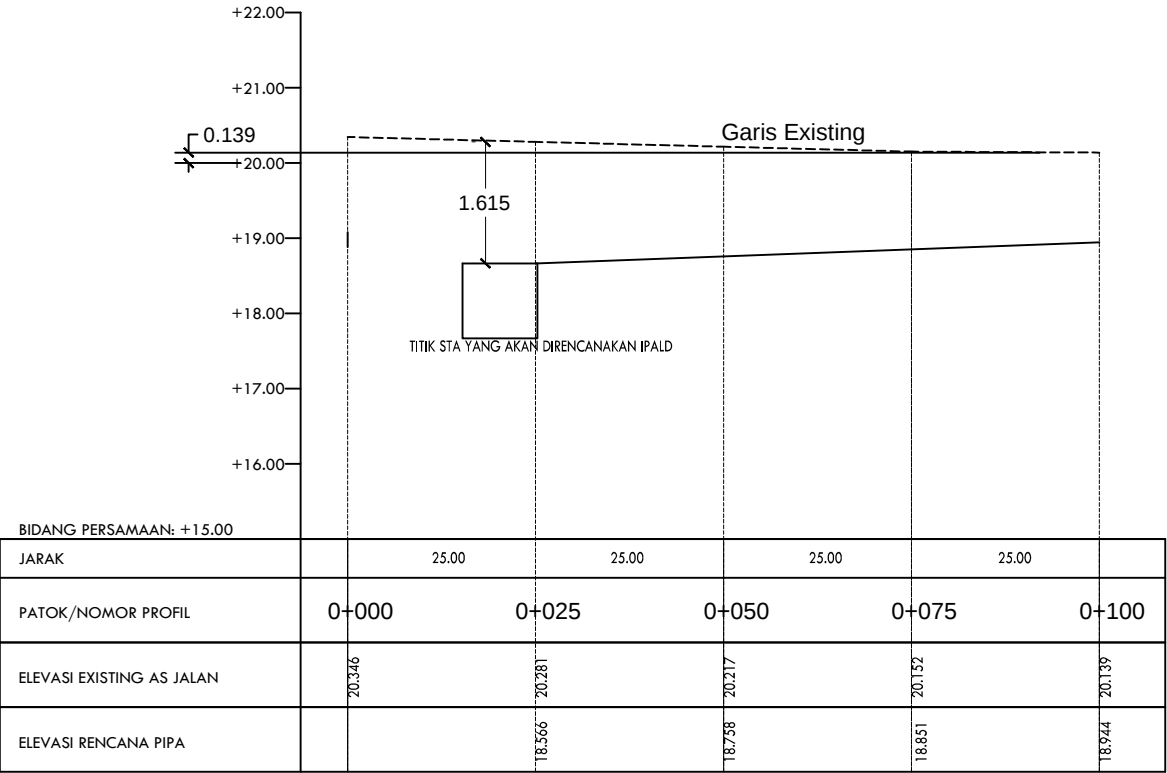
Akmal, ST, M.Eng, IPM
NIDN : 1308068301

DIREKANAKAN

M.Khalil
1803120159

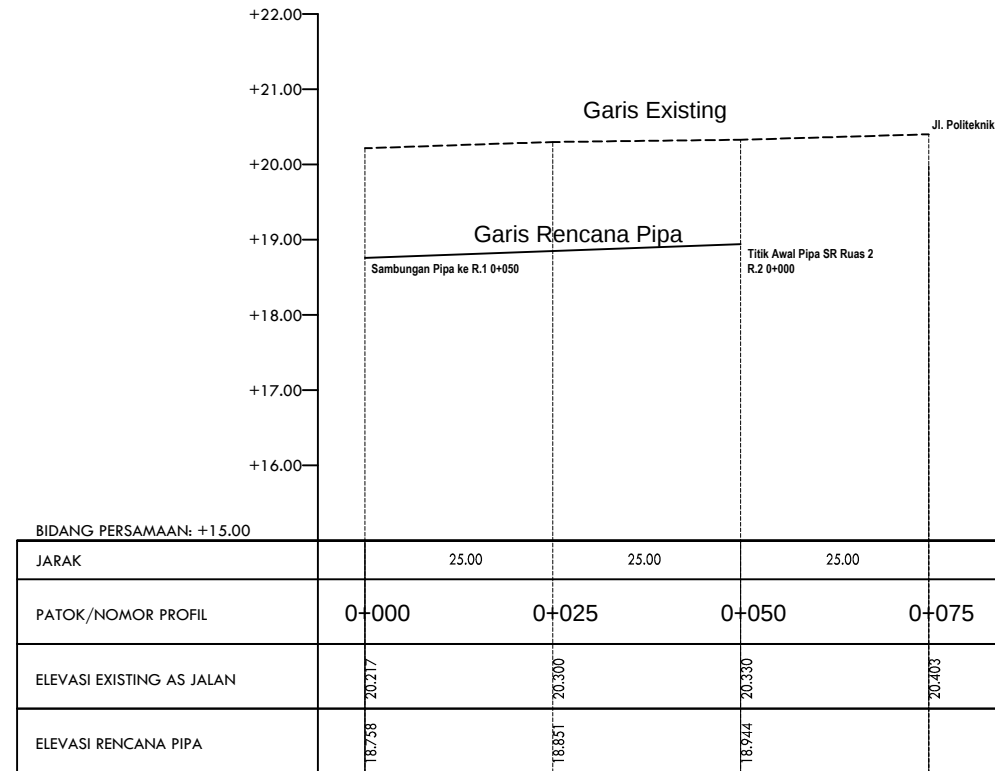


UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH ACEH
FAKULTAS TEKNIK
JURUSAN TEKNIK SIPIL
Jalan Universitas Muhammadiyah No. 19 Batoh
Lueng Bata - Banda Aceh



RUAS 1

VERTIKAL :1:100
HOR :1:1000



RUAS 2

VERTIKAL :1:100
HOR :1:1000

MATA KULIAH

TUGAS AKHIR

DOSEN PEMBIMBING

Akmal, ST, M.Eng, IPM
NIDN : 1308068301

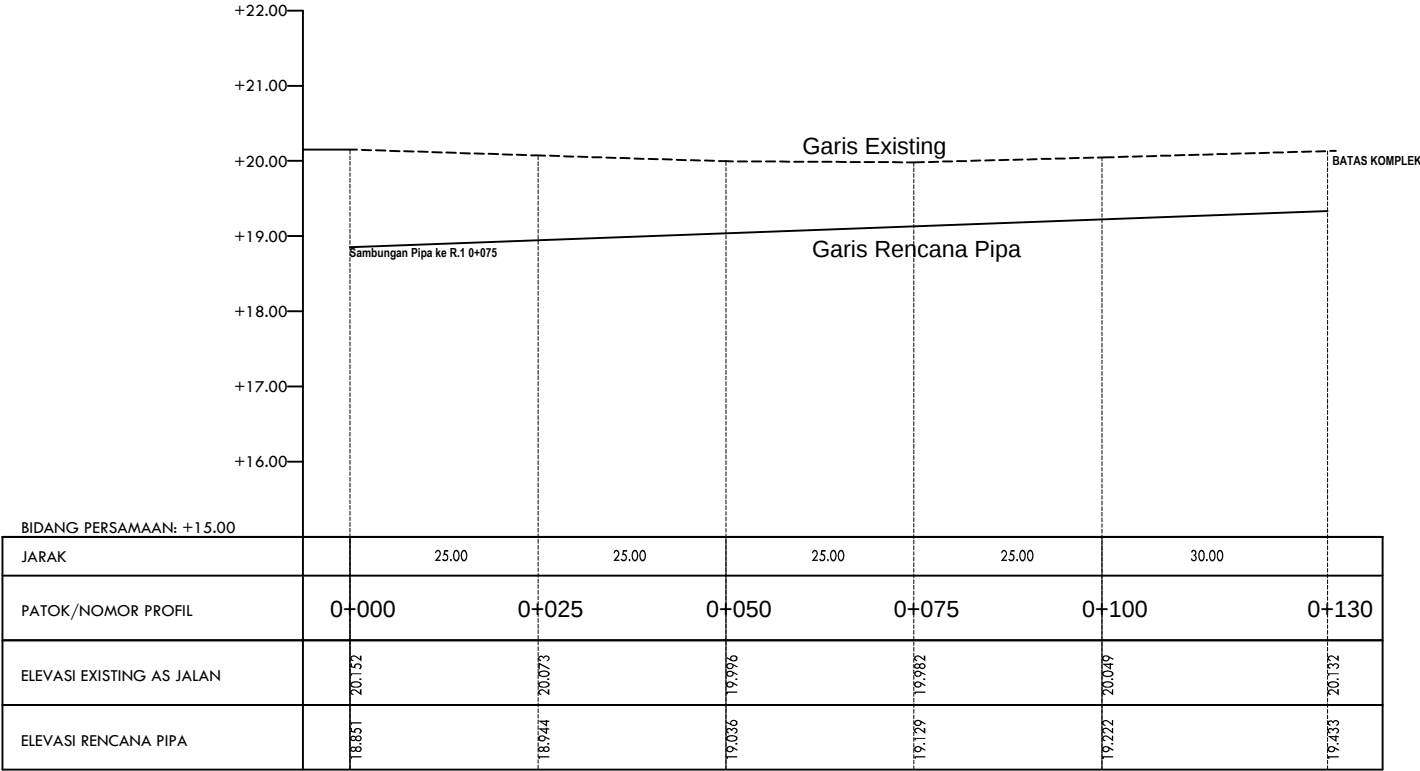
DIRENCANAKAN

M.Khalil
1803120159

GAMBAR A.3.20

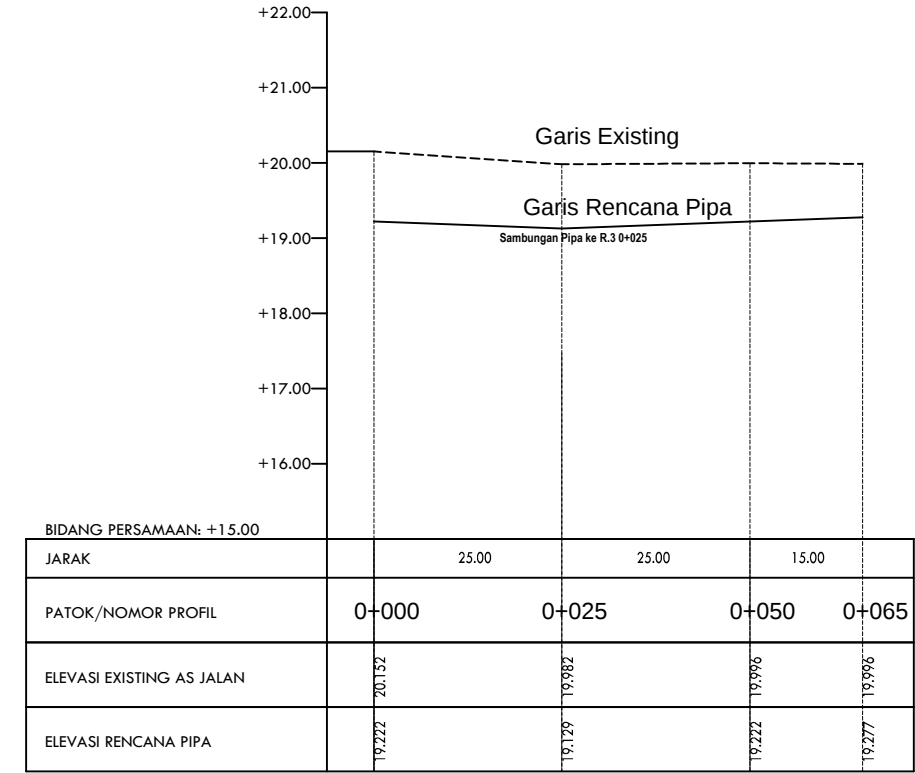


UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH ACEH
FAKULTAS TEKNIK
JURUSAN TEKNIK SIPIL
Jalan Universitas Muhammadiyah No. 19 Bataoh
Lueng Bata - Banda Aceh



RUAS 3

VERTIKAL :1:100
HOR :1:1000



RUAS 4

VERTIKAL :1:100
HOR :1:1000

GAMBAR A.3.21

MATA KULIAH

TUGAS AKHIR

DOSEN PEMBIMBING

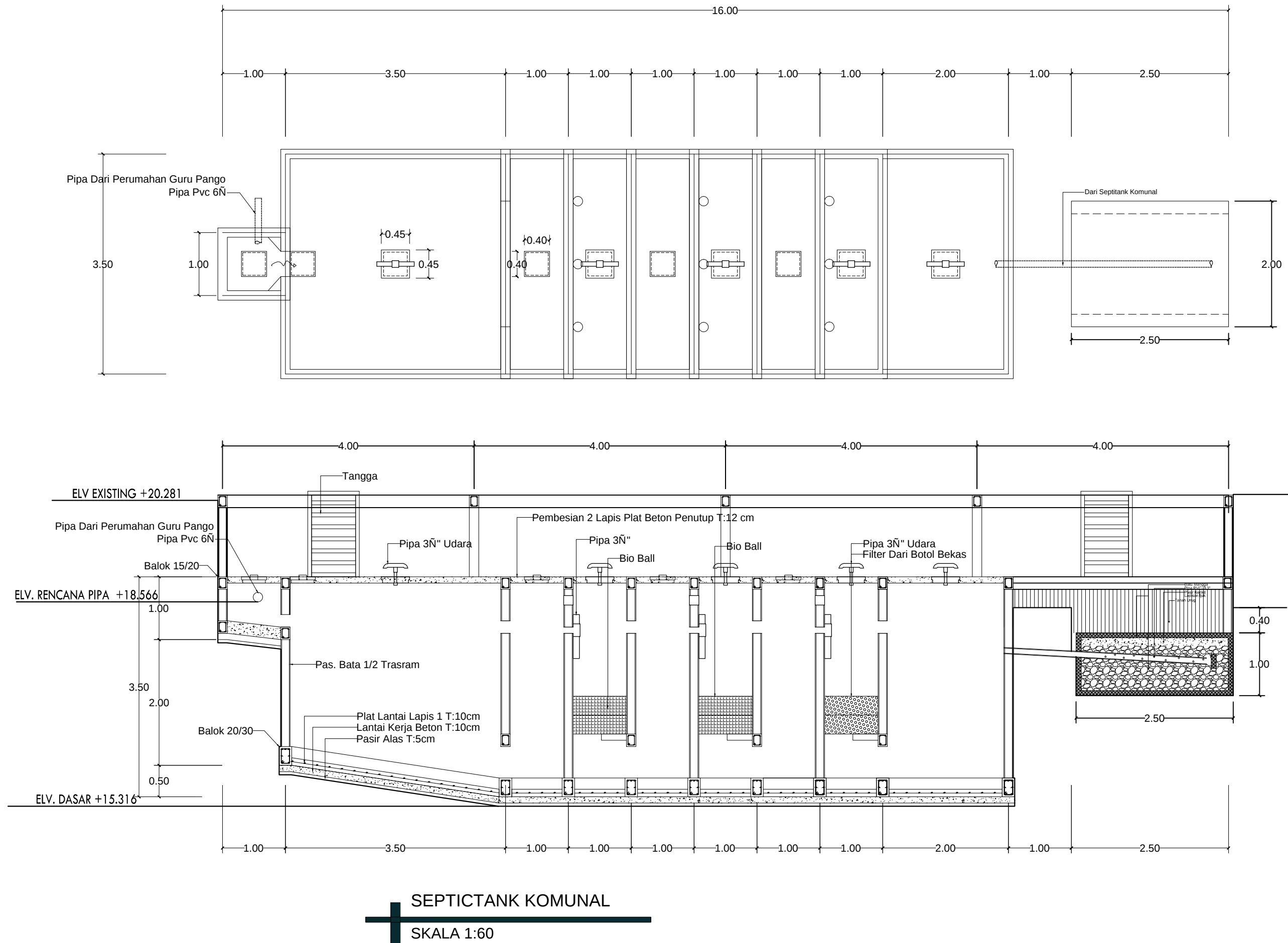
Akmal, ST, M.Eng, IPM
NIDN : 1308068301

DIREKANAKAN

M.Khalil
1803120159



UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH ACEH
FAKULTAS TEKNIK
JURUSAN TEKNIK SIPIL
Jalan Universitas Muhammadiyah No. 19 Batoh
Lueng Bata - Banda Aceh



MATA KULIAH

TUGAS AKHIR

DOSEN PEMBIMBING

Akmal, ST, M.Eng, IPM
NIDN : 1308068301

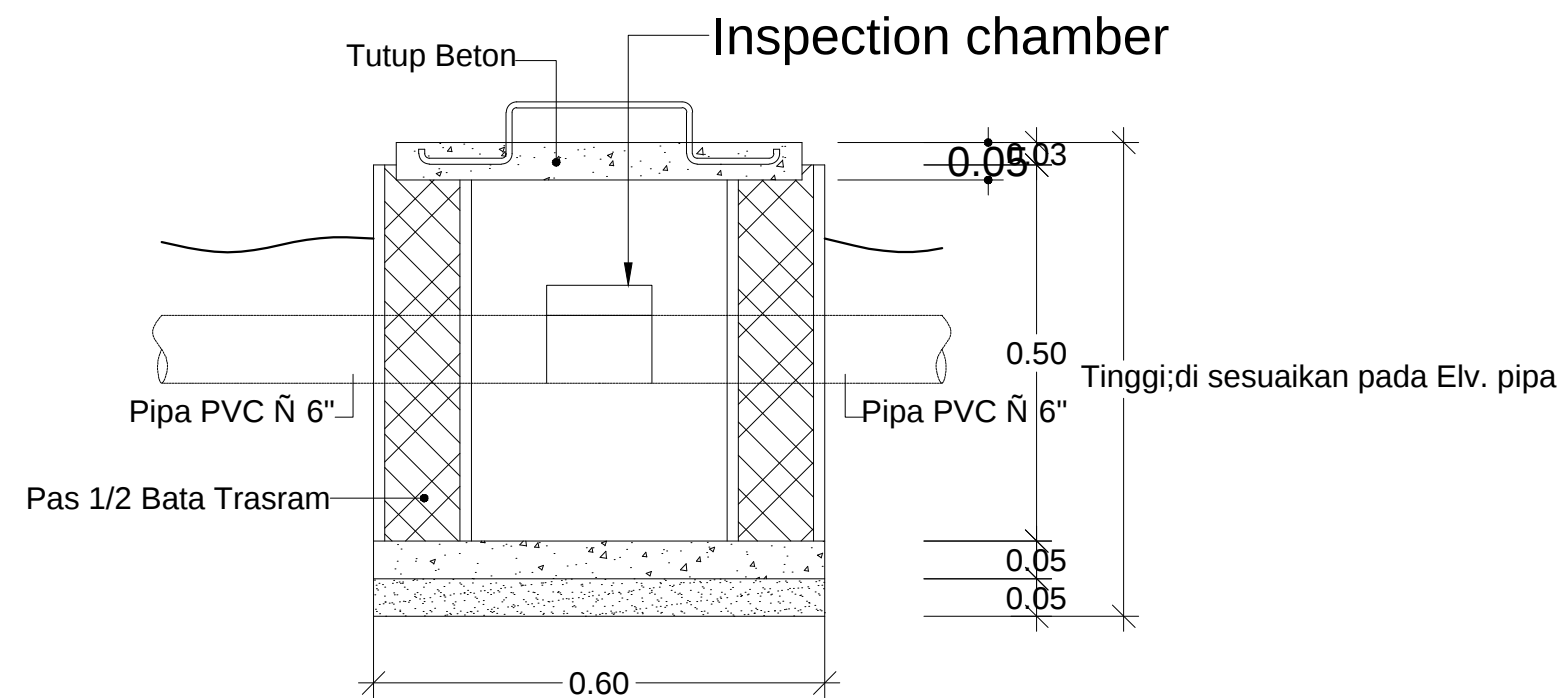
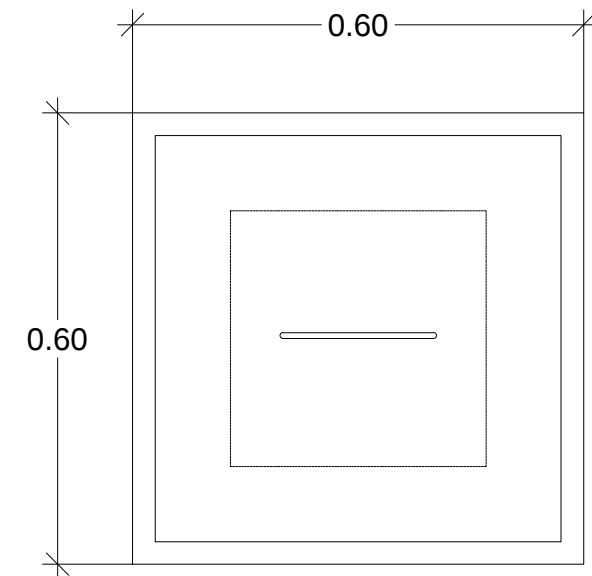
DIRENCANAKAN

M.Khalil
1803120159

GAMBAR A.3.22



UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH ACEH
FAKULTAS TEKNIK
JURUSAN TEKNIK SIPIL
Jalan Universitas Muhammadiyah No. 19 Batoah
Lueng Bata - Banda Aceh



BAK KONROL

SKALA :1:100

GAMBAR A.3.23

MATA KULIAH

TUGAS AKHIR

DOSEN PEMBIMBING

Akmal, ST, M.Eng, IPM
NIDN : 1308068301

DIRENCANAKAN

M.Khalil
1803120159

LAMPIRAN B

Tabel 2.5.1 Tabel pemakaian air

No	Kategori Kota	Jumlah Penduduk (X 1.000 orang)	Tingkat Pemakaian Air Minum (ltr/orang/hari)	Debit Air Limbah (ltr/orang/hari)
1	Kota Metropolitan	>1.000	190	152
2	Kota Besar	500 – 1.000	170	136
3	Kota Sedang	100 – 500	150	120
4	Kota Kecil	20 – 100	130	104
5	Kota Kecamatan	3 - 20	100	80
6	Kota Pusat Pertumbuhan	<3	30	24

(Sumber Data : SK-SNI Air Minum, 2000 *Buku Spald Terpusat)

LAMPIRAN C

C.1 Perhitungan air limbah domestik

- Q ave air bersih (226 jiwa) :
= 226 Jiwa x 150 liter/hari
= 33,900 liter/hari (33,9 m³/hari)
- Q ave air Limbah (Volume Limbah):
= timbunlan air limbah x pemakaian air bersih
= 0.8 x33,9 m³/hari = 27 m³/hari
- Q min (Volume minimum air limbah):
= $\frac{1}{5} \times \left(\frac{\text{Jumlah penduduk}}{500}\right)^{0,2} \times Q \text{ ave}$
= $\frac{1}{5} \times \left(\frac{226}{500}\right)^{0,2} \times 27 \text{ m}^3/\text{hari}$
= 4.60 m³/hari
- Q peak (Volume saat jam puncak):
= Koefisien jam sibuk x volume limbah
= 1,2 x27 m³/hari
= 32,2 m³/hari
- Q (debit air limbah):
= Q peak : x 1 hari
= 32,2 m³/hari : 24 jam
= 1,34 m³/jam
- Volume Lumpur:
= Endapan limbah x pengguna x 1 hari
= 15 liter/tahun x 226 jiwa x 1 hari
= 3.390 liter/tahun (3.39 m³/tahun)

C.2 Perhitungan IPALD

1. Dimensi Bak inlet

- Volume (V)
= Qpeak x Td
= (0,001 m³/detik x 60) x 5 menit = 0,3 m³
- Aurface (As):

LAMPIRAN C

$$= \frac{v}{h} = \frac{0,3}{1} = 0,54 \text{ m} \approx 1 \text{ m (dibulatkan)}$$

Panjang:

$$= \sqrt{As} = \sqrt{0,3} = 0,3 \text{ m}^2$$

- Lebar = Panjang bak inlet:

$$= 0,54 \text{ m} \approx 1 \text{ m (dibulatkan)}$$

- Tinggi:

= Tinggi sumur + Kedalaman pipa

$$= 4,8 + 5,7 = 10,5 \text{ m} \approx 10 \text{ m (dibulatkan)}$$

- Cek $T_d = V/Q_{\text{peak}}$:

$$= 0,3 \text{ m}^3 / (0,001 \text{ m}^3 / \text{detik}) = 300 \text{ detik} \rightarrow \text{ok}$$

2. Jumlah Bar Screen

$$\text{Lebar total} = (\text{jarak antar batang} \times n) + (\text{lebar batang} \times (n-1))$$

$$1 = (0,08 \times n) + (0,01 \times (n-1))$$

$$1 = 0,05 n + 0,01 n - 0,01$$

$$1,01 = 0,06 n$$

$$n = 416,83 \approx 17 \text{ batang (dibulatkan)}$$

3. Dimensi bak Settler

- Volume bak:

= $Q \times \text{waktu tinggal di settler}$

$$= 1,34 \text{ m}^3 / \text{jam} \times 12 \text{ jam} = 16,08 \text{ m}^3 / \text{hari}$$

- Lebar bak = 3,5 (ditentukan)

- Tinggi bak = 3,5 (ditentukan)

- Panjang bak:

= Volume bak settler / (lebar $\times$ tinggi)

$$= 16,08 \text{ m}^3 / \text{hari} / (3,5 \text{ m} \times 3,5 \text{ m}) = 3,5 \text{ m}$$

- V (kecepatan aliran di bak):

= $Q : \text{Luas penampang bak}$

$$= 1,34 \text{ m}^3 / \text{jam} : 12,2 \text{ m} = 3,5 \text{ m}^2 = 0,10 \text{ m}^3 / \text{jam}$$

- Ketentuan:

$$= V < V_{\text{Max}} = 0,10 < 0,5 \text{ (terpenuhi)}$$

LAMPIRAN C

4. Dimensi Bak ABR

- Asurface total:

$$\begin{aligned} &= \frac{Q_{\text{influent}} / \text{jumlah ABR}}{\text{HLR rencana}} \\ &= \frac{32,2 / \text{hari} / 3}{20 \text{ m}^3 / \text{m}^2 \cdot \text{hari}} = 0,53 \text{ m}^2 \sim 1, \text{ m}^2 \end{aligned}$$

- Tinggi total ABR

$$\begin{aligned} &= \text{HLR Rencana} \times (\text{HRT rencana} / 24) \\ &= 20 \text{ m}^3 / \text{m}^2 \cdot \text{hari} \times (18 / 24) = 15 \text{ m} \end{aligned}$$

- Jumlah bak

$$= \frac{\text{Tinggi total ABR}}{\text{Tinggi ABR Rencana}} = \frac{15 \text{ m}}{3,5} = 4 \text{ buah}$$

- Lebar bak:

$$= \text{Lebar bak settler} = 3,5 \text{ m}$$

- Panjang bak:

$$\begin{aligned} &= \text{surface total} / \text{lebar bak ABR} \\ &= 1 \text{ m}^2 / 3,5 \text{ m} = 0,28 \text{ m} \approx 1 \text{ m (dibulatkan)} \end{aligned}$$

- Cek Asurface total:

$$\begin{aligned} &= \text{Panajng} \times \text{lebar} \\ &= 1 \text{ m} \times 3,5 \text{ m} = 3,5 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

= Cek HRT:

$$\begin{aligned} &= \frac{\text{As cek} \times \text{tinggi bak ABR} \times \text{jumlah bak ABR}}{Q_{\text{peak}}} \\ &= \frac{3,5 \times 3,5 \times 4}{32,2} = 1,52 = 36,48 \text{ jam} \end{aligned}$$

- Cek Vup:

$$\begin{aligned} &= \frac{Q_{\text{peak}}}{\text{Asurface total}} = \frac{32,2 \text{ m}^3 / \text{hari}}{3,5 \text{ m}^2} \\ &= 9,2 \text{ m}^3 / \text{m}^2 \cdot \text{hari} \\ &= 0,39 \text{ m/jam} < 2 \text{ m/jam (terpenuhi)} \end{aligned}$$

5. Dimensi Bak AF

- Volume bak:

$$= \text{volume bak settler} = 16,08 \text{ m}^3 / \text{hari}$$

- Volume 1bak AF:

LAMPIRAN C

= volume bak / jumlah bak

$$= 16,08 \text{ m}^3/\text{hari} / 4 = 4,02 \text{ m}^3/\text{hari}$$

- Lebar bak = 3 m (ditentukan)

- Tinggi bak = 3,5 m (ditentukan)

- Panjang bak:

= volume AF / (lebar x tinggi)

$$= 4,02 / (3 \times 3,5) = 0,5 \text{ m}$$

- Kecepatan aliran AF

= Q / luas Penampang AF

$$= 1,34 \text{ m}^3/\text{jam} / 1 \text{ m}^3 = 1,34 \text{ m}^3/\text{hari}$$

$$= 1 < 1,34 < 2 \text{ (Terpenuhi)}$$

Berdasarkan pada perhitungan bak inlet berukuran 1x1 tinggi 4m, 1 bak settler 3,5 x3,5 m tinggi 3,5 m, 4 bak ABR 1, 3,5 tinggi 3,5m, dan 4 bak AF 1 x 3 m tinggi 3,5 m

BERITA ACARA SIDANG TUGAS AKHIR

Telah dilaksanakan Sidang Tugas Akhir Tahun Ajaran 2023/2024,

Hari/Tanggal : Kamis / 01 Februari 2024
Tempat : Ruang Seminar (Gedung Fakultas Teknik) Universitas
Muhammadiyah Aceh
Nama Mahasiswa : M. Khalil
NIM : 1803120159
Program Studi : Teknik Sipil
Judul : Perencanaan Pengelolaan Sistem Air Limbah
Domestik Berbasis Komunal Di Komplek Perumahan
Guru Pango Raya Kota Banda Aceh

Dengan hasil sidang Tugas Akhir.

1. Seminar cukup satu kali
- ② Seminar cukup satu kali dengan perbaikan

Mengetahui dan menilai :

1. Dosen Pembimbing
Akmal, ST, M.Eng, IPM TTD :
2. Dosen Penguji I
Yulia, ST, MT, IPM TTD :
3. Dosen Penguji II
Ir. Zainuddun, MT TTD :

Mengetahui,
Pimpinan Sidang

Akmal, ST, MT.Eng, IPM
NIDN : 1308068301

RESUME SIDANG TUGAS AKHIR

Dosen Penguji 1 : Yulia, ST,.MT, IPM

No.	Pertanyaan / Saran	Jawaban
1.	Cover Diperbaiki	Sudah diperbaiki sesuai arahan
2.	Abstrak Diperbaiki	Sudah diperbaiki sesuai arahan
3.	Perbaikin Lampiran B Tabel 2.5.1	Sudah diperbaiki sesuai arahan
4.	Jelaskan tahapan penelitian pada bab 3 ?	Bab tiga, berisi Metode Penelitian yang meliputi Waktu dan Lokasi Penelitian, Jenis dan Pendekatan, Objek dan Subjek Penelitian, Data dan Sumber data, Teknik Pengumpulan Data, Pengabsahan Data, Analisis Data, Sistematika Penulisan dan Kendala penelitian.
5.	Hapus sub bab saran di bab 3	Sudah diperbaiki sesuai arahan
6.	Kenapa sudah bisa disimpulkan standar pipa ?	Kalau kemiringan pipa terlalu tajam maka sifat zat cair yaitu air akan mengalir lebih cepat sehingga meninggalkan kotoran di belakangnya dan membuat pipa kemungkinan tersumbat lebih besar dan apabila terlalu landai maka air dan kotoran tidak dapat mengalir dengan maksimal sehingga dibutuhkan kemiringan yang telah ditetapkan sebagai acuan agar air dan kotoran dapat mengalir secara bersamaan
7.	Apa yang dimaksud dengan timbulan Air ?	air yang dibuang yang berasal dari rumah tangga, tempat-tempat umum lainnya, dan pada umumnya dapat membahayakan bagi kesehatan manusia serta mengganggu

		lingkungan hidup.
8.	Cari UUD terupdate	Sudah diperbaiki sesuai arahan

Mengetahui
Dosen Pembimbing

Mengetahui,
Dosen Penguji I

Akmal, ST, M.Eng, IPM

NIDN : 1308068301

Yulia, ST,.MT, IPM

NIDN : 1319078601

RESUME SIDANG TUGAS AKHIR

Dosen Penguji II : Ir. Zainuddin, MT

No.	Pertanyaan / Saran	Jawaban
1.	Perbaiki Abstrak	Sudah diperbaiki sesuai arahan
2.	Perbaiki Bab 1	Sudah diperbaiki sesuai arahan
3.	Perbaiki Abstrak	Sudah diperbaiki sesuai arahan
4.	Perbaikin bab 2 pada halaman 4 paragraf terakhir	Sudah diperbaiki sesuai arahan
5.	Miringkan Bahasa Asing	Sudah diperbaiki sesuai arahan
6.	Pada bab 3 tidak muncul lagi menurut	Sudah diperbaiki sesuai arahan
7.	Perbaikin 4.2.3 volume puncak	Sudah diperbaiki sesuai arahan
8.	Perbaiki Daftar pustaka	Sudah diperbaiki sesuai arahan

Mengetahui
Dosen Pembimbing

Mengetahui,
Dosen Penguji II

Akmal, ST, M.Eng, IPM

NIDN : 1308068301

Ir. Zainuddin, MT

NIDN : 0110105703

LEMBAR PENGESAHAN



TUGAS AKHIR

Perencanaan Pengelolaan Sistem Air Limbah Domestik
Berbasis Komunal Di Perumahan Guru Pango Raya Kota
Banda Aceh

PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL

FAKULTAS TEKNIK UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH ACEH
BATHOH – BANDA ACEH

M. Khalil/1803120159

PERNYATAAN



TUGAS AKHIR

Perencanaan Pengelolaan Sistem Air Limbah Domestik
Berbasis Komunal Di Perumahan Guru Pango Raya Kota
Banda Aceh

PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL

FAKULTAS TEKNIK UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH ACEH
BATHOH – BANDA ACEH

M. Khalil/1803120159

KATA PENGANTAR



TUGAS AKHIR

Perencanaan Pengelolaan Sistem Air Limbah Domestik
Berbasis Komunal Di Perumahan Guru Pango Raya Kota
Banda Aceh

PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL

FAKULTAS TEKNIK UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH ACEH
BATHOH – BANDA ACEH

M. Khalil/1803120159

ABSTRAK



TUGAS AKHIR

Perencanaan Pengelolaan Sistem Air Limbah Domestik
Berbasis Komunal Di Perumahan Guru Pango Raya Kota
Banda Aceh

PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL

FAKULTAS TEKNIK UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH ACEH
BATHOH – BANDA ACEH

M. Khalil/1803120159

DAFTAR ISI



TUGAS AKHIR

Perencanaan Pengelolaan Sistem Air Limbah Domestik
Berbasis Komunal Di Perumahan Guru Pango Raya Kota
Banda Aceh

PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL

FAKULTAS TEKNIK UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH ACEH
BATHOH – BANDA ACEH

M. Khalil/1803120159

BAB I

PENDAHULUAN



TUGAS AKHIR

Perencanaan Pengelolaan Sistem Air Limbah Domestik
Berbasis Komunal Di Perumahan Guru Pango Raya Kota
Banda Aceh

PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH ACEH
BATHOH – BANDA ACEH

M. Khalil/1803120159

BAB II

TINJAUAN KEPUSTAKAAN



TUGAS AKHIR

Perencanaan Pengelolaan Sistem Air Limbah Domestik
Berbasis Komunal Di Perumahan Guru Pango Raya Kota
Banda Aceh

PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH ACEH
BATHOH – BANDA ACEH

M. Khalil/1803120159

BAB III

METODOLOGI PENELITIAN



TUGAS AKHIR

Perencanaan Pengelolaan Sistem Air Limbah Domestik
Berbasis Komunal Di Perumahan Guru Pango Raya Kota
Banda Aceh

PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH ACEH
BATHOH – BANDA ACEH

M. Khalil/1803120159

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN



TUGAS AKHIR

Perencanaan Pengelolaan Sistem Air Limbah Domestik
Berdasarkan Komunal Di Perumahan Guru Pango Raya Kota
Banda Aceh

PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH ACEH
BATHOH – BANDA ACEH

M. Khalil/1803120159

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN



TUGAS AKHIR

Perencanaan Pengelolaan Sistem Air Limbah Domestik
Berbasis Komunal Di Perumahan Guru Pango Raya Kota
Banda Aceh

PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH ACEH
BATHOH – BANDA ACEH

M. Khalil/1803120159

DAFTAR KEPUSTAKAAN



TUGAS AKHIR

Perencanaan Pengelolaan Sistem Air Limbah Domestik
Berbasis Komunal Di Perumahan Guru Pango Raya Kota
Banda Aceh

PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL

FAKULTAS TEKNIK UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH ACEH
BATHOH – BANDA ACEH

M. Khalil/1803120159

LAMPIRAN A



TUGAS AKHIR

Perencanaan Pengelolaan Sistem Air Limbah Domestik
Berbasis Komunal Di Perumahan Guru Pango Raya Kota
Banda Aceh

PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL

**FAKULTAS TEKNIK UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH ACEH
BATHOH – BANDA ACEH**

M. Khalil/1803120159

LAMPIRAN B



TUGAS AKHIR

Perencanaan Pengelolaan Sistem Air Limbah Domestik
Berbasis Komunal Di Perumahan Guru Pango Raya Kota
Banda Aceh

PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL

FAKULTAS TEKNIK UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH ACEH
BATHOH – BANDA ACEH

M. Khalil/1803120159

LAMPIRAN C



TUGAS AKHIR

Perencanaan Pengelolaan Sistem Air Limbah Domestik
Berbasis Komunal Di Perumahan Guru Pango Raya Kota
Banda Aceh

PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH ACEH
BATHOH – BANDA ACEH

M. Khalil/1803120159

BERITA ACARA SEMINAR TUGAS AKHIR



TUGAS AKHIR

Perencanaan Pengelolaan Sistem Air Limbah Domestik
Berbasis Komunal Di Perumahan Guru Pango Raya Kota
Banda Aceh

PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH ACEH
BATHOH – BANDA ACEH

M. Khalil/1803120159

RESUME



TUGAS AKHIR

Perencanaan Pengelolaan Sistem Air Limbah Domestik
Berbasis Komunal Di Perumahan Guru Pango Raya Kota
Banda Aceh

PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL

FAKULTAS TEKNIK UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH ACEH
BATHOH – BANDA ACEH

M. Khalil/1803120159

KONSULTASI



TUGAS AKHIR

Perencanaan Pengelolaan Sistem Air Limbah Domestik
Berbasis Komunal Di Perumahan Guru Pango Raya Kota
Banda Aceh

PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL

FAKULTAS TEKNIK UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH ACEH
BATHOH – BANDA ACEH

M. Khalil/1803120159



PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL

UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH ACEH

Jalan Muhammadiyah No. 91 Batoh Lueng Bata – Banda Aceh 23245

LEMBAR ASISTENSI TUGAS AKHIR

Nama Mahasiswa : M. Khalil
NIM : 1803120159
Dosen Pembimbing : Akmal, ST., M.Eng. IPM
Judul : Perencanaan Pengelolaan Sistem Air Limbah Domestik
Berbasis Komunal Di Komplek Perumahan Guru Pango
Raya Kota Banda Aceh

Tanggal	Uraian	Paraf

[illegible]

