



**PERENCANAAN INSTALASI PENGOLAHAN AIR LIMBAH DOMESTIK
(IPALD) SKALA KOMUNAL DESA SUKOHARJO KECAMATAN
MARGOREJO KABUPATEN PATI**

SKRIPSI

AHMAD ANTONI	17640004
ADITYA SURYA BINTARA	17640022

**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK DAN INFORMATIKA
UNIVERSITAS PGRI SEMARANG**

2022

**HALAMAN PERSETUJUAN
SKRIPSI**

**PERENCANAAN INSTALASI PENGOLAHAN AIR LIMBAH DOMESTIK
(IPALD) SKALA KOMUNAL DESA SUKOHARJO KECAMATAN
MARGOREJO KABUPATEN PATI**

Disusun dan diajukan Oleh:

AHMAD ANTONI	17640004
ADITYA SURYA BINTARA	17640022

Telah disetujui oleh pembimbing untuk dilanjutkan di hadapan Dewan Penguji

Semarang, 18 Mei 2022

Menyetujui
Dosen Pembimbing I



Dr. Moh. Debby Rizani, S.T., M.T.
NIDN. 0602077402

Menyetujui
Dosen Pembimbing II



Farida Yudaningrum, S.T., M.T.
NIDN. 0617067803

MOTTO DAN PERSEMBAHAN

Motto:

1. Keyakinan perlu diterapkan dalam menggapai impian dan cita-cita, disertai do'a dan semangat serta kerja keras pasti sesuatu yang kita impikan pasti akan tercapai.
2. "Man Jadda Wajada" Barang yang bersungguh sungguh maka ia akan mendapatkan.
3. Bersusah-susah dahulu bersenang senang kemudian.
4. Bermimpilah setinggi mungkin karena jika kamu terjatuh dalam mimpimu kamu masih di grade yang tinggi.
5. Tetaplah semangat mesti masalah tiada henti karna sesungguhnya dari masalah itu kita belajar untuk menjadi pribadi yang lebih baik.

Persembahan:

1. Ayah dan ibu kami tercinta
2. Adik dan keluarga kami tercinta yang selalu memberi dukungan kepadaku
3. Teman-teman Teknik Sipil UPGRIS angkatan 2017
4. Dosen-dosen Teknik Sipil Universitas PGRI Semarang
5. Bapak Dr. Mohammad Debby Rizani, S.T., M.T. selaku dosen pembimbing 1 dan Ibu Farida Yudaningrum, S.T., M.T. selaku dosen pembimbing 2 skripsi kami
6. Almamaterku Universitas PGRI Semarang

PERNYATAAN KEASLIAN TULISAN

Kami yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Ahmad Antoni
NPM : 1764004
Prodi : Teknik Sipil
Fakultas : Teknik dan Informatika

Nama : Aditya Surya Bintara
NPM : 1764022
Prodi : Teknik Sipil
Fakultas : Teknik dan Informatika

Menyatakan dengan sebenar-benarnya bahwa skripsi yang kami buat ini benar-benar merupakan hasil karya kami sendiri dan bukan hasil plagiarisme.

Apabila di kemudian hari skripsi ini adalah hasil plagiarisme kami akan menanggung semua sanksi yang berlaku.

Semarang, 13 Juni 2022

Yang membuat pernyataan



Ahmad Antoni
NPM. 17640004

Yang membuat pernyataan



Aditya Surya Bintara
NPM. 17640022

ABSTRAK

Air limbah domestik yang berada di Desa Sukoharjo Kecamatan Margorejo Kabupaten Pati belum dikelola dengan maksimal, walaupun sebenarnya sudah terdapat IPALD di Desa Sukoharjo, namun hanya ditujukan untuk 46 SR (Sambungan Rumah). Berdasarkan kondisi tersebut akan direncanakan IPALD di Desa Sukoharjo dengan kapasitas hingga 200 SR ataupun 1000 jiwa sehingga bisa mencakup lebih banyak penduduk. 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 Gambiran. Perencanaan IPALD ini mempergunakan teknik pengolahan air limbah kombinasi *Anaerobic Baffled Reactor* (ABR) dan *Anaerobic Filter* (AF). 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 inci yang disertai 85 buah bak kontrol berdiameter 0,6 meter.

Kata Kunci: Instalasi Pengolahan Air Limbah Domestik, *Anaerobic Baffled Reactor*, *Anaerobic Filter*, Air Limbah Domestik.

ABSTRACT

Domestic wastewater in Sukoharjo Village, Margorejo District, Pati Regency hasn't been managed optimally, even there's already a Domestic Wastewater Treatment Plant (DWWTP) build, but it's only intended for 46 SR. Based on these conditions, a DWWTP with a capacity up to 200 SR or 1000 people will be planned so that it can cover more residents. The DWWTP planning begins with licensing, field surveys, data collection, literature study, planning, discussion, and conclusions. Primary data that used is field observations, COD and BOD data, then secondary data that used is Population Data, Groundwater Level, Land Slope, STBM, and Gambiran DWWTP Working Drawings. This DWWTP planning uses a combination of ABR and AF waste water treatment techniques. The use of clean water for a capacity of 200 SR is 90 m/day, with a waste volume of 72 m/day and a sludge volume of 15 m/year. From the test on wastewater, the BOD values were 15 mg/L and COD 40 mg/L. Based on the planning results, the DWWTP design was obtained which includes 1 inlet tank measuring 1 x 1 m with a depth of 3 m, 1 settler tank 3.5 x 3.5 meters with a depth of 3.5 m, 4 ABR tanks 1 x 3.5 m with a depth of 3.5 m, as well as 4 1 x 3 m AF tanks with a depth of 3.5 m. 6 inch diameter PVC pipe used to drain the waste water, accompanied by 85 junction box with a diameter of 0.6 meters.

Keywords: *Domestic Wastewater Treatment Plant, Anaerobic Baffled Reactor, Anaerobic Filter, Domestic Wastewater.*

KATA PENGANTAR

Puji syukur kami panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa karena dengan rahmat dan karunianya kami dapat menulis skripsi ini dengan judul “Perencanaan Instalasi Pengolahan Air Limbah Domestik (IPALD) Skala Komunal Desa Sukoharjo Kecamatan Margorejo Kabupaten Pati”.

Skripsi ini dibuat dan diajukan untuk memenuhi syarat untuk memperoleh Sarjana Teknik pada Fakultas Teknik dan Informatika di Universitas PGRI Semarang. Selain itu, tujuan dari penulisan skripsi ini adalah untuk memberikan pengetahuan kepada pembaca mengenai perencanaan struktur gedung bertingkat.

Selama penulisan skripsi ini kami banyak menerima bimbingan dan dukungan dari dosen dan orang-orang terdekat yang selalu memberikan dukungan sehingga kami bisa menyelesaikan skripsi ini. Oleh karena itu kami mengucapkan banyak terima kasih kepada:

1. Ibu Dr. Sri Suciati, M. Hum selaku rektor Universitas PGRI Semarang.
2. Bapak Dr. Slamet Supriyadi, M. Env.St selaku Dekan Fakultas Teknik dan Informatika Universitas PGRI Semarang.
3. Bapak Agung Kristiawan, S.T., M.T. selaku Ketua Progam Studi Teknik Sipil Universitas PGRI Semarang.
4. Bapak Dr. Mohammad Debby Rizani, S.T., M.T. selaku dosen pembimbing I yang telah memberikan bimbingan dan saran demi kesempurnaan penulisan skripsi ini.
5. Ibu Farida Yudaningrum, S.T., M.T. selaku dosen pembimbing II yang telah memberikan bimbingan dan saran demi kesempurnaan penulisan skripsi ini.
6. Seluruh dosen pengajar progam studi Teknik Sipil Universitas PGRI Semarang.
7. Ayah dan Ibu kami tercinta yang telah memberikan semangat dan dukungan baik secara moral maupun material.
8. Teman-teman mahasiswa Teknik Sipil Universitas PGRI Semarang angkatan 2017.

9. Semua pihak yang telah membantu kami dalam penulisan skripsi yang tidak bisa kami sebutkan satu-persatu.

Kami menyadari bahwa penulisan skripsi ini jauh dari kata sempurna dan tentunya banyak mempunyai kekurangan, sehingga saran dan kritik yang bersifat membangun sangat kami harapkan. Kami berharap semoga skripsi ini bisa memberikan manfaat dan ilmu pengetahuan untuk para pembaca.

Semarang, 13 Juni 2022

Penulis



Ahmad Antoni
NPM. 17640004

Penulis



Aditya Surya Bintara
NPM. 17640022

DAFTAR ISI

HALAMAN PERSETUJUAN	i
HALAMAN PENGESAHAN	ii
MOTTO DAN PERSEMBAHAN.....	ii
PERNYATAAN KEASLIAN TULISAN	iv
ABSTRAK	v
ABSTRACT	vi
KATA PENGANTAR.....	vii
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR GAMBAR.....	xi
DAFTAR TABEL	xii
BAB I	
PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Tujuan.....	2
1.4 Pembatasan Masalah	3
1.5 Manfaat Perencanaan	3
1.6 Sistematika Penulisan.....	3
BAB II	
TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1 Air Limbah Domestik.....	5
2.2 Sistem Pengolahan Air Limbah Domestik	7
2.2.1 Sistem Pengelolaan Air Limbah Domestik Setempat	12
2.2.2 Sistem Pengelolaan Air Limbah Domestik Terpusat	13
2.3 Teknologi Pengolahan Air Limbah Domestik	15
2.3.1 <i>Anaerobic Baffled Reactor (ABR)</i>	15
2.3.2 <i>Anaerobic Filter (AF)</i>	17
2.3.3 <i>Rotating Biological Contactor (RBC)</i>	18
2.3.4 <i>Aerobic BioFilter</i>	20
2.4 Bak Kontrol	21
2.5 Kriteria Penentuan Teknologi Pengolahan Air Limbah Domestik	22

2.6	Kriteria Penentuan Dimensi dan kemiringan Pipa	22
2.7	Penelitian Terdahulu	23
BAB III		
METODOLOGI PENELITIAN		34
3.1	Tinjauan Umum.....	34
3.2	Lokasi Perencanaan.....	34
3.3	Pengumpulan Data	35
3.3.1	Data Primer.....	35
3.3.2	Data Sekunder	36
3.4	Objek Perencanaan.....	37
3.5	Analisa Data	37
3.5.1	Analisa Kualitas Air Limbah Domestik	37
3.5.2	Analisa Kuantitas Air Limbah Domestik	38
3.5.3	Analisa Teknis Perhitungan Dimensi IPALD	39
3.6	Diagram Alir	40
BAB IV		
HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN		43
4.1	Gambaran Umum Sanitasi Wilayah Perencanaan.....	43
4.2	Kependudukan.....	45
4.3	Lokasi Perencanaan IPALD	47
4.4	Analisa Kualitas dan Kuantitas Alir Limbah Domestik.....	52
4.4.1	Analisa Kualitas.....	52
4.4.2	Analisa Kuantitas.....	55
4.5	Perencanaan Desain IPALD.....	56
4.6	Perencanaan Desain Pipa	64
4.6.1	Layout Perencanaan SPALD	64
4.6.2	Elevasi Patok	67
4.6.3	Kemiringan Pipa.....	68
BAB V		
KESIMPULAN DAN SARAN		72
6.1	Kesimpulan.....	72
6.2	Saran.....	72
DAFTAR PUSTAKA		74

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Diagram Alir Pemilihan Jenis SPALD.....	11
Gambar 2.2 Sistem Pengelolaan Air Limbah Domestik Setempat	13
Gambar 2.3 Sistem Pengelolaan Air Limbah Domestik Terpusat	15
Gambar 2.4 Desain <i>Anaerobic Baffled Reactor</i> (ABR).....	16
Gambar 2.5 Desain <i>Anaerobic Filter</i> (AF)	17
Gambar 2.6 Desain <i>Rotating Biological Contactor</i> (RBC)	19
Gambar 2.7 Desain Bak Kontrol.....	21
Gambar 3.1 Peta Wilayah Desa Sukoharjo	35
Gambar 3.2 Kerangka Perencanaan Tugas Akhir	42
Gambar 4.1 Kondisi <i>Grey Water</i> di Dukuh Gambiran	44
Gambar 4.2 Kondisi Sungai Dukuh Gambiran	44
Gambar 4.3 Kondisi Sungai Silugonggo.....	45
Gambar 4.4 Lokasi Perencanaan IPALD	47
Gambar 4.5 Ketersediaan Lahan Untuk Pembangunan IPALD	48
Gambar 4.6 Kondisi Eksisting IPALD Gambiran	49
Gambar 4.7 Kondisi Pondok Pesantren Ragil Al-Fatah.....	49
Gambar 4.8 Kondisi Bak Inlet IPALD Gambiran.....	50
Gambar 4.9 Kondisi Pembuangan Hasil Pengolahan IPALD Gambiran.....	50
Gambar 4.10 Kondisi Eksisting Bak Kontrol	51
Gambar 4.11 Kondisi Eksisting Bak Kontrol	51
Gambar 4.12 Sampel Air Limbah	52
Gambar 4.13 Sampel Air Limbah Sebelum Pengolahan	53
Gambar 4.14 Sampel Air Limbah Setelah Pengolahan.....	53
Gambar 4.15 Skema Pengolahan Air Limbah.....	57
Gambar 4.16 <i>Layout</i> Jaringan Pipa	65
Gambar 4.17 Rencana Bak Kontrol	70
Gambar 4.18 Penempatan Bak Kontrol	71

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Perbandingan antara SPALD-S dan SPALD-T	9
Tabel 2.2 Penelitian Terdahulu	23
Tabel 3.1 Parameter Analisa Kuantitas Air Limbah	38
Tabel 4.1 Akses Layanan Air Limbah Domestik Kecamatan Margorejo	46
Tabel 4.2 Hasil Pengujian Sampel Air Limbah Sebelum Pengolahan.....	54
Tabel 4.3 Hasil Pengujian Sampel Air Limbah Setelah Pengolahan	54
Tabel 4.4 Parameter Analisa Kuantitas Air Limbah	55
Tabel 4.5 Jarak Antar Patok Jaringan Pipa	66
Tabel 4.6 Elevasi Patok Jaringan Pipa	67
Tabel 4.7 Elevasi Dasar Kedalaman Peletakan Pipa.....	69

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Instalasi Pengolahan Air Limbah Domestik (IPALD) adalah sarana untuk mengolah limbah cair (limbah dari WC, dari air cuci/kamar mandi) (Nasution, 2021). IPALD bisa dibangun secara pribadi atau digunakan untuk satu keluarga/bangunan dan dioperasikan sendiri, maupun satu IPALD digunakan bersama-sama atau komunal. Komponen IPALD Komunal terdiri dari unit pengolah limbah, jaringan perpipaan (bak kontrol & lubang perawatan) dan sambungan rumah tangga.

Ada bermacam limbah yang pada dasarnya harus diolah, misalnya limbah domestik (*black water* serta *grey water*) dimana apabila limbah ini dibuang tanpa pengelolaan yang tepat maka bisa mengakibatkan kerusakan pada tanah serta sungai (Wulandari, 2014). Kerusakan ini pada dasarnya diakibatkan oleh sejumlah zat organik maupun anorganik dari limbah rumah tangga yang dibuang serta dialirkan melalui selokan yang akhirnya bermuara ke sungai serta meresap dalam tanah.

Terdapat sebuah IPALD di Desa Sukoharjo yang saat ini aktif digunakan beberapa penduduk, yang terletak di RT 02 Dukuh Gambiran. Penggunaan IPALD ini termasuk belum optimal dikarenakan hanya mencakup sejumlah kecil penduduk saja, sehingga mengakibatkan masih adanya pengolahan air limbah yang kurang baik, khususnya untuk *grey water* dimana dibuang begitu saja langsung menuju saluran air. Begitupun dengan pengelolaan *black water*, walaupun sejumlah rumah penduduk telah tersambung dengan IPALD tetapi masih banyak rumah penduduk yang tidak tersambung, sehingga masih mempergunakan *septic tank* untuk menampung *black water* yang mereka hasilkan.

Pengelolaan yang kurang optimal tersebut tentu akan mengakibatkan kerusakan pada lingkungan, misalnya pencemaran pada air sungai serta air tanah. Sehingga untuk menanggulangi kondisi tersebut perlu direncanakan

kembali IPALD yang lebih luas serta optimal sehingga dampak buruk dari air limbah terhadap lingkungan di Desa Sukoharjo bisa lebih dikurangi.

Berdasar pada uraian latar belakang diatas, bisa diambil identifikasi masalah berupa merencanakan kembali IPALD untuk menanggulangi permasalahan limbah yang dihasilkan di lingkungan Desa Sukoharjo Kecamatan Margorejo Kabupaten Pati, sehingga masyarakat bisa hidup lebih sehat serta terhindar dari pencemaran yang diakibatkan dari air limbah.

Berdasar pada hal tersebut penyusun akan menguraikan tentang “Perencanaan Instalasi Pengolahan Limbah Domestik (IPALD) Skala Komunal Desa Sukoharjo Kecamatan Margorejo Kabupaten Pati.”

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan pada latar belakan yang telah disampaikan sebelumnya, bisa diperoleh beberapa rumusan masalah yang meliputi:

1. Bagaimana kuantitas limbah yang dihasilkan dari pemukiman di Desa Sukoharjo Kecamatan Margorejo?
2. Bagaimana kualitas limbah yang dihasilkan dari pemukiman di Desa Sukoharjo Kecamatan Margorejo?
3. Bagaimana perencanaan teknik IPALD yang sesuai untuk pemukiman di Desa Sukoharjo Kecamatan Margorejo?

1.3 Tujuan

Tujuan yang bisa dicapai dari pelaksanaan perencanaan ini diantaranya meliputi:

1. Mengetahui kuantitas air limbah yang dihasilkan dari pemukiman di Desa Sukoharjo Kecamatan Margorejo.
2. Mengetahui kualitas air limbah yang dihasilkan dari pemukiman di Desa Sukoharjo Kecamatan Margorejo.
3. Merencanakan IPALD yang sesuai untuk pemukiman di Desa Sukoharjo Kecamatan Margorejo.

1.4 Pembatasan Masalah

Pembatasan masalah pada perencanaan ini dibutuhkan untuk memperoleh solusi terkait masalah yang terjadi, ruang lingkup pembatasan masalah dalam perencanaan ini meliputi:

1. Daerah studi perencanaan di Desa Sukoharjo Kecamatan Margorejo Kabupaten Pati.
2. Air limbah yang diolah yakni *grey water* dan *black water*.
3. Parameter yang dipergunakan yakni BOD dan COD.
4. Aspek yang ditinjau yakni aspek teknis.

1.5 Manfaat Perencanaan

Manfaat yang bisa diperoleh melalui pelaksanaan perencanaan ini meliputi:

- a. Memperluas pengetahuan dalam bidang perencanaan, terutama pada perencanaan IPALD Komunal.
- b. Mahasiswa belajar menerapkan desain IPALD yang optimal dan memenuhi persyaratan SNI.
- c. Mahasiswa bisa merencanakan pembuatan IPALD melalui perhitungan dengan berdasar pada air limbah dan elevasi tanah yang ada.

1.6 Sistematika Penulisan

Dalam penulisan skripsi, penulis harus bisa memenuhi aturan serta kaidah penulisan yang supaya skripsi yang disusun bisa dipahami serta dimengerti oleh pembaca, penulisan dari skripsi ini secara garis besar meliputi:

1. BAB I PENDAHULUAN

Bab I berisi tentang latar belakang, identifikasi masalah, perumusan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian, pembatasan masalah, serta sistematika penulisan skripsi.

2. BAB II KAJIAN PUSTAKA

Bab II membahas mengenai teori-teori atau penjelasan tentang beragam hal yang berkaitan dengan masalah yang dibahas.

3. BAB III METODE PENELITIAN

Bab III berisikan skema pelaksanaan penelitian yang juga meliputi pengumpulan data-data serta analisis data yang digunakan.

4. BAB IV PEMBAHASAN

Bab IV berisi perhitungan dari dimensi IPALD yang direncanakan dan perencanaan dari sistem perpipaan untuk IPALD Skala Komunal Desa Sukoharjo Kecamatan Margorejo Kabupaten Pati.

5. BAB V PENUTUP

Bab V berisi kesimpulan serta saran yang bisa disampaikan dari hasil perencanaan IPALD Skala Komunal Desa Sukoharjo Kecamatan Margorejo Kabupaten Pati.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Air Limbah Domestik

Air limbah domestik yakni air yang asalnya dari kegiatan masyarakat dengan kandungan material anorganik maupun organik, misalnya air bekas mandi, memasak, kakus, serta mencuci (Setiawati, 2016). Air limbah ini pada dasarnya diklasifikasikan menjadi dua jenis, pertama yakni *black water* yang mencakup limbah buangan dari WC (*water closet*) serta *grey water* yang merupakan air limbah dari dapur, kamar mandi, maupun air bekas mencuci (Nasution, 2021).

Secara umum karakteristik fisik dari air limbah domestik yakni meliputi (Mubin dkk., 2016):

a. Bau (*Odour*)

Bau yakni penanda dari terdapatnya pembusukan pada air limbah. Penyebab dari bau air limbah yakni dikarenakan terdapatnya bahan volatile, gas terlarut dan hasil samping dari pembusukan bahan organik. Bau yang dihasilkan oleh air limbah pada umumnya berupa gas yang dihasilkan dari penguraian zat organik yang terkandung dalam air limbah, seperti Hidrogen sulfida (H₂S).

b. Padatan (*Solid*)

Limbah cair mengandung berbagai macam zat padat dari material yang kasar sampai dengan material yang bersifat koloidal. Dalam karakterisasi limbah cair material kasar selalu dihilangkan sebelum dilakukan analisis contoh terhadap zat padat.

c. Kekeruhan (*Turbidity*)

Kekeruhan terjadi karena adanya zat-zat koloid yang melayang dan zat-zat yang terurai menjadi ukuran yang lebih (tersuspensi) oleh binatang, zat-zat organik, jasad renik, lumpur, tanah, dan benda-benda lain yang melayang. Tidak dapat dihubungkan secara langsung antara kekeruhan dengan kadar semua jenis zat suspensi, karena tergantung juga kepada ukuran dan bentuk butir.

d. Temperatur

Secara umum limbah cair memiliki temperatur lebih tinggi dari pada temperatur udara setempat. Temperatur limbah cair dan air merupakan parameter sangat penting dikarenakan efeknya pada kehidupan dalam air, meningkatkan reaksi kimia, serta bisa membuat spesies ikan dalam air berkurang.

e. Warna (*Colour*)

Air murni tidak berwarna tetapi seringkali diwarnai oleh benda asing. Karakteristik yang sangat mencolok pada limbah cair adalah berwarna yang umumnya disebabkan oleh zat organik dan algae. Air limbah yang baru biasanya berwarna abu-abu.

Adapun sejumlah parameter yang dipergunakan dalam pengukuran air limbah domestik pada perencanaan ini meliputi:

a. BOD (*Biochemical Oxygen Demand*)

BOD yakni banyaknya jumlah oksigen yang dibutuhkan untuk menguraikan zat organik oleh mikroorganisme secara biokimia (Nanga, 2017). Zat organik pada air limbah terdiri dari oksigen, karbon, serta sejumlah unsur lain, misalnya nitrogen maupun belerang. Mikroorganisme sendiri berpotensi untuk bereaksi pada oksigen, dimana oksigen akan dimanfaatkan mikroorganisme untuk respirasi sehingga bisa mengurai zat organik. Angka BOD adalah jumlah oksigen yang dibutuhkan oleh bakteri (aerobik) untuk menguraikan (mengoksidasi) hampir semua zat organik yang terlarut dan sebagian zat-zat organik yang tersuspensi dalam air.

b. COD (*Chemical Oxygen Demand*)

COD yakni banyaknya oksigen yang dibutuhkan untuk menguraikan zat organik pada air, ataupun bisa dikatakan parameter ini merefleksikan banyaknya zat organik pada air yang secara kimia bisa dioksidasi (Nanga, 2017). Angka COD merupakan ukuran bagi pencemaran air oleh zat-zat organik yang secara alamiah dapat dioksidasikan melalui proses mikrobiologis, dan mengakibatkan berkurangnya oksigen terlarut di dalam air (Mubin dkk., 2016).

Kemudian untuk karakteristik kimia dari air limbah domestik yakni (Soedjono, 2010):

- BOD : 100 - 300 mg/l
- COD : 160 - 500 mg/l

Sementara itu berdasarkan pada Peraturan Pemerintah Lingkungan Hidup dan Kehutanan No. 68 Tahun 2016 dijelaskan bahwasanya baku mutu air limbah domestik maksimum yakni:

- BOD : 30 mg/l
- COD : 100 mg/l

2.2 Sistem Pengolahan Air Limbah Domestik

Sistem pengolahan air limbah domestik ini dibagi menjadi dua, dimana mencakup sistem setempat serta sistem terpusat ataupun komunal. Sistem yang hendak dipergunakan yakni sistem terpusat, dimana merupakan sistem pembuangan air limbah domestik (cuci, mandi, kotoran, serta dapur) yang disalurkan keluar dari area rumah menuju saluran pengumpul air limbah dimana berikutnya akan secara terpusat disalurkan menuju bangunan pengolahan air sebelum memasuki badan air penerima (Setiawati, 2016). Sistem terpusat membutuhkan SPAL (Sistem Penyalur Air Limbah) untuk menggabungkan *grey water* serta *black water* dimana kemudian mengalirkannya menuju IPALD.

Menurut Peraturan Menteri PUPR No. 4 Tahun 2017 tentang Konsep Pengelolaan Air Limbah Domestik, serangkaian kegiatan dalam melaksanakan pengembangan dan pengelolaan sarana dan prasarana untuk pelayanan air limbah domestik dikenal dengan SPALD-S (Sistem Pengelolaan Air Limbah Domestik Setempat) serta SPALD-T (Sistem Pengelolaan Air Limbah Domestik Terpusat). Adapun data penelitian ini instalasi pengolahan air limbah komunal termasuk dalam SPALD Terpusat skala permukiman yang memiliki cakupan 50-20.000 jiwa, karena pada sistem pengelolaan yang dilakukan dengan mengalirkan air limbah domestik dari sumber secara kolektif ke sub-sistem pengolahan terpusat untuk diolah sebelum dibuang ke badan air permukaan. Adapun konsep pengelolaan air limbah domestik menurut Peraturan Menteri PUPR No. 4 Tahun 2017 yaitu:

- 1) Sistem Pengelolaan Air Limbah Domestik Setempat (SPALD-S)
 - a. Sub-sistem pengolahan setempat
Terbagi menjadi dua yaitu, skala individual dan skala komunal (komunal 2-10KK/10-50 jiwa, mck)
 - b. Sub-sistem pengangkutan
Sistem pengangkutan menggunakan truk tinja
 - c. Sub-sistem pengolahan lumpur tinja
Sistem pengolahan menggunakan IPLT
- 2) Sistem Pengelolaan Air Limbah Domestik Terpusat (SPALD-T)
 - a. Sub-sistem pelayanan
Sub-sistem pelayanan dalam SPALD-T meliputi pipa tinja, pipa non tinja, bak penangkap lemak, pipa persil, bak kontrol, dan lubang inspeksi
 - b. Sub-sistem pengumpulan
Sistem pengumpulan menggunakan pipa retikulasi, pipa induk, prasarana dan sarana pelengkap (manhole, stasiun pompa dll)
 - c. Sub-sistem pengolahan terpusat
Sistem pengolahan terpusat dibagi menjadi tiga yaitu, IPALD skala perkotaan (>20.000 jiwa), IPALD skala permukiman (50-20.000 jiwa), dan IPALD skala kawasan tertentu.

Mubin dkk. (2016) menjelaskan, baik SPALD-S maupun SPALD-T keduanya mempunyai kelebihan serta kekurangannya masing-masing, yang mana bisa dijabarkan dalam tabel berikut:

Tabel 2.1 Perbandingan antara SPALD-S dan SPALD-T

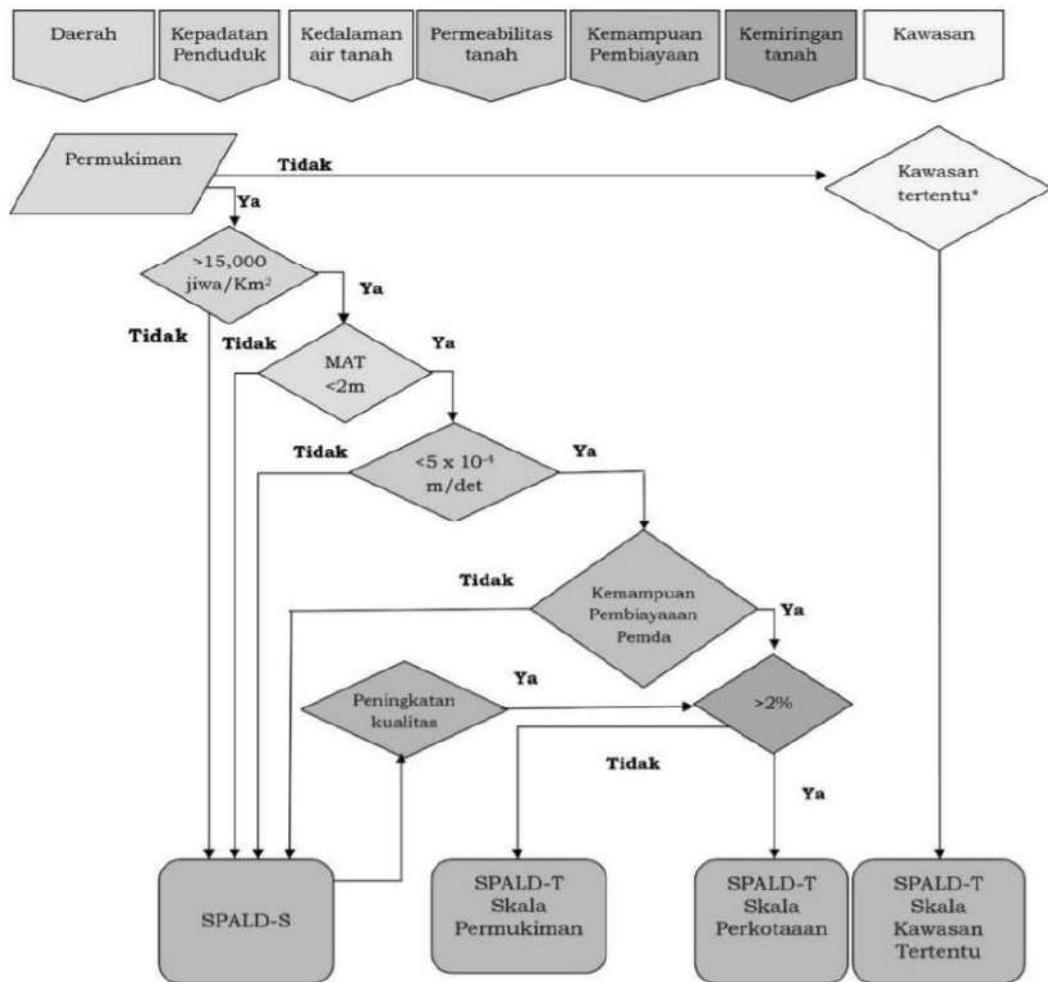
SPALD-S (Sistem Pengelolaan Air Limbah Domestik Setempat)	SPALD-T (Sistem Pengelolaan Air Limbah Domestik Terpusat)
<p>Kelebihan:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Menggunakan teknologi sederhana 2. Memerlukan biaya yang rendah 3. Masyarakat dan setiap keluarga dapat menyediakan pengelolaannya sendiri 4. Pengoperasian dan pemeliharaan oleh masyarakat 5. Manfaat dapat dirasakan secara langsung 	<p>Kelebihan:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Menyediakan pelayanan yang terbaik 2. Sesuai daerah dengan kepadatan tinggi 3. Pencemaran terhadap badan air dan air tanah dapat dihindari 4. Memiliki masa guna lebih lama
<p>Kekurangan:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Tidak dapat diterapkan pada setiap daerah, misalkan sifat permeabilitas tanah, tingkat kepadatan tanah, dan lain – lain 2. Fungsi terbatas hanya dari buangan kotoran manusia, tidak melayani air limbah kamar mandi dan air bekas cucian 3. Operasi dan pemeliharaan sulit dilaksanakan 	<p>Kekurangan:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Memerlukan biaya investasi, operasi, dan pemeliharaan yang tinggi 2. Menggunakan teknologi tinggi 3. Tidak dapat dilakukan oleh perseorangan 4. Waktu yang lama dalam perencanaan dan pelaksanaan 5. Perlu pengelolaan, operasional, dan pemeliharaan yang baik

Sumber: Mubin dkk. (2016)

Pasal 8 Peraturan Menteri PUPR No. 4 Tahun 2017 tentang Konsep Pengelolaan Air Limbah Domestik dijelaskan juga bahwasanya penentuan jenis SPLAD yang mencakup SPALD-S (Sistem Pengelolaan Air Limbah Domestik Setempat) serta SPALD-T (Sistem Pengelolaan Air Limbah Domestik Terpusat) mengacu pada:

- a. **Kepadatan Penduduk**
Tingkat kepadatan penduduk yang biasa digunakan dalam perencanaan SPALD yaitu 150 (seratus lima puluh) jiwa/Ha.
- b. **Kedalaman Muka Air Tanah**
Kedalaman muka air tanah digunakan sebagai kriteria dalam penetapan SPALD. Untuk muka air tanah lebih kecil dari 2 (dua) meter atau jika air tanah sudah tercemar, digunakan SPALD-T.
- c. **Kemiringan Tanah**
Penerapan jaringan pengumpulan air limbah domestik sesuai jika kemiringan tanah sama dengan atau lebih dari 2% (dua persen), sedangkan shallow sewer dan small bore sewer dapat digunakan pada berbagai kemiringan tanah.
- d. **Permeabilitas Tanah**
Permeabilitas tanah sangat mempengaruhi penentuan jenis SPALD, khususnya untuk penerapan Sub-sistem Pengolahan Setempat (cubluk maupun tangki septik dengan bidang resapan). Untuk mengetahui besar kecilnya permeabilitas tanah dapat diperkirakan dengan memperhatikan jenis tanah dan angka infiltrasi tanah atau berdasarkan tes perkolasi tanah. Permeabilitas yang efektif yaitu 5×10^{-4} m/detik dengan jenis tanah pasir halus sampai dengan pasir yang mengandung lempung.
- e. **Kemampuan Pembiayaan**
Kemampuan pembiayaan dapat mempengaruhi pemilihan jenis SPALD, terutama kemampuan Pemerintah Daerah dalam membiayai pengoperasian dan pemeliharaan SPALD-T.

Pemilihan jenis SPALD dalam Peraturan Menteri PUPR No. 4 Tahun 2017 tentang Konsep Pengelolaan Air Limbah Domestik bisa mengacu pada diagram air dibawah ini:



Gambar 2.1 Diagram Alir Pemilihan Jenis SPALD

Sumber: Peraturan Menteri PUPR, 2017

Berdasar pada Diagram Alir Pemilihan Jenis SPALD dalam Peraturan Menteri PUPR No. 4 Tahun 2017 tersebut, bisa dipahami bahwasanya pertimbangan pertama dalam pemilihan teknologi SPALD yakni kepadatan penduduk, dimana kepadatan penduduk yang melampaui 15,000 jiwa/Km² ataupun 150 jiwa/Ha bisa mengaplikasikan sistem SPALD-T, sementara apabila dalam suatu wilayah perencanaan mempunyai kepadatan penduduk yang kurang dari 15,000 jiwa/Km² ataupun 150 jiwa/Ha bisa mempergunakan system SPALD-S, ataupun bisa juga mempergunakan SPALD-T apabila disertai dengan peningkatan kualitas.

Dasar pertimbangan berikutnya yakni Muka Air Tanah, dimana apabila muka air tanah pada area perencanaan lebih kecil dari 2 (dua) meter atau jika air tanah sudah tercemar, digunakan SPALD-T.

Kemudian apabila kemiringan tanah di area perencanaan melebihi 2% serta kemampuan untuk membiayai perencanaan terpenuhi maka bisa mempergunakan SPALD-T, namun bila kemampuan pembiayaan tidak mencukupi bisa dipergunakan sistem SPALD-S. Kemudian bila kemiringan tanah di area perencanaan tidak lebih dari 2% artinya terdapat pilihan diantara SPALD-T Skala Pemukiman ataupun SPALD-T Skala perkotaan.

2.2.1 Sistem Pengelolaan Air Limbah Domestik Setempat

Berdasarkan Buku Referensi Opsi Sistem dan Teknologi Sanitasi (2010), sistem setempat yakni dimana kotoran manusia dan air limbah (*grey water*) dikumpulkan dan diolah dalam lahan milik pribadi. Sistem sanitasi setempat perlu pembuangan endapan tinja/pengurasan secara berkala (2-4 tahun). Endapan tinja selanjutnya diangkat dan diolah ke Instalasi Pengelolaan Lumpur Tinja (IPLT).

Dalam Materi Bidang Air Limbah I (Kementerian PU), sistem pembuangan setempat (*on site system*) adalah fasilitas pembuangan air limbah yang berada di dalam daerah persil pelayanannya (batas tanah yang dimiliki). Contoh sistem pembuangan setempat adalah sistem cubluk atau *septic tank*. Dalam Materi Bidang Air Limbah I dijelaskan tentang keuntungan dan kerugian dalam pemakaian sistem pembuangan setempat.

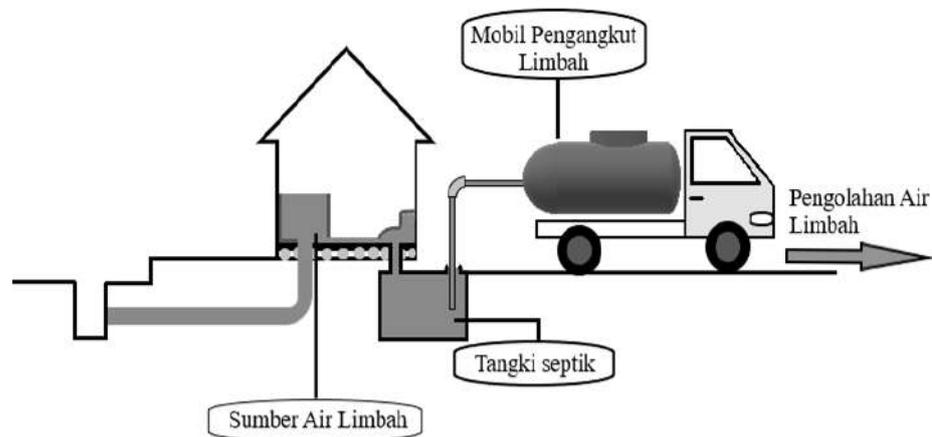
Keuntungan pemakaian sistem pembuangan setempat adalah:

- a. Biaya pembuatan murah
- b. Biasanya dibuat oleh sektor swasta/pribadi
- c. Teknologi cukup sederhana
- d. Sistem sangat privasi karena terletak pada persilnya
- e. Operasi dan pemeliharaan dilakukan secara pribadi/masing-masing

- f. Manfaat yang dirasakan bersih, saluran air hujan tidak lagi dibuang air limbah, terhindar dari bau busuk, timbul estetika pekarangan dan populasi nyamuk berkurang

Kerugian pemakaian sistem pembuangan setempat adalah:

- Tidak selalu cocok di semua daerah
- Sukar mengontrol operasi dan pemeliharaan
- Bila pengendalian tidak sempurna maka air limbah dibuang ke saluran drainase
- Risiko mencemari air tanah bila pemeliharaan tidak dilakukan dengan baik



Gambar 2.2 Sistem Pengelolaan Air Limbah Domestik Setempat
Sumber: Nanga, 2017

2.2.2 Sistem Pengelolaan Air Limbah Domestik Terpusat

Berdasarkan Buku Referensi Opsi Sistem dan Teknologi Sanitasi (2010), sistem terpusat yakni air limbah kotoran manusia (*black water*) dan air limbah rumah tangga (*grey water*) digabungkan dalam satu tempat (bak kontrol) dan dibuang melalui satu sambungan rumah. Sistem terpusat perlu adanya Sistem Penyaluran Air Limbah (SPAL) tujuannya untuk mengalirkan air limbah (*black water* dan *grey water*) ke Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPALD). Dalam Materi Bidang Air Limbah I (Kementerian PU) sistem pembuangan terpusat (*off-site system*) adalah sistem pembuangan yang berada di

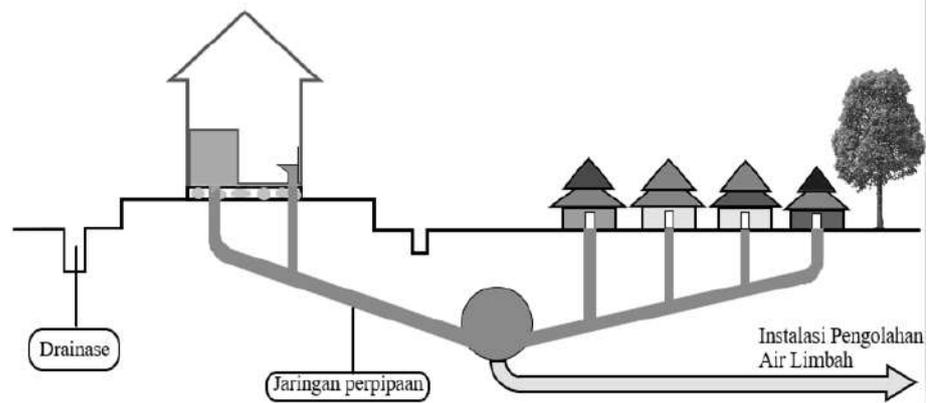
luar persil. Contoh sistem penyaluran air limbah yang dibuang ke suatu tempat pembuangan (*disposal site*) yang aman dan sehat dengan atau tanpa pengolahan sesuai criteria baku mutu dan besarnya limpasan. Dalam Materi Bidang Air Limbah I dijelaskan tentang keuntungan dan kerugian dalam pemakaian sistem pembuangan terpusat.

Keuntungan pemakaian sistem pembuangan terpusat adalah:

- a. Pelayanan yang lebih aman
- b. Menampung segala tipe maupun jenis dari air limbah domestik
- c. Pencemaran air tanah dan lingkungan dapat dihindari
- d. Cocok untuk daerah ataupun wilayah dengan tingkat kepadatan tinggi
- e. Masa ataupun umur pemakaian yang tergolong lebih panjang

Kerugian pemakaian sistem pembuangan terpusat adalah:

- a. Memerlukan pembiayaan yang bisa dikatakan tergolong tinggi
- b. Memerlukan tenaga yang terampil ataupun profesional untuk operasional
- c. Memerlukan perencanaan dan pelaksanaan untuk jangka panjang
- d. Manfaat terlihat apabila sistem telah berjalan dan semua penduduk terlayani



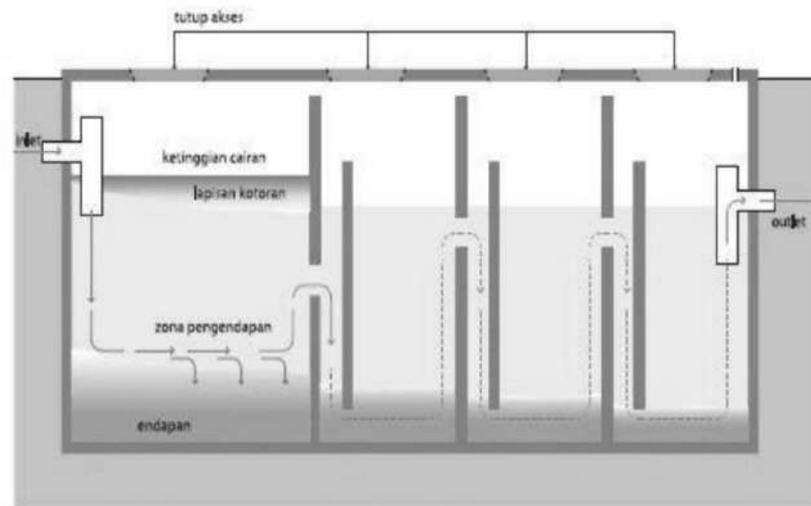
Gambar 2.3 Sistem Pengelolaan Air Limbah Domestik Terpusat
Sumber: Nanga, 2017

2.3 Teknologi Pengolahan Air Limbah Domestik

Perlu dilaksanakan perencanaan teknologi pengolahan air limbah domestik untuk menangani air limbah domestik yang ada serta untuk mewujudkan sanitasi dan lingkungan yang sehat. Herrari (2015) menjelaskan, 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. Beragam jenis dari teknologi pengolahan air limbah domestik meliputi:

2.3.1 *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). Penggunaan dari sistem ABR untuk mengolah air limbah domestik akan memproduksi endapan lumpur dan gas yang perlu dibuang mempergunakan truk sedot tinja setiap dua ataupun tiga tahun sekali (Soedjono, 2010).



Gambar 2.4 Desain *Anaerobic Baffled Reactor* (ABR)

Sumber: Nanga, 2017

ABR cocok dipergunakan dalam mengolah beragam tipe air limbah yang mempunyai BOD dengan konsentrasi > 150 mg/l serta tepat dipergunakan di lingkungan yang kecil (Setiawati, 2016).

Adapun sejumlah keunggulan dari ABR yakni:

- a. Hanya memerlukan lahan yang sedikit.
- b. Pengolahannya mempunyai efisiensi tinggi.
- c. Biaya yang diperlukan untuk pembangunan rendah.
- d. Biaya perawatan tergolong murah.
- e. Perawatan bisa dilakukan dengan mudah.
- f. Pembangunan serta perbaikannya bisa dilakukan dengan menggunakan material lokal.
- g. Bisa dipergunakan untuk mengelola *grey water* serta *black water* dengan bersamaan.

Selain sejumlah keunggulan tersebut, terdapat pula kekurangan dari sistem ABR ini yang meliputi (Setiawati, 2016):

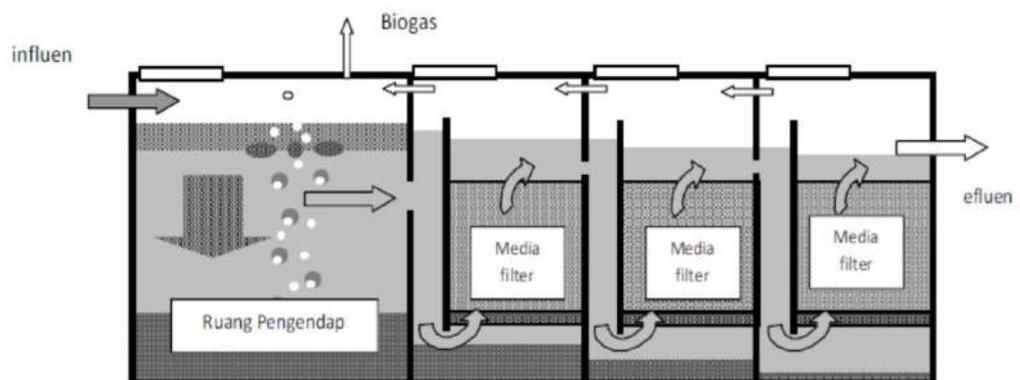
- a. Membutuhkan sumber air konstan.
- b. Membutuhkan tukang professional untuk mengerjakan plester yang berkualitas tinggi.
- c. Mempunyai penurunan zat patogen yang rendah.

Kriteria yang ditentukan untuk desain sistem *Anaerobic Baffled Reactor (ABR)* meliputi:

- *Removal COD* = 65% - 95%
- *Removal BOD* = 70% - 95%
- Kecepatan *upflow* = < 2.0 m/jam
- Beban organik (OLR) = < 3.0 kg COD/m³.hari
- HRT = > 8 jam
- Panjang kompartemen = 50 - 60% kedalaman ABR

2.3.2 *Anaerobic Filter (AF)*

AF yakni *septic tank* yang terbentuk dari sebuah ruang (kompartemen) ataupun lebih yang dipasang filter (sisa arang, kerikil, batok kelapa, bambu, ataupun plastik dengan bentuk khusus) (Setiawati, 2016). Perawatan yang diperlukan pada sistem ini yakni membersihkan filter, sebab seiring pemakaian maka biomasa serta padatan akan semakin tebat hingga bisa menutup rongga filter (Soedjono, 2010). Bakteri aktif diperlukan pada sistem *anaerobic filter* ini untuk menjadi pemicu dari proses, dimana bakteri ini diperoleh melalui penyemprotan pada filter serta dari lumpur tinja, tetapi dibutuhkan waktu sekitar 6 bulan hingga 9 bulan di awal proses untuk menstabilkan bakteri.



Gambar 2.5 Desain *Anaerobic Filter (AF)*

Sumber: Rokhmadhoni, 2019

Adapun sejumlah keunggulan dari penggunaan sistem *anaerobic filter* yakni (Rokhmadhoni, 2019):

- a. Mempunyai umur pelayanan yang lama.
- b. Tidak membutuhkan energi listrik.
- c. Hanya membutuhkan sedikit lahan.
- d. Tidak membutuhkan pengadukan secara mekanis.
- e. Pembangunan serta perbaikan bisa dilaksanakan dengan mempergunakan material lokal.

Selain sejumlah keunggulan tersebut, terdapat pula kekurangan dari sistem *anaerobic filter* ini yang meliputi (Rokhmadhoni, 2019):

- a. Tidak cocok untuk air limbah yang mempunyai TSS tinggi.
- b. Biaya untuk media *anaerobic filter* tergolong mahal.
- c. Enfluen serta lumpur *black water* masih memerlukan pembuangan yang tepat ataupun pengolahan sekunder.

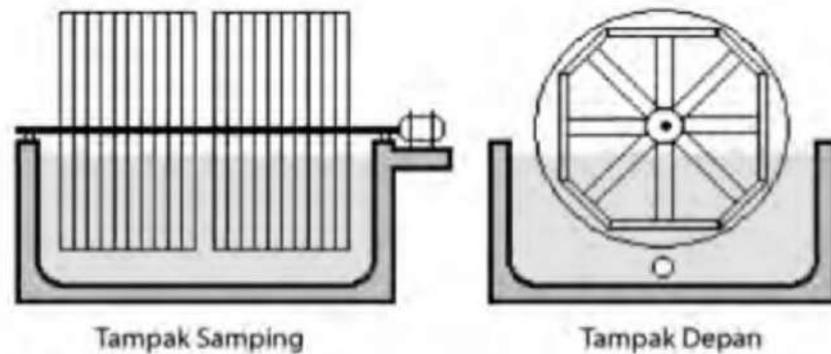
Gutterer (2006) menjelaskan, kriteria untuk desain sistem *Anaerobic Filter* (AF) meliputi:

- Panjang chamber = < kedalaman air
- Beban organik = 4 – 5 kg COD/m³.hari
- *Hydraulic retention time* = 1,5 – 2 hari

2.3.3 Rotating Biological Contactor (RBC)

RBC yakni sebuah reaktor yang terbentuk dari sejumlah cakram yang mengalami perputaran dengan kecepatan tertentu, dimana bagian cakram yang terendam di air limbah akan menguraikan zat organik (Firmansyah, 2016). RBC yakni teknologi untuk menangani limbah yang tersusun dari sejumlah cakram sejajar berdiameter 2 hingga 4 meter, rangkaian cakram ini diletakkan pada sebuah reaktor khusus dimana tempat limbah cair dialirkan (Rambe, 2018). Cakram dalam sistem ini normalnya dibuat dari bahan tipis

seperti *Polyethylene* (PE), *Polyvinylchloride* (PVC), *Polypropylene*, *Polystyrene*, ataupun lainnya.



Gambar 2.6 Desain *Rotating Biological Contactor* (RBC)

Sumber: Soedjono, 2010

Adapun sejumlah keunggulan dari penggunaan sistem *Rotating Biological Contactor* yakni (Firmansyah, 2016):

- a. Hanya menghasilkan sedikit lumpur dalam pengolahannya serta tidak menghasilkan buih.
- b. Udara yang diperlukan relatif kecil.
- c. Hanya memerlukan sedikit lahan.

Selain sejumlah keunggulan tersebut, terdapat pula kekurangan dari sistem *Rotating Biological Contactor* ini yang meliputi (Firmansyah, 2016):

- a. Sensitif pada perubahan suhu sekitar.
- b. Bahan yang diperlukan sulit ditemui di pasar lokal.
- c. Memerlukan energi listrik.

Kriteria untuk desain sistem *Rotating Biological Contactor* meliputi:

- | | |
|--|--|
| - <i>Hydraulic loading</i> | = 0,08 – 0,16 m ³ .m ² d |
| - <i>Organic loading</i> | = 8 – 20 gBOD/m ² d |
| - <i>Max 1st- stage organic loading</i> | = 24 – 30 gBOD/m ² d |
| - <i>HRT (hydraulic retention time)</i> | = 0,7 – 1,5 jam |
| - Panjang shaft maksimal | = 8,23 m |
| - Luas area <i>disk standard</i> | = 9.300 m ² |

2.3.4 *Aerobic BioFilter*

Aerobic BioFilter yakni sistem pengolahan air limbah secara biologis, dimana sistem ini terdiri dari media tumbuh mikroorganisme yang tenggelam dan disertai oleh sistem aerasi (Hasan dkk., 2009). Sistem ini berlandaskan pada prinsip penggunaan biofiltrasi melalui media granular yang ditenggelamkan guna memberikan dan mengubah komponen biologi zat organik berbentuk biomasa yang tertempel di media, daya dukung paling besar ada di permukaan dari media, serta bisa secara fisik meremoval partikel yang larut (Setiawati, 2016). Terdapat dua konfigurasi yang bisa diterapkan pada sistem ini, yakni aliran *downflow* serta *upflow*, dimana air limbah dialirkan melalui atas reaktor untuk *downflow* serta aliran air mengalir di bawah reaktor untuk *upflow*.

Adapun sejumlah keunggulan dari penggunaan sistem *Aerobic BioFilter* yakni (Barnard dan Stensel, 2012):

- a. Tidak ada *bulking sludge*.
- b. Tidak mempergunakan bak pengendap lumpur.
- c. Hanya memerlukan lahan yang kecil.
- d. Pengoperasiannya tergolong mudah.

Selain sejumlah keunggulan tersebut, terdapat pula kekurangan dari sistem *Aerobic BioFilter* ini yang meliputi (Barnard dan Stensel, 2012):

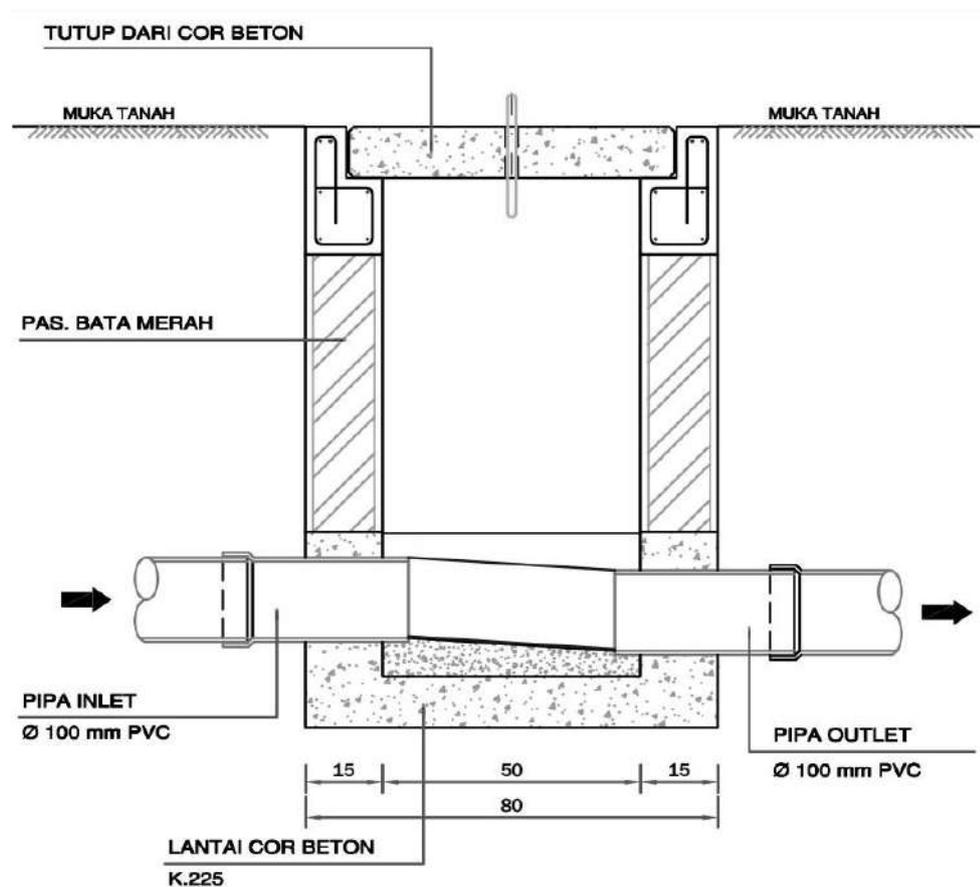
- a. Memerlukan instrument yang bagus.
- b. Peralatannya terbilang kompleks.
- c. Biaya operasionalnya tinggi.

Barnard dan Stensel (2012) menjelaskan, kriteria untuk desain sistem *Aerobic BioFilter* meliputi:

- BOD *loading rate* = 250-300 ppd/1000cf
- HLR = 2-4 gpm/sf
- NH₄-N *loading rate* = 60-90 ppd/1000cf
- Menggunakan *fine bubble aeration*

2.4 Bak Kontrol

Bak kontrol dibangun dengan tujuan untuk mempermudah pelaksanaan pemeliharaan apabila penyumbatan terjadi pada jaringan perpipaan. Bentuk dari bak kontrol bisa berupa persegi maupun bulat dengan ukuran yang beragam, bisa dibangun dengan menggunakan cor beton, pasangan bata, maupun buis beton (*precast*).



Gambar 2.7 Desain Bak Kontrol

Sumber: Nanga, 2017

Jarak penempatan bak kontrol berdasarkan pada Abidin, dkk. (2020) adalah per 20 meter dengan tujuan untuk meminimalkan akumulasi gas serta mempermudah pelaksanaan pemeliharaan. Selain pada ketentuan jarak tersebut bak kontrol juga diletakkan di setiap percabangan pipa serta di belokan pada jaringan pipa.

2.5 Kriteria Penentuan Teknologi Pengolahan Air Limbah Domestik

Penentuan teknologi pengolahan air limbah domestik perlu memperhatikan sejumlah hal, seperti kesediaan bahan baku, kemudahan pembangunan maupun perawatan, serta biaya pembangunan yang rendah khususnya mengingat lokasi perencanaan berada di pedesaan.

Terdapat sejumlah kriteria yang perlu diperhatikan dalam menentukan teknologi pengolahan air limbah domestik yang meliputi (Wulandari, 2014):

- a. Biaya operasional yang rendah.
- b. Kebutuhan lahan yang kecil.
- c. Pengelolaan yang mudah.
- d. Perawatan yang sederhana serta mudah.
- e. Lumpur yang dihasilkan sedikit.
- f. Konsumsi energi rendah ataupun tidak memerlukan energi.
- g. Efisiensi pengolahan bisa mencapai standar baku mutu air limbah domestik yang diisyaratkan.

2.6 Kriteria Penentuan Dimensi dan kemiringan Pipa

Dimensi dan Kemiringan pipa dalam jaringan perpipaan perlu ditentukan supaya dalam pengoperasian IPALD bisa diperoleh kecepatan pengaliran minimal dengan daya pembilasan sendiri (*self cleansing*) untuk mengurangi gangguan endapan di dasar pipa.

Kriteria untuk dimensi pipa dalam Sanimas DAK Bidang Sanitasi berdasarkan Abidin dkk. (2020) adalah:

- a. Dimensi untuk pipa induk yakni 4 inci – 6 inci.
- b. Dimensi untuk pipa persil ataupun sambungan rumah yakni 3 inci – 4 inci.

Sedangkan kriteria untuk kemiringan pipa dalam Sanimas DAK Bidang Sanitasi berdasarkan Abidin dkk. (2020) adalah:

- a. Kemiringan pipa untuk pipa induk yakni 0,4% – 1%.
- b. Kemiringan pipa untuk pipa persil ataupun sambungan rumah yakni 1% – 2%.

2.7 Penelitian Terdahulu

Penelitian ini didasari dari sebuah penelitian terdahulu, baik dari jenis penelitian maupun teori yang digunakan, dan teknik metode penelitian yang digunakan penjelasannya dibawah ini sebagai berikut:

Tabel 2.2 Penelitian Terdahulu

No.	Judul Penelitian	Tujuan Penelitian	Metode Analisa	Hasil Penelitian
1.	Evaluasi Tahap Perencanaan IPALD Komunal Dikecamatan Ngaglik Dan Kecamatan Depok Kabupaten Sleman D.I.Yogyakarta (2021)	<ul style="list-style-type: none"> - Mengetahui tahap Perencanaan IPALD Komunal di Kecamatan Ngaglik dan Kecamatan Depok, Kabupaten Sleman - Mengevaluasi kesesuaian pelaksanaan perencanaan IPALD komunal di Kecamatan Ngaglik dan Kecamatan Depok, Kabupaten Sleman 	Penelitian ini menggunakan metode kualitatif dengan pendekatan komparatif	<ul style="list-style-type: none"> - Perencanaan pada IPALD komunal di Kabupaten Sleman dimulai dari sosialisasi dan penyuluhan kesehatan kepada warga, Program Pengadaan IPALD komunal, Pendanaan dan kelengkapan Dokumen IPALD komunal - Di Kabupaten Sleman sudah pernah mendapat sosialisasi mengenai IPALD komunal namun terdapat beberapa IPALD komunal tidak mendapat penyuluhan kesehatan dan jumlah SR yang terlayani masih kurang dari yang direncanakan

No.	Judul Penelitian	Tujuan Penelitian	Metode Analisa	Hasil Penelitian
2.	Perencanaan Pengolahan Air Limbah Sistem Terpusat (Studi Kasus di Perumahan PT.Pertamina Unit Pelayanan III PLAJU-Sumatera Seletan) (2014)	<ul style="list-style-type: none"> - Menghitung proyeksi penduduk 10 tahun mendatang - Menghitung volume total limbah yang dihasilkan - Menghitung dimensi saluran pembawa dan sumur pengumpul, dan - Menghitung rencana dimensi unit IPALD beserta luas lahan yang dibutuhkan untuk pembangunan instalasi tersebut 	Metode penelitian menggunakan Data Primer dan Data Sekunder	<ul style="list-style-type: none"> - Proyeksi jumlah penduduk untuk 10 tahun kedepan pada perumahan PT. Pertamina UP III Plaju menggunakan rumus Geometrik sebanyak 23668 jiwa - Proyeksi jumlah limbah untuk 10 tahun kedepan dengan jumlah penduduk 23668 jiwa yaitu: untuk volume limbah <i>grey water</i> sebanyak 2.840.160 liter/hari, sedangkan limbah <i>black water</i> sebanyak 37158,76 liter/hari. Jadi, volume limbah total untuk 10 tahun mendatang sebanyak 2.877.318 liter/hari atau 2877,32 m³/hari - Dimensi rencana saluran dan sumur pengumpul didapat hasil perhitungan: 216 mm (8") - Dengan rencana kapasitas pengolahan air limbah sebanyak 2877,32 m³/hari maka jumlah lahan untuk membangun IPALD seluas lebih kurang 70 m x 20 m persegi

No.	Judul Penelitian	Tujuan Penelitian	Metode Analisa	Hasil Penelitian
3.	Perencanaan Instalasi Pengolahan Air Limbah Domestik di Kecamatan Simokerto Kota Surabaya (2016)	<ul style="list-style-type: none"> - Merencanakan teknologi pengolahan air limbah domestik yang sesuai untuk pemukiman di Kecamatan Simokerto Kota Surabaya - Menghitung biaya yang dibutuhkan untuk menerapkan teknologi pengolahan air limbah domestik di Kecamatan Simokerto Kota Surabaya 	Menggunakan Metode Pengumpulan Data dengan Wawancara	<ul style="list-style-type: none"> - Perencanaan pengolahan limbah domestik di Kecamatan Simokerto memakai <i>Anaerobic Baffled Reactor</i> (ABR). Unit ABR yang direncanakan untuk 100 KK terdiri dari tangki pengendapan dan 6 kompartemen. Total panjang, lebar, dan kedalaman ABR adalah 13,2 meter, 2,6 meter, dan 2,6 meter - Rencana Anggaran Biaya (RAB) untuk pembangunan unit ABR di Kecamatan Simokerto sebesar Rp. 173.700.000,00 (peletakan bawah jalan) dan Rp. 173.500.000,00 (peletakan di bawah bahu jalan)
4.	Perencanaan Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL) Kelurahan Lemahputro dan Kelurahan Sidokare Kecamatan Sidoarjo Kabupaten Sidoarjo (2017)	- Merencanakan SPAL untuk Kelurahan Lemahputro dan Kelurahan Sidokare Kecamatan Sidoarjo Kabupaten Sidoarjo	Metode Pengumpulan Data Primer dan Data Sekunder	<ul style="list-style-type: none"> - Perencanaan SPAL: <ol style="list-style-type: none"> a. Untuk Kelurahan Lemahputro dan Kelurahan Sidokare memiliki dataran landai sehingga air limbah dialirkan dengan sistem gravitasi b. Diameter pipa yang digunakan untuk Kelurahan Lemahputro adalah

No.	Judul Penelitian	Tujuan Penelitian	Metode Analisa	Hasil Penelitian
		<ul style="list-style-type: none"> - Merencanakan ABR dan <i>Organica Ecotechnology</i> untuk Kelurahan Lemahputro dan Kelurahan Sidokare Kecamatan Sidoarjo Kabupaten Sidoarjo - Menghitung <i>Bill of Quantily</i> (BOQ) dan Rencana Anggaran Biaya (RAB) pekerjaan IPALD di Kelurahan Lemahputro dan Kelurahan Sidokare Kecamatan Sidoarjo Kabupaten Sidoarjo 		<p>100 mm, 150 mm, dan 200 mm. Sedangkan di Kelurahan Sidokare menggunakan diameter pipa 100 mm, 150 mm, 200 mm, dan 250 mm</p> <p>c. Pada sistem jaringan pipa air limbah Kelurahan Lemahputro dan Sidokare dilengkapi bangunan penunjang daya dukung air limbah yaitu <i>manhole</i>. ada 4 jenis <i>manhole</i> yang digunakan yaitu <i>Manhole</i> lurus, <i>Manhole</i> belok, <i>Manhole</i> pertigaan, <i>Manhole</i> perempatan</p> <ul style="list-style-type: none"> - Perencanaan IPALD: <ul style="list-style-type: none"> a. ABR dari segi kuantitas pengolahan mampu menampung bebabn air limbah domestic untuk seluruh warga Kelurahan Lemahputro dan Sidokare. Pada kelurahan Lemahputro dan Sidokare masing-masing terdapat 3 ABR yang disusun secara pararel dalam satu tempat b. Sistem IPALD yang digunakan mampu menghasilkan effluent dibawah baku mutu PEREM LHK 68

No.	Judul Penelitian	Tujuan Penelitian	Metode Analisa	Hasil Penelitian
				<p>tahun 2016 untuk TSS, BOD, COD, Minyak dan Lemak, Amonia dan Total Coliform</p> <p>- Rencana Anggaran Biaya SPAL dan IPALD:</p> <p>a. RAB total untuk SPALD dan IPALD <i>Cluster 1</i> adalah Rp. 16.846.319.455 sedangkan <i>Cluster 2</i> adalah Rp. 28.098.885.497</p> <p>b. Biaya investasi total per KK untuk <i>Cluster 1</i> adalah Rp. 7.800.000 dan <i>Cluster 2</i> adalah Rp. 7.200.000</p> <p>c. Biaya retribusi setiap kepala keluarga melalui organisasi lingkungan setempat setiap bulannya sebesar Rp. 6.000 <i>Cluster 1</i> dan Rp. 4.000 <i>Cluster 2</i></p>
5.	Pilihan Teknologi Untuk Pengolahan Air Limbah Domestik di Daerah Peri-Urban dan Perdesaan di Jawa Timur (2010)	Untuk mengkaji pilihan teknologi pengolahan air limbah domestik mana yang paling diterima di Daerah	Metode menggunakan <i>Desk-study</i> , Observasi, Diskusi kelompok terfokus	Teknologi pengolahan air limbah domestik yang dikenal masyarakat adalah jamban siram atau PFT menggunakan tangki septik untuk sistem individual sedangkan teknologi

No.	Judul Penelitian	Tujuan Penelitian	Metode Analisa	Hasil Penelitian
		Peri-Urban dan perdesaan di Jawa Timur karena termarginalkannya kedua kawasan ini dalam berbagai aktivitas pembangunan	(FGD), Wawancara	ABR untuk sistem komunal. Dari kedua teknologi ini diketahui bahwa risiko yang dapat ditimbulkan adalah pencemaran tanah, kebocoran gas yang menimbulkan bau, serta tidak cukup terbentuknya biogas
6.	Kulit Kerang Sebagai Media Alternatif Filter Anaerobik Untuk Mengolah Air Limbah Domestik (2019)	<ul style="list-style-type: none"> - Mengetahui kemampuan limbah kulit kerang sebagai media <i>anaerobic filter</i> dalam menurunkan konsentrasi organik pada <i>grey water</i> - Mengetahui Pengaruh ketebalan media <i>anaerobic filter</i> dalam mengolah <i>grey water</i> dalam <i>anaerobic filter</i> - Mengetahui pengaruh waktu tinggal hidrolis (<i>empty bed contact time</i>) dalam mengolah 	Metode Analisis Sampel	<ul style="list-style-type: none"> - Kinerja kulit kerang dalam menurunkan parameter COD yang paling baik adalah reaktor dengan tebal media 122 cm dan waktu detensi 36 jam dengan remorval 80,6 persen. Parameter BOD reaktor dengan tebal media 122 cm dan waktu detensi 36 jam dengan remorval 89,91 persen. Parameter TSS reaktor dengan tebal media 80 cm dan waktu detensi 24 jam dengan remorval 76,61 persen. - Ketebalan kulit kerang tidak memiliki pengaruh signifikan dalam mengolah air limbah domestik pada proses <i>anaerobic filter</i> untuk semua parameter. Namun, ketebalan media

No.	Judul Penelitian	Tujuan Penelitian	Metode Analisa	Hasil Penelitian
		<i>grey water</i> dalam anaerobic filter		122 cm menunjukkan hasil lebih baik dibanding tebal media 55 cm dan 80 cm. - Waktu detensi atau waktu tinggal hidrolis (Empty Bed Contact Time) memiliki pengaruh signifikan dalam mengolah air limbah domestik pada proses <i>anaerobic filter</i> yaitu parameter TSS. Untuk parameter COD dan BOD tidak memiliki pengaruh signifikan
7.	Perbandingan Desain IPALD Anaerobic Biofilter Dengan Rotating Biological Contactor Untuk Limbah Cair Tekstil Di Surabaya (2016)	<ul style="list-style-type: none"> - Merencanakan IPALD <i>Anaerobic Biofilter</i> yang dilengkapi adsorpsi arang batok kelapa untuk air limbah di pabrik X - Merencanakan IPALD <i>Aerobic Rotating Biological Contactor</i> yang dilengkapi adsorpsi arang batok 	Metode menggunakan Pengumpulan Data Primer dan Sekunder	<ul style="list-style-type: none"> - Dari perhitungan DED didapat Dimensi masing-masing IPALD pada alternatif 1 Bak ekualisasi (2,6 m x 2,6 m x 2 m), Septic tank (1,75 m x 1,5 m x 2,5 m), Anaerobic Filter 4 kompartemen (4,5 m x 2,5 m x 2,5 m), Adsorpsi (3,5 m x 6,75 m x 0,55 m) - Dari perhitungan DED didapat Dimensi masing-masing IPALD pada alternatif 2 Bak ekualisasi (2,6 m x 2,6 m x 2 m), Septic tank (1,75 m x 1,5 m

No.	Judul Penelitian	Tujuan Penelitian	Metode Analisa	Hasil Penelitian
		<p>kelapa untuk air limbah di pabrik X</p> <ul style="list-style-type: none"> - Menentukan beban pekerjaan dan rancangan anggaran biaya desain IPALD <i>Anaerobic Biofilter</i> dan <i>Aerobic Rotating Biological Contactor</i> yang dilengkapi adsorpsi arang batok kelapa - Membandingkan kelebihan dan kekurangan desain IPALD <i>Anaerobic Biofilter</i> dan <i>Aerobic Rotating Biological Contactor</i> yang dilengkapi adsorpsi arang batok kelapa 		<p>x 2,5 m), RBC 2 shaft (2,75 m x 2,75 m x 1 m), Adsorpsi (3,5 m x 6,75 m x 0,55 m)</p> <ul style="list-style-type: none"> - Rencana anggaran biaya investasi, operasi dan perawatan masing-masing alternatif. alternatif 1 biaya investasi Rp. 700.193.694,29, biaya operasi Rp. 50.222.462,40, biaya perawatan Rp. 3.495.000,00. Alternatif 2 biaya investasi Rp. 777.526.655,53, biaya operasi Rp. 53.012.599,20, biaya perawatan Rp. 3.495.000,00 - Kelebihan <i>Anaerobic filter</i> adalah biaya investasi lebih kecil, biaya operasional lebih kecil, tenaga listrik yang digunakan lebih sedikit karena tidak memakai rotor untuk suplai oksigen, jumlah lumpur lebih sedikit dan luas lahan yang dibutuhkan lebih kecil, kekurangannya adalah waktu tinggal yang lebih lama dan start up yang lama. Kelebihan RBC adalah waktu tinggal lebih singkat yaitu 1,5 jam, waktu start up lebih singkat,

No.	Judul Penelitian	Tujuan Penelitian	Metode Analisa	Hasil Penelitian
				kekurangannya luas lahan lebih besar, perlu energi listrik, biaya investasi dan operasional lebih tinggi
8.	Analisa Pengolahan Limbah Cair Dengan Rotating Biological Contactor (RBC) Di Rumah Sakit Umum Pusat Haji Adam Malik Medan (2018)	Untuk mengetahui keefektifan sistem pengolahan limbah secara biologis dengan sistem <i>Rotating Biological Contractor</i> (RBC) dalam meningkatkan kualitas air limbah Rumah Sakit Umum Pusat Haji Adam Malik Medan, yang ditinjau parameter temperatur (°C), pH, kebutuhan oksigen kimiawi atau <i>Chemical Oxygen Demand</i> (COD), kebutuhan oksigen biologis atau <i>Biochemical Oxygen</i>	Metode Kuantitatif Survei	Berdasarkan data yang diperoleh dalam tabulasi dari data hasil perhitungan bahwa air limbah yang dikelola di Rumah Sakit Umum Pusat Haji Adam Malik Medan telah memenuhi baku standar menurut Peraturan Menteri Lingkungan Hidup. Sehingga air limbah yang dikelola dapat dibuang tanpa khawatir dampak negatif yang akan ditimbulkan

No.	Judul Penelitian	Tujuan Penelitian	Metode Analisa	Hasil Penelitian
		<i>Demand</i> (BOD) dan total padatan terlarut atau <i>Total Suspended Solid</i> (TSS)		

Sumber: Peneliti, 2022

Perencanaan ini dilaksanakan dengan mengacu pada sejumlah penelitian terdahulu di atas, mulai dari penentuan sistem pengolahan air limbah, penentuan jaringan pipa, penentuan dimensi serta susunan bak IPALD, serta sebagainya.

Berdasar pada sejumlah penelitian terdahulu diatas bisa diketahui terdapat bermacam jenis teknologi pengelolaan air limbah, misalnya *Anaerobic Baffled Reactor* (ABR), *Anaerobic Filter* (AF), *Rotating Biological Contactor* (RBC), serta *Aerobic BioFilter*. Aspek yang ditinjau dalam perencanaan IPALD ini berdasarkan sejumlah penelitian terdahulu diatas meliputi *Chemical Oxygen Demand* (COD) dan *Biochemical Oxygen Demand* (BOD).

Dari penelitian terdahulu diatas bisa diperoleh contoh hasil dimensi instalasi pengolahan air limbah, seperti pada penelitian “Perencanaan Instalasi Pengolahan Air Limbah Domestik di Kecamatan Simokerto Kota Surabaya” dengan sistem *Anaerobic Baffled Reactor* (ABR) diperoleh unit yang direncanakan untuk 100 KK terdiri dari tangki pengendapan dan 6 kompartemen dengan total panjang, lebar, dan kedalaman ABR adalah 13,2 meter, 2,6 meter, dan 2,6 meter.

Kemudian dari penelitian “Perencanaan Pengolahan Air Limbah Sistem Terpusat (Studi Kasus di Perumahan PT.Pertamina Unit Pelayanan III PLAJU-Sumatera Selatan)” dengan rencana kapasitas pengolahan air limbah sebanyak 2877,32 m³/hari diperoleh jumlah lahan untuk membangun IPALD seluas 70 m x 20 m persegi.

BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Tinjauan Umum

Metodologi yakni suatu cara yang mengatur prosedur penelitian ilmiah secara umum, beserta penyelenggaraannya secara khusus pada setiap bidang keilmuan (Bakker, 1984). Metodologi sendiri merupakan studi sistematis kuantitatif ataupun kualitatif yang mempunyai beragam metode dengan teknik analisis yang teratur.

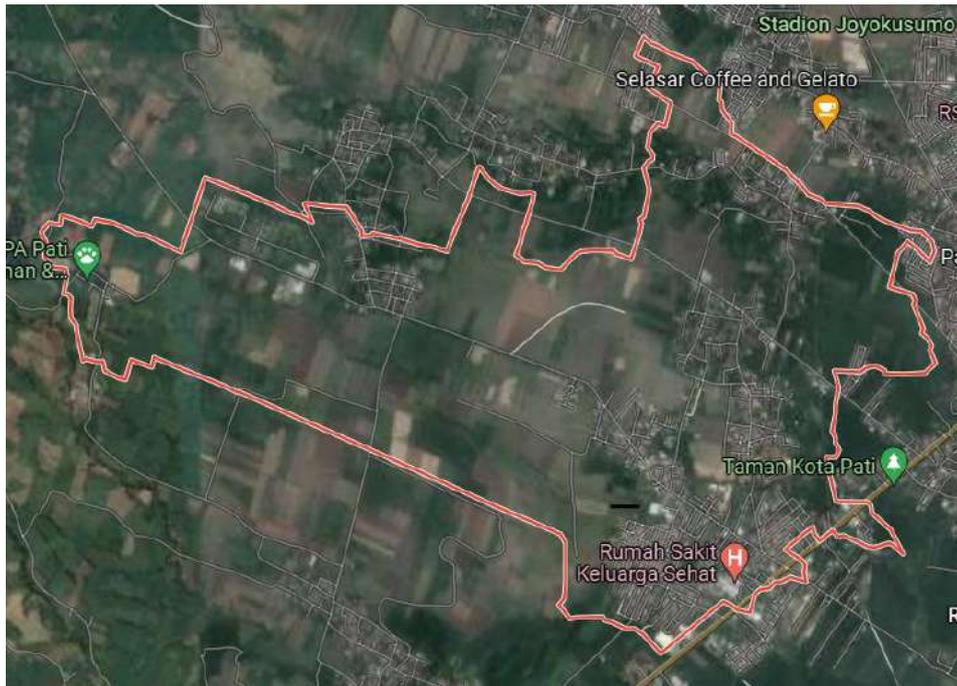
Peneliti dalam melaksanakan tugas akhir ini akan mempergunakan metodologi kuantitatif, dimana merupakan penelitian dengan data yang berbentuk angka ataupun yang bisa dihitung. Punch (2014) menyampaikan, penelitian kuantitatif berfokus pada pengumpulan serta analisis data berbentuk bilangan.

3.2 Lokasi Perencanaan

Wilayah perencanaan pembangunan instalasi pengolahan air limbah (IPALD) komunal dalam perencanaan ini yakni di Desa Sukoharjo RW.04 RT.2, Kecamatan Margorejo, Kabupaten Pati.

Desa Sukoharjo yakni salah satu desa yang berada dalam Kecamatan Margorejo, Kabupaten Pati. Luas dari wilayah Desa Sukoharjo yakni 379,829 ha yang mencakup 8 RW serta 36 RT. Adapun pada wilayah ini akan direncanakan unit bangunan IPALD komunal. Secara administratif wilayah Desa Sukoharjo mempunyai batas:

1. Sebelah Utara : Desa Muktiharjo, Desa Metaraman, dan Desa langse
2. Sebelah Timur : Desa Plangitan, Desa Dadirejo, dan Desa Margorejo
3. Sebelah Selatan : Desa Badegan
4. Sebelah Barat : Desa Banyu urip



Gambar 3.1 Peta Wilayah Desa Sukoharjo

Sumber: Google Maps, 2022

3.3 Pengumpulan Data

Data yang dipergunakan sebagai bahan acuan dalam perencanaan ini bisa diklasifikasikan menjadi dua menurut jenis datanya, yaitu data primer dan data sekunder.

3.3.1 Data Primer

Data primer yakni data yang secara langsung didapatkan dari hasil pengamatan serta penelitian dalam area pembangunan ataupun di sekitar area pembangunan, dimana akan dipergunakan selaku sumber pada perancangan struktur.

1. Observasi Lapangan

Observasi lapangan ini berupa pengamatan secara langsung di lokasi penelitian, yakni di IPALD Gambiran yang berada di Desa Sukoharjo RW.04 RT.02 Kecamatan Margoerjo, Kabupaten Pati. Observasi dilaksanakan untuk memastikan keadaan terkini dari IPALD gambiran, dimana akan menjadi acuan untuk pengerjaan perencanaan ini.

2. Data COD dan BOD

Data COD dan BOD diambil langsung dari sampel yang berada lokasi penelitian, yakni IPALD Gambiran. Sampel yang diambil kemudian diuji di Laboratorium Kesehatan Provinsi Jawa Tengah sehingga bisa diketahui nilai COD dan BOD dari sampel tersebut.

3.3.2 Data Sekunder

Data sekunder akan dipergunakan selaku bahan acuan pada penyusunan tugas akhir ini, dimana data ini peneliti peroleh melalui instansi tertentu yang dipergunakan langsung selaku sumber pada Perencanaan Instalasi Pengolahan Air Limbah di Desa Sukoharjo. Klasifikasi data yang menunjang penyusunan Laporan Tugas Akhir yakni literatur-literatur penunjang, grafik, tabel, serta peta-peta yang berhubungan pada perancangan studi. Adapun data yang diperlukan pada perhitungan serta perancangan dalam tugas akhir ini berupa:

1. Data Jumlah Penduduk

Data jumlah penduduk akan dipergunakan sebagai acuan untuk menghitung produksi *grey water* dan *black water*, dimana berikutnya akan dimanfaatkan untuk menentukan dimensi dari instalasi pengolahan air limbah. Data ini meliputi jumlah penduduk, kepadatan penduduk, serta luas wilayah.

2. Muka Air Tanah

Hasil observasi untuk muka air tanah yang diperoleh di lapangan yakni 10 m. Hasil tersebut digunakan untuk Penentuan jenis IPALD yang dibangun di Gambiran.

3. Kemiringan Tanah

Dari hasil survey di lapangan nilai kemiringan yang berada di sekitar lokasi IPALD Gambiran rata – rata kemiringannya 1%. Hasil ini menjadi pertimbangan untuk pembangunan IPALD, terutama untuk sambungan perpipaan yang akan disalurkan menuju lokasi IPALD Gambiran.

4. Sanitasi Total Berbasis Masyarakat (STBM)

Data Sanitasi Total Berbasis Masyarakat (STBM) dipergunakan untuk mengetahui berapa jumlah akses Jamban Sehat Permanen (JSP), Jamban Sehat Semi Permanen (JSSP), berapa jumlah rumah yang masih menumpang ke jamban sehat (Sharing), Masa Buang Air Besar Sembarangan (BABS). Hasil data yang diperoleh untuk wilayah desa Sukoharjo mengalami perkembangan yang baik, yang sebelumnya nilai persentase akses jamban 95,22% sekarang menjadi 100%.

5. Gambar Kerja IPALD Gambiran

Gambar kerja ini digunakan untuk pembangunan IPALD yang berada di Gambiran. Dalam gambar kerja tersebut berisikan peta administrasi Kabupaten Pati, daftar gambar, bagan alir pemipaan, layout rencana jaringan pipa, skematik jaringan pipa, layout rencana bak control, layout arah jaringan, daftar pengguna sambungan rumah, dan detail potongan pipa serta denah IPALD.

3.4 Objek Perencanaan

Objek yang akan peneliti rencanakan dalam tugas akhir ini berupa Instalasi Pengolahan Air Limbah di Desa Sukoharjo dengan kombinasi sistem *Anaerobic Baffled Reactor* (ABR) dan *Anaerobic Filter* (AF). Adapun perencanaan ini akan dilaksanakan di RT. 02 RW. 04 Desa Sukoharjo, Kecamatan Margorejo, Kabupaten Pati.

3.5 Analisa Data

3.5.1 Analisa Kualitas Air Limbah Domestik

Analisa kualitas air limbah domestik meliputi hasil pengujian laboratorian yang mencakup parameter COD dan BOD untuk sampel yang ada di IPALD Gambiran. Sampel yang akan diujikan meliputi dua sampel air limbah, yakni sampel air limbah sebelum pengolahan yang akan diambil dari bak inlet serta sampel air limbah setelah pengolahan yang akan diambil dari pipa pembuangan akhir. Kedua sampel ini akan diujikan di Laboratorium Kesehatan dan Pengujian

Alat Kesehatan Provinsi Jawa Tengah yang berada di Jalan Sukarno Hatta No. 185 Semarang.

3.5.2 Analisa Kuantitas Air Limbah Domestik

Analisa kualitas air limbah domestik mencakup perhitungan dari kuantitas air limbah yang akan dihasilkan pada perencanaan ini. Sebelum menentukan kapasitas volume IPALD sebelumnya akan ditentukan sejumlah parameter yang akan dipergunakan untuk memonitoring kualitas air hasil olahan dan pengambilan sampel air buangan, parameter tersebut meliputi:

Tabel 3.1 Parameter Analisa Kuantitas Air Limbah

Parameter	Jumlah	Satuan	Keterangan
Jumlah Pengguna	250	Jiwa	(disesuaikan)
Penggunaan Air Bersih	90	Liter/hari	(disesuaikan)
Timbulan Air Limbah	0,8	% dari air bersih	(standar 0,7 – 0,8%)
Endapan Lumpur Limbah	15	Liter/tahun	(baku)
Koefisien Saat Jam Sibuk	1,2		(pilih 1,1 – 1,2)
Waktu tinggal di IPALD	24	Jam	(disesuaikan)

Sumber: Abidin dkk. (2020)

Kuantitas air limbah domestik bisa ditentukan melalui:

a. Penggunaan Air Bersih

$$= \text{Jumlah Pengguna} \times \text{Jumlah Penggunaan Air Bersih} \quad (3.1)$$

b. Volume Limbah

$$= \text{Timbulan Air Limbah} \times \text{Penggunaan Air bersih} \quad (3.2)$$

c. Volume saat Jam Puncak

$$= \text{Koefisien Jam Sibuk} \times \text{Volume Limbah} \quad (3.3)$$

d. Q (Debit air limbah)

$$= \text{Volume Jam Puncak} : 1 \text{ hari} \quad (3.4)$$

e. Volume Lumpur

$$= \text{Endapan Lumpur} \times \text{Jumlah Pengguna} \times 1 \text{ hari} \quad (3.5)$$

3.5.3 Analisa Teknis Perhitungan Dimensi IPALD

Analisa untuk dimensi IPALD mencakup beberapa perhitungan kapasitas bak, dimana meliputi bak inlet, bak settler, bak ABR, dan bak AF. Kapasitas dari setiap bak tersebut bisa ditentukan melalui:

a. Kapasitas Unit Inlet

- Volume Inlet (V) = $Q_{\text{peak}} \times T_d$ (3.6)

- A_{surface} (A_s) = $V / \text{Tinggi sumur (H)}$ (3.7)

- Panjang/Lebar bak = $\sqrt{A_s}$ (3.8)

- Tinggi bak = $H + \text{Kedalaman pipa}$ (3.9)

b. Jumlah *Bar Screen*

$$\text{Lebar bak inlet} = (\text{jarak antar batang} \times n) + (\text{lebar batang} \times (n-1)) \quad (3.10)$$

c. Kapasitas Unit Settler

- Volume Settler (V) = $Q \times \text{waktu tinggal di settler}$ (3.11)

- Lebar/Tinggi bak = ditentukan (3.12)

- Panjang bak = $V / (\text{lebar} \times \text{tinggi bak})$ (3.13)

d. Kapasitas Unit *Anaerobic Baffled Reactor* (ABR)

- $A_{\text{surface total}}$ = $\frac{Q_{\text{influent}} / \text{Jumlah ABR}}{\text{HLR rencana}}$ (3.14)

- Tinggi total ABR = $\text{HLR rencana} \times (\text{HRT rencana} / 24)$ (3.15)

- Jumlah bak = $\frac{\text{Tinggi total ABR}}{\text{Tinggi ABR Rencana}}$ (3.16)

- Lebar bak = Lebar bak settler (3.17)

- Panjang bak = $A_s / \text{lebar bak}$ (3.18)

e. Kapasitas Unit *Anaerobic Filter* (AF)

$$\text{- Volume Total} = V \text{ Bak settler} \quad (3.19)$$

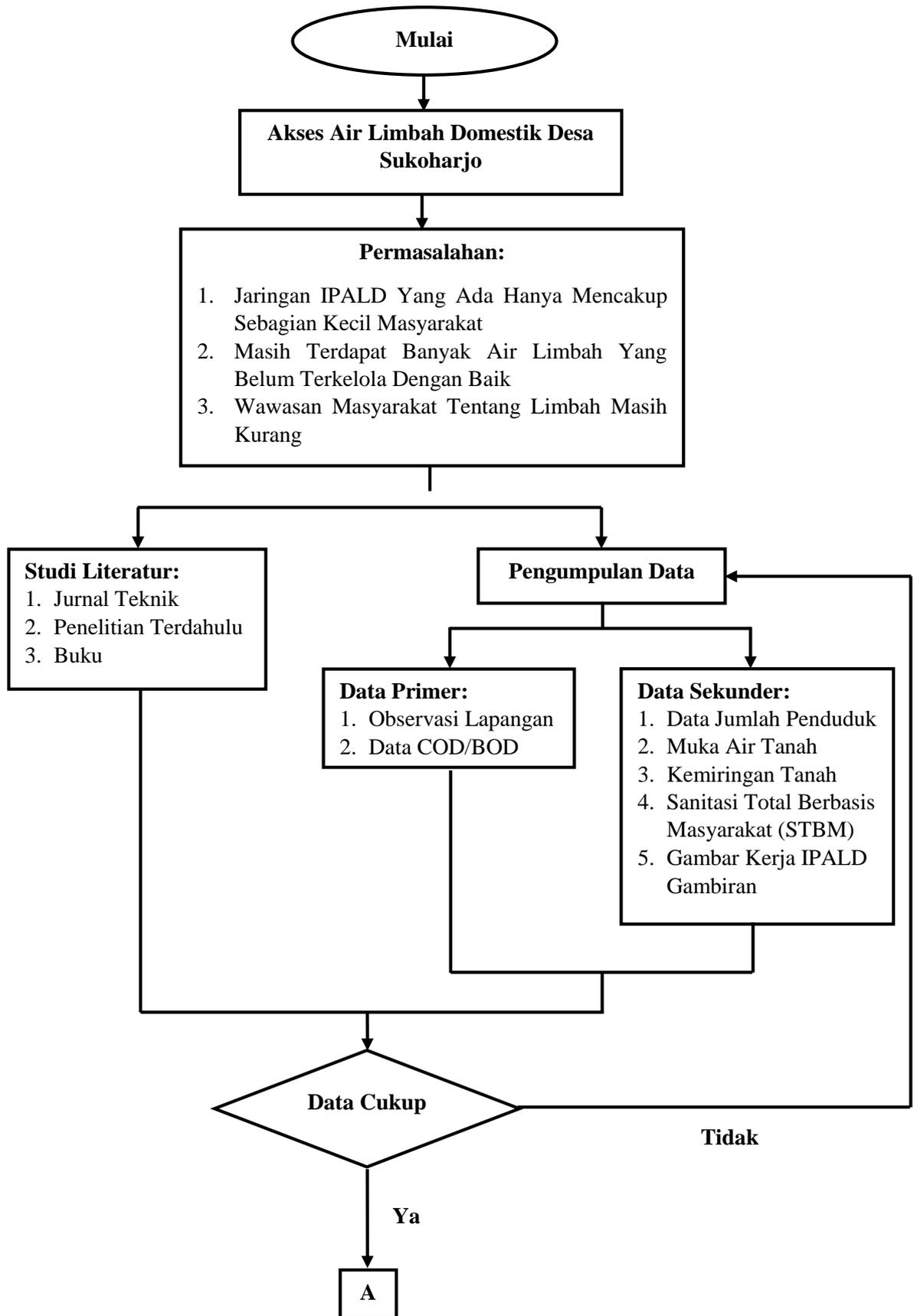
$$\text{- Volume 1 bak AF} = V \text{ total} / \text{jumlah bak} \quad (3.20)$$

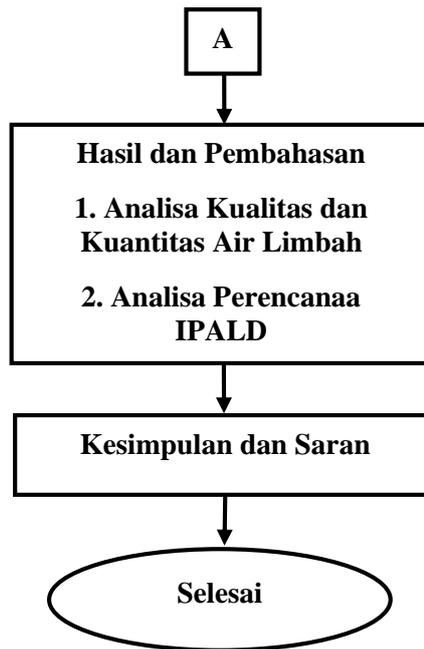
$$\text{- Lebar/Tinggi Bak} = \text{ditentukan} \quad (3.21)$$

$$\text{- Panjang bak} = \frac{\text{Volume 1 Bak}}{(\text{Lebar} \times \text{Tinggi Bak})} \quad (3.22)$$

3.6 Diagram Alir

Adapun dalam metode perencanaan diperlukan sebuah diagram alir yang ditujukan untuk memperoleh gambaran terkait langkah-langkah ataupun tahapan yang hendak dilaksanakan dalam proses perencanaan. Diagram alir tugas akhir ini bisa diperhatikan dibawah ini:





Gambar 3.2 Kerangka Perencanaan Tugas Akhir

BAB IV

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

4.1 Gambaran Umum Sanitasi Wilayah Perencanaan

Kondisi sanitasi di wilayah Dukuh Gambiran Desa Sukoharjo bisa dikatakan belum maksimal, walaupun telah tersedia IPALD namun hanya mencakup sebagian kecil rumah penduduk saja, sehingga masih banyak penduduk yang mempergunakan saluran yang ada untuk mengalirkan *grey water* serta air hujan sekaligus ke arah sungai. Terdapat dua sungai yang berada di wilayah perencanaan IPALD ini, yakni sungai kecil untuk pengaliran sawah yang berada di tengah pemukiman serta Sungai Silugonggo di belakang pemukiman warga yang sekaligus menjadi tempat pembuangan hasil pengolahan IPALD Gambiran.

Kemudian untuk *black water*, sejumlah kecil warga telah memperoleh akses IPALD Gambiran, sementara sebagian besar warga yang tidak memperoleh akses sudah mempunyai akses WC yang layak. Tetapi WC yang berada di Desa Sukoharjo ini tidak disertai dengan *septic tank* yang baik, dimana *black water* hanya ditampung dalam buis beton serta dibiarkan meresap begitu saja kedalam tanah. Sedangkan mayoritas warga Dukuh Gambiran masih mengandalkan air sumur dalam mencukupi kebutuhan air mereka, yang tentunya akan berbahaya apabila tercemar dengan *black water* yang tidak dikelola dengan baik ini. Kondisi dari saluran serta sungai yang peneliti maksud bisa diperhatikan di bawah.



Gambar 4.1 Kondisi *Grey Water* di Dukuh Gambiran
Sumber: Peneliti, 2022

Bisa dilihat dari gambar tersebut bahwasanya sejumlah penduduk yang belum memperoleh koneksi dengan IPALD Gambiran masih mengalirkan *grey water* di selokan desa tanpa memperhatikan adanya pengelolaan air limbah yang tepat serta aman untuk lingkungan.



Gambar 4.2 Kondisi Sungai Dukuh Gambiran
Sumber: Peneliti, 2022

Air limbah dari selokan yang dibuang penduduk kemudian dialirkan menuju sungai ini, dimana fungsi utama dari sungai ini sebetulnya adalah untuk mengalirkan air menuju area persawahan. Apabila kondisi ini terus-terusan terjadi tentu akan membawakan dampak pencemaran untuk lingkungan, terutama bagi air dan tanah.



Gambar 4.3 Kondisi Sungai Silugonggo
Sumber: Peneliti, 2022

Sungai Silugonggo merupakan salah satu sungai besar di Kabupaten Pati, dimana mengalir dari Gunung Muria hingga bermuara di Kecamatan Juwana. Sungai ini mempunyai dinding sungai yang curam serta arus air yang lumayan deras. IPALD Gambiran saat ini mengalirkan hasil pengolahan limbahnya di Sungai Silugonggo.

4.2 Kependudukan

Jumlah keseluruhan penduduk dari Desa Sukoharjo yakni 7178 jiwa, dimana meliputi 3389 penduduk laki-laki serta 3789 penduduk perempuan. Dalam tugas akhir ini perencanaan IPALD akan difokuskan pada Dukuh Gambiran (RW 04) Desa Sukoharjo. Adapun data terkait akses layanan air limbah domestik di Kecamatan Margorejo bisa diperhatikan dibawah:

Tabel 4.1 Akses Layanan Air Limbah Domestik Kecamatan Margorejo

No	Nama Kelurahan/Desa	Identitas Data (Data aktual ter-entry / Data di BPS)		Baseline					Kemajuan				
		Jumlah KK		JSP	JSSP	Sharing	BABS	% Akses Jamban	JSP	JSSP	Sharing	BABS	% Akses Jamban
				KK	KK	KK	KK		KK	KK	KK	KK	
1	JAMBEAN KIDUL	1.449/1.521	515	513	325	226	85.69	1.332	24	93	0	100.00	
2	WANGUNREJO	772/637	285	198	18	112	81.73	780	0	12	0	100.00	
3	BUMIREJO	1.440/1.271	584	388	84	258	80.06	1.421	1	18	0	100.00	
4	SOKOKULON	777/651	395	238	0	66	90.53	701	0	78	0	100.00	
5	JIMBARAN	735/610	380	241	0	16	97.41	714	0	21	0	100.00	
6	NGAWEN	655/663	309	268	0	58	90.87	598	51	6	0	100.00	
7	MARGOREJO	1.769/1.484	671	448	0	351	78.12	1.476	40	253	0	100.00	
8	PENAMBUHAN	908/749	483	338	18	234	78.19	849	1	58	0	100.00	
9	LANGENHARJO	985/888	454	378	0	81	91.11	971	1	13	0	100.00	
10	DADIREJO	1.050/845	457	343	0	154	83.88	1.050	0	0	0	100.00	
11	SUKOHARJO	1.880/2.848	647	781	45	74	95.22	1.771	49	40	0	100.00	
12	BADEGAN	489/503	193	163	30	46	89.35	481	0	8	0	100.00	
13	PEGANDAN	1.050/867	377	359	27	194	79.73	938	27	85	0	100.00	
14	SUKOBUBUK	808/980	786	210	0	0	100.00	797	10	1	0	100.00	
15	BANYUURIP	682/841	312	247	6	0	100.00	636	28	19	0	100.00	
16	LANGSE	382/334	102	135	0	79	75.00	319	0	63	0	100.00	
17	METARAMAN	625/602	120	254	29	94	81.09	501	2	122	0	100.00	
18	MUKTIHARJO	2.667/2.705	1.107	981	0	441	82.42	2.665	2	0	0	100.00	
Total :		19.103/18.975	8.157	6.459	582	2.484	86.58	17.979	236	888	0	100.00	

Keterangan :

JSP = Akses Jamban Sehat Permanen

JSSP = Akses Jamban Sehat Semi Permanen

*) = Data Aktual / Data BPS

Sharing = Masih Numpang ke Jamban Sehat

BABS = Masih Buang Air Besar Sembarangan

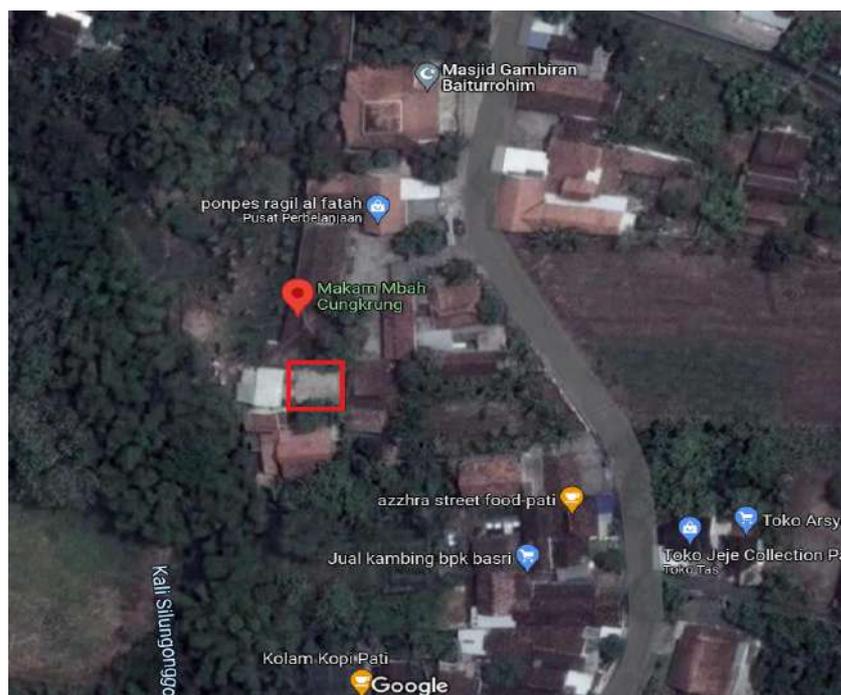
Sumber: Kementerian Kesehatan Republik Indonesia, 2021

Berdasar pada tabel tersebut didapati bahwasanya terjadi peningkatan yang sangat baik pada Desa Sukoharjo, dimana angka BABS (buang air besar sembarangan) yang semula 74 KK kini menjadi 0 KK ataupun tidak ada. Begitupun untuk akses JSSP (jamban sehat semi permanen) yang semula dimiliki 781 KK kini menjadi 49 KK meski tidak seluruhnya beralih ke JSP (jamban sehat permanen) angka tersebut mengalami peningkatan yang sangat baik. Kondisi ini membuat akses masyarakat Desa Sukoharjo terhadap jamban sehat berkembang menjadi 100%.

4.3 Lokasi Perencanaan IPALD

Lokasi IPALD yang akan direncanakan berada di RT.02 Dukuh Gambiran (RW.04), Desa Sukoharjo, Kecamatan Margorejo, Kabupaten Pati. Secara spesifik letak dari IPALD Gambiran berada di halaman Pondok Pesantren Ragil Al-Fatah. Lokasi ini dipilih dengan alasan mempunyai ruang yang cukup luas, berseberangan dengan Sungai Silugonggo, serta merupakan tanah wakaf yang telah memperoleh izin untuk pembangunan IPALD.

IPALD yang terbangun saat ini hanya mencakup sejumlah 46 SR (Sambungan Rumah), dimana terbilang cukup kecil jangkauannya. Sehingga dalam penelitian ini akan direncanakan IPALD yang mencakup 142 SR serta dengan kapasitas 200 SR untuk mengantisipasi pertumbuhan penduduk di masa mendatang.



Gambar 4.4 Lokasi Perencanaan IPALD

Sumber: Google Maps, 2021

Berdasarkan pada lokasi yang telah ditentukan, yakni di halaman Pondok Pesantren Ragil Al-Fatah kemudian ditentukan lebar dari lahan yang tersedia untuk perencanaan pembangunan IPALD. Setelah dilaksanakan pengukuran untuk lahan yang tersedia, diperoleh luas lahan keseluruhan sebesar 114 m² dengan rincian sebagai berikut:



Gambar 4.5 Ketersediaan Lahan Untuk Pembangunan IPALD
Sumber: Google Maps, 2021

Sementara itu juga dilaksanakan observasi secara langsung di lapangan, tepatnya di Pondok Pesantren Ragil Al-Fatah sebagai lokasi untuk perencanaan pembangunan IPALD untuk mengamati kondisi eksisting dari IPALD Gambiran. Adapun kondisi eksisting dari IPALD Gambiran tersebut berupa:



Gambar 4.6 Kondisi Eksisting IPALD Gambiran
Sumber: Peneliti, 2022



Gambar 4.7 Kondisi Pondok Pesantren Ragil Al-Fatah
Sumber: Peneliti, 2022

Seperti yang bisa dilihat saat ini telah terbangun IPALD di halaman Pondok Pesantren Ragil Al-Fatah. IPALD ini dirancang dengan kapasitas 150-200 SR (Sambungan Rumah), namun penggunaannya masih terbilang belum optimal karena saat ini hanya 33 SR yang tersambung dengan IPALD Gambiran.



Gambar 4.8 Kondisi Bak Inlet IPALD Gambiran
Sumber: Peneliti, 2022



Gambar 4.9 Kondisi Pembuangan Hasil Pengolahan IPALD Gambiran
Sumber: Peneliti, 2022



Gambar 4.10 Kondisi Eksisting Bak Kontrol
Sumber: Peneliti, 2022

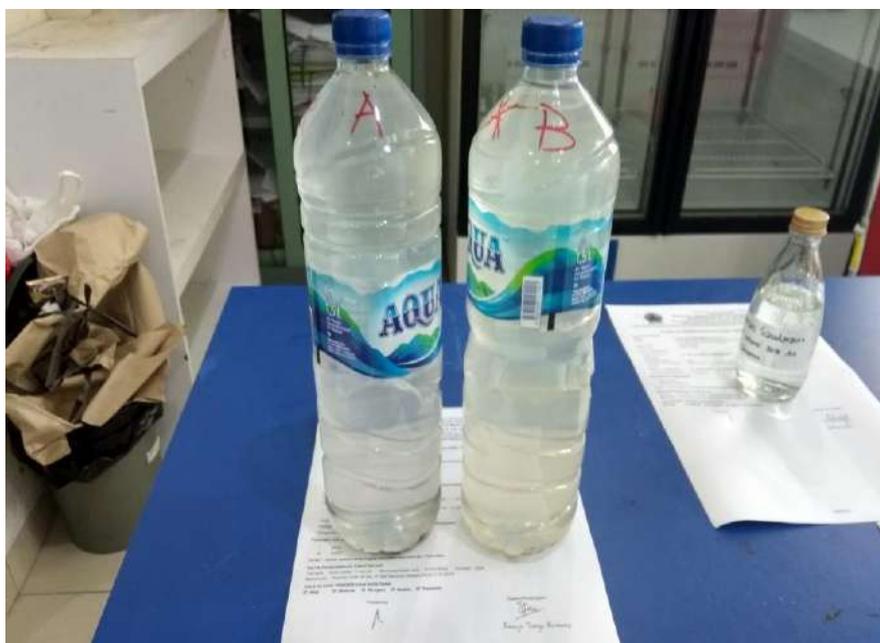


Gambar 4.11 Kondisi Eksisting Bak Kontrol
Sumber: Peneliti, 2022

4.4 Analisa Kualitas dan Kuantitas Alir Limbah Domestik

4.4.1 Analisa Kualitas

Air Limbah untuk perencanaan IPALD ini diambil dari IPALD Gambiran yang ada saat ini, kemudian air limbah diuji di Laboratorium Kesehatan dan Pengujian Alat Kesehatan Provinsi Jawa Tengah yang berada di Jalan Sukarno Hatta No. 185 Semarang. Adapun sampel yang diambil yakni dua sampel air limbah, yang meliputi sampel air limbah sebelum pengolahan dan sampel air limbah setelah melewati pengolahan di IPALD Gambiran.



Gambar 4.12 Sampel Air Limbah

Sumber: Peneliti, 2022



Gambar 4.13 Sampel Air Limbah Sebelum Pengolahan
Sumber: Peneliti, 2022

Sampel air limbah sebelum pengolahan diambil dari bak inlet IPALD Gambiran, dimana air limbah dari rumah penduduk akan terkumpul didalam bak ini sebelum memasuki pengolahan. Sampel air limbah sebelum pengolahan diambil dengan cara membuka tutup bak dan selanjutnya langsung diambil menggunakan ember.



Gambar 4.14 Sampel Air Limbah Setelah Pengolahan
Sumber: Peneliti, 2022

Sampel air limbah setelah pengolahan diambil dari pipa pembuangan akhir yang dialirkan ke Sungai Silugonggo. Air yang dibuang ini telah melalui pengolahan di IPALD Gambiran sehingga aman untuk langsung dialirkan ke sungai. Sampel air limbah setelah pengolahan diambil langsung dari pipa pembuangan menggunakan ember.

Setelah sampel diperoleh selanjutnya akan diuji di Laboratorium Kesehatan dan Pengujian Alat Kesehatan Provinsi Jawa Tengah sehingga bisa diketahui nilai COD dan BOD dari kedua sampel tersebut. Adapun hasil dari pengujian tersebut meliputi:

Tabel 4.2 Hasil Pengujian Sampel Air Limbah Sebelum Pengolahan

No.	Nama Parameter	Hasil	Baku Mutu	Satuan	Metode
1	BOD	15	30	mg/L	SNI 6989.72.2009
2	COD*	40	100	mg/L	SNI 6989.73.2019

Sumber: Hasil Pengujian Dari Laboratorium Kesehatan, 2022

Tabel 4.3 Hasil Pengujian Sampel Air Limbah Setelah Pengolahan

No.	Nama Parameter	Hasil	Baku Mutu	Satuan	Metode
1	BOD	5,5	30	mg/L	SNI 6989.72.2009
2	COD*	12	100	mg/L	SNI 6989.73.2019

Sumber: Hasil Pengujian Dari Laboratorium Kesehatan, 2022

Berdasarkan hasil pengujian tersebut bisa diketahui bahwasanya Parameter yang diujikan yang meliputi BOD sebesar 5,5 mg/L serta COD sebesar 12 mg/L telah sesuai dengan baku mutu yang ditetapkan pada Peraturan Pemerintah Lingkungan Hidup dan Kehutanan No. 68 Tahun 2016, yakni sebesar 30 mg/L untuk BOD serta 100 mg/L untuk COD. Sehingga bisa dinyatakan air limbah hasil pengolahan IPALD Gambiran aman untuk dibuang langsung menuju sungai.

4.4.2 Analisa Kuantitas

IPALD dalam penelitian ini akan direncanakan untuk 200 SR (sambungan rumah), dengan asumsi terdapat 5 jiwa dalam 1 SR. Sebelum menentukan kapasitas volume IPALD sebelumnya akan ditentukan sejumlah parameter yang akan dipergunakan untuk memonitoring kualitas air hasil olahan dan pengambilan sampel air buangan, parameter tersebut meliputi:

Tabel 4.4 Parameter Analisa Kuantitas Air Limbah

Parameter	Jumlah	Satuan	Keterangan
Jumlah Pengguna	1000	Jiwa	(disesuaikan)
Penggunaan Air Bersih	90	Liter/hari	(disesuaikan)
Timbulan Air Limbah	0,8	% dari air bersih	(standar 0,7 – 0,8%)
Endapan Lumpur Limbah	15	Liter/tahun	(baku)
Koefisien Saat Jam Sibuk	1,2		(antara 1,1 – 1,2)
Waktu tinggal di IPALD	24	Jam	(disesuaikan)

Sumber: Abidin dkk. (2020)

Berdasar pada parameter tersebut bisa diperoleh kapasitas dari IPALD yang direncanakan sebagai berikut:

- a. Q_{ave} air bersih (Penggunaan Air Bersih 200 SR (1000 Jiwa))

$$= \text{Jumlah Pengguna} \times \text{Jumlah Penggunaan Air Bersih}$$

$$= 1000 \text{ Jiwa} \times 90 \text{ liter/hari}$$

$$= 90.000 \text{ liter/hari}$$

$$= 90 \text{ m}^3/\text{hari}$$
- b. Q_{ave} air limbah (Volume Limbah)

$$= \text{Timbulan Air Limbah} \times \text{Penggunaan Air bersih}$$

$$= 0,8 \times 90 \text{ m}^3/\text{hari}$$

$$= 72 \text{ m}^3/\text{hari}$$

c. Q min (Volume Minimum Air Limbah)

$$\begin{aligned}
 &= \frac{1}{5} \times \left(\frac{\text{Jumlah penduduk}}{1000} \right)^{0,2} \times Q \text{ ave} \\
 &= \frac{1}{5} \times \left(\frac{1381}{1000} \right)^{0,2} \times 72 \text{ m}^3/\text{hari} \\
 &= 15,36 \text{ m}^3/\text{hari}
 \end{aligned}$$

d. Q peak (Volume saat Jam Puncak)

$$\begin{aligned}
 &= \text{Koefisien Jam Sibuk} \times \text{Volume Limbah} \\
 &= 1,2 \times 72 \text{ mc/hari} \\
 &= 86,4 \text{ m}^3/\text{hari}
 \end{aligned}$$

e. Q (debit air limbah)

$$\begin{aligned}
 &= \text{Volume Jam Puncak} : 1 \text{ hari} \\
 &= 86,4 \text{ m}^3/\text{hari} : 24 \text{ jam} \\
 &= 3,6 \text{ m}^3/\text{jam}
 \end{aligned}$$

f. Volume Lumpur

$$\begin{aligned}
 &= \text{Endapan Lumpur Limbah} \times \text{Jumlah Pengguna} \times 1 \text{ hari} \\
 &= 15 \text{ liter/tahun} \times 1000 \text{ jiwa} \times 1 \text{ hari} \\
 &= 15.000 \text{ liter/tahun} \\
 &= 15 \text{ m}^3/\text{tahun}
 \end{aligned}$$

4.5 Perencanaan Desain IPALD

Dengan berdasarkan pada berbagai pertimbangan yang telah disampaikan dalam BAB II sebelumnya, maka akan direncanakan IPALD dengan menerapkan sistem pengelolaan air limbah terpusat (SPALD-T). Kemudian untuk teknologi pengolahan air limbah yang dipergunakan adalah kombinasi dari *Anaerobic Baffled Reactor (ABR)* serta *Anaerobic Filter (AF)*. Kedua teknologi pengolahan ini dipilih dengan alasan pengoperasian yang murah, dimana ABR dan AF tidak memerlukan energi listrik dalam penggunaannya serta bisa dibangun dengan mudah karena material yang diperlukan bisa diperoleh secara lokal. Adapun skema pengolahan air limbah untuk IPALD yang direncanakan berupa:



Gambar 4.15 Skema Pengolahan Air Limbah

Sumber: Peneliti, 2022

Berdasar pada gambar tersebut bisa dijelaskan bahwasanya pengolahan air limbah dimulai dari bak inlet, seluruh air limbah dari rumah penduduk akan dialirkan menuju bak inlet yang sekaligus akan disaring oleh *bar screen* yang terdapat di dalam inlet. Air limbah dalam bak inlet selanjutnya akan dialirkan menuju bak settler serta kemudian akan diarahkan ke bak ABR serta AF untuk dilaksanakan pengolahan sebelum akhirnya akan dibuang ke sungai.

Dimensi dari IPALD akan dihitung di sini dengan mengacu pada kuantitas air limbah serta sumur pantau pada tabel 4.4 sebelumnya.

a. Kapasitas Unit Inlet

Direncanakan:

- Waktu Detensi/td (<10 menit) = 5 menit = 300 detik
- Diameter pipa sewer terakhir = 152 mm
- Kedalaman pipa sewer terakhir = 1,9 m
- Tinggi sumur (H) = 1 m
- Jumlah bak = 1
- Tebal dinding bak = 20 cm
- P:L = 1:1
- $Q_{peak} = 86,4 \text{ m}^3/\text{hari} = 0,001 \text{ m}^3/\text{detik}$
- $Q_{ave} = 72 \text{ m}^3/\text{hari} = 0,0008 \text{ m}^3/\text{detik}$
- $Q_{min} = 15,36 \text{ m}^3/\text{hari} = 0,0001 \text{ m}^3/\text{detik}$

Kemudian dengan berdasar pada ketentuan perencanaan tersebut, bisa dilaksanakan perhitungan untuk kapasitas serta dimensi dari Bak Inlet.

- Volume (V) = $Q_{\text{peak}} \times T_d$
= $(0,001 \text{ m}^3/\text{detik} \times 60) \times 5 \text{ menit}$
= $0,3 \text{ m}^3$
- Asurface (As) = $\frac{V}{H} = \frac{0,3}{1} = 0,3 \text{ m}^2$
- Panjang = $\sqrt{As} = \sqrt{0,3}$
= $0,54 \text{ m} \approx 1 \text{ m}$ (dibulatkan)
- Lebar = Panjang bak inlet
= $0,54 \text{ m} \approx 1 \text{ m}$ (dibulatkan)
- Tinggi = Tinggi sumur + Kedalaman pipa
= $1 \text{ m} + 1,9 \text{ m}$
= $2,9 \text{ m} \approx 3 \text{ m}$ (dibulatkan)
- Cek $T_d = V/Q_{\text{peak}}$ = $0,3 \text{ m}^3 / (0,001 \text{ m}^3/\text{detik})$
= $300 \text{ detik} \rightarrow \text{OK}$
- H air saat Q_{ave} = $Q_{\text{ave}} \times T_d / A$
= $0,0008 \text{ m}^3/\text{dtk} \times (60 \times 5 \text{ menit} / 0,3 \text{ m}^2)$
= $0,8 \text{ m}$
- H air saat Q_{min} = $Q_{\text{min}} \times T_d / A$
= $0,0001 \text{ m}^3/\text{dtk} \times (60 \times 5 \text{ menit} / 0,3 \text{ m}^2)$
= $0,1 \text{ m}$
- H air saat Q_{peak} = $Q_{\text{peak}} \times T_d / A$
= $0,001 \text{ m}^3/\text{dtk} \times (60 \times 5 \text{ menit} / 0,3 \text{ m}^2)$
= 1 m

Berdasarkan pada perhitungan di atas, maka bisa diperoleh dimensi untuk Bak Inlet sebesar:

- Panjang bak inlet = 1 m
- Lebar bak inlet = 1 m
- Tinggi bak inlet = 3 m
- Jumlah bak inlet = 1 unit

b. *Bar Screen*

Direncanakan:

- Kemiringan batang secara vertical = 65 derajat
- Jarak antar batang sebesar 50 mm = 0,05 m
- Lebar batang sebesar 10 mm = 0,01 m
- Lebar total *screen* = lebar bak inlet = 1 m

Dengan berdasarkan pada ketentuan tersebut, maka banyaknya jumlah batang yang dibutuhkan sebesar:

Lebar total = (jarak antar batang x n) + (lebar batang x (n-1))

$$1 = (0,05 \times n) + (0,01 \times (n-1))$$

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

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

$$n = 16,83 \approx 17 \text{ batang (dibulatkan)}$$

Berdasarkan hasil perhitungan di atas, diperoleh bahwasanya untuk bak inlet dengan lebar 1 meter diperlukan 17 batang *bar screen* dengan lebar 10 milimeter serta jarak antar batang sebesar 50 milimeter.

c. Kapasitas Unit Settler

Direncanakan:

- Waktu tinggal di settler = 12 jam
- Q (debit air limbah) = 3,6 m³/jam
- Jumlah bak rencana = 1 unit
- Tebal dinding bak = 20 cm

Kemudian dengan berdasar pada ketentuan perencanaan tersebut, bisa dilaksanakan perhitungan untuk kapasitas serta dimensi dari Bak Settler.

- Volume Bak Settler = Q x waktu tinggal di settler
= 3,6 m³/jam x 12 jam
= 43,2 m³/hari
- Lebar Bak Settler = 3,5 m (ditentukan)

- Tinggi Bak Settler = 3,5 m (ditentukan)
- Panjang Bak Settler = Volume bak settler / (lebar x tinggi)
= $43,2 \text{ m}^3/\text{hari} / (3,5 \text{ m} \times 3,5 \text{ m})$
= 3,5 m

Berdasarkan perhitungan untuk perencanaan dimensi unit settler di atas, kemudian akan dilaksanakan pengecekan untuk kecepatan aliran pada unit settler yang meliputi:

- V Max = $0,5 \text{ m}^3/\text{jam}$
- Luas Penampang = Panjang bak x lebar bak
= $3,6 \text{ m} \times 3,5 \text{ m}$
= $12,25 \text{ m}^2$
- V (Kecepatan aliran di bak) = Q : Luas penampang
= $3,6 \text{ m}^3/\text{jam} : 12,2 \text{ m}^2$
= $0,29 \text{ m}^3/\text{jam}$
- Ketentuan = $V < V \text{ Max}$
= $0,29 < 0,5$ (terpenuhi)

Berdasarkan hasil pengecekan untuk kapasitas unit settler di atas, diperoleh hasil bahwasanya perhitungan dimensi unit settler telah memenuhi syarat, dimana ditunjukkan melalui hasil V sebesar $0,29 \text{ m}^3/\text{jam}$ yang lebih kecil dari ketentuan sebesar $0,5 \text{ m}^3/\text{jam}$.

Adapun dari perhitungan yang telah dilaksanakan, diperoleh jumlah serta dimensi untuk unit settler sebesar:

- Panjang bak settler = 3,5 m
- Lebar bak settler = 3,5 m
- Tinggi bak settler = 3,5 m
- Jumlah bak settler = 1 unit

d. Kapasitas Unit *Anaerobic Baffled Reactor* (ABR)

Diketahui:

- Lebar bak ABR rencana = lebar bak settler = 3,5 m
- Tinggi bak ABR rencana = 3,5 m
- Tebal plat dasar bak ABR = 20 cm
- Tebal dinding bak ABR = 20 cm
- Jumlah Bak ABR rencana = 3 unit
- $Q_{influent}$ = Q_{peak}
= 86,4 m³/hari
= 0,001 m³/detik
- Rentang HLR (*hydraulic loading rate*) = (16,8 – 38,4) m³/m².hari
- HLR rencana = 20 m³/m².hari
- HRT (*hydraulic retention time*) Rencana = 18 jam

Berdasarkan pada ketentuan di atas, kemudian bisa dilaksanakan perhitungan untuk kapasitas serta dimensi dari Bak Settler.

- Asurface total = $\frac{Q_{influent}/Jumlah\ ABR}{HLR\ rencana}$
= $\frac{(86,4\ m^3/hari / 3)}{20\ m^3/m^2\ .hari}$
= 1,44 m² ~ 2 m²
- Tinggi total ABR = HLR rencana x (HRT rencana/24)
= 20 m³/m².hari x (18/24)
= 15 m
- Jumlah bak ABR = $\frac{Tinggi\ total\ ABR}{Tinggi\ ABR\ Rencana}$
= $\frac{15\ m}{3,5\ m}$
= 4 buah
- Lebar Bak ABR = Lebar bak settler
= 3,5 m

$$\begin{aligned}
 - \text{ Panjang Bak ABR} &= \text{Asurface total / Lebar bak ABR} \\
 &= 2 \text{ m}^2 / 3,5 \text{ m} \\
 &= 0,57 \text{ m} \approx 1 \text{ m (dibulatkan)}
 \end{aligned}$$

Berdasarkan perhitungan untuk perencanaan dimensi unit ABR di atas, kemudian akan dilaksanakan pengecekan untuk kecepatan aliran pada unit ABR yang meliputi:

$$\begin{aligned}
 - \text{ Cek Asurface total} &= \text{Panjang x lebar} \\
 &= 1 \text{ m} \times 3,5 \text{ m} \\
 &= 3,5 \text{ m}^2 \\
 - \text{ Cek HRT} &= \frac{\text{As cek} \times \text{tinggi bak ABR} \times \text{jumlah bak ABR}}{\text{Q peak}} \\
 &= \frac{3,5 \times 3,5 \times 4}{86,4} \\
 &= 0,57 \text{ hari} = 13,68 \text{ jam} \\
 - \text{ Cek Vup} &= \frac{\text{Q peak}}{\text{Asurface Total}} \\
 &= \frac{86,4 \text{ m}^3/\text{hari}}{3,5 \text{ m}^2} \\
 &= 24,68 \text{ m}^3/\text{m}^2.\text{hari} \\
 &= 1,03 \text{ m/jam} < 2 \text{ m/jam (terpenuhi)}
 \end{aligned}$$

Berdasarkan pada hasil pengecekan untuk unit ABR diatas, diperoleh bahwasanya perhitungan dimensi untuk unit ABR telah memenuhi syarat. Hal ini diperlihatkan dari hasil pengecekan Vup sebesar 1,03 m/jam yang lebih kecil dari ketentuan sebesar 2 m/jam.

Adapun dari perhitungan yang telah dilaksanakan, diperoleh jumlah serta dimensi untuk unit ABR sebesar:

$$\begin{aligned}
 - \text{ Panjang bak ABR} &= 1 \text{ m} \\
 - \text{ Lebar bak ABR} &= 3,5 \text{ m} \\
 - \text{ Tinggi bak ABR} &= 3,5 \text{ m} \\
 - \text{ Jumlah bak ABR} &= 4 \text{ unit}
 \end{aligned}$$

e. Kapasitas Unit *Anaerobic Filter* (AF)

Direncanakan:

- Waktu Tinggal di AF = 12 jam
- Q (debit air limbah) = 3,6 m³/jam
- Jumlah Bak rencana = 4 unit
- Tebak dinding bak = 2 cm

Kemudian dengan berdasar pada ketentuan perencanaan tersebut, bisa dilaksanakan perhitungan untuk kapasitas serta dimensi dari Bak AF.

- Volume Bak AF = Volume Bak Settler = 43,2 m³/hari
- Volume 1 Bak AF = Volume Bak AF / Jumlah Bak AF
= 43,2 m³/hari / 4
= 10,8 m³/hari
- Lebar Bak AF = 3 m (ditentukan)
- Tinggi Bak AF = 3,5 (ditentukan)
- Panjang Bak AF = Volume AF / (Lebar x Tinggi)
= 10,8 / (3 x 3,5)
= 1 m

Berdasarkan perhitungan untuk perencanaan dimensi unit AF di atas, kemudian akan dilaksanakan pengecekan untuk kecepatan aliran pada AF.

- V Max = 1 – 2 m³/jam
- Luas Penampang AF = Panjang AF x lebar AF
= 1 m x 3 m
= 3 m²
- Kecepatan Aliran AF = Q / luas penampang AF
= 3,6 m³/jam / 3 m²
= 1,2 m³/jam
- Ketentuan = V max bawah < V < V max atas
= 1 < 1,2 < 2 (terpenuhi)

Berdasarkan hasil pengecekan untuk kapasitas unit AF di atas, diperoleh hasil bahwasanya perhitungan dimensi unit AF telah memenuhi syarat, dimana ditunjukkan melalui hasil V sebesar $1,2 \text{ m}^3/\text{jam}$ yang berada diantara V max bawah sebesar $1 \text{ m}^3/\text{jam}$ serta V max atas sebesar $2 \text{ m}^3/\text{jam}$.

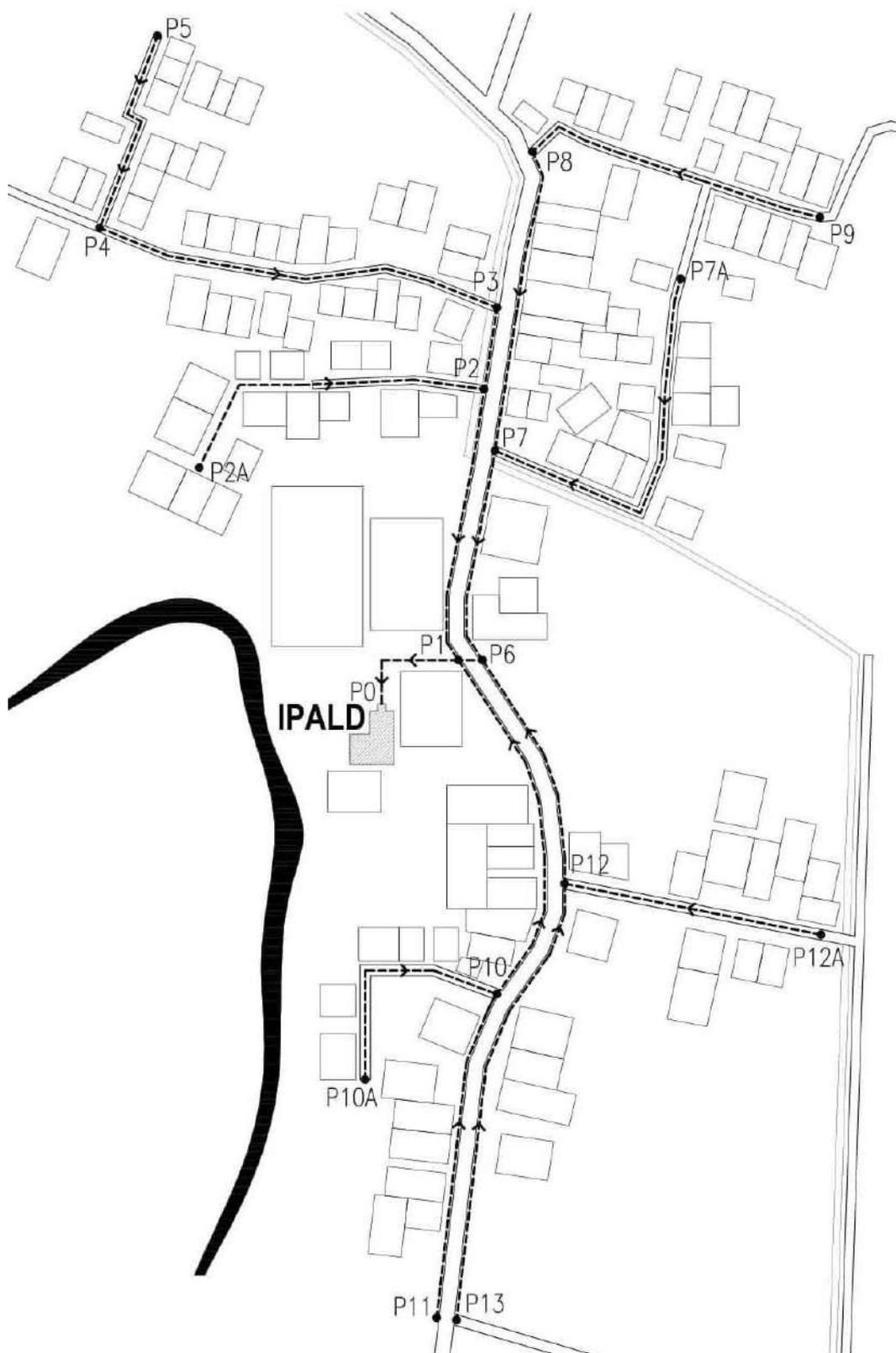
Adapun dari perhitungan yang telah dilaksanakan, diperoleh jumlah serta dimensi untuk unit AF sebesar:

- Panjang bak AF = 1 m
- Lebar bak AF = 3 m
- Tinggi bak AF = 3,5 m
- Jumlah bak AF = 4 unit

4.6 Perencanaan Desain Pipa

4.6.1 *Layout* Perencanaan SPALD

IPALD yang akan direncanakan di RT.02 Dukuh Gambiran (RW.04) Desa Sukoharjo ini berkapasitas 200 SR dengan perencanaan jaringan pipa mencakup sebanyak 142 SR. Berdasar pada kontur tanah, ketersediaan lahan, serta akses ke rumah penduduk maka bisa direncanakan *layout* pipa berupa:



Gambar 4.16 *Layout Jaringan Pipa*
Sumber: Peneliti, 2022

Perencanaan jaringan pipa di sini mengacu pada titik patok yang bisa diperhatikan pada gambar di atas, dimana meliputi P1 hingga P13 beserta patok cabang dengan imbuhan kode “A” dibelakang. Panjang jarak untuk setiap patok pada perencanaan ini meliputi:

Tabel 4.5 Jarak Antar Patok Jaringan Pipa

Patok	Jarak (meter)
P0 – P1	45 meter
P1 – P3	118 meter
P2 – P2A	110 meter
P3 – P4	134 meter
P4 – P5	70 meter
P1 – P6	5 meter
P6 – P7	71 meter
P7 – P7A	130 meter
P7 – P8	100 meter
P8 – P9	102 meter
P1 – P10	121 meter
P10 – P11	108 meter
P10 – P10A	80 meter
P6 – P12	80 meter
P12 – P13	150 meter
P12 – P12A	85 meter

Sumber: Peneliti, 2022

Jenis pipa yang dipergunakan pada perencanaan jaringan ini adalah Pipa PVC berdiameter 6 inci untuk pipa induk seperti yang bisa diperhatikan pada gambar *layout* jaringan pipa sebelumnya. Penentuan diameter pipa ini berdasarkan pada Abidin dkk. (2020) dimana dijelaskan bahwasanya dalam perencanaan IPAL dimensi untuk pipa induk adalah 4” – 6”, sedangkan untuk pipa sambungan rumah/persil adalah 3” – 4”.

4.6.2 Elevasi Patok

Elevasi untuk setiap patok pada perencanaan jaringan pipa ditentukan dengan berdasar pada data sekunder yang diperoleh dari PU Cipta Karya Kabupaten Pati serta didukung oleh aplikasi Google Earth untuk area yang tidak tercakup pada data yang diperoleh tersebut. Adapun elevasi untuk setiap patok dalam perencanaan jaringan pipa ini meliputi:

Tabel 4.6 Elevasi Patok Jaringan Pipa

Patok	Elevasi (meter)
P0	+26,00
P1	+26,04
P2	+26,07
P2A	+26,35
P3	+26,07
P4	+26,19
P5	+26,69
P6	+26,04
P7	+26,26
P7A	+26,66
P8	+26,26
P9	+26,39
P10	+25,81
P10A	+26,11
P11	+26,39
P12	+25,83
P12A	+26,43
P13	+26,39

Sumber: Peneliti, 2022

4.6.3 Kemiringan Pipa

Kemiringan pipa minimal dalam perencanaan jaringan pipa perlu ditentukan sehingga dalam pengoperasiannya mampu mengurangi gangguan endapan di dasar pipa. Abidin dkk. (2020) menjelaskan, dalam perencanaan jaringan perpipaan kemiringan untuk pipa induk adalah 0,4% hingga 1%.

Perhitungan kemiringan pipa pada perencanaan ini bertumpu pada jarak terjauh pipa dari inlet IPALD, dimana jarak terjauh pipa pada jaringan yang direncanakan ini adalah dari P0 – P5 yang mencakup patok P0, P1, P2, P3, P4, dan P5 dengan panjang total 367 meter. Berdasar pada total panjang tersebut, bisa dihitung kemiringan pipa yang meliputi:

- Elevasi P0 = +26,00 meter
- Elevasi P5 = +26,69 meter
- Jarak P0 – P5 = 367 meter
- Elevasi dasar pipa P0 = +24,10 meter (ditentukan)
- Kedalaman galian P0 = 26,00 – 24,10
= 1,90 meter
- Elevasi dasar pipa P5 = +25,69 meter (ditentukan)
- Kedalaman galian P5 = 26,69 – 25,69
= 1,00 meter
- Selisih elevasi dasar pipa = 25,69 – 24,00
= 1,59 meter
- Kemiringan Pipa = (selisih elevasi : Jarak) x 100
= (1,59 : 367) x 100
= 0,43 %

Kemiringan yang diperoleh yakni 0,43% telah sesuai dengan kriteria kemiringan pipa dalam perencanaan jaringan perpipaan, diantara 0,4% hingga 1%. Kemiringan sebesar 0,43% yang diperoleh akan diterapkan untuk seluruh jaringan pipa induk yang

direncanakan serta dengan mengacu pada kemiringan yang diperoleh tersebut selanjutnya detail untuk setiap kemiringan, elevasi, dan jarak pipa akan digambar menggunakan aplikasi AutoCAD yang bisa dilihat dalam lampiran. Melalui AutoCAD juga bisa diperoleh seluruh elevasi dasar untuk kedalaman peletakan pipa di setiap titik patok lain, yang mana meliputi:

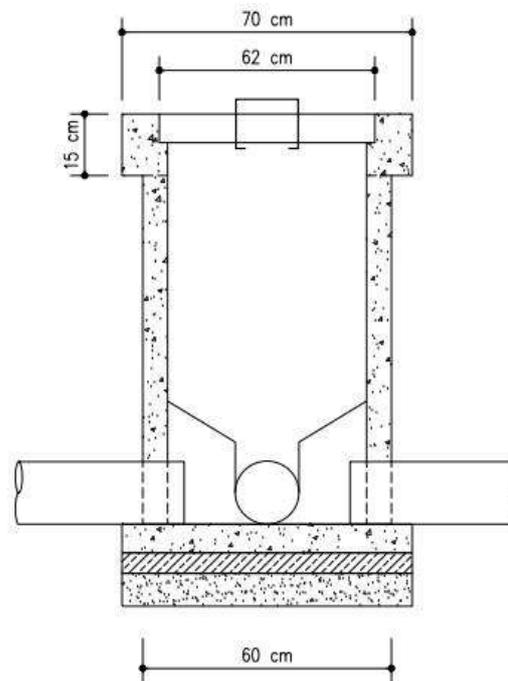
Tabel 4.7 Elevasi Dasar Kedalaman Peletakan Pipa

Patok	Kedalaman Galian (meter)	Elevasi Dasar Pipa (meter)
P0	1,90 meter	+24,10
P1	1,74 meter	+24,29
P2	1,38 meter	+24,69
P2A	1,19 meter	+25,16
P3	1,26 meter	+24,80
P4	0,80 meter	+25,38
P5	1,00 meter	+25,69
P6	1,72 meter	+24,32
P7	1,64 meter	+24,62
P7A	1,47 meter	+25,18
P8	1,23 meter	+25,06
P9	0,89 meter	+25,50
P10	0,99 meter	+24,82
P10A	0,95 meter	+25,16
P11	1,11 meter	+25,28
P12	1,17 meter	+24,66
P12A	1,40 meter	+25,03
P13	1,08 meter	+25,31

Sumber: Peneliti, 2022

4.6.1 Bak Kontrol

Bak kontrol dalam perencanaan ini mempergunakan spesifikasi berbentuk bulat berdiameter 60 cm dengan bahan pracetak ataupun *precast*. Tutup bak kontrol harus rapat, kedap udara dan air, serta bisa dibuka dengan mudah ketika melaksanakan pemeliharaan. Adapun direncanakan bak kontrol berupa:

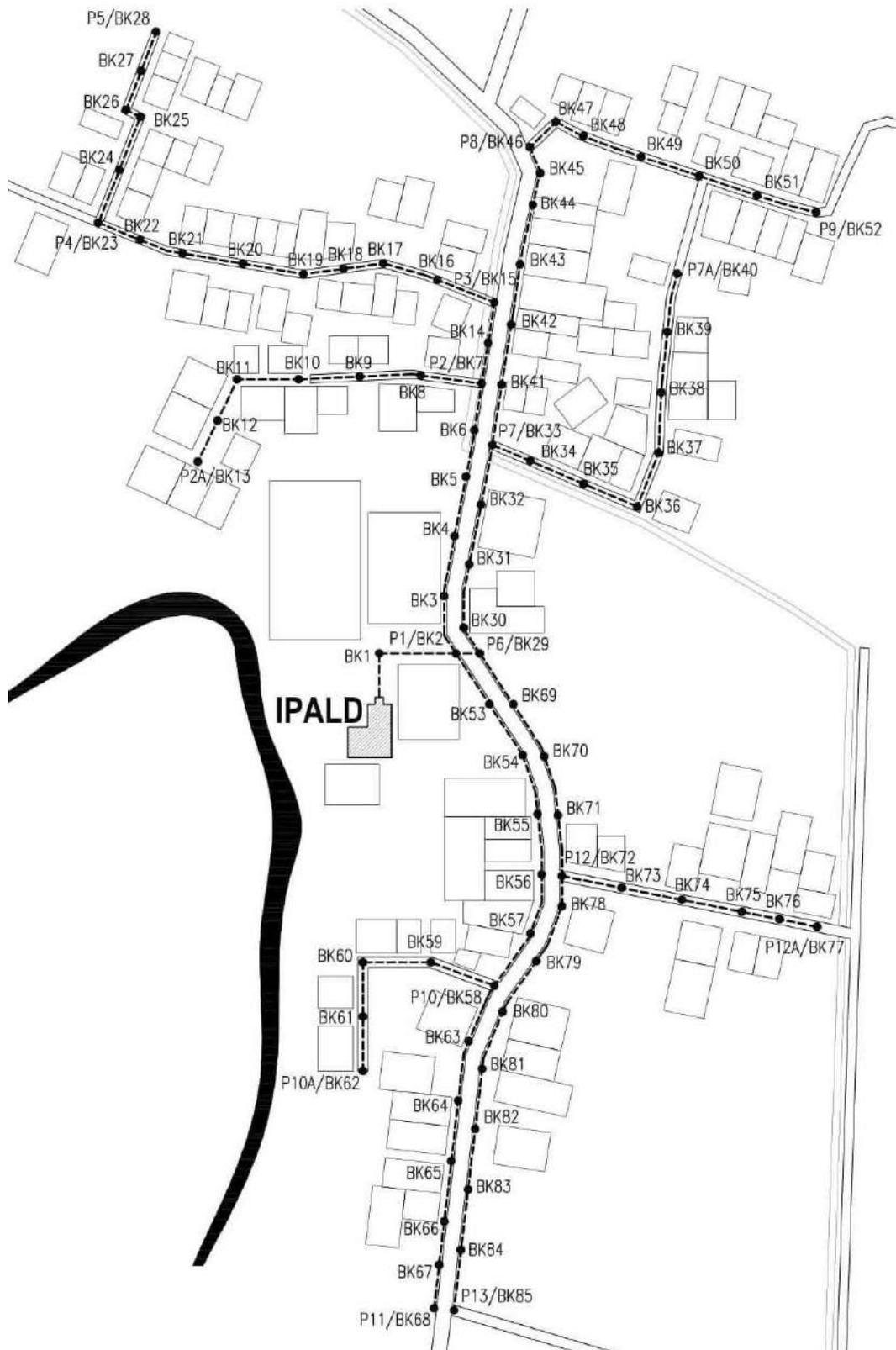


Gambar 4.17 Rencana Bak Kontrol

Sumber: Peneliti, 2022

Jarak penempatan bak kontrol berdasarkan pada Abidin dkk. (2020) adalah per 20 meter dengan tujuan untuk meminimalkan akumulasi gas serta mempermudah pelaksanaan pemeliharaan. Selain pada ketentuan jarak tersebut bak kontrol juga diletakkan di setiap percabangan pipa serta di belokan pada jaringan pipa.

Adapun dengan berdasarkan pada ketentuan tersebut serta pada jaringan pipa yang direncanakan, direncanakan penempatan bak kontrol sejumlah 85 unit dengan letak yang bisa diperhatikan pada gambar di bawah.



Gambar 4.18 Penempatan Bak Kontrol
 Sumber: Peneliti, 2022

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

6.1 Kesimpulan

Berdasarkan pada hasil perencanaan Instalasi Pengolahan Limbah Domestik (IPALD) Skala Komunal di Desa Sukoharjo Kecamatan Margorejo Kabupaten Pati yang telah dilaksanakan, diperoleh kesimpulan berupa:

1. Perencanaan IPALD Gambiran ini direncanakan dengan kapasitas 200 SR (sambungan rumah) ataupun sejumlah 1000 jiwa. Penggunaan air bersih yang diperoleh yakni sebesar 90 m³/hari, dengan volume limbah sebesar 72 m³/hari serta volume lumpur sebanyak 15 m³/tahun.
2. Melalui pengujian terhadap air limbah sebelum pengolahan di IPALD Gambiran diperoleh nilai BOD sebesar 15 mg/L dan nilai COD sebesar 40 mg/L, sedangkan untuk air limbah setelah pengolahan diperoleh nilai BOD sebesar 5,5 mg/L dan nilai COD sebesar 12 mg/L. Sehingga bisa dikatakan baik air limbah sebelum pengolahan serta setelah pengolahan sesuai dengan baku mutu pada Peraturan Pemerintah Lingkungan Hidup dan Kehutanan No. 68 Tahun 2016.
3. Berdasarkan hasil perencanaan diperoleh desain IPALD dengan kapasitas 200 SR yang terdiri dari 1 bak inlet berukuran 1 x 1 m dengan kedalaman 3 m, 1 bak settler berukuran 3,5 x 3,5 meter dengan kedalaman 3,5 m, 4 bak ABR berukuran 1 x 3,5 m dengan kedalaman 3,5 m, dan 4 bak AF berukuran 1 x 3 m dengan kedalaman 3,5 m. Kemudian pada Sistem Pengelolaan Air Limbah yang direncanakan terdapat 85 bak kontrol berdiameter 0,6 meter dan untuk mengalirkan air limbah menuju IPALD dipergunakan pipa PVC berdiameter 6 inch.

6.2 Saran

Berdasarkan pada hasil perencanaan dan kesimpulan yang telah disampaikan sebelumnya bisa diperoleh saran berupa:

1. Pemerintah dan perangkat desa setempat perlu untuk memperluas sosialisasi kepada masyarakat terkait Instalasi Pengolahan Air Limbah

Domestik (IPALD) sebab masih terdapat banyak masyarakat yang belum memahami betul tentang dampak dari air limbah terhadap lingkungan beserta pengolahannya.

2. Perlu dibentuk struktur organisasi kepengurusan yang bertugas untuk mengelola IPALD di Desa Sukoharjo dan melibatkan masyarakat setempat dalam pengelolaannya sehingga operasional IPALD bisa berjalan dengan maksimal dan tetap terawat.
3. Bisa mempergunakan teknik pengolahan air limbah lain untuk peneliti selanjutnya yang hendak merencanakan IPALD skala komunal, seperti *Rotating Biological Contactor (RBC)*.

DAFTAR PUSTAKA

- Abidin, M. Rizat, dkk. 2020. *Petunjuk Pelaksanaan Penyelenggaraan Dana Alokasi Khusus Infrastruktur Bidang Sanitasi Tahun 2020*. Jakarta: Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat.
- Bakker. 1984. *Filsafat kebudayaan: sebuah pengantar*. Yogyakarta: Kanisius dan BPK Gunung Mulya.
- Badan Standardisasi Nasional. (2009). *Air dan Air Limbah – Bagian 72: Cara Uji Kebutuhan Oksigen Biokimia (Biochemical Oxygen Demand/ BOD)*. Indonesia, Badan Standardisasi Nasional.
- Badan Standardisasi Nasional. (2009). *Air dan Air Limbah – Bagian 73: Cara Uji Kebutuhan Oksigen Kimiawi (Chemical Oxygen Demand/ COD) Dengan Refluks Tertutup Secara Titrimetri*. Indonesia, Badan Standardisasi Nasional.
- Barnard, J.L., dan Stensel H.D., 2012 *Biological Nutrient Removal. Seminar at Carroll College, supported by Montana Water Environment Association*.
- Firmansyah, Yogie Restu. 2016. *Perbandingan Desain IPALD Anaerobic Biofilter Dengan Rotating Biological Contactor Untuk Limbah Cair Tekstil Di Surabaya*. Skripsi. Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan. Institut Teknologi Sepuluh Nopember: Surabaya.
- Gutterer, B., Ludwig Sasse, Thilo Panzerbieter, dan Thorsten Reckerzügel. 2009. *Decentralised Wastewater Treatment Systems (DEWATS) and Sanitation in Developing Countries: A Practical Guide*. Bremen: BORDA.
- Hasan, H.A., Siti Rozaimanah S.A., Siti Kartom K., dan Noorshisham Tan Koffi. 2009. *A review On the Design Criteria Of Biological Aerated Filter For COD, Ammonia and Manganese Removal In Drinking Water Treatment. Journal – The Institution of Engineers, 70(4), 25-33.*

- Herrari, Silvana. 2015. *Perencanaan Teknologi Sanitasi sebagai Upaya Bebas Buang Air Besar Sembarangan di Kecamatan Tegalsari Kota Surabaya*. Skripsi. Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan. Institut Teknologi Sepuluh Nopember: Surabaya.
- Kementerian Kesehatan Republik Indonesia. 2018. *STBM (Sanitasi Total Berbasis Masyarakat)*. Diakses pada 2 Desember 2021, dari <http://monev.stbm.kemkes.go.id/monev/>
- 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 Dikecamatan Ngaglik Dan Kecamatan Depok, Kabupaten Sleman, D.I. Yogyakarta*. Skripsi. Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan. Universitas Islam Indonesia: Yogyakarta.
- Punch, Keith F. 2014. *Introduction to Social Research Quantitative & Qualitative Approaches*. London: Sage Publications.
- Rambe, T.R. 2018. *Analisa Pengolahan Limbah Cair Dengan Rotating Biological Contactor (RBC) Di Rumah Sakit Umum Pusat Haji Adam Malik Medan*. Skripsi. Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam. Universitas Sumatera Utara: Medan.
- 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 Indonesia.

- Rohkmadhoni, R.A. 2019. *Kulit Kerang Sebagai Media Alternatif Filter Anaerobik Untuk Mengolah Air Limbah Domestik*. Skripsi. Fakultas Teknik Sipil, Lingkungan, dan Kebumihan. Institut Teknologi Sepuluh Nopember: Surabaya.
- 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.
- Soedjono, Eddy. 2010. *Pilihan Teknologi Untuk Pengolahan Air Limbah Domestik di Daerah Peri-Urban dan Perdesaan di Jawa Timur*. *Jurnal Purifikasi*, 11(2), 177-184.
- 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.



PERENCANAAN INSTALASI PENGOLAHAN AIR
 LIMBAH DOMESTIK (IPALD) SKALA
 KOMUNAL DESA SUKOHARJO KECAMATAN
 MARGOREJO KABUPATEN PATI

UNIVERSITAS PGRI SEMARANG

PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
 2021

DIRENCANAKAN OLEH:

AHMAD ANTONI
 NPM. 17640004

ADITYA SURYA BINTARA
 NPM. 17640022

PEMBIMBING 1:

Dr. MOH. DEBBY RIZANI, ST. MT.
 NIDN. 0602077402

PEMBIMBING 2:

FARIDA YUDANINGRUM, ST. MT.
 NIDN. 0617067803

JUDUL GAMBAR:

LAYOUT JARINGAN PIPA

SKALA

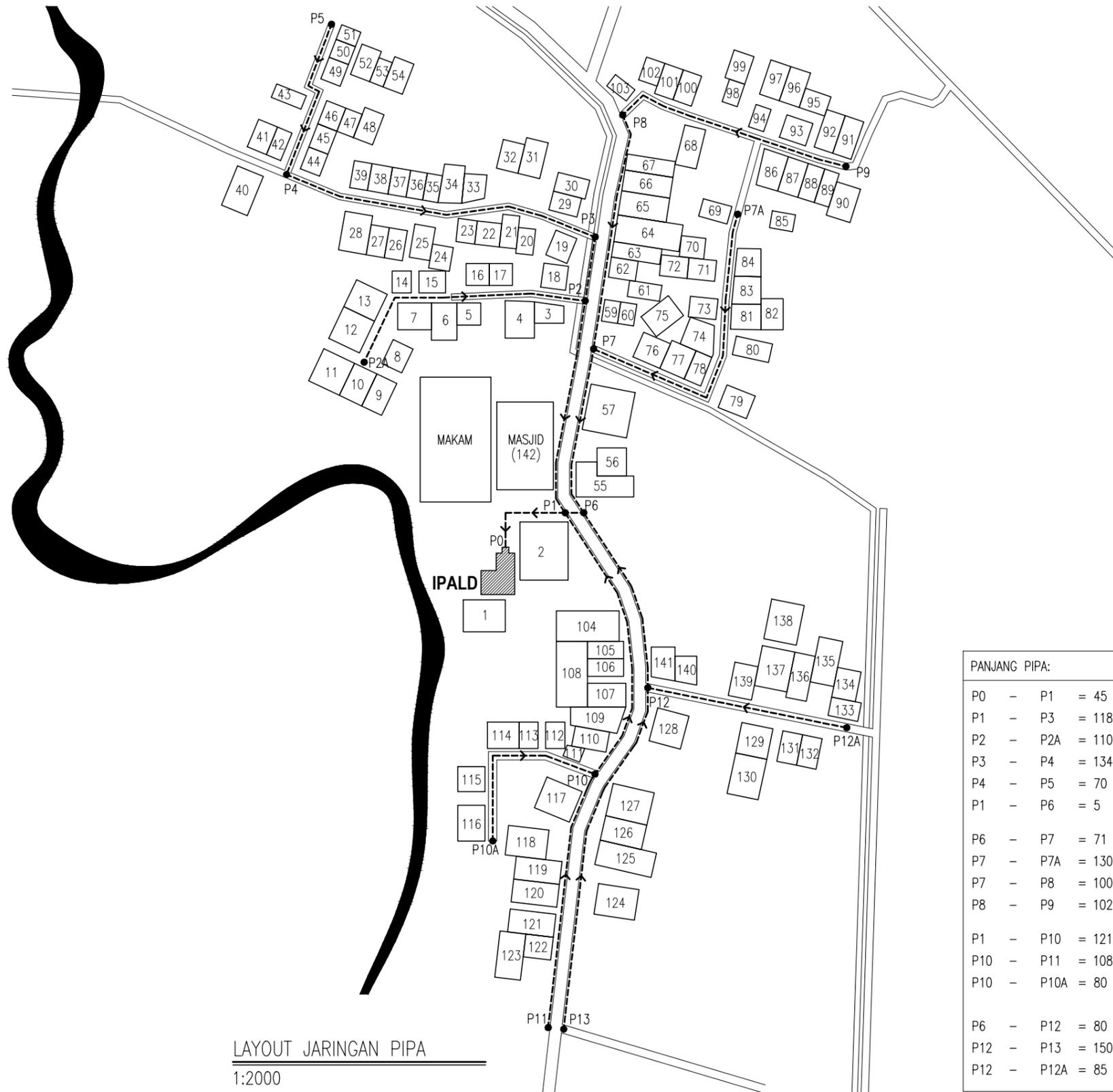
1:2000

NOMOR GAMBAR

01 DARI 14

UKURAN KERTAS

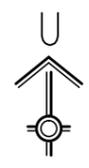
A3



LAYOUT JARINGAN PIPA

1:2000

PANJANG PIPA:		ELEVASI:	
P0	- P1 = 45 METER	P0	= + 26.00 METER
P1	- P3 = 118 METER	P1	= + 26.04 METER
P2	- P2A = 110 METER	P2	= + 26.07 METER
P3	- P4 = 134 METER	P2A	= + 26.35 METER
P4	- P5 = 70 METER	P3	= + 26.07 METER
P1	- P6 = 5 METER	P4	= + 26.19 METER
P6	- P7 = 71 METER	P5	= + 26.69 METER
P7	- P7A = 130 METER	P6	= + 26.04 METER
P7	- P8 = 100 METER	P7	= + 26.26 METER
P8	- P9 = 102 METER	P7A	= + 26.66 METER
P1	- P10 = 121 METER	P8	= + 26.29 METER
P10	- P11 = 108 METER	P9	= + 26.39 METER
P10	- P10A = 80 METER	P10	= + 25.81 METER
P6	- P12 = 80 METER	P10A	= + 26.11 METER
P12	- P13 = 150 METER	P11	= + 26.39 METER
P12	- P12A = 85 METER	P12	= + 25.83 METER
		P12A	= + 26.43 METER
		P13	= + 26.39 METER



PERENCANAAN INSTALASI PENGOLAHAN AIR
LIMBAH DOMESTIK (IPALD) SKALA
KOMUNAL DESA SUKOHARJO KECAMATAN
MARGOREJO KABUPATEN PATI

UNIVERSITAS PGRI SEMARANG

PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
2021

DIRENCANAKAN OLEH:

AHMAD ANTONI
NPM. 17640004

ADITYA SURYA BINTARA
NPM. 17640022

PEMBIMBING 1:

Dr. MOH. DEBBY RIZANI, ST. MT.
NIDN. 0602077402

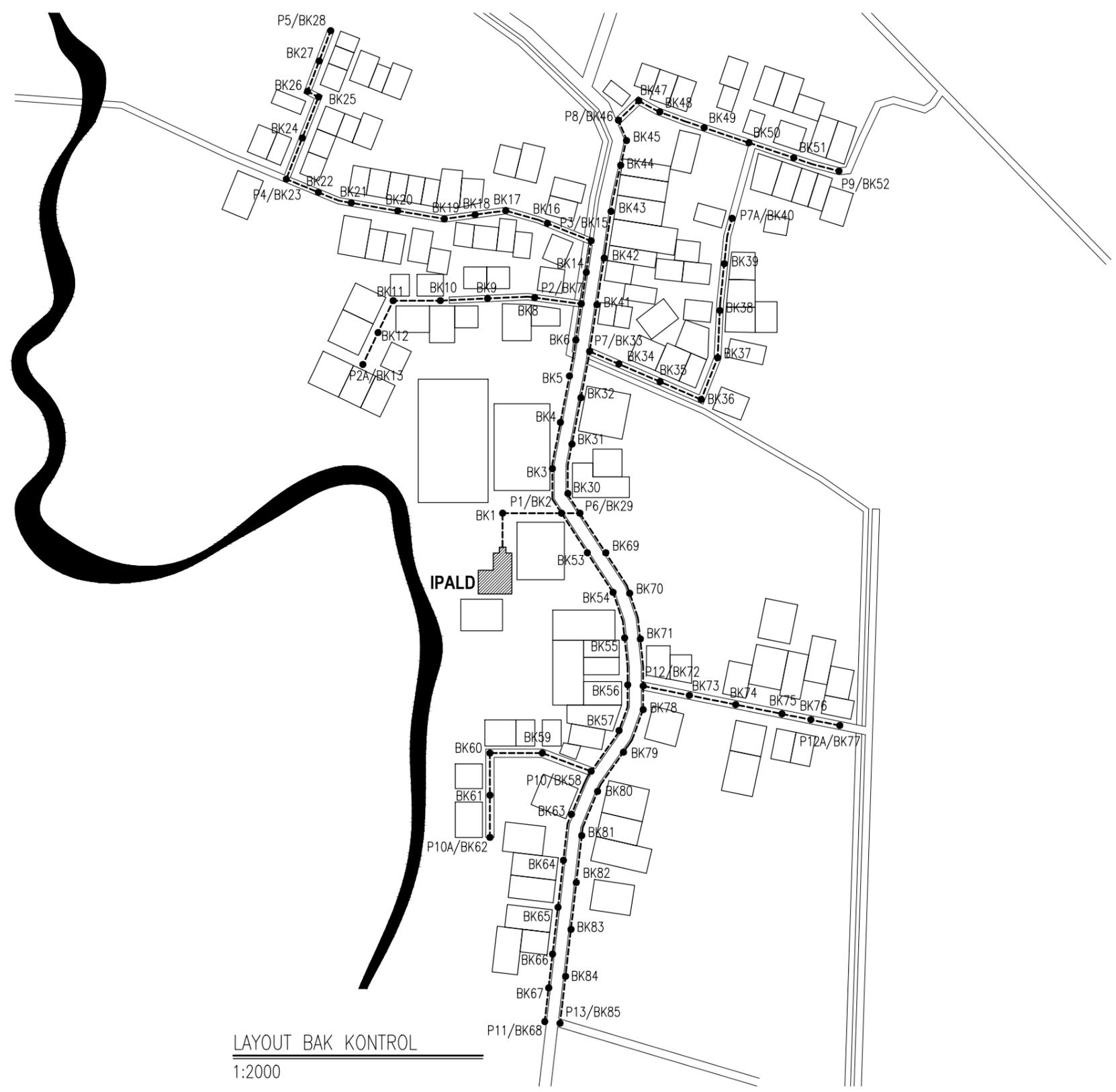
PEMBIMBING 2:

FARIDA YUDANINGRUM, ST. MT.
NIDN. 0617067803

JUDUL GAMBAR:

LAYOUT BAK KONTROL

SKALA	1:2000
NOMOR GAMBAR	02 DARI 14
UKURAN KERTAS	A3



LAYOUT BAK KONTROL
1:2000



PERENCANAAN INSTALASI PENGOLAHAN AIR
 LIMBAH DOMESTIK (IPALD) SKALA
 KOMUNAL DESA SUKOHARJO KECAMATAN
 MARGOREJO KABUPATEN PATI

UNIVERSITAS PGRI SEMARANG

PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
 2021

DIRENCANAKAN OLEH:

AHMAD ANTONI
 NPM. 17640004

ADITYA SURYA BINTARA
 NPM. 17640022

PEMBIMBING 1:

Dr. MOH. DEBBY RIZANI, ST. MT.
 NIDN. 0602077402

PEMBIMBING 2:

FARIDA YUDANINGRUM, ST. MT.
 NIDN. 0617067803

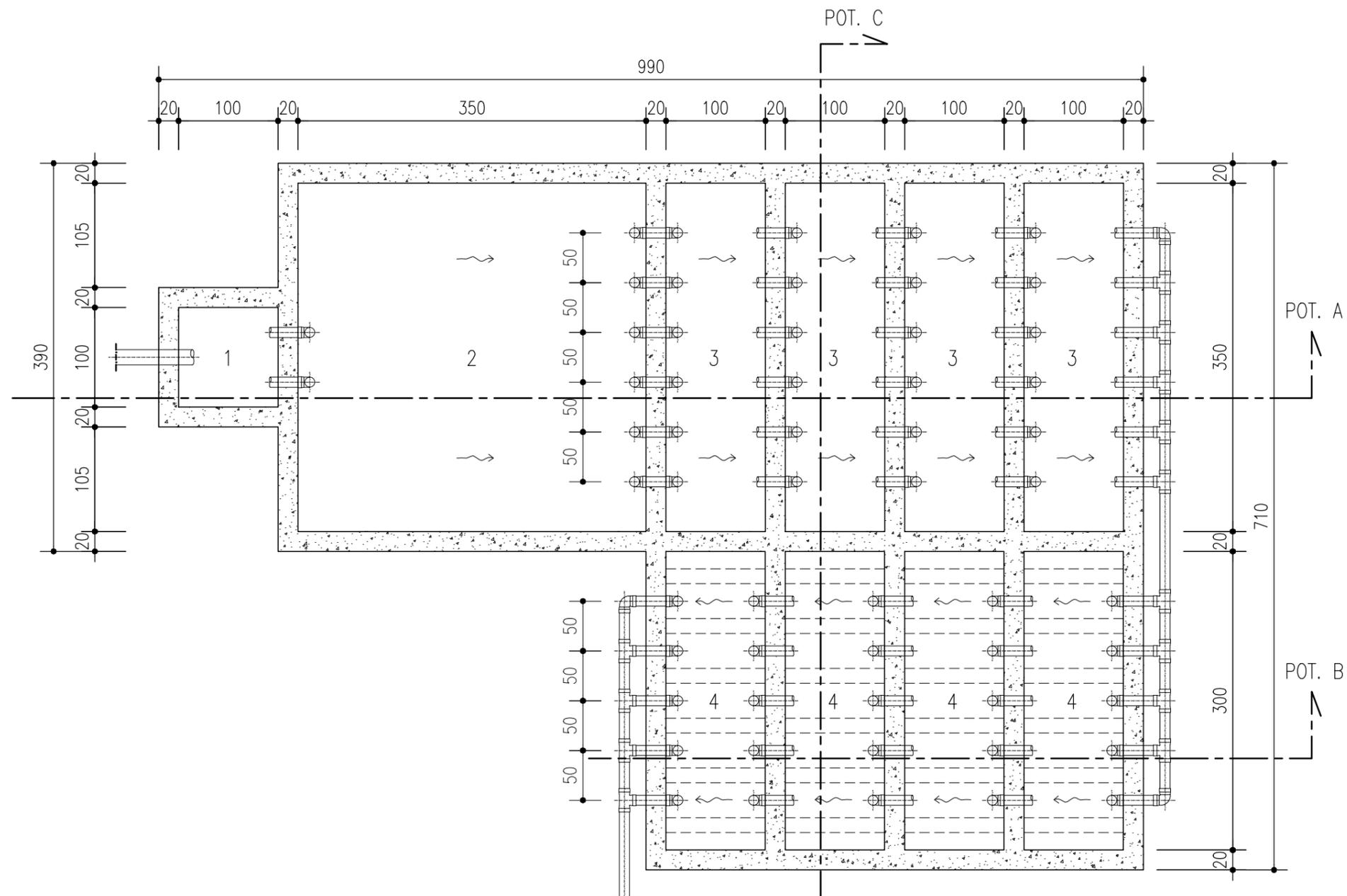
JUDUL GAMBAR:

DENAH IPALD

SKALA 1:50

NOMOR GAMBAR 03 DARI 14

UKURAN KERTAS A3



DENAH IPALD

1:50

KODE	KETERANGAN
1	INLET
2	SETTLER
3	ANAEROBIC BAFFLED REACTOR (ABR)
4	ANAEROBIC FILTER (AF)



PERENCANAAN INSTALASI PENGOLAHAN AIR
LIMBAH DOMESTIK (IPALD) SKALA
KOMUNAL DESA SUKOHARJO KECAMATAN
MARGOREJO KABUPATEN PATI

UNIVERSITAS PGRI SEMARANG

PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
2021

DIRENCANAKAN OLEH:

AHMAD ANTONI
NPM. 17640004

ADITYA SURYA BINTARA
NPM. 17640022

PEMBIMBING 1:

Dr. MOH. DEBBY RIZANI, ST. MT.
NIDN. 0602077402

PEMBIMBING 2:

FARIDA YUDANINGRUM, ST. MT.
NIDN. 0617067803

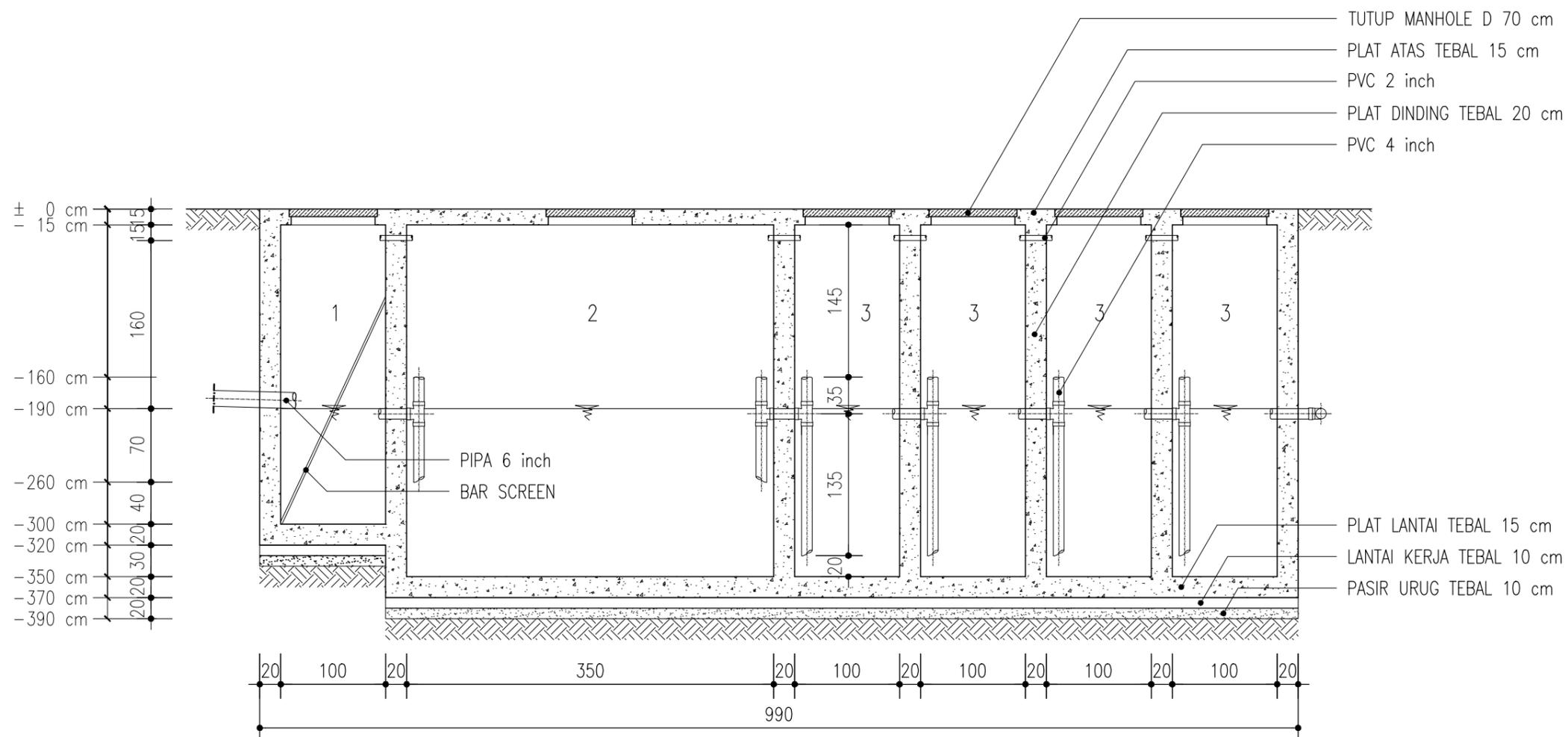
JUDUL GAMBAR:

POTONGAN A

SKALA 1:50

NOMOR GAMBAR 04 DARI 14

UKURAN KERTAS A3



POTONGAN A
1:50

KODE	KETERANGAN
1	INLET
2	SETTLER
3	ANAEROBIC BAFFLED REACTOR (ABR)
4	ANAEROBIC FILTER (AF)



PERENCANAAN INSTALASI PENGOLAHAN AIR
LIMBAH DOMESTIK (IPALD) SKALA
KOMUNAL DESA SUKOHARJO KECAMATAN
MARGOREJO KABUPATEN PATI

UNIVERSITAS PGRI SEMARANG

PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
2021

DIRENCANAKAN OLEH:

AHMAD ANTONI
NPM. 17640004

ADITYA SURYA BINTARA
NPM. 17640022

PEMBIMBING 1:

Dr. MOH. DEBBY RIZANI, ST. MT.
NIDN. 0602077402

PEMBIMBING 2:

FARIDA YUDANINGRUM, ST. MT.
NIDN. 0617067803

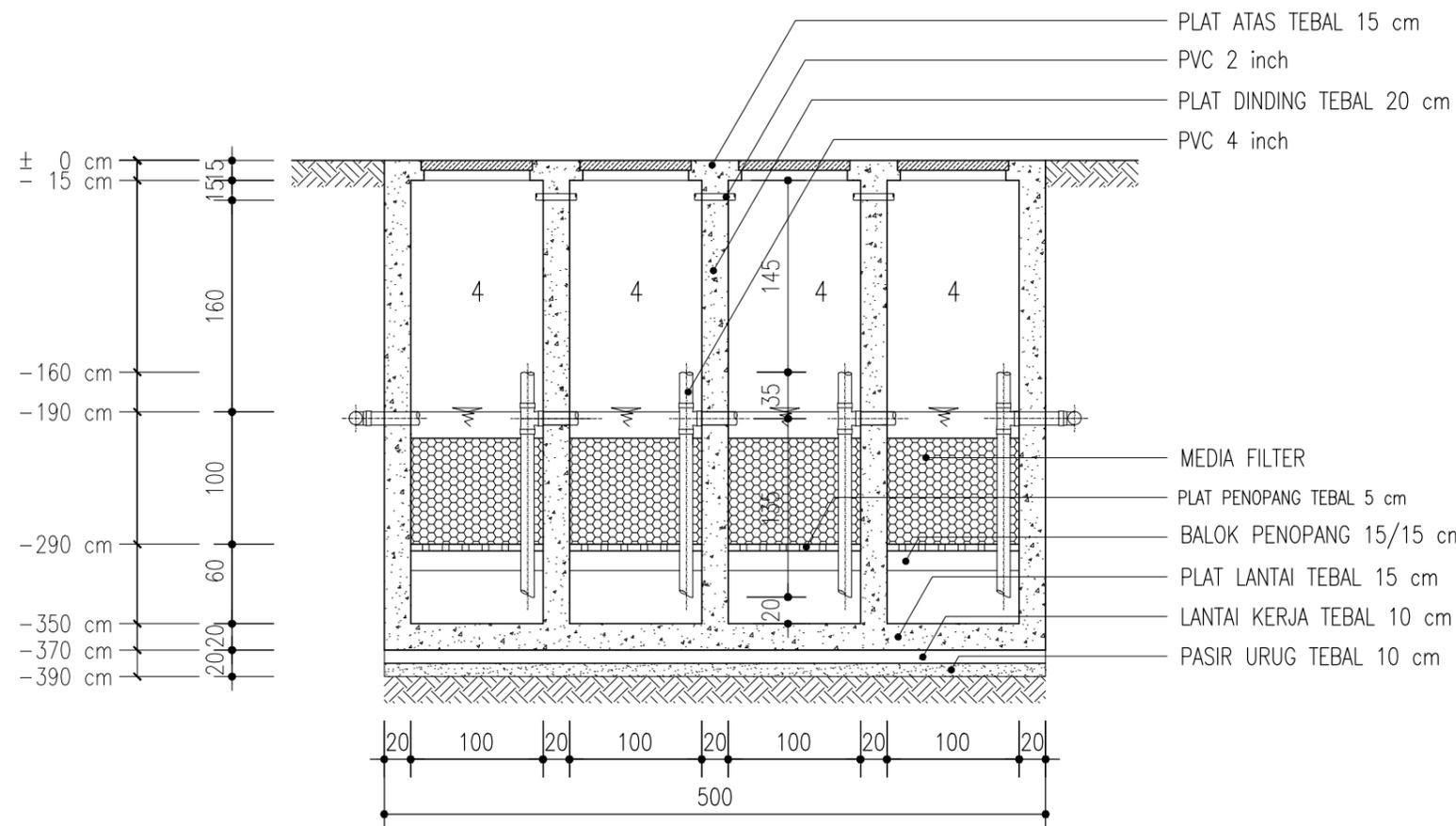
JUDUL GAMBAR:

POTONGAN A
POTONGAN B

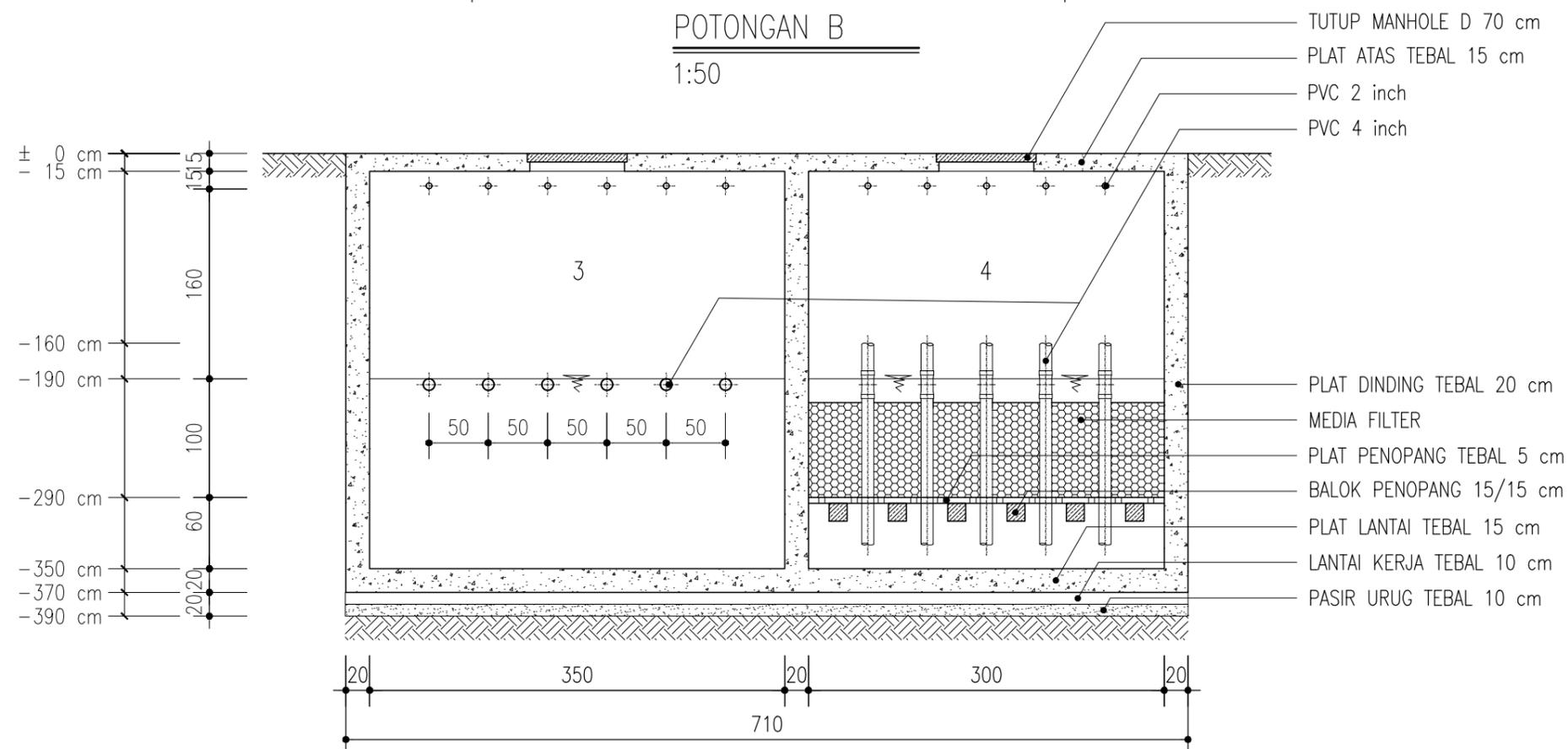
SKALA 1:50

NOMOR GAMBAR 05 DARI 14

UKURAN KERTAS A3



POTONGAN B
1:50



POTONGAN C
1:50



PERENCANAAN INSTALASI PENGOLAHAN AIR
LIMBAH DOMESTIK (IPALD) SKALA
KOMUNAL DESA SUKOHARJO KECAMATAN
MARGOREJO KABUPATEN PATI

UNIVERSITAS PGRI SEMARANG

PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
2021

DIRENCANAKAN OLEH:

AHMAD ANTONI
NPM. 17640004

ADITYA SURYA BINTARA
NPM. 17640022

PEMBIMBING 1:

Dr. MOH. DEBBY RIZANI, ST. MT.
NIDN. 0602077402

PEMBIMBING 2:

FARIDA YUDANINGRUM, ST. MT.
NIDN. 0617067803

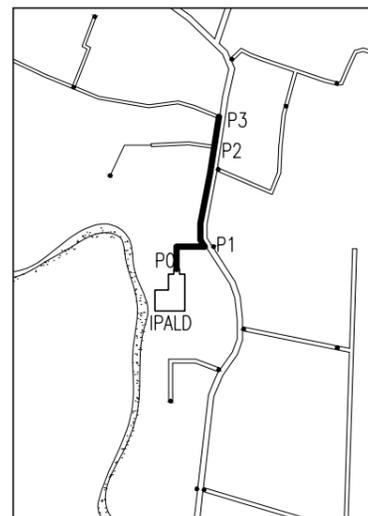
JUDUL GAMBAR:

DETAIL SECTION P0-P1
DETAIL SECTION P1-P3

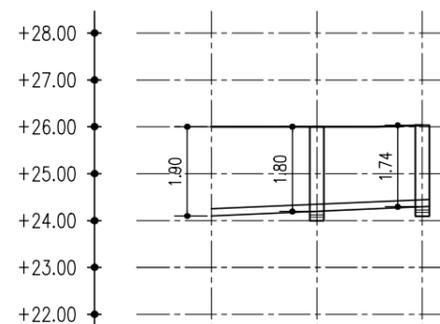
SKALA 1:150 (V) & 1:1500 (H)

NOMOR GAMBAR 06 DARI 14

UKURAN KERTAS A3

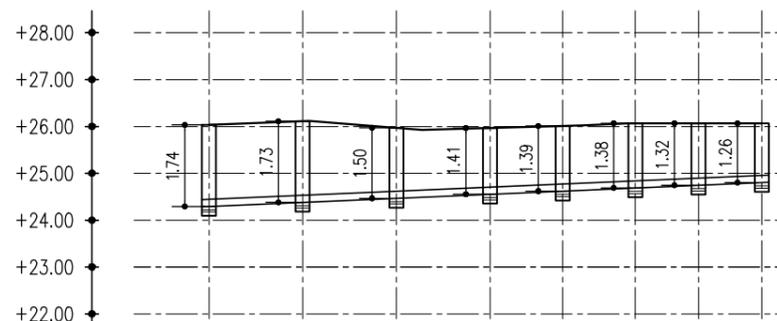


KEY PLAN



KODE	INLET	P0	BK1	BK2	P1
JARAK (M)			22,5m	22,5m	TOTAL: 45m
ELEVASI TANAH (M)		26.00			26.04
ELEVASI DASAR PIPA (M)	24.10		24.20		24.29
KEMIRINGAN & UKURAN PIPA		0.43% / PVC 6inch			

DETAIL SECTION P0-P1
1:150 (V) 1:1500 (H)



KODE	BK2	P1	BK3	BK4	BK5	BK6	BK7	P2	BK14	BK15	P3
JARAK (M)		20m	20m	20m	15.5m	15.5m	13.5m	13.5m			TOTAL: 118m
ELEVASI TANAH (M)		26.04	26.11	25.97	25.97	26.01	26.07	26.07	26.07	26.07	
ELEVASI DASAR PIPA (M)	24.29		24.38	24.47	24.55	24.62	24.69	24.75	24.80	24.80	
KEMIRINGAN & UKURAN PIPA		0.43% / PVC 6inch									

DETAIL SECTION P1-P3
1:150 (V) 1:1500 (H)



PERENCANAAN INSTALASI PENGOLAHAN AIR
LIMBAH DOMESTIK (IPALD) SKALA
KOMUNAL DESA SUKOHARJO KECAMATAN
MARGOREJO KABUPATEN PATI

UNIVERSITAS PGRI SEMARANG

PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
2021

DIRENCANAKAN OLEH:

AHMAD ANTONI
NPM. 17640004

ADITYA SURYA BINTARA
NPM. 17640022

PEMBIMBING 1:

Dr. MOH. DEBBY RIZANI, ST. MT.
NIDN. 0602077402

PEMBIMBING 2:

FARIDA YUDANINGRUM, ST. MT.
NIDN. 0617067803

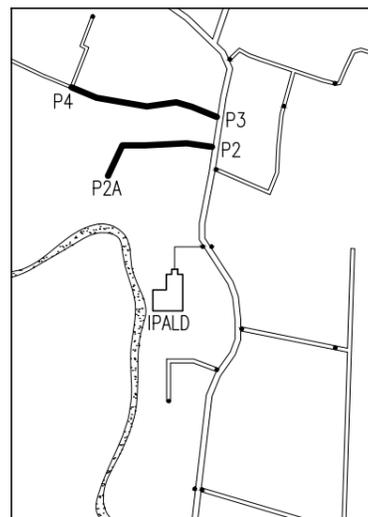
JUDUL GAMBAR:

DETAIL SECTION P2-P2A
DETAIL SECTION P3-P4

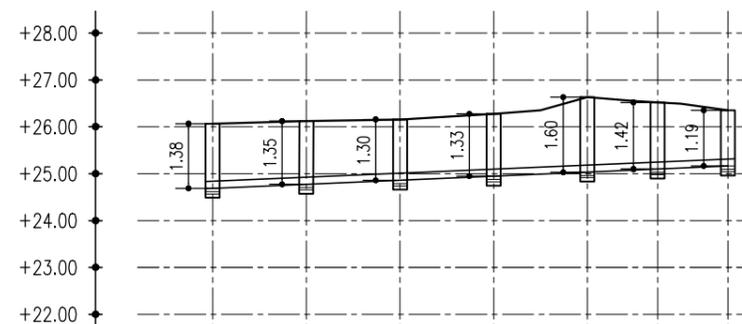
SKALA 1:150 (V) & 1:1500 (H)

NOMOR GAMBAR 07 DARI 14

UKURAN KERTAS A3

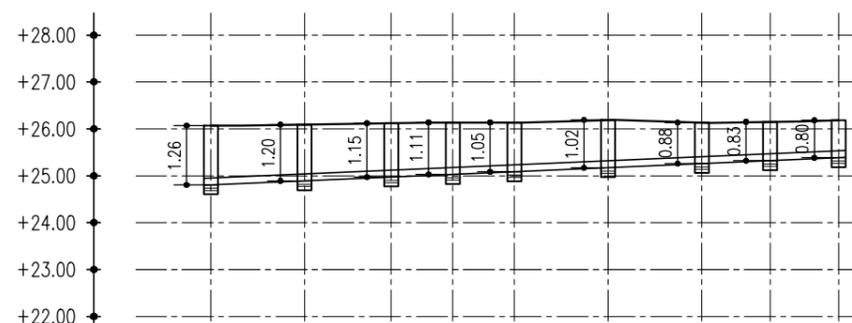


KEY PLAN



KODE	BK7	P2	BK8	BK9	BK10	BK11	BK12	BK13	P2A
JARAK (M)		20m	20m	20m	20m	15m	15m		TOTAL: 110m
ELEVASI TANAH (M)	26.07	26.12	26.16	26.27	26.63	26.52	26.35		
ELEVASI DASAR PIPA (M)	24.69	24.77	24.86	24.95	25.03	25.10	25.16		
KEMIRINGAN & UKURAN PIPA	0.43% / PVC 6inch								

DETAIL SECTION P2-P2A
1:150 (V) 1:1500 (H)



KODE	BK15	P3	BK16	BK17	BK18	BK19	BK20	BK21	BK22	BK23	P4
JARAK (M)		20m	18.5m	13.15m	13.15m	20m	20m	14.6m	14.6m		TOTAL: 134m
ELEVASI TANAH (M)	26.07	26.09	26.12	26.14	26.14	26.19	26.13	26.15	26.19		
ELEVASI DASAR PIPA (M)	24.80	24.89	24.97	25.03	25.08	25.17	25.26	25.32	25.38		
KEMIRINGAN & UKURAN PIPA	0.43% / PVC 6inch										

DETAIL SECTION P3-P4
1:150 (V) 1:1500 (H)



PERENCANAAN INSTALASI PENGOLAHAN AIR
 LIMBAH DOMESTIK (IPALD) SKALA
 KOMUNAL DESA SUKOHARJO KECAMATAN
 MARGOREJO KABUPATEN PATI

UNIVERSITAS PGRI SEMARANG

PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
 2021

DIRENCANAKAN OLEH:

AHMAD ANTONI
 NPM. 17640004

ADITYA SURYA BINTARA
 NPM. 17640022

PEMBIMBING 1:

Dr. MOH. DEBBY RIZANI, ST. MT.
 NIDN. 0602077402

PEMBIMBING 2:

FARIDA YUDANINGRUM, ST. MT.
 NIDN. 0617067803

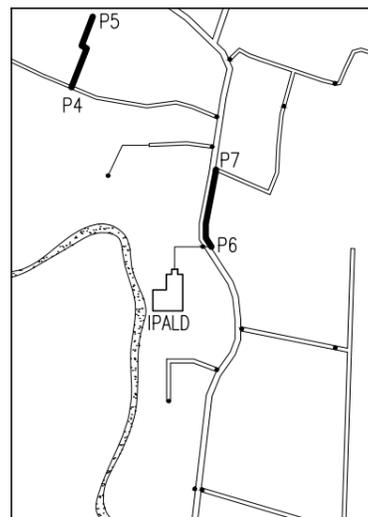
JUDUL GAMBAR:

DETAIL SECTION P4-P5
 DETAIL SECTION P6-P7

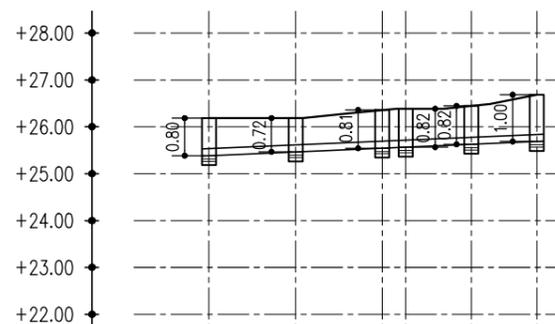
SKALA 1:150 (V) & 1:1500 (H)

NOMOR GAMBAR 08 DARI 14

UKURAN KERTAS A3

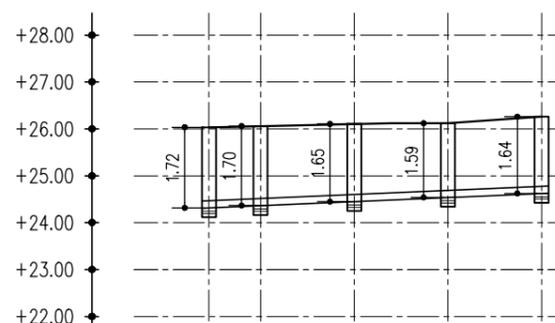


KEY PLAN



KODE	BK23	P4	BK24	BK25	BK26	BK27	BK28	P5
JARAK (M)			18.5m	18.5m	5m	14m	14m	TOTAL: 70m
ELEVASI TANAH (M)			26.19	26.36	26.39	26.45	26.69	
ELEVASI DASAR PIPA (M)	25.38	25.46	25.54	25.57	25.63	25.69		
KEMIRINGAN & UKURAN PIPA	0.43% / PVC 6inch							

DETAIL SECTION P4-P5
 1:150 (V) 1:1500 (H)



KODE	BK29	P6	BK30	BK31	BK32	BK33	P7	
JARAK (M)			11m	20m	20m	20m	TOTAL: 71m	
ELEVASI TANAH (M)	26.03	26.06	26.10	26.12	26.26			
ELEVASI DASAR PIPA (M)	24.32	24.36	24.45	24.54	24.62			
KEMIRINGAN & UKURAN PIPA	0.43% / PVC 6inch							

DETAIL SECTION P6-P7
 1:150 (V) 1:1500 (H)



PERENCANAAN INSTALASI PENGOLAHAN AIR
 LIMBAH DOMESTIK (IPALD) SKALA
 KOMUNAL DESA SUKOHARJO KECAMATAN
 MARGOREJO KABUPATEN PATI

UNIVERSITAS PGRI SEMARANG

PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
 2021

DIRENCANAKAN OLEH:

AHMAD ANTONI
 NPM. 17640004

ADITYA SURYA BINTARA
 NPM. 17640022

PEMBIMBING 1:

Dr. MOH. DEBBY RIZANI, ST. MT.
 NIDN. 0602077402

PEMBIMBING 2:

FARIDA YUDANINGRUM, ST. MT.
 NIDN. 0617067803

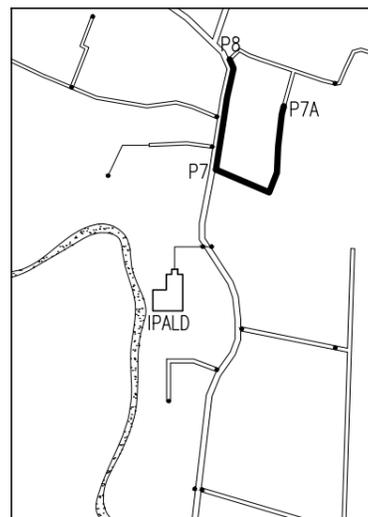
JUDUL GAMBAR:

DETAIL SECTION P7-P8
 DETAIL SECTION P7-P7A

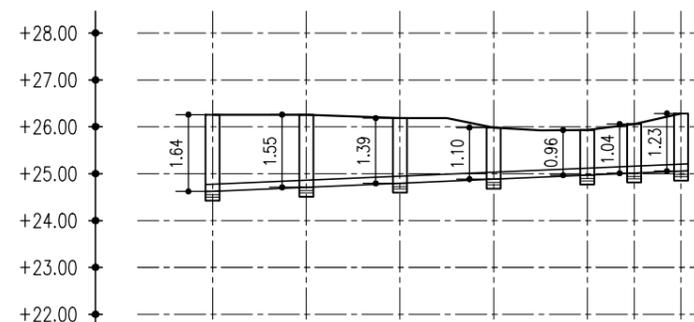
SKALA 1:150 (V) & 1:1500 (H)

NOMOR GAMBAR 09 DARI 14

UKURAN KERTAS A3



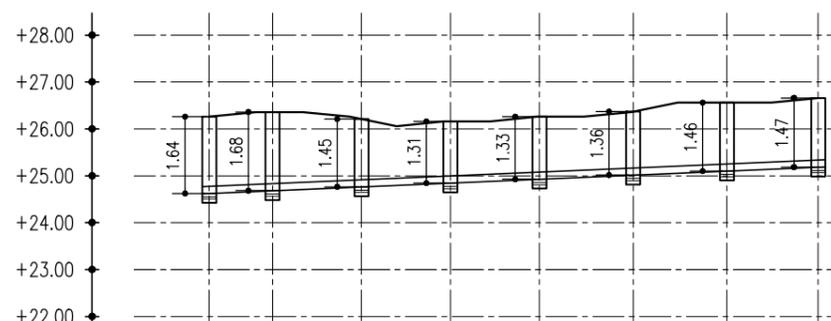
KEY PLAN



KODE	BK33	P7	BK41	BK42	BK43	BK44	BK45	BK46	P8
JARAK (M)		20m	20m	20m	20m	10m	10m		TOTAL: 100m
ELEVASI TANAH (M)	24.62	26.26	26.26	26.18	25.98	25.93	26.06	26.29	
ELEVASI DASAR PIPA (M)	24.62	24.71	24.80	24.88	24.97	25.01	25.06	25.06	
KEMIRINGAN & UKURAN PIPA	0.43% / PVC 6inch								

DETAIL SECTION P7-P8

1:150 (V) 1:1500 (H)



KODE	BK33	P7	BK34	BK35	BK36	BK37	BK38	BK39	BK40	P7A
JARAK (M)		13.5m	19m	19m	19m	20m	20m	19.5m		TOTAL: 130m
ELEVASI TANAH (M)	24.62	26.26	26.36	26.21	26.16	26.26	26.37	26.56	26.66	
ELEVASI DASAR PIPA (M)	24.62	24.68	24.76	24.84	24.93	25.01	25.10	25.18	25.18	
KEMIRINGAN & UKURAN PIPA	0.43% / PVC 6inch									

DETAIL SECTION P7-P7A

1:150 (V) 1:1500 (H)



PERENCANAAN INSTALASI PENGOLAHAN AIR
LIMBAH DOMESTIK (IPALD) SKALA
KOMUNAL DESA SUKOHARJO KECAMATAN
MARGOREJO KABUPATEN PATI

UNIVERSITAS PGRI SEMARANG

PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
2021

DIRENCANAKAN OLEH:

AHMAD ANTONI
NPM. 17640004

ADITYA SURYA BINTARA
NPM. 17640022

PEMBIMBING 1:

Dr. MOH. DEBBY RIZANI, ST. MT.
NIDN. 0602077402

PEMBIMBING 2:

FARIDA YUDANINGRUM, ST. MT.
NIDN. 0617067803

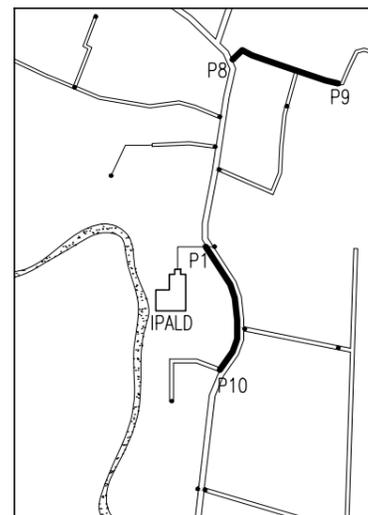
JUDUL GAMBAR:

DETAIL SECTION P8-P9
DETAIL SECTION P1-P10

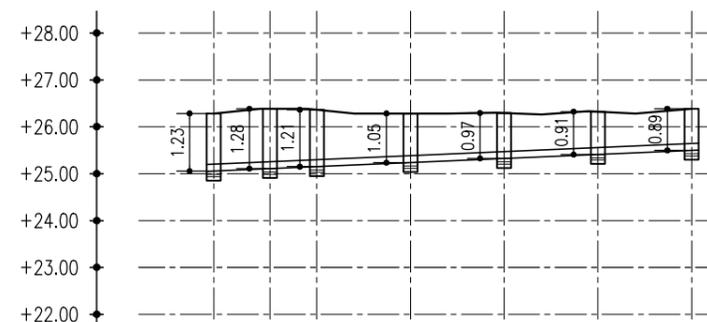
SKALA 1:150 (V) & 1:1500 (H)

NOMOR GAMBAR 10 DARI 14

UKURAN KERTAS A3



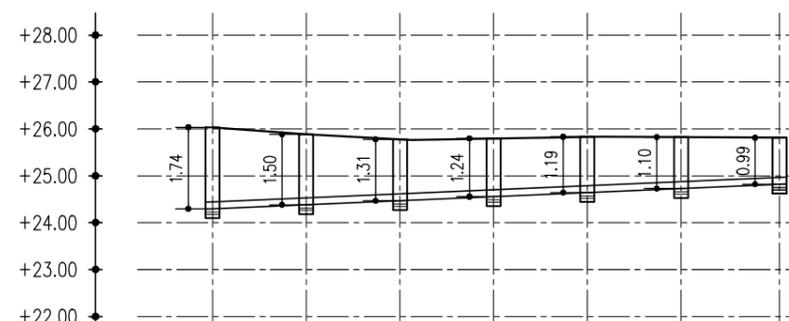
KEY PLAN



KODE	BK46	P8	BK47	BK48	BK49	BK50	BK51	BK52	P9
JARAK (M)		12m	10m	20m	20m	20m	20m	20m	TOTAL: 102m
ELEVASI TANAH (M)	26.29	26.38	26.36	26.28	26.29	26.32	26.39		
ELEVASI DASAR PIPA (M)	25.06	25.11	25.15	25.24	25.32	25.41	25.50		
KEMIRINGAN & UKURAN PIPA	0.43% / PVC 6inch								

DETAIL SECTION P8-P9

1:150 (V) 1:1500 (H)



KODE	BK2	P1	BK53	BK54	BK55	BK56	BK57	BK58	P10
JARAK (M)		20m	20m	20m	20m	20m	21m		TOTAL: 121m
ELEVASI TANAH (M)	26.04	25.88	25.78	25.80	25.83	25.82	25.81		
ELEVASI DASAR PIPA (M)	24.29	24.38	24.47	24.55	24.64	24.73	24.82		
KEMIRINGAN & UKURAN PIPA	0.43% / PVC 6inch								

DETAIL SECTION P1-P10

1:150 (V) 1:1500 (H)



PERENCANAAN INSTALASI PENGOLAHAN AIR
LIMBAH DOMESTIK (IPALD) SKALA
KOMUNAL DESA SUKOHARJO KECAMATAN
MARGOREJO KABUPATEN PATI

UNIVERSITAS PGRI SEMARANG

PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
2021

DIRENCANAKAN OLEH:

AHMAD ANTONI
NPM. 17640004

ADITYA SURYA BINTARA
NPM. 17640022

PEMBIMBING 1:

Dr. MOH. DEBBY RIZANI, ST. MT.
NIDN. 0602077402

PEMBIMBING 2:

FARIDA YUDANINGRUM, ST. MT.
NIDN. 0617067803

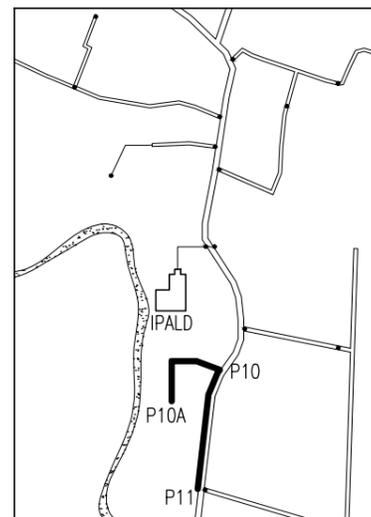
JUDUL GAMBAR:

DETAIL SECTION P10-P11
DETAIL SECTION P10-P10A

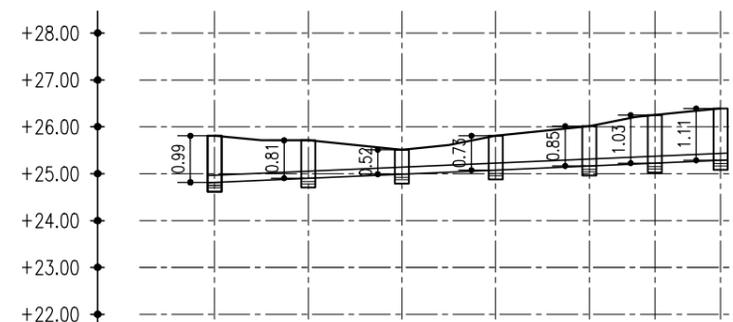
SKALA 1:150 (V) & 1:1500 (H)

NOMOR GAMBAR 11 DARI 14

UKURAN KERTAS A3



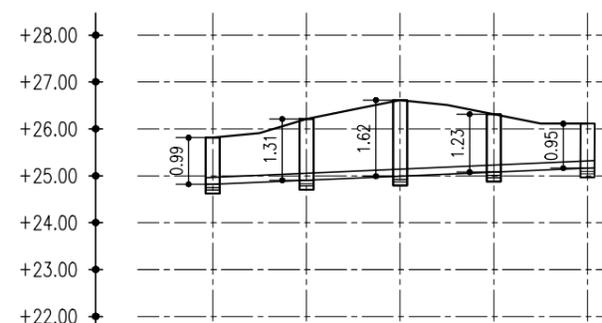
KEY PLAN



KODE	BK58	P10	BK63	BK64	BK65	BK66	BK67	BK68	P11
JARAK (M)		20m	20m	20m	20m	14m	14m		TOTAL: 108m
ELEVASI TANAH (M)		25.81	25.71	25.51	25.81	26.01	26.25	26.39	
ELEVASI DASAR PIPA (M)		24.82	24.90	24.99	25.07	25.16	25.22	25.28	
KEMIRINGAN & UKURAN PIPA		0.43% / PVC 6inch							

DETAIL SECTION P10-P11

1:150 (V) 1:1500 (H)



KODE	BK58	P10	BK59	BK60	BK61	BK62	P10A
JARAK (M)		20m	20m	20m	20m		TOTAL: 80m
ELEVASI TANAH (M)		25.81	26.21	26.61	26.31	26.11	
ELEVASI DASAR PIPA (M)		24.82	24.90	24.99	24.08	25.16	
KEMIRINGAN & UKURAN PIPA		0.43% / PVC 6inch					

DETAIL SECTION P10-P10A

1:150 (V) 1:1500 (H)



PERENCANAAN INSTALASI PENGOLAHAN AIR
LIMBAH DOMESTIK (IPALD) SKALA
KOMUNAL DESA SUKOHARJO KECAMATAN
MARGOREJO KABUPATEN PATI

UNIVERSITAS PGRI SEMARANG

PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
2021

DIRENCANAKAN OLEH:

AHMAD ANTONI
NPM. 17640004

ADITYA SURYA BINTARA
NPM. 17640022

PEMBIMBING 1:

Dr. MOH. DEBBY RIZANI, ST. MT.
NIDN. 0602077402

PEMBIMBING 2:

FARIDA YUDANINGRUM, ST. MT.
NIDN. 0617067803

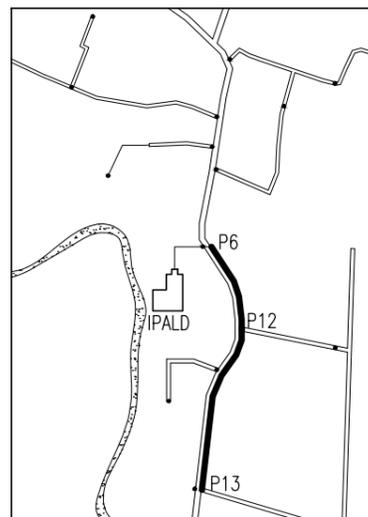
JUDUL GAMBAR:

DETAIL SECTION P6-P12
DETAIL SECTION P12-P13

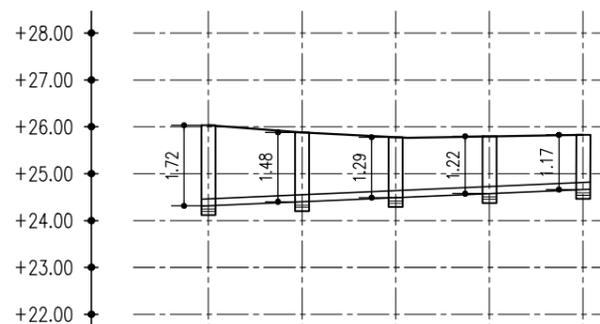
SKALA 1:150 (V) & 1:1500 (H)

NOMOR GAMBAR 12 DARI 14

UKURAN KERTAS A3



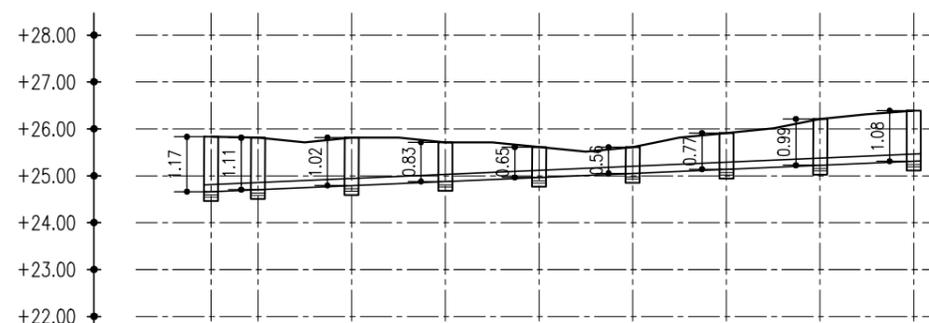
KEY PLAN



KODE	BK29	P6	BK69	BK70	BK71	BK72	P12
JARAK (M)		20m	20m	20m	20m	20m	TOTAL: 80m
ELEVASI TANAH (M)	26.03	26.03	25.88	25.78	25.80	25.83	25.83
ELEVASI DASAR PIPA (M)	24.32	24.40	24.49	24.57	24.66	24.66	24.66
KEMIRINGAN & UKURAN PIPA	0.43% / PVC 6inch						

DETAIL SECTION P6-P12

1:150 (V) 1:1500 (H)



KODE	BK72	P12	BK78	BK79	BK80	BK81	BK82	BK83	BK84	BK85	P13
JARAK (M)		10m	20m	TOTAL: 150m							
ELEVASI TANAH (M)	25.83	25.81	25.81	25.71	25.61	25.61	25.91	26.21	26.39	26.39	26.39
ELEVASI DASAR PIPA (M)	24.66	24.70	24.79	24.88	24.96	25.05	25.14	25.22	25.31	25.31	25.31
KEMIRINGAN & UKURAN PIPA	0.43% / PVC 6inch										

DETAIL SECTION P12-P13

1:150 (V) 1:1500 (H)



PERENCANAAN INSTALASI PENGOLAHAN AIR
 LIMBAH DOMESTIK (IPALD) SKALA
 KOMUNAL DESA SUKOHARJO KECAMATAN
 MARGOREJO KABUPATEN PATI

UNIVERSITAS PGRI SEMARANG

PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
 2021

DIRENCANAKAN OLEH:

AHMAD ANTONI
 NPM. 17640004

ADITYA SURYA BINTARA
 NPM. 17640022

PEMBIMBING 1:

Dr. MOH. DEBBY RIZANI, ST. MT.
 NIDN. 0602077402

PEMBIMBING 2:

FARIDA YUDANINGRUM, ST. MT.
 NIDN. 0617067803

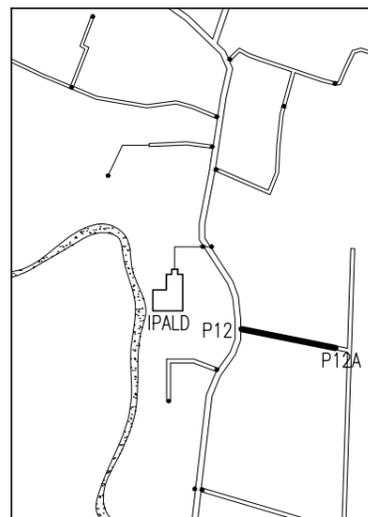
JUDUL GAMBAR:

DETAIL SECTION P12-P12A

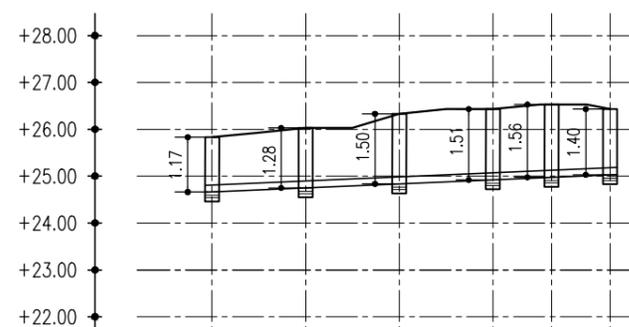
SKALA 1:150 (V) & 1:1500 (H)

NOMOR GAMBAR 13 DARI 14

UKURAN KERTAS A3



KEY PLAN



KODE	BK72	P12	BK73	BK74	BK75	BK72	BK77	P12A	
JARAK (M)		20m	20m	20m	12.5m	12.5m			TOTAL: 85m
ELEVASI TANAH (M)	25.83	26.03	26.33	26.43	26.53	26.43			
ELEVASI DASAR PIPA (M)	24.66	24.75	24.83	24.92	24.98	25.03			
KEMIRINGAN & UKURAN PIPA	0.43% / PVC 6inch								

DETAIL SECTION P12-P12A

1:150 (V) 1:1500 (H)



PERENCANAAN INSTALASI PENGOLAHAN AIR
 LIMBAH DOMESTIK (IPALD) SKALA
 KOMUNAL DESA SUKOHARJO KECAMATAN
 MARGOREJO KABUPATEN PATI

UNIVERSITAS PGRI SEMARANG

PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
 2021

DIRENCANAKAN OLEH:

AHMAD ANTONI
 NPM. 17640004

ADITYA SURYA BINTARA
 NPM. 17640022

PEMBIMBING 1:

Dr. MOH. DEBBY RIZANI, ST. MT.
 NIDN. 0602077402

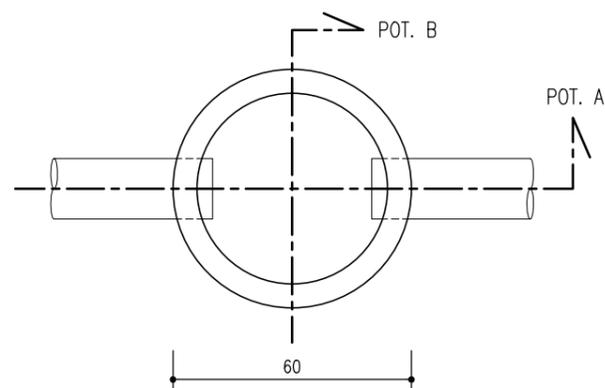
PEMBIMBING 2:

FARIDA YUDANINGRUM, ST. MT.
 NIDN. 0617067803

JUDUL GAMBAR:

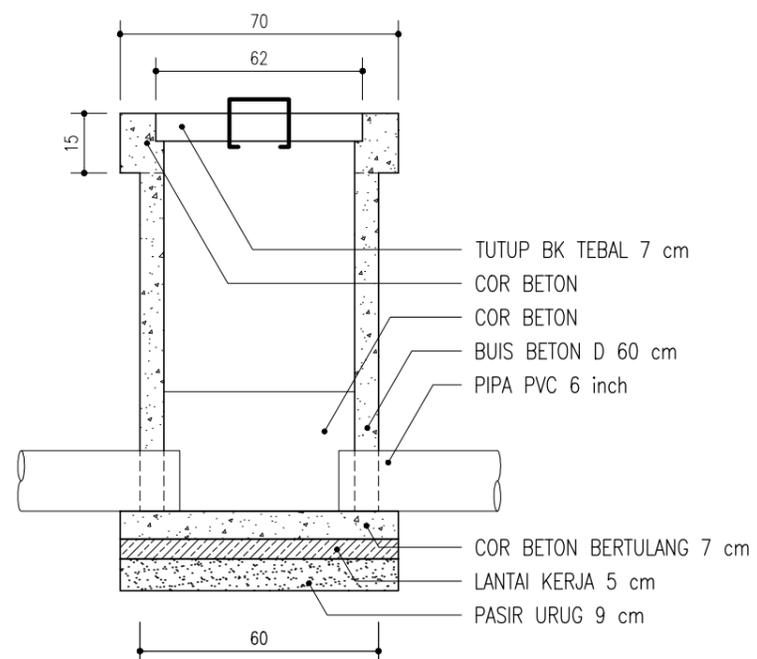
DETAIL TIPIKAL DAN
 POTONGAN BAK KONTROL

SKALA	1:20
NOMOR GAMBAR	14 DARI 14
UKURAN KERTAS	A3



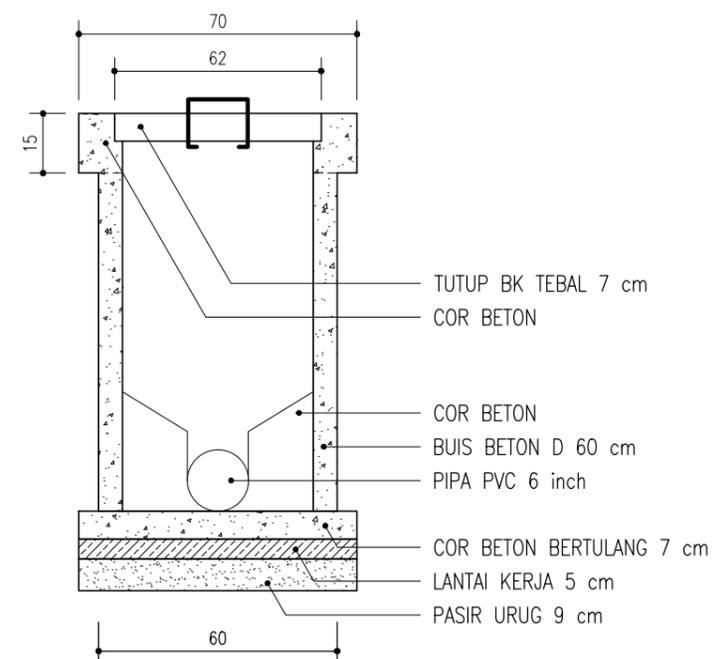
DETAIL TIPIKAL BK A

1:20



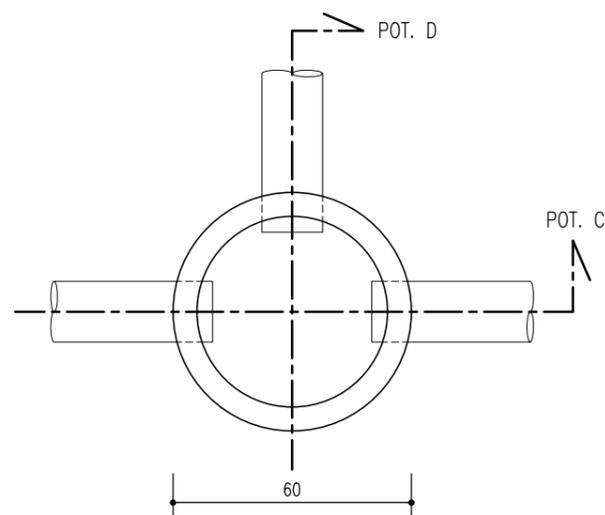
POTONGAN A

1:20



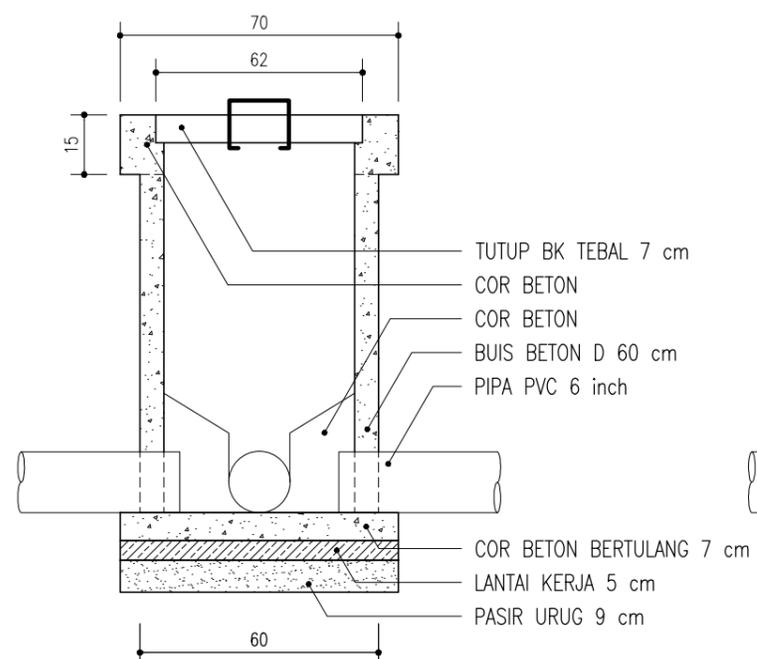
POTONGAN B

1:20



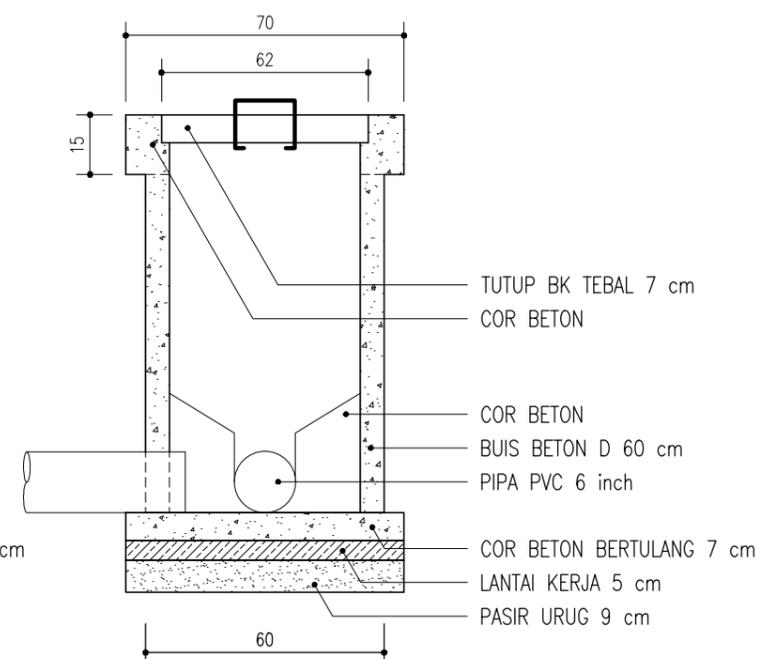
DETAIL TIPIKAL BK B

1:20



POTONGAN C

1:20



POTONGAN D

1:20



PEMERINTAH PROVINSI JAWA TENGAH
DINAS KESEHATAN
**BALAI LABORATORIUM KESEHATAN DAN
PENGUJIAN ALAT KESEHATAN**

Jalan Soekarno Hatta Nomor 185 Semarang Kode Pos 50196 Telepon 024-6710662
Faksimile 024-6715241 Surat Elektronik : labkes_jateng@yahoo.co.id

DINKES/BALAI LABKES PAK/P/KK/FORM/008

LAPORAN HASIL PEMERIKSAAN

Nama : Aditya Surya Bintara
Alamat : BTN Muktisari RT.06 RW.02, Kel. Muktiharjo, Kec. Margorejo, KAB. PATI, JAWA TENGAH
Tgl Penerimaan : 10/01/2022 Tgl Pengujian : 10/01/2022 - 31/01/2022
Kode Sampel : ALK22010050 Jenis Sampel : Air Limbah Domestik (Kimia Kesehatan)
Petugas Sampling : Aditya Surya Bintara Pengambilan Sampel : Eksternal
Tgl/Lokasi Sampling : 10-01-2022 08:30:002. Dk. Gambiran Desa Sukoharjo Kec.Margorejo Kab.Pati (Pembuangan Pertama)
Baku Mutu : Permen LHK RI No. P. 68/ Menlhk/ Sekjen/ Kum.1/ 8/ 2016
Keterangan :

No	Nama Parameter	Hasil	Baku Mutu	Satuan	Metode
1	BOD	15	30	mg/L	SNI 6989.72.2009
2	COD*	40	100	mg/L	SNI 6989.73:2019

Tanda * : Sudah masuk ruang lingkup Akreditasi KAN ISO/IEC 17025:2017

Keterangan :

1. Hasil analisis hanya berlaku untuk sampel yang diuji.
2. Pemeriksaan logam berat adalah logam terlarut.
3. Dilarang menggandakan sebagian laporan hasil pengujian tanpa persetujuan tertulis Balai Laboratorium Kesehatan Provinsi Jawa Tengah.



Semarang, 31 Januari 2022
Penanggung Jawab Teknis

Eka Sudarsana, SKM, M.Kes
NIP. 196811111988031003



PEMERINTAH PROVINSI JAWA TENGAH
DINAS KESEHATAN
**BALAI LABORATORIUM KESEHATAN DAN
PENGUJIAN ALAT KESEHATAN**

Jalan Soekarno Hatta Nomor 185 Semarang Kode Pos 50196 Telepon 024-6710662
Faksimile 024-6715241 Surat Elektronik : labkes_jateng@yahoo.co.id

DINKES/BALAI LABKES PAK/P/KK/FORM/008

LAPORAN HASIL PEMERIKSAAN

Nama : Aditya Surya Bintara
Alamat : BTN Muktisari RT.06 RW.02, Kel. Muktiharjo, Kec. Margorejo, KAB. PATI, JAWA TENGAH
Tgl Penerimaan : 10/01/2022 Tgl Pengujian : 10/01/2022 - 31/01/2022
Kode Sampel : ALK22010049 Jenis Sampel : Air Limbah Domestik (Kimia Kesehatan)
Petugas Sampling : Aditya Surya Bintara Pengambilan Sampel : Eksternal
Tgl/Lokasi Sampling : 10-01-2022 08:30:001. Dk. Gambiran Desa Sukoharjo Kec.Margorejo Kab.Pati (Pembuangan Akhir)
Baku Mutu : Permen LHK RI No. P. 68/ Menlhk/ Sekjen/ Kum.1/ 8/ 2016
Keterangan :

No	Nama Parameter	Hasil	Baku Mutu	Satuan	Metode
1	BOD	5,5	30	mg/L	SNI 6989.72.2009
2	COD*	12	100	mg/L	SNI 6989.73:2019

Tanda * : Sudah masuk ruang lingkup Akreditasi KAN ISO/IEC 17025:2017

Keterangan :

1. Hasil analisis hanya berlaku untuk sampel yang diuji.
2. Pemeriksaan logam berat adalah logam terlarut.
3. Dilarang menggandakan sebagian laporan hasil pengujian tanpa persetujuan tertulis Balai Laboratorium Kesehatan Provinsi Jawa Tengah.

Kepala Balai Laboratorium Kesehatan
dan Pengujian Alat Kesehatan, Provinsi Jawa Tengah



Semarang, 31 Januari 2022
Penanggung Jawab Teknis


Eka Sudarsana, SKM, M.Kes
NIP. 19681111198803 1 003



UNIVERSITAS PGRI SEMARANG

FAKULTAS TEKNIK DAN INFORMATIKA

Kampus : Jalan Sidodadi Timur Nomor 24 Dr. Cipto, Semarang – Indonesia 50125

Telp. (024)8316377, Faks. (024)844217, E-mail : upgrismg@gmail.com, Homepage : www.upgrismg.ac.id

LEMBAR PEMBIMBINGAN SKRIPSI

Nama Mahasiswa : 1. Ahmad Antoni
2. Aditya Surya Bintara

NPM : 1. 17640004
2. 17640022

Program Studi : Teknik Sipil

Judul Skripsi : Perencanaan IPAL komunal Desa Jatisari Kecamatan Jakenan
Kabupaten Pati

Dosen Pembimbing I : Dr. Mohammad Debby Rizani, S.T., M.T.

Dosen Pembimbing II : Farida Yudaningrum, S.T., M.T.

No	Hari Tanggal	Uraian Bimbingan	Paraf
1.	8 - 9 - 2021	- Bab 1 - tambah sitasi untuk teori pada latar belakang - tujuan penelitian disesional di lingkungan rumah.	
2.	5 - 10 - 202	- Bab 1 OK!! - Bab 2. - tambah teori ttg SPALD - Tambahkan penelitian terdahulu. - Bab 3 - tambah peta lokasi - Tambah profil sanitasi saat ini. - tambah alat penelitian	

Dosen Pembimbing I

Dr. Moh. Debby Rizani, S.T., M.T.

NIDN: 207401558

060 2077402

Mahasiswa I

Ahmad Antoni

NPM: 17640004

Mahasiswa II

Aditya Surya Bintara

NPM: 17640022



UNIVERSITAS PGRI SEMARANG

FAKULTAS TEKNIK DAN INFORMATIKA

Kampus : Jalan Sidodadi Timur Nomor 24 Dr. Cipto, Semarang – Indonesia 50125

Telp. (024)8316377, Faks. (024)844217, E-mail : upgrismg@gmail.com, Homepage : www.upgrismg.ac.id

LEMBAR PEMBIMBINGAN SKRIPSI

No	Hari Tanggal	Uraian Bimbingan	Paraf
3.	21/10 '21	<ul style="list-style-type: none">- Bab 2.<ul style="list-style-type: none">- tambah teori tentang perencanaan IPALD. + skala permukiman. (IPALD)- Bab 3.<ul style="list-style-type: none">- tambahkan metode Analisa :<ul style="list-style-type: none">- Analisa kualitatif & kuantitatif Air limbah- Analisa perencanaan IPALD skala permukiman	
4.	1/11 '21	<ul style="list-style-type: none">- Bab 2 OK!!- Bab 3<ul style="list-style-type: none">- Diagram Alir Penelitian disempurnakan- Analisa data ditambahkan.- Bab 4<ul style="list-style-type: none">- Lanjutkan analisa & pembahasanLanjutkan !!	

Dosen Pembimbing I

Dr. Moh. Debby Rizani, S.T., M.T.
NIDN: 0602077402

Mahasiswa I

Ahmad Antoni
NPM: 17640004

Mahasiswa II

Aditya Surya Bintara
NPM: 17640022



UNIVERSITAS PGRI SEMARANG
FAKULTAS TEKNIK DAN INFORMATIKA

Kampus : Jalan Sidodadi Timur Nomor 24 Dr. Cipto, Semarang – Indonesia 50125
Telp. (024)8316377, Faks. (024)844217, E-mail : upgrismg@gmail.com, Homepage : www.upgrismg.ac.id

LEMBAR PEMBIMBINGAN SKRIPSI

No	Hari Tanggal	Uraian Bimbingan	Paraf
5	2/2 '22	- Data - Z pengguna IPALD - Jarak antara SR - Kemiringan pipa. - Penentuan lokasi IPALD.	
6	16/2 '22	- Bab 2 → teor. tentang perencanaan telekomunikasi IPALD - Bab 3 → jelaskan Analisa perencanaan teknik - Bagan alir di sempurna - Bab 4 lengkap !!	

Dosen Pembimbing I

Dr. Moh. Debby Rizani, S.T., M.T.
NIDN: 0602077402

Mahasiswa I

Ahmad Antoni
NPM: 17640004

Mahasiswa II

Aditya Surya Bintara
NPM: 17640022



UNIVERSITAS PGRI SEMARANG
FAKULTAS TEKNIK DAN INFORMATIKA

Kampus : Jalan Sidodadi Timur Nomor 24 Dr. Cipto, Semarang – Indonesia 50125

Telp. (024)8316377, Faks. (024)844217, E-mail : upgrisng@gmail.com, Homepage : www.upgrisng.ac.id

LEMBAR PEMBIMBINGAN SKRIPSI

No	Hari Tanggal	Uraian Bimbingan	Paraf
7	22/2 '22	- Bab 3 - Analisa Perencanaan Teknis - Dimensi IPALD - Perpipaan - Bab 4. 4.1 Analisa kualitatif & kuantitatif 4.2 Analisa Perencanaan teknis IPALD 4.3 Pembahasan Lanjutan	

Dosen Pembimbing I

Dr. Moh. Debby Rizani, S.T., M.T.
NIDN: 0602077402

Mahasiswa I

Ahmad Antoni
NPM: 17640004

Mahasiswa II

Aditya Surya Bintara
NPM: 17640022



UNIVERSITAS PGRI SEMARANG
FAKULTAS TEKNIK DAN INFORMATIKA

Kampus : Jalan Sidodadi Timur Nomor 24 Dr. Cipto, Semarang – Indonesia 50125

Telp. (024)8316377, Faks. (024)844217, E-mail : upgrismg@gmail.com, Homepage : www.upgrismg.ac.id

LEMBAR PEMBIMBINGAN SKRIPSI

No	Hari Tanggal	Uraian Bimbingan	Paraf
8	8/3 '2022	- Bab 2 OK !! - Bab 3 tambahkan rumus utk analisa perencanaan teknis - Bab 4 Gunakan rumus analisa perencanaan teknis Bab 3 - lengkap !!	

Dosen Pembimbing I

Dr. Moh. Debby Rizani, S.T., M.T.
NIDN: 0602077402

Mahasiswa I

Ahmad Antoni
NPM: 17640004

Mahasiswa II

Aditya Surya Bintara
NPM: 17640022



UNIVERSITAS PGRI SEMARANG

FAKULTAS TEKNIK DAN INFORMATIKA

Kampus : Jalan Sidodadi Timur Nomor 24 Dr. Cipto, Semarang – Indonesia 50125

Telp. (024)8316377, Faks. (024)844217, E-mail : upgrismg@gmail.com, Homepage : www.upgrismg.ac.id

LEMBAR PEMBIMBINGAN SKRIPSI

No	Hari Tanggal	Uraian Bimbingan	Paraf
9	14/12/2022 /3	<ul style="list-style-type: none">- Perhitungan dimensi inlet + ADR & perencanaan serwai kapasitas volume lumpur tunda. & lebar & tinggi ditentukan (relatif dg dimensi set (ker))- kedalaman pipa inlet di rencanakan dg keor sambungan awal terpasang.- gambar design gambar bertur at- lengkap !!	
10	23/12/2022 /3	<ul style="list-style-type: none">- perhitungan rencana dimensi bale pengumpul + ADR direvisikan dg jumlah penduduk yg ditayani- perpipaan untuk selisih > 30cm diberi bale kontrol- lengkap.	 main hole

Dosen Pembimbing I

Mahasiswa I

Mahasiswa II

Dr. Moh. Debby Rizani, S.T., M.T.
NIDN: 0602077402

Ahmad Antoni
NPM: 17640004

Aditya Surya Bintara
NPM: 17640022



UNIVERSITAS PGRI SEMARANG

FAKULTAS TEKNIK DAN INFORMATIKA

Kampus : Jalan Sidodadi Timur Nomor 24 Dr. Cipto, Semarang – Indonesia 50125

Telp. (024)8316377, Faks. (024)844217, E-mail : upgrismg@gmail.com, Homepage : www.upgrismg.ac.id

LEMBAR PEMBIMBINGAN SKRIPSI

No	Hari Tanggal	Uraian Bimbingan	Paraf
11	29/3'2022	<ul style="list-style-type: none">- Analisa perencanaan dimensi? UPL ok !!- Dib 4 ok !!- layout Bab 5 + gambar !!	
12	4/4'2022	<ul style="list-style-type: none">- ⊕ analisa perencanaan perpipaan- Gambar revisi dan hasil analisa UPL + perpipaan- Bab 5 → kesimpulan dan' revisi analisis.	
13	19/4'2022	<ul style="list-style-type: none">- Gambar ok !!- Bab 5 :<ul style="list-style-type: none">- Kesimpulan disimpulkan & tujuan penelitian- melengkapi & Daftar Isi, Daftar Tabel, Daftar Gambar, dll.- Kesimpulan !.	

Dosen Pembimbing I

Dr. Moh. Debby Rizani, S.T., M.T.
NIDN: 0602077402

Mahasiswa I

Ahmad Antoni
NPM: 17640004

Mahasiswa II

Aditya Surya Bintara
NPM: 17640022



UNIVERSITAS PGRI SEMARANG

FAKULTAS TEKNIK DAN INFORMATIKA

Kampus : Jalan Sidodadi Timur Nomor 24 Dr. Cipto, Semarang – Indonesia 50125

Telp. (024)8316377, Faks. (024)844217, E-mail : upgrismg@gmail.com, Homepage : www.upgrismg.ac.id

LEMBAR PEMBIMBINGAN SKRIPSI

No	Hari Tanggal	Uraian Bimbingan	Paraf
14	10/5 '22	<ul style="list-style-type: none">- Kelengkapan skripsi' ok !,- Siapkan ujian skripsi'<ul style="list-style-type: none">- Materi 'presentasi' (PPT)- certificate . <p>acc ^{rr} ,,</p> <p>==</p>	

Dosen Pembimbing I

Dr. Moh. Debby Rizani, S.T., M.T.
NIDN: 0602077402

Mahasiswa I

Ahmad Antoni
NPM: 17640004

Mahasiswa II

Aditya Surya Bintara
NPM: 17640022



UNIVERSITAS PGRI SEMARANG

FAKULTAS TEKNIK DAN INFORMATIKA

Kampus : Jalan Sidodadi Timur Nomor 24 Dr. Cipto, Semarang – Indonesia 50125

Telp. (024)8316377, Faks. (024)844217, E-mail : upgrismg@gmail.com, Homepage : www.upgrismg.ac.id

LEMBAR PEMBIMBINGAN SKRIPSI

Nama Mahasiswa : 1. Ahmad Antoni
2. Aditya Surya Bintara

NPM : 1. 17640004
2. 17640022

Program Studi : Teknik Sipil

Judul Skripsi : Perencanaan IPAL komunal Desa Jatisari Kecamatan Jakenan
Kabupaten Pati

Dosen Pembimbing I : Dr. Mohammad Debby Rizani, S.T., M.T.

Dosen Pembimbing II : Farida Yudaningrum, S.T., M.T.

No	Hari Tanggal	Uraian Bimbingan	Paraf
1.	Rabu/6-10-2021	- Peta Lokasi Studi - Referensi penelitian terdahulu - Diagram / flowchart penelitian	
2.	Kamis/21-10-2021	- Bab 3 dileengkapi - Flowchart disesuaikan - jenis penelitian, Data, metode pengumpulan data, dll	

Dosen Pembimbing II

Farida Yudaningrum, S.T., M.T.

NPP
NIDN: 147801440
NIPN 0617067803

Mahasiswa I

Ahmad Antoni

NPM: 17640004

Mahasiswa II

Aditya Surya Bintara

NPM: 17640022



UNIVERSITAS PGRI SEMARANG

FAKULTAS TEKNIK DAN INFORMATIKA

Kampus : Jalan Sidodadi Timur Nomor 24 Dr. Cipto, Semarang – Indonesia 50125

Telp. (024)8316377, Faks. (024)844217, E-mail : upgrismg@gmail.com, Homepage : www.upgrismg.ac.id

LEMBAR PEMBIMBINGAN SKRIPSI

No	Hari Tanggal	Uraian Bimbingan	Paraf
3.	Rabu, 3/11/2021	<ul style="list-style-type: none">- Mengekspansi bab 3 (Analisa dll)- Flowchart & Mengekspansi (Data yg dibutuhkan & metode)- Rumus yg digunakan utk analisa ?	
4	Rabu, 9/3 2022	<ul style="list-style-type: none">- Cek sistematisa penulisan- Cek flowchart.- Cek format penulisan tabel.- Lanjutkan analisa & perhitungan bab 4	
5.	Ho Rabu, 16/3 2022	<ul style="list-style-type: none">- Lanjutkan perhitungan & gambar detail.	
6.	Rabu, 30/3 2022.	<ul style="list-style-type: none">- Lanjutkan gambar detail.- Cek SNI metode pengujian BOD & COD- Lanjutkan Bab 5, Dapus,- Mengekspansi kata pengantar, abstrak. B. ludo + B. lussris.	

Dosen Pembimbing II

Farida Yudaningrum, S.T., M.T.
NIDN: 0617067803

Mahasiswa I

Ahmad Antoni
NPM: 17640004

Mahasiswa II

Aditya Surya Bintara
NPM: 17640022



UNIVERSITAS PGRI SEMARANG
FAKULTAS TEKNIK DAN INFORMATIKA

Kampus : Jalan Sidodadi Timur Nomor 24 Dr. Cipto, Semarang – Indonesia 50125

Telp. (024)8316377, Faks. (024)844217, E-mail : upgrismg@gmail.com, Homepage : www.upgrismg.ac.id

LEMBAR PEMBIMBINGAN SKRIPSI

No	Hari Tanggal	Uraian Bimbingan	Paraf
7.	18/5 2022.	- Siapkan PPT, Artikel. - ACC, bisa maju sidang	

Dosen Pembimbing II

Farida Yudaningrum, S.T., M.T.
NIDN: 0617067803

Mahasiswa I

Ahmad Antoni
NPM: 17640004

Mahasiswa II

Aditya Surya Bintara
NPM: 17640022

LEMBAR REVISI UJIAN SKRIPSI

Nama Mahasiswa : Ahmad Antoni / Aditya Surya Bintara
NPM : 17640004 / 17640022
Judul :

Perencanaan Instalasi Pengolahan air limbah Domestik (IPALD) Skala Komunal Desa Sukoharjo Kecamatan Margorejo Kabupaten Pati

No	Uraian Revisi	Keterangan
1.	perbaiki foto tulis laporan.	f.
	Revisi: Ate 16/6/2022	d

Penguji I,



Agung Kristiawan, ST., M.T.
NIDN. 0605037001

*) Revisi Maksimal 7 Hari Setelah Pelaksanaan Ujian Skripsi

LEMBAR REVISI UJIAN SKRIPSI

Nama Mahasiswa : Agus Kris Budiman Ahmad Antoni
NPM : 1764004
Judul :

**Perencanaan Instalasi Pengolahan air limbah Domestik (IPALD) Skala Komunal Desa Sukoharjo
Kecamatan Margorejo Kabupaten Pati**

No	Uraian Revisi	Keterangan
1.	tambahkan sumber pada setiap gambar dan tabel (bab 4)	acc  16/6/22
2.	penyempulan layout layout ALD ditambahkan setelah sebelum dan setelah pengolahan, → memenuhi/hidat	
3.	untuk gambar sebaiknya menggunakan layout A3	

Penguji 2,



Dr. M Debby Rizani, ST., M.T.
NIDN. 0602077402

*) Revisi Maksimal 7 Hari Setelah Pelaksanaan Ujian Skripsi

LEMBAR REVISI UJIAN SKRIPSI

Nama Mahasiswa : ~~Agus Kris Budiman~~ Aditya Surya Dintara
NPM : 17640022
Judul :

**Perencanaan Instalasi Pengolahan air limbah Domestik (IPALD) Skala Komunal Desa Sukoharjo
Kecamatan Margorejo Kabupaten Pati**

No	Uraian Revisi	Keterangan
1.	Tambahkan sumber pada setiap gambar dan tabel (Bab 4)	 16/12/22
2.	Kesimpulan terkait kualitas ALD ditambahkan untuk sebelum dan sesudah pengolahan → memenuhi / tidak	
3.	untuk gambar sebangun menyesuaikan kertas A3	

Penguji 2,



Dr. M. Debby Rizani, ST., M.T.
NIDN. 0602077402

*) Revisi Maksimal 7 Hari Setelah Pelaksanaan Ujian Skripsi

LEMBAR REVISI UJIAN SKRIPSI

Nama Mahasiswa : Agus Kris Budiman *Ahmad Anton*
NPM : 176400
Judul :

Perencanaan Instalasi Pengolahan air limbah Domestik (IPALD) Skala Komunal Desa Sukoharjo Kecamatan Margorejo Kabupaten Pati

No	Uraian Revisi	Keterangan
1.	Korelasi hasil penelitian dg pe anda dg penelitian yg sdh ada ?	
2.	Sumber tabel.	
3.	Abstrak.	
	ACC 20/2022 16  Fatida. y	

Penguji 3



Farida Yudaningrum S.T., M.T.
NIDN. 0617067803

*) Revisi Maksimal 7 Hari Setelah Pelaksanaan Ujian Skripsi

LEMBAR REVISI UJIAN SKRIPSI

Nama Mahasiswa

~~Agus Kris Budiman~~

Aditya Surya

NPM

: 176400

Judul

Perencanaan Instalasi Pengolahan air limbah Domestik (IPALD) Skala Komunal Desa Sukoharjo Kecamatan Margorejo Kabupaten Pati

No	Uraian Revisi	Keterangan
1.	Korelasi hasil penelitian anda dg penelitian yg sdh ada ?	
2.	Sumber tabel.	
3.	Abstrak.	
	ACC 20/2022 16  Farida. Y	

Penguji 3



Farida Yudaningrum S.T., M.T.
NIDN. 0617067803

*) Revisi Maksimal 7 Hari Setelah Pelaksanaan Ujian Skripsi



UNIVERSITAS PGRI SEMARANG

FAKULTAS TEKNIK DAN INFORMATIKA

Kampus : Jalan Sidodadi Timur Nomor 24 Dr. Cipto, Semarang - Indonesia 50125
Telp. (024) 8452230, Faks. (024) 8448217, E-mail : fti@upgris.ac.id. Website : http://fti.upgris.ac.id

SURAT TUGAS PEMBIMBING SKRIPSI

Nomor : 64.260/U/FTI/IX/2021

Dekan Fakultas Teknik dan Informatika, Universitas PGRI Semarang dengan ini memberikan tugas kepada :

- N a m a** : **Dr. MOHAMMAD DEBBY RIZANI, ST. MT.**
NIP/NPP : 207401558
Pangkat, Gol. : Penata / III c
Jabatan : Lektor
Sebagai : Pembimbing I
- N a m a** : **FARIDA YUDANINGRUM, S.T., M.T.**
NIP/NPP : 147801440
Pangkat, Gol. : Penata Muda Tk. I / III b
Jabatan : Assisten Ahli
Sebagai : Pembimbing II

Untuk membimbing Skripsi bagi mahasiswa :

NO.	N P M	NAMA MAHASISWA	PROGRAM STUDI
1.	17640004	AHMAD ANTONI	Teknik Sipil
2.	17640022	ADITYA SURYA BINTARA	Teknik Sipil
3.			

Judul Skripsi :

PERENCANAAN IPAL KOMUNAL DESA JATISARI KECAMATAN JAKENAN KABUPATEN PATI

Demikian surat tugas untuk dilaksanakan dengan sebaik-baiknya, dengan penuh rasa tanggung jawab dan segera dilaporkan kepada Ketua Program Studi setelah mahasiswa ybs. selesai menyelesaikan Skripsi paling lambat 2 (dua) bulan setelah pelaksanaan ujian.

Semarang, 21 September 2021

Dekan,

Drs. SLAMET SUPRIYADI, M.Env.St
NIP 195912281986031003