

Analisis Desain Instalasi Pengolahan Air Limbah Domestik (IPALD) Komunal Di Rt. 04 Desa Murung Kenanga, Kecamatan Martapura, Kabupaten Banjar, Provinsi Kalimantan Selatan

Agung Kresdianto¹, Anna Catharina Sri Purna Suswati², Agnes Hanna Patty³
^{1,2,3}Prodi Teknik Sipil - Universitas Katolik Widya Karya Malang, Indonesia

Alamat: Universitas Katolik Widya Karya Malang – Jl. Bondowoso No 2 Malang

*Korespondensi penulis: 201532001@widyakarya.ac.id

Abstract. Communal domestic wastewater treatment plants (IPALD) are facilities used by the public to treat household wastewater. This study analyzed the existing communal IPALD located in Murung Kenanga Village, Banjar Regency, which is situated in a delta area of the Martapura River. The analysis results were then compared with an IPALD design based on wastewater treatment planning theory. The results show that the existing IPALD design for the equalization tank, sedimentation tank, and anaerobic filter meets the community's needs, while the Inlet and Outlet tanks do not. Although the sedimentation tank and anaerobic filter meet the required capacity, their construction is oversized and exceeds community needs. The existing IPALD consists of an Inlet tank, equalization tank, sedimentation tank, anaerobic filter, and Outlet tank with storage volumes of 0.61 cm³, 0.60 cm³, 7.78 cm³, 11.87 cm³, and 0.17 cm³, respectively. The theoretical IPALD design consists of an Inlet tank, equalization tank, sedimentation tank, anaerobic filter, and Outlet tank with storage volumes of 0.68 cm³, 0.56 cm³, 0.28 cm³, 0.45 cm³, and 0.20 cm³, respectively.

Keywords: Communal domestic wastewater treatment plant, IPALD design, Sedimentation tank, Anaerobic filter, Storage volume

Abstrak. IPALD Komunal merupakan sarana untuk masyarakat umum dalam mengolah limbah keluarga. Studi ini melakukan analisis pada IPALD Komunal Eksisting yang terletak Di Desa Murung Kenanga, Kabupaten Banjar yang merupakan suatu Delta di Sungai Martapura. Hasil analisis tersebut kemudian dibandingkan dengan desain IPALD yang didasari oleh teori perencanaan IPALD. Hasil analisis menunjukkan desain IPALD Eksisting untuk Bak Perata, Pengendap dan Anaerobic Filter memenuhi kebutuhan warga, sedangkan Bak Inlet dan Outlet tidak memenuhi. Bak Pengendap dan Anaerobic Filter walaupun memenuhi kebutuhan warga tetapi konstruksinya terlalu besar, melebihi kebutuhan warga. Desain IPALD Eksisting terdiri atas Bak Inlet, Perata, Pengendap, Anaerobic Filter dan Outlet yang berturut – turut mempunyai volume tampung 0,61 cm³; 0,6 cm³; 7,78 cm³; 11,87 cm³ dan 0,17 cm³. Desain IPALD Teoritis terdiri atas Bak Inlet, Perata, Pengendap, Anaerobic Filter dan Outlet yang berturut – turut mempunyai volume tampung 0,68 cm³; 0,56 cm³; 0,28 cm³; 0,45 cm³ dan 0,2 cm³.

Kata kunci: IPALD Komunal, Desain IPALD, Bak pengendap, Anaerobic filter, Volume tampung

1. LATAR BELAKANG

Pengelolaan air limbah domestik merupakan bagian penting dari upaya pengendalian pencemaran lingkungan dan peningkatan kualitas kesehatan masyarakat, terutama pada wilayah permukiman yang berada di sekitar badan air. Pada kawasan seperti ini, sistem pengolahan air limbah domestik komunal berperan untuk menurunkan beban pencemar sebelum efluen dibuang ke lingkungan penerima.

Desa Murung Kenanga, Kecamatan Martapura, Kabupaten Banjar, berada pada kawasan delta Sungai Martapura sehingga memiliki karakteristik lingkungan yang sensitif terhadap perubahan tata air dan sanitasi permukiman. Studi terdahulu menunjukkan bahwa IPALD komunal di lokasi ini telah dianalisis berdasarkan kesesuaian desain eksisting terhadap kebutuhan teoritis, dan hasilnya memperlihatkan bahwa beberapa bagian instalasi telah

memenuhi kebutuhan warga, sedangkan bagian lain masih belum sesuai atau justru berukuran berlebih.

Kondisi tersebut menunjukkan bahwa evaluasi desain IPALD tidak hanya diperlukan untuk melihat kelayakan teknis, tetapi juga untuk menilai efisiensi kapasitas, kesesuaian fungsi tiap unit, dan potensi optimalisasi pada tahap perencanaan maupun pelaksanaan konstruksi. Di sisi lain, sanitasi permukiman di daerah sempadan sungai masih menjadi isu yang umum dijumpai, karena sebagian masyarakat masih membuang limbah domestik secara langsung ke badan air akibat keterbatasan sarana dan kebiasaan yang telah berlangsung lama.

Berdasarkan kondisi tersebut, diperlukan analisis terhadap kapasitas IPALD eksisting di Desa Murung Kenanga untuk dibandingkan dengan kebutuhan teoritis berdasarkan pedoman teknis yang berlaku. Hasil analisis ini diharapkan dapat menjadi dasar evaluasi kinerja instalasi sekaligus acuan bagi perencanaan IPALD pada lokasi lain dengan karakteristik serupa.

2. KAJIAN TEORITIS

2.1 Pertumbuhan Penduduk

Pertumbuhan penduduk, mempengaruhi jumlah kebutuhan air bersih, dan jumlah limbah domestik yang dihasilkan. Beberapa metode untuk memproyeksikan pertumbuhan penduduk adalah: (Kamarwan, 1997)

1. Metode Rata-rata Aritmatik

$$P_t = P_o + (P_{n+1} - P_n) t \quad (1)$$

Dimana,

P_t : jumlah penduduk tahun proyeksi

P_o : jumlah penduduk tahun ke 0

P_{n+1} : jumlah penduduk pada tahun ke $n + 1$

P_n : rata-rata pertumbuhan penduduk

t : periode perencanaan

2. Metode Geometrik

$$P_t = P_o (1 + r)^n \quad (2)$$

Dimana,

P_t : jumlah penduduk tahun proyeksi

P_o : jumlah penduduk tahun yang diketahui

r : prosen pertambahan penduduk tiap tahun

n : tahun proyeksi

3. Metode Pertumbuhan Seragam, metode ini mengansumsikan bahwa prosen pertumbuhan penduduk dari dekade ke dekade adalah konstan dan perhitungan didasarkan pada proses pertumbuhan rata-rata. Metode ini cocok pada kota yang relative muda dengan pertumbuhan penduduk yang cepat.
4. Metode Selisih Pertumbuhan, metode ini menambahkan jumlah penduduk saat ini dengan rata-rata pertambahan penduduk dalam sepuluh tahun dan rata-rata selisih pertambahan.
5. Metode Grafis (Rentang Grafis Populasi), metode ini memproyeksikan penduduk dengan menghitung kurva, plotting antara waktu (tahun) dengan populasi. Dari data yang terkumpul dan dibentuk kurva, kemudian direntangkan ke depan sesuai dengan bentuk natur ekurva, maka diperoleh populasi dari tahun yang diinginkan.

2.2 Kebutuhan Air Bersih

2.2.1 Macam Kebutuhan Air Bersih

Kebutuhan air bersih, terbagi atas :

1. Kebutuhan domestik, merupakan kebutuhan air bersih untuk pemenuhan kebutuhan harian (semisal konsumsi, mencuci, mandi, dan pembersihan)
2. Kebutuhan non domestik, merupakan kebutuhan air untuk kegiatan institusional (kantor instansi/lembaga, perkantoran), komersial dan industri (hotel, pasar, restoran), dan fasilitas umum (tempat ibadah, rekreasi)

2.2.2 Penentuan dan Perhitungan Kebutuhan Air Bersih

Kebutuhan air di masyarakat tidaklah konstan, berdasarkan kapasitas maksimumnya maka pemakaian air dibedakan atas: (Kamarwan, 1997)

1. Pemakaian hari maksimum yaitu pemakaian air yang lebih besar dari daripada penggunaan rata-rata per hari pada hari tertentu dalam pekan, bulan, dan tahun.
2. Pemakaian jam puncak yaitu pemakaian air yang lebih tinggi dari rata-rata harian pada jam-jam tertentu.

Perhitungan kebutuhan air bersih didasarkan pada jumlah penduduk yang dilayani dan rata-rata kebutuhan air bersih per orang per hari. Perhitungan kebutuhan air bersih, akan digunakan untuk perhitungan kapasitas pengolahan, distribusi, dan produksi. Nilai faktor pengali untuk mengetahui kebutuhan hari maksimum (F1) adalah 1-1,5, sedangkan untuk jam puncak (F2) adalah 1,5-2,5 (Kamarwan, 1997).

2.3 Air Limbah Domestik

Berdasarkan Peraturan Menteri Lingkungan Hidup Dan Kehutanan Republik Indonesia Nomor: P.68/Menlhk/Setjen/Kum.1/8/2016, air limbah domestik adalah air limbah yang berasal dari aktivitas hidup sehari-hari manusia yang berhubungan dengan pemakaian air

(Menteri LH RI, 2016). Sedangkan menurut Peraturan Menteri Pekerjaan Umum Dan Perumahan Rakyat Republik Indonesia Nomor: 04/PRT/M/2017 yang dimaksud air limbah domestik adalah air limbah yang berasal dari usaha dan/atau kegiatan pemukiman, rumah makan, perkantoran, perniagaan, apartemen, dan asrama (Menteri Pekerjaan Umum Dan Perumahan Rakyat, 2016).

2.3.1 Jenis

Air limbah domestik dihasilkan dari skala rumah tangga yang dapat dibagi menjadi dua jenis yaitu:

1. *Black water* (air kotor) terdiri dari hasil limbah tinja, air kencing.
2. *Grey water* (air bekas) berasal dari penggunaan air mandi, air limbah dapur, air cucian.

2.3.2 Kuantitas

Jumlah air limbah yang dihasilkan berkisar 60-70% dari jumlah air bersih yang dibutuhkan. Rata-rata besaran buangan limbah yang digunakan dalam perencanaan di Indonesia adalah 100-150 l/orang/hari (Kamarwan, 1997).

2.4 Baku Mutu Air Limbah

Berdasarkan Peraturan Menteri Lingkungan Hidup Dan Kehutanan Republik Indonesia Nomor: P.68/Menlhk/Setjen/Kum.1/8/2016, baku mutu air limbah adalah ukuran batas atau kadar unsur pencemar dan atau jumlah unsur pencemar yang ditenggang keberadaannya dalam air limbah yang akan dibuang atau dilepas ke dalam sumber air dari suatu usaha dan atau kegiatan (Menteri LH RI, 2016).

2.4.1 Standar Kualitas Air Limbah Domestik

Berdasarkan Peraturan Menteri Lingkungan Hidup Dan Kehutanan Republik Indonesia Nomor: P.68/Menlhk/Setjen/Kum.1/8/2016, standar kualitas air limbah domestik disajikan dalam tabel 1. berikut.

Tabel 1. Standar Baku Mutu Air Limbah

Parameter	Satuan	Kadar Maksimum*
pH	-	6-9
BOD	mg/L	30
COD	mg/L	100
TSS	mg/L	30
Minyak dan Lemak	mg/L	5
Amoniak	mg/L	10
Total Coliform	Jumlah/100mL	3000
Debit	L/orang/hari	100

Keterangan;

*) rumah susun, penginapan, asrama, pelayanan kesehatan, lembaga pendidikan, perkantoran, perniagaan, pasar, rumah makan, balai pertemuan, arena rekreasi, permukiman, industri, IPAL kawasan, IPAL permukiman, IPAL perkotaan, pelabuhan, bandara, stasiun kereta api, terminal dan lembaga pemasyarakatan.

pH : derajat keasaman yang digunakan untuk menyatakan tingkat keasaman atau kebasaan yang dimiliki oleh suatu larutan.

- BOD : (*Biological Oxygen Demand*) adalah suatu pengukuran pendekatan jumlah biokimia yang terdegradasi di perairan.
- COD : (*Chemical Oxygen Demand*) adalah pengukuran oksigen ekuivalen dari bahan organik dan anorganik dalam sampel air yang mampu dioksidasi oleh bahan kimia pengoksidasi yang kuat seperti bichromat.
- TSS : (*Total Suspended Solid*) adalah semua zat padat (pasir, lumpur, dan tanah liat) atau partikel-partikel yang tersuspensi dalam air berupa komponen biotik (fitoplankton, zooplankton, bakteri, fungi), ataupun komponen abiotik (detritus dan partikel-partikel anorganik).
- Minyak : semua cairan organik yang tidak larut/bercampur dalam air tetapi larut dalam pelarut organik.
- Lemak : sekelompok besar molekul-molekul alam yang terdiri atas unsur-unsur karbon, hidrogen, dan oksigen meliputi asam lemak, lemak, sterol, vitamin-vitamin yang larut di dalam lemak, monogliserida, digliserida, fosfolipid, glikolipid, terpenoid dan lain-lain.
- Amoniak : senyawa kimia dengan rumus NH_3 .
- Coliform : golongan mikroorganisme yang lazim digunakan sebagai indikator, dimana bakteri ini dapat menjadi sinyal untuk menentukan suatu sumber air telah terkontaminasi oleh patogen atau tidak.
- Debit : volume zat cair yang mengalir pada suatu penampang atau yang bisa ditampung tiap satuan waktu.

2.4.2 Penghitungan Debit Air Limbah Domestik

Penentuan Baku Mutu air limbah domestik pada instalasi pengolahan air limbah terintegrasi dihitung dengan menggunakan rumusan sebagai berikut: (Menteri Pekerjaan Umum Dan Perumahan Rakyat, 2016)

1. Debit Air Limbah Tertinggi

Debit air limbah paling tinggi adalah jumlah debit tertinggi air limbah domestik senyatanya (bila ada) atau berdasarkan prakiraan dari masing-masing kegiatan dan air limbah dari kegiatan lainnya, seperti yang dinyatakan dalam persamaan berikut:

$$Q_{\max} = \sum_i^n Q_i + \dots Q_m \quad (3)$$

Dimana:

$Q_{\max}$ = Debit air limbah paling tinggi, dalam satuan m^3/waktu .

Q_i = Debit air limbah paling tinggi dari kegiatan i dalam satuan m^3/waktu .

Q_m = Debit air limbah paling tinggi dari kegiatan m dalam satuan m^3/waktu .

2. Kadar Air Limbah Gabungan Tertinggi

Penentuan kadar paling tinggi pada parameter yang sama dapat ditentukan dengan cara sederhana, yaitu dengan menggunakan metode neraca massa sebagai berikut:

$$C_{\max} = \sum_i^n \frac{C_i Q_i + C_n Q_n}{Q_i + Q_n} \quad (4)$$

Dimana:

$C_{\max}$ = kadar paling tinggi setiap parameter, dalam satuan mg/l .

C_i = kadar paling tinggi setiap parameter dalam baku mutu air limbah domestik untuk kegiatan i, dalam satuan mg/l .

Q_i = debit paling tinggi air limbah domestik kegiatan i, dalam satuan m^3/waktu .

C_n = kadar paling tinggi setiap parameter dalam baku mutu air limbah untuk kegiatan n, dalam satuan mg/l .

Q_n = debit paling tinggi air limbah kegiatan n, dalam satuan m^3/waktu .

2.5 Sistem Pengelolaan Air Limbah Domestik (SPALD)

Berdasarkan Peraturan Menteri Lingkungan Hidup Dan Kehutanan Republik Indonesia Nomor: P.68/Menlhk/Setjen/Kum.1/8/2016 Sistem Pengelolaan Air Limbah Domestik (SPALD) adalah serangkaian kegiatan pengelolaan air limbah domestik dalam satu kesatuan dengan prasarana dan sarana pengelolaan air limbah domestik.

2.5.1 Jenis

Sistem Pengelolaan Air Limbah Domestik (SPALD) terbagi menjadi dua sistem pengelolaan yaitu:

1. Sistem Pengelolaan Air Limbah Domestik Setempat (SPALD-S)
2. Sistem Pengelolaan Air Limbah Domestik Terpusat (SPALD-T).

2.5.2 Komponen SPALD

1. SPALD-S

a. Sub-sistem Pengolahan Setempat

Sub-sistem Pengolahan Setempat berfungsi untuk mengumpulkan dan mengolah air limbah domestik (*black water dan grey water*) di lokasi sumber.

b. Sub-sistem Pengangkutan

Sub-sistem Pengangkutan merupakan sarana untuk memindahkan lumpur tinja dari Sub-sistem Pengolahan Setempat ke Sub-sistem Pengolahan Lumpur Tinja.

c. Sub-sistem Pengolahan Lumpur Tinja

Sub-sistem Pengolahan Lumpur Tinja berfungsi untuk mengolah lumpur tinja yang masuk ke dalam IPLT.

2. SPALD-T

a. Sub-sistem Pelayanan

Sub-sistem Pelayanan merupakan prasarana dan sarana untuk menyalurkan air limbah domestik dari sumber melalui perpipaan ke Sub-sistem Pengumpulan.

b. Sub-sistem Pengumpulan

Sub-sistem Pengumpulan merupakan prasarana dan sarana untuk menyalurkan air limbah domestik melalui perpipaan dari Sub-sistem Pelayanan ke Sub-sistem Pengolahan Terpusat.

c. Sub-sistem Pengolahan Terpusat

Sub-sistem Pengolahan Terpusat merupakan prasarana dan sarana untuk mengolah air limbah domestik yang dialirkan dari sumber melalui Sub-sistem Pelayanan dan Sub-sistem Pengumpulan.

2.6 Instalasi Pengolahan Air Limbah Domestik

Berdasarkan Peraturan Menteri Lingkungan Hidup Dan Kehutanan Republik Indonesia Nomor: P.68/Menlhk/Setjen/Kum.1/8/2016 Instalasi Pengolahan Air Limbah Domestik (IPALD) adalah bangunan air yang berfungsi untuk mengolah air limbah domestik.

2.6.1 Sarana dan Prasarana

Sub-sistem Pengolahan Terpusat merupakan prasarana dan sarana untuk mengolah air limbah domestik yang dialirkan dari sumber melalui Sub-sistem Pelayanan dan Sub-sistem Pengumpulan. Prasarana dan sarana yang dimaksud pada meliputi IPALD kota untuk cakupan pelayanan skala perkotaan dan/atau IPALD permukiman untuk cakupan pelayanan skala permukiman atau skala kawasan tertentu. IPALD terdiri atas:

1. Sarana dan Prasarana Utama, meliputi:
 - a. Bangunan pengolahan air limbah;
 - b. Bangunan pengolahan lumpur;
 - c. Peralatan mekanikal dan elektrik; dan/atau
 - d. Unit pemrosesan lumpur kering.
2. Sarana dan Prasarana Pendukung, meliputi:
 - a. Gedung kantor;
 - b. Laboratorium;
 - c. Gudang dan bengkel kerja;
 - d. Infrastruktur jalan berupa jalan masuk, jalan operasional, dan jalan inspeksi;
 - e. Sumur pantau;
 - f. Fasilitas air bersih;
 - g. Alat pemeliharaan;
 - h. Peralatan Keselamatan dan Kesehatan Kerja (K3);
 - i. Pos jaga;
 - j. Pagar pembatas;
 - k. Pipa pembuangan;
 - l. Tanaman penyangga; dan/atau
 - m. Sumber energi listrik.

2.6.2 Pengolahan Pada Sub-sistem Pengolahan Terpusat

Proses pengolahan air limbah domestik pada Sub-sistem Pengolahan Terpusat dilakukan dengan cara fisik, biologis, dan kimiawi, dengan penjelasan, sebagai berikut;

1. Pengolahan Fisik, sebagaimana dilakukan dengan cara;
 - a. Pengapungan, penyaringan, dan/atau pengendapan untuk air limbah domestik; dan

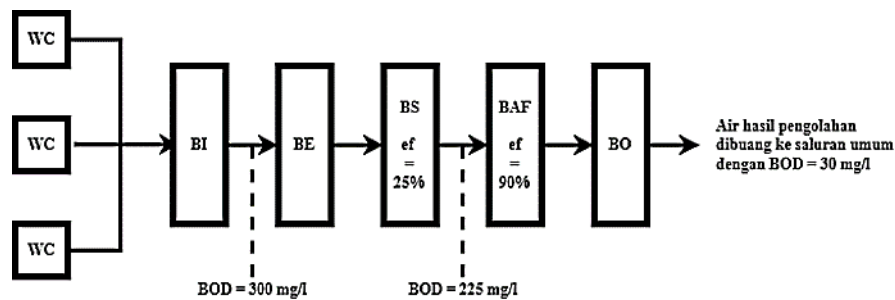
- b. Pengentalan (thickening) dan/atau pengeringan (dewatering) untuk lumpur.
- 2. Pengolahan Biologi dilakukan dengan cara:
 - a. Aerobik;
 - b. Anaerobik;
 - c. Kombinasi aerobik dan anaerobik; dan/atau
 - d. Anoksik.
- 3. Pengolahan Kimiawi dapat dilakukan dengan cara pemberian zat kimia ke dalam air limbah domestik dan lumpur

2.6.3 Persyaratan Material Dan Struktur Beton Bertulang

- 1. Bekisting
 - a. Pemasangan bekisting/cetakan dari plywood minimal tebal 20 mm, bingkai 5/7 dan penopang balok 6/12, serta perancah dari kayu atau *scaffolding*.
 - b. *Bekisting* dan perancah yang digunakan mampu menahan beban, dengan ketebalan *plywood* minimal 12 mm dan jarak antar tiang penopang/perancah diatur agar tidak terjadi lendutan pada saat pengecoran atau sesudahnya.
 - c. *Bekisting* baru dapat dibuka setelah 2 hari untuk pondasi, 4 hari dinding, kolom dan balok samping, 7 hari plat dan balok.
- 2. Tulangan
 - a. Diameter tulangan minimal 10 mm ulir mutu U 39/BJTD 40.
 - b. Jarak antar tulangan maksimum 20 cm dan minimal 2,5 cm. (f) Menghindari penggunaan beton tulangan tunggal.
 - c. Untuk sambungan besi panjang penyaluran minimum 40 D dan untuk pertemuan ditambahkan tulangan penyaluran 40 D.
 - d. Baja tulangan yang digunakan dapat menggunakan U 39 (3900kg/cm²) atau U24 (2400kg/cm²).
 - e. Besi penahan jarak antara tulangan dalam dan luar (kaki ayam) dipasang dengan jarak minimal 1m.
- 3. Beton
 - a. Struktur bangunan menggunakan beton bertulang minimal K 225, dapat menggunakan beton *ready mix* atau pencampuran di lapangan (*site mix*).
 - b. Rasio air/semen maks.0,5 liter/kg dengan kadar semen min. 300 kg/m³, menggunakan semen Portland sesuai dengan SNI-15-2049-1999 untuk struktur bangunan yang tidak tersentuh air limbah dan semen tahan sulfat untuk struktur bangunan yang tersentuh oleh air limbah dan tertutup sesuai dengan SII-0013-84.

- c. Beton yang dipakai harus di test slump, untuk beton bertulang *slump* dibuat 75 – 100 mm dan dilakukan test kubus/silinder dengan membuat benda uji minimal 3 sampel setiap pengecoran atau tidak kurang dari satu pengujian untuk setiap 60 m³ beton.
- d. Mutu beton deking minimal sama dengan mutu beton konstruksi.
- e. Penggunaan pemadatan beton atau vibrator tidak boleh menyentuh besi, dengan diameter 38 mm.
- f. Selimut beton 3,5 cm untuk beton yang tidak terekspos dan 7,5 cm untuk beton yang terendam/tertanam sesuai SNI 03-2847-2002.

2.6.4 Bangunan IPALD



Gambar 1. Skema Proses Pengolah Air Limbah

Keterangan;

WC : bangunan untuk menerima kotoran

BI : bak *Inlet*

BE : bak ekualisasi/perata

BS : bak settler/pengendap

BAF : bak *anaerobic* filter

BO : bak *Outlet*

ef : bak Efektifsi

BOD : (*Biological Oxygen Demand*) adalah suatu pengukuran pendekatan jumlah biokimia yang terdegradaasi di perairan

1. Bak *Inlet*

Bak *Inlet* berfungsi sebagai penerima air kotor, sekaligus menjadi bangunan penghancur limbah padat yang diterima dari masing-masing wc warga.

2. Bak Perata

Bak ekualisasi ini berfungsi untuk mengatur debit air limbah yang akan diolah serta untuk menyeragamkan konsentrasi zat pencemarnya agar homogen dan proses pengolahan air limbah dapat berjalan dengan stabil. Selain itu dapat juga digunakan sebagai bak aerasi awal pada saat terjadi beban yang besar secara tiba-tiba (Kementerian Kesehatan RI, 2011). Parameter Perencanaan Bak Pengendap (JWWA): Waktu Tinggal (*Hydraulic Retention Time* (HRT)) rata-rata = 2-8 Jam

3. Bak Pengendap

Bak pengendap awal berfungsi untuk mengendapkan atau menghilangkan kotoran padatan tersuspensi yang ada di dalam air limbah. Kotoran atau polutan yang berupa

padatan tersuspensi misalnya lumpur anorganik seperti tanah liat akan mengendap di bagian dasar bak pengendap. Kotoran padatan tersebut terutama yang berupa lumpur anorganik tidak dapat terurai secara biologis, dan jika tidak dihilangkan atau diendapkan akan menempel pada permukaan media biofilter sehingga menghambat transfer oksigen ke dalam lapisan biofilm, dan mengakibatkan dapat menurunkan efisiensi pengolahan. Pada bak ini aliran air limbah dibuat agar sangat tenang untuk memberi kesempatan padatan/suspensi untuk mengendap (Kementerian Kesehatan RI, 2011).

Parameter Perencanaan Bak Pengendap (JWWA):

- a. Waktu Tinggal (*Hydraulic Retention Time* (HRT)) rata-rata = 3-5 Jam
- b. Beban permukaan = 20 – 50 m³/m².hari. (JWWA)

4. Bak *Anaerobic Filter*

Di dalam proses pengolahan air limbah dengan sistem anaerob aerob biofilter, kolam anaerob merupakan unit yang mana didalamnya terjadi proses penguraian air limbah secara anaerob oleh bakteri anaerob. Di dalam proses pengolahan air limbah secara anaerob, akan dihasilkan gas metan, amoniak dan gas H₂S yang menyebabkan bau busuk. Oleh karena itu untuk unit reaktor biofilter anaerob dibuat tertutup dan dilengkapi dengan pipa pengeluaran gas (Kementerian Kesehatan RI, 2011). Parameter Perencanaan Biofilter Anaerob:

- a. Beban BOD 0,5 - 4 kg BOD per m³ media (Said, 2002)
- b. Waktu tinggal (*Hydraulic Retention Time* (HRT)) total rata-rata = 6-8 jam
- c. Tinggi ruang lumpur = 0,5 m
- d. Tinggi *Bed Media* pembiakan mikroba = 0,9 -1,5 m.
- e. Tinggi air di atas *Bed Media* = 20 cm

5. Bak *Outlet*

Bak *Outlet* berfungsi sebagai penampung air pengolahan sementara sebelum dibuang ke saluran umum.

2.6.5 Perhitungan Kapasitas IPALD

1. Perhitungan kapasitas pengolahan berdasarkan jumlah pemakaian, dengan menggunakan formula:

$$Q_o = Q_p \times P \quad (5)$$

Keterangan

Q_o = kapasitas pengolahan (m³/hari)

Q_p = kapasitas pembuangan (m³/hari)

P = jumlah penduduk

2. Perhitungan volume bak ekualisasi (HRT = 2-8 jam) dan bak pengendap (HRT 3-5 jam) dengan menentukan waktu tinggal dalam bak (HRT) selama 4-8 jam, menggunakan formula:

$$\text{Volume} = \left(\frac{\text{HRT}}{24} \right) Q_0 \quad (6)$$

3. Perhitungan waktu tinggal rata-rata dengan persamaan berikut:

$$\text{HRT} = \left(\frac{\text{Volume}}{Q_0} \right) 24 \quad (7)$$

4. Penghitungan beban permukaan dengan persamaan:

$$T = \left(\frac{Q_0 \text{ m}^3/\text{hari}}{b \text{ l m}^2} \right) \quad (8)$$

Dimana:

T = waktu tinggal rata-rata

l = panjang

b = lebar

h = kedalaman air Efektif

2.7 Tangki Septik

Tangki Septik merupakan sebuah bangunan yang berfungsi sebagai penampung air kotor dari wc maupun *urinoir*. Dalam tangki tersebut, air kotor akan mengalami proses pembusukan/perombakan/penguraian oleh mikroorganisme. Proses pembusukan/perombakan/penguraian *aerobic* yang memerlukan oksigen maupun *anaerobic* yang tidak memerlukan oksigen (Kamarwan, 1997). Beberapa ketentuan yang harus diperhatikan dalam perencanaan tangki septik adalah:

1. Dimensi

Dimensi tangka septik ditentukan oleh jumlah pemakai yang akan membebani tangka septik.

2. Jumlah Air Kotor

Jumlah air kotor perkapita = 25 l/orang/hari

3. Waktu Tinggal

Waktu tinggal (T) dalam tangka septik = 3 hari

4. Gerakan Aliran

a. Pada saat masuk/keluar, gerakan air adalah vertikal

b. Pada saat berada dalam tangka septik gerakannya adalah horizontal, gerakan ini adalah gerakan proses, sehingga diusahakan mengikuti bagian terpanjang dari tangka septik.

5. Dimensi Tangki Septik

a. Dalam minimum (h) = 1,5 m

- b. Panjang minimum (l) = 1 m
- c. Lebar minimum (b) = 0,75 m
- d. Perbandingan l dan b = 3 : 2

2.8 Debit Air Kotor Berdasarkan Debit Air Bersih

Berdasarkan SNI nomor 03-7065-2005, kebutuhan air bersih untuk rumah tinggal adalah 120 liter/orang/hari (Badan Standardisasi Nasional, 2005). Dari total kebutuhan air tersebut, sekitar 60 – 85% dari total kebutuhan air bersih tersebut, akan menjadi limbah cair domestik (Metcalf and Eddy, 1991). Dari 85% bagian air limbah yang dihasilkan, persentase limbah yang berupa air bekas/greywater adalah sekitar 75%, dan persentase dari air kotor/blackwater adalah sekitar 25% dari total volume limbah cair domestik (Hansen & Kjellerup dalam Eriksson, Eva, Karina Auffarth and Ledin., 2002).

3. METODE PENELITIAN

3.1 Jenis Penelitian

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode analisis, dimana terdiri atas:

1. Metode Dasar yaitu penelitian yang bertujuan untuk memperluas ilmu pengetahuan manusia, tetapi tidak untuk menciptakan sesuatu.
2. Evaluasi yaitu penelitian yang menjadi bagian dari proses pembuatan keputusan yaitu untuk membandingkan suatu kejadian, program atau produk dengan standar yang telah ditetapkan.
3. Komparatif yaitu penelitian yang bertujuan membandingkan antar variabel.

3.2 Objek Penelitian

Obyek penelitian ini adalah konstruksi IPALD, yang dikerjakan oleh PT. Diatasa Media (KSO), PT. Diatasa Jaya Mandiri (DJM) - PT. Media Cipta Perkasa (MCP)



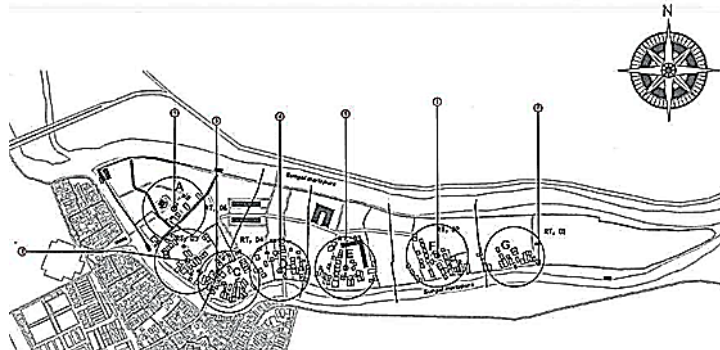
Gambar 2. IPALDT Eksisting

3.3 Lokasi Perencanaan

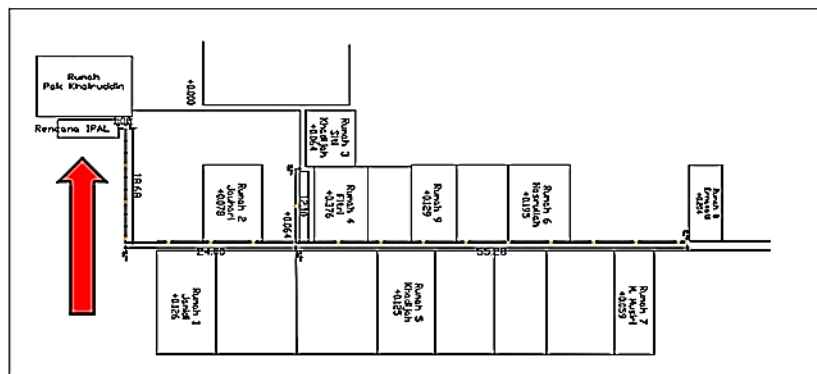
Lokasi SPALD-T : Desa Murung Kenanga RT. 04, Kecamatan Martapura, Kabupaten Banjar.

Koordinat : 3°24'18.4"S - 114°51'11.8"E

Luas tanah : 25m × 8m
 Status hukum : Tanah hibah pribadi
 Kedalaman bangunan : 2m



Gambar 3. Lokasi IPALD
 Sumber: (PT. Diatasa Media, 2021)



Gambar 4. Tata Letak IPALD
 Sumber: (PT. Diatasa Media, 2021)

3.5 Pengumpulan Data

Pengumpulan data dilakukan melalui beberapa metode yaitu:

1. Wawancara, berupa proses bersol jawab dengan pihak kontraktor pelaksana, konsultan pengawas, pengawas, pelaksana, tukang, dan pembantu tukang.
2. Observasi, berupa proses pengamatan langsung dalam pengerjaan di lapangan, baik sekadar mengamati, maupun turut serta dalam pengerjaan.
3. Dokumentasi, berupa proses pengumpulan data selama pengerjaan, baik langsung berupa data mentah maupun secara tak langsung berupa data dari pihak kontraktor pelaksana.
4. Literasi, berupa proses studi dari dokumen-dokumen yang berhubungan langsung dengan proyek, utamanya dokumen resmi dari lembaga negara, SNI, dan jurnal ilmiah.

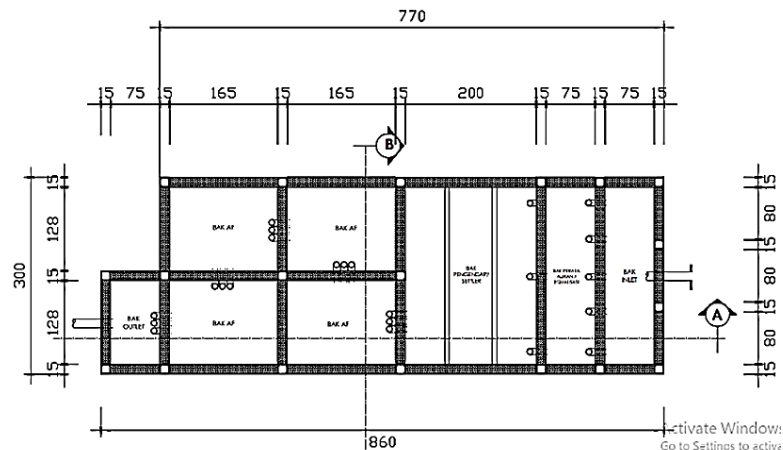
3.6 Pengolahan Data

Data-data, yang tersaji dalam rentang tertentu, diambil nilai tertinggi dalam perhitungan. Data-data yang tidak terdapat dalam data lapangan, namun dibutuhkan dalam

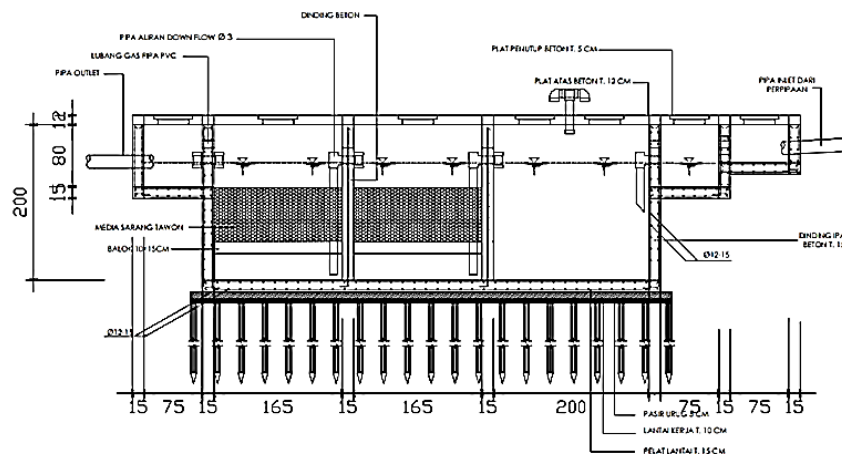
perhitungan, nilainya diambil dari asumsi berdasarkan literatur ilmiah, maupun dokumen resmi lembaga negara..

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Desain IPALD Eksisting



Gambar 5. ambar Kerja Tampak Atas



Gambar 6. Gambar Kerja Potongan A-A

Tabel 2. Dimensi dan Kapasitas IPALD Eksisting

Bak	Jumlah	P (m)	L (m)	K (m)	K. Ef. (m)	RB (m)	V. Ef. (m ³)	V (m ³)
Inlet	1	2,7	0,75	0,8	0,27	0,53	0,55	1,62
Perata	1	2,7	0,75	0,8	0,24	0,56	0,49	1,62
Pengendap	1	2,7	2	2	1,44	0,56	7,78	10,80
Anaerobic Filter	1	1,275	1,65	2	1,41	0,59	2,97	4,21
	1	1,275	1,65	2	1,38	0,62	2,90	4,21
	1	1,275	1,65	2	1,35	0,65	2,84	4,21
	1	1,275	1,65	2	1,32	0,68	2,78	4,21
Outlet	1	1,275	0,75	0,8	0,06	0,74	0,06	0,77

Keterangan:

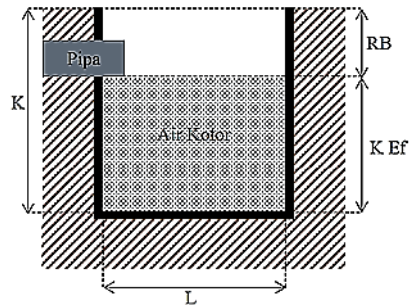
P = Panjang

L = Lebar

K = Kedalaman

K Ef = Kedalaman Efektif, jarak antara permukaan tumpungan Efektif dengan dasar bangunan IPALD

RB = Ruang Bebas, jarak antara pipa dengan permukaan tampungan Efektif
 V Ef = Volume penampungan Efektif
 V = Volume total



Gambar 7. Ilustrasi Dimensi IPALD

Keterangan:

K = Kedalaman

L = Lebar

K Ef = Kedalaman Efektif, jarak antara permukaan tampungan Efektif dengan dasar bangunan IPALD

RB = Ruang Bebas, jarak antara pipa dengan permukaan tampungan Efektif

4.2 Pertumbuhan Penduduk

Tabel 3. Data Pertumbuhan Warga di RT 04

No.	Tahun	Kelahiran (L)	Kematian (M)
1	2012	3	4
2	2013	4	5
3	2014	2	2
4	2015	0	6
5	2016	5	4
6	2017	3	2
7	2018	2	0
8	2019	5	0
9	2020	2	2
10	2021	4	3
	Jumlah	30	28
	Jumlah warga pada 2012		126

Tabel 4. Data Warga Terlayani

Nomor	Kepala Keluarga	Jumlah Anggota Keluarga
1	Khoirudin	4
2	Jamidi	2
3	Jauhari	4
4	Siti Khadijah	5
5	Fitri	2
6	Khadijah	6
7	Nasrullah	7
8	M. Musiri	2
9	Ernawati	6
10	Nasrullah	1
TOTAL		39 ≈ 50 (diasumsikan 5 orang/keluarga = Po)

1. Persentase Pertumbuhan Penduduk (r):

$$Pt' = Po' + (L - M) \rightarrow Po' = 126 \text{ orang (Jumlah penduduk awal, tahun 2012)}$$

$$= 126 + (30 - 28) = 128 \text{ orang}$$

$$P_t' = P_o' (1 + r)^n$$

$$r = \left[\left(\frac{P_t'}{P_o'} \right)^{1/n} \right] - 1 = \left[\left(\frac{128}{126} \right)^{1/10} \right] - 1 = 0,16\%$$

2. Jumlah Penduduk Akhir (Pt) tahun 2012:

$$P_t = P_o + (1 + r)^n$$

$$= 50 + (1 + 0,16\%)^{10} = 54,41 \approx 55 \text{ orang (jumlah warga terencana)}$$

$$= 126 + (1 + 0,16\%)^{10} = 130,41 \approx 131 \text{ orang (jumlah warga dalam satu RT)}$$

4.3 Kuantitas Air

$$\text{Kuantitas Air Kotor} = \text{Air Limbah Domestik} \times 25\% = 150 \text{ l/hr} \times 25\% = 37,5 \text{ l/hr}$$

4.4 Kapasitas IPALD Teoritis

A. Warga Terlayani

1. Kapasitas Pengolahan:

$$Q_o = Q_p \times P_t = 37,5 \times 55 = 2062,5 \text{ l/hr} = 2,1 \text{ m}^3/\text{hr}$$

2. Bak Perata (*Equalizer*):

$$\text{Waktu Tinggal dalam bak (HRT)} = 4-8 \text{ jam (JWWA)}$$

$$\text{Ditetapkan HRT} = 8 \text{ jam}$$

$$\text{Volume Bak Diperlukan} = \left(\frac{\text{HRT}}{24} \right) Q_o = \left(\frac{8}{24} \right) 2,1 = 0,7 \text{ m}^3$$

Dimensi Bak Perata direncanakan dengan metode coba-coba hingga dihasilkan volume sesuai HRT, maka didapatkan P = 1,425 m, L = 0,95 m, K Efektif = 0,5 m sedangkan RB berdasarkan IPALD Eksisting yaitu RB = 0,53 m.

$$\text{HRT} = \left(\frac{\text{Volume Bak Efektif}}{Q_o} \right) 24 \text{ jam} = \left(\frac{1,425 \times 0,95 \times 0,5}{2,1} \right) 24 \text{ jam} = 7,74 \approx 8 \text{ jam}$$

$$\text{Cek; HRT dalam bak} = (\text{Volume Bak Efektif} / \text{Volume Bak Diperlukan}) \times \text{HRT yang}$$

$$\text{Ditetapkan} = (0,68 / 0,7) \times 8 \text{ jam} = 7,78 \text{ jam.}$$

$$\text{Volume Total} = \text{Panjang} \times \text{Lebar} \times \text{Kedalaman} = 1,425 \times 0,95 \times (0,5 + 0,53) = 1,39 \text{ m}^3$$

3. Bak Pengendap (*Settler*):

$$\text{Debit Limbah} = 2,1 \text{ m}^3/\text{hr}$$

$$\text{BOD masuk} = 300 \text{ mg/liter}$$

$$\text{Efisiensi} = 25\%$$

$$\text{BOD keluar} = 225 \text{ mg/liter}$$

$$\text{Waktu Tinggal dalam bak (HRT)} = 2-4 \text{ jam (JWWA)}$$

$$\text{Ditetapkan HRT} = 4 \text{ jam}$$

$$\text{Volume Bak Diperlukan} = \left(\frac{\text{HRT}}{24} \right) Q_o = \left(\frac{4}{24} \right) 2,1 = 0,35 \text{ m}^3$$

Dimensi Bak Pengendap direncanakan dengan metode coba-coba hingga dihasilkan volume sesuai HRT, maka didapatkan $P = 1,125$ m, $L = 0,75$ m, K Efektif = 0,4 m sedangkan RB berdasarkan IPALD Eksisting yaitu $RB = 0,56$ m.

$$\text{Cek; HRT rata-rata} = \left(\frac{\text{Volume Efektif}}{Q_0} \right) 24 \text{ jam} = \left(\frac{1,125 \times 0,75 \times 0,4}{2,1} \right) 24 \text{ jam} = 3,86 \approx 4 \text{ jam}$$

$$\text{Volume Total} = \text{Panjang} \times \text{Lebar} \times \text{Kedalaman} = 1,125 \times 0,75 \times (0,4 + 0,56) = 0,81 \text{ m}^3$$

$$\text{Beban Permukaan Biofilter Anaerob (JWWA)} = 20 - 50 \text{ m}^3/\text{m}^2.\text{hari}$$

$$\text{Ditetapkan Beban Permukaan} = 20 \text{ m}^3/\text{m}^2.\text{hari}$$

$$\begin{aligned} \text{Beban Permukaan Rata-Rata} &= \text{Beban Permukaan Ditetapkan} / \text{Luas} \\ &= 20 \text{ m}^3/\text{m}^2.\text{hari} / (1,125 \times 0,75) = 23,71 \text{ m}^3/\text{m}^2.\text{hari} \end{aligned}$$

$$\text{HRT saat beban puncak} = \text{HRT rata-rata} / 2 = 4 \text{ jam} / 2 = 2 \text{ jam}$$

$$\begin{aligned} \text{Beban Permukaan Saat Jam Puncak} &= \text{Beban permukaan rata-rata} \times 2 \\ &= 20 \text{ m}^3/\text{m}^2.\text{hari} \times 2 = 40 \text{ m}^3/\text{m}^2.\text{hari} \end{aligned}$$

4. Bak Anaerobic Filter:

$$\text{BOD Masuk} = 225 \text{ g/m}^3 \text{ (Mubin, Binilang and Halim, 2016)}$$

$$\text{Efisiensi} = 67,5 \%, \text{ sedangkan BOD Keluar} = 30 \text{ mg/l}$$

$$\text{Beban BOD per Volume Media} = 0,4 - 4,7 \text{ kg BOD/m}^3.\text{hr}$$

$$\text{Ditetapkan BOD per Volume Media} = 1 \text{ kg BOD/m}^3.\text{hr}$$

$$\text{Debit Limbah} = 2,1 \text{ m}^3/\text{hari}$$

$$\begin{aligned} \text{Beban BOD dalam air limbah} &= \text{Debit Limbah} \times \text{BOD Masuk} \\ &= 2,1 \times 225 = 472,5 \text{ g/hari} = 0,473 \text{ kg/hari} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Volume media yang diperlukan} &= \text{Beban BOD dalam air limbah} / \text{Beban BOD yang} \\ &\quad \text{ditetapkan} \\ &= 0,473 / 1 = 0,473 \approx 0,5 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

$$\text{Volume Media} = 60\% \text{ Volume Reaktor}$$

$$\text{Volume Reaktor} = (100 / 60) \text{ Volume Media} = (100/60) 0,5 = 0,79 \text{ m}^3$$

Dimensi Bak *Anaerobic Filter* direncanakan dengan metode coba-coba hingga dihasilkan volume sesuai HRT, maka didapatkan $P = 1,05$ m, $L = 0,7$ m, K Efektif = 0,95 m sedangkan RB berdasarkan IPALD Eksisting yaitu $RB = 0,59$ m.

$$\text{Cek; HRT rata-rata} = \left(\frac{\text{Volume Efektif}}{Q_0} \right) 24 \text{ jam} = \left(\frac{1,05 \times 0,7 \times 0,95}{2,1} \right) 24 \text{ jam} = 7,98 \approx 8 \text{ jam}$$

$$\text{HRT rata-rata} = \text{HRT dalam bak} / 2 = 8 \text{ jam} / 2 = 4 \text{ jam}$$

Ditetapkan berdasarkan gambar eksisting:

$$\text{Tinggi Ruang Lumpur} = 0,45 \text{ m}, \text{ sedangkan Tinggi Bed Media} = 0,60 \text{ m}$$

$$\text{Tinggi air di atas Bed Media (diambil dari kedalaman efektif terendah)} = 0,32 \text{ m}$$

Volume media pada biofilter anaerob = $0,45 \text{ m}^3$

BOD Loading per Volume Media = (Beban BOD dalam Air Limbah / Volume Media Pada Biofilter Anaerob) = $0,473 \text{ kg/hari}/0,45 \text{ m}^3 = 1,06 \text{ kg.BOD/m}^3.\text{hari}$

Volume Total = Panjang x Lebar x Kedalaman = $1,05 \times 0,7 \times (0,95 + 0,59) = 1,13 \text{ m}^3$

5. Bak Inlet:

Dimensi Bak *Inlet* direncanakan dengan metode coba-coba berdasarkan gambar rencana IPALD Eksisting dimana Lebar dan Panjang sama dengan dimensi Perata yaitu $P = 1,425 \text{ m}$ dan $L = 0,95 \text{ m}$ sedangkan Kedalaman Efektif dan RB sama dengan IPALD Eksisting yaitu $K \text{ Efektif} = 0,3$ dan $RB = 0,5 \text{ m}$ maka didapatkan:

Volume Efektif = Panjang x Lebar x Kedalaman Efektif = $1,425 \times 0,95 \times 0,3 = 0,41 \text{ m}^3$

Volume Total = Panjang x Lebar x Kedalaman = $1,425 \times 0,95 \times (0,3 + 0,5) = 1,08 \text{ m}^3$

6. Bak Outlet:

Dimensi Bak *Outlet* direncanakan dengan metode coba-coba berdasarkan gambar rencana IPALD Eksisting dimana Lebar Bak *Outlet* sama dengan Bak *Inlet* yaitu $L = 0,95 \text{ m}$, panjang Bak *Outlet* sama dengan Bak Anaerobic Filter yaitu $P = 1,05$ sedangkan Kedalaman Efektif dan RB sama dengan IPALD Eksisting yaitu $K \text{ Efektif} = 0,18 \text{ m}$ dan $RB = 0,62 \text{ m}$, maka didapatkan:

Volume Efektif = Panjang x Lebar x Kedalaman Efektif = $1,05 \times 0,75 \times 0,18 = 0,14 \text{ m}^3$

Volume Total = Panjang x Lebar x Kedalaman = $1,05 \times 0,75 \times (0,18 + 0,62) = 0,63 \text{ m}^3$

B. Warga RT

1. Kapasitas Pengolahan:

$Q_o = Q_p \times P_t = 37,5 \times 131 = 4912,5 \text{ l/hr} = 5 \text{ m}^3/\text{hr}$

2. Bak Perata (*Equalizer*):

Waktu Tinggal dalam bak (HRT) = 4-8 jam (JWWA)

Ditetapkan HRT = 8 jam

Volume Bak Diperlukan = $\left(\frac{\text{HRT}}{24}\right) Q_o = \left(\frac{8}{24}\right) 5 = 1,67 \text{ m}^3$

Dimensi Bak Perata direncanakan dengan metode coba-coba hingga dihasilkan volume sesuai HRT, maka didapatkan $P = 1,575 \text{ m}$, $L = 1,05 \text{ m}$, $K \text{ Efektif} = 1 \text{ m}$ sedangkan RB berdasarkan IPALD Eksisting yaitu $RB = 0,53 \text{ m}$.

$\text{HRT} = \left(\frac{\text{Volume Bak Efektif}}{Q_o}\right) 24 \text{ jam} = \left(\frac{1,575 \times 1,05 \times 1}{5}\right) 24 \text{ jam} = 7,94 \approx 8 \text{ jam}$

Cek; HRT dalam bak = (Volume Bak Efektif/Volume Bak Diperlukan) x HRT yang Ditetapkan = $(1,65/1,67) \times 8 \text{ jam} = 7,98 \text{ jam}$.

Volume Total = Panjang x Lebar x Kedalaman = $1,425 \times 0,95 \times (1 + 0,53) = 2,1 \text{ m}^3$

3. Bak Pengendap (Settler):

$$\text{Debit Limbah} = 5 \text{ m}^3/\text{hr}$$

$$\text{Waktu Tinggal dalam bak (HRT)} = 2\text{-}4 \text{ jam (JWWA)}$$

$$\text{Ditetapkan HRT} = 4 \text{ jam}$$

$$\text{Volume Bak Diperlukan} = \left(\frac{\text{HRT}}{24}\right) Q_0 = \left(\frac{4}{24}\right) 5 = 0,83 \text{ m}^3$$

Dimensi Bak Pengendap direncanakan dengan metode coba-coba hingga dihasilkan volume sesuai HRT, maka didapatkan P = 1,275 m, L = 0,85 m, K Efektif = 0,8 m sedangkan RB berdasarkan IPALD Eksisting yaitu RB = 0,56 m.

$$\text{Cek; HRT rata-rata} = \left(\frac{\text{Volume Efektif}}{Q_0}\right) 24 \text{ jam} = \left(\frac{1,275 \times 0,85 \times 0,8}{5}\right) 24 \text{ jam} = 3,90 \approx 4 \text{ jam}$$

$$\text{Volume Total} = \text{Panjang} \times \text{Lebar} \times \text{Kedalaman} = 1,275 \times 0,85 \times (0,8 + 0,56) = 1,48 \text{ m}^3$$

$$\text{Beban Permukaan Biofilter Anaerob (JWWA)} = 20 - 50 \text{ m}^3/\text{m}^2.\text{hari}$$

$$\text{Ditetapkan Beban Permukaan} = 20 \text{ m}^3/\text{m}^2.\text{hari}$$

$$\begin{aligned} \text{Beban Permukaan Rata-Rata} &= \text{Beban Permukaan Ditetapkan} / \text{Luas} \\ &= 20 \text{ m}^3/\text{m}^2.\text{hari} / (1,275 \times 0,85) = 18,46 \text{ m}^3/\text{m}^2.\text{hari} \end{aligned}$$

$$\text{HRT saat beban puncak} = \text{HRT rata-rata} / 2 = 4 \text{ jam} / 2 = 2 \text{ jam}$$

$$\begin{aligned} \text{Beban Permukaan Saat Jam Puncak} &= \text{Beban permukaan rata-rata} \times 2 \\ &= 18,46 \text{ m}^3/\text{m}^2.\text{hari} \times 2 = 37 \text{ m}^3/\text{m}^2.\text{hari} \end{aligned}$$

4. Bak Anaerobic Filter:

$$\text{BOD Masuk} = 225 \text{ g/m}^3 \text{ (Mubin, Binilang and Halim, 2016)}$$

$$\text{Efisiensi} = 67,5 \%, \text{ sedangkan BOD Keluar} = 30 \text{ mg/l}$$

$$\text{Beban BOD per Volume Media} = 0,4 - 4,7 \text{ kg BOD/m}^3.\text{hr}$$

$$\text{Ditetapkan BOD per Volume Media} = 1 \text{ kg BOD/m}^3.\text{hr}$$

$$\text{Debit Limbah} = 5 \text{ m}^3/\text{hari}$$

$$\begin{aligned} \text{Beban BOD dalam air limbah} &= \text{Debit Limbah} \times \text{BOD Masuk} \\ &= 5 \times 225 = 1125 \text{ g/hari} = 1,125 \text{ kg/hari} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Volume media yang diperlukan} &= \text{Beban BOD dalam air limbah} / \text{Beban BOD yang} \\ &\quad \text{ditetapkan} \\ &= 1,125 / 1 = 1,125 \approx 1,2 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

$$\text{Volume Media} = 60\% \text{ Volume Reaktor}$$

$$\text{Volume Reaktor} = (100 / 60) \text{ Volume Media} = (100/60) 1,2 = 2 \text{ m}^3$$

Dimensi Bak *Anaerobic Filter* direncanakan dengan metode coba-coba hingga dihasilkan volume sesuai HRT, maka didapatkan P = 1,575 m, L = 1,05 m, K Efektif = 1 m sedangkan RB berdasarkan IPALD Eksisting yaitu RB = 0,59 m.

$$\text{Cek; HRT rata-rata} = \left(\frac{\text{Volume Efektif}}{Q_0} \right) 24 \text{ jam} = \left(\frac{1,575 \times 1,05 \times 1}{5} \right) 24 \text{ jam} = 7,94 \approx 8 \text{ jam}$$

$$\text{HRT rata-rata} = \text{HRT dalam bak} / 2 = 8 \text{ jam} / 2 = 4 \text{ jam}$$

Ditetapkan berdasarkan gambar eksisting:

Tinggi Ruang Lumpur = 0,45 m, sedangkan Tinggi *Bed Media* = 0,60 m

Tinggi air di atas *Bed Media* (diambil dari kedalaman efektif terendah) = 0,10 m

Volume media pada biofilter anaerob = 0,45 m³

BOD Loading per Volume Media = (Beban BOD dalam Air Limbah / Volume Media Pada Biofilter Anaerob) = 1,125 kg/hari/0,45 m³ = 2,5 kg.BOD/m³.hari

Volume Total = Panjang x Lebar x Kedalaman = 1,05 x 0,7 x (0,95 + 0,59) = 1,13 m³

5. Bak Inlet:

Dimensi Bak *Inlet* direncanakan dengan metode coba-coba berdasarkan gambar rencana IPALD Eksisting dimana Lebar dan Panjang sama dengan dimensi Perata yaitu P = 1,425 m dan L = 0,95 m sedangkan Kedalaman Efektif dan RB sama dengan IPALD Eksisting yaitu K Efektif = 0,3 dan RB = 0,5 m maka didapatkan:

Volume Efektif = Panjang x Lebar x Kedalaman Efektif = 1,425 x 0,95 x 0,3 = 0,41 m³

Volume Total = Panjang x Lebar x Kedalaman = 1,425 x 0,95 x (0,3 + 0,5) = 1,08 m³

6. Bak Outlet:

Dimensi Bak *Outlet* direncanakan dengan metode coba-coba berdasarkan gambar rencana IPALD Eksisting dimana Lebar Bak *Outlet* sama dengan Bak *Inlet* yaitu L = 0,95 m, panjang Bak *Outlet* sama dengan Bak Anaerobic Filter yaitu P = 1,05 sedangkan Kedalaman Efektif dan RB sama dengan IPALD Eksisting yaitu K Efektif = 0,18 m dan RB = 0,62 m, maka didapatkan:

Volume Efektif = Panjang x Lebar x Kedalaman Efektif = 1,05 x 0,75 x 0,18 = 0,14 m³

Volume Total = Panjang x Lebar x Kedalaman = 1,05 x 0,75 x (0,18 + 0,62) = 0,63 m³

C. Perbandingan Desain

Tabel 5. Perbandingan Desain

No.	Bak	Volume Efisien IPALD (m ³)				
		Eksisting	Warga Terlayani		Warga RT	
			Teoritis	Keterangan*	Teoritis	Keterangan*
1	Inlet	0,55	0,41	Memenuhi	0,50	Memenuhi
2	Perata	0,49	0,70	Tidak Memenuhi	1,67	Tidak Memenuhi
3	Pengendap	7,78	0,35	Memenuhi	0,83	Memenuhi
4	<i>Anaerobic Filter</i>	11,49	0,70	Memenuhi	1,65	Memenuhi
5	Outlet	0,06	0,14	Tidak Memenuhi	0,30	Tidak Memenuhi

* didasarkan pada kemampuan bak dalam menampung debit limbah. Jika volume bak teoritis < volume bak eksisting, maka volume bak eksisting tidak memenuhi. Jika volume bak teoritis > volume bak eksisting, maka volume bak eksisting memenuhi.

5. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan analisis desain IPALD Komunal di RT. 04, Desa Murung Kenangan, Kec. Martapura, Kab. Banjar, Prov. Kalimantan Selatan, dapat disimpulkan sebagai berikut;

1. Desain IPALD eksisting terdiri atas Bak Inlet, Perata, Pengendap, *Anaerobic Filter* dan *Outlet* yang berturut – turut mempunyai volume tampung $0,55 \text{ m}^3$; $0,49 \text{ m}^3$; $7,78 \text{ m}^3$; $11,49 \text{ m}^3$ dan $0,06 \text{ m}^3$.
2. Desain IPALD Teoritis berdasarkan limbah warga terlayani terdiri atas Bak *Inlet*, Perata, Pengendap, *Anaerobic Filter* dan *Outlet* yang berturut-turut mempunyai volume tampung $0,41 \text{ cm}^3$; $0,70 \text{ cm}^3$; $0,35 \text{ cm}^3$; $0,70 \text{ cm}^3$ dan $0,14 \text{ cm}^3$. Adapun berdasarkan limbah warga RT berturut-turut mempunyai volume tampung $0,50 \text{ cm}^3$; $1,67 \text{ cm}^3$; $0,83 \text{ cm}^3$; $1,65 \text{ cm}^3$ dan $0,30 \text{ cm}^3$. Bak Perata, Pengendap dan *Anaerobic Filter* direncanakan berdasarkan nilai HRT yang diijinkan. Adapun Bak *Inlet* dan *Outlet* direncanakan berdasarkan konstruksi IPALD Eksisting, hal ini disebabkan karena tidak didapatkannya referensi yang dapat dijadikan acuan dalam merencanakan desain Bak *Inlet* dan *Outlet*.
3. Desain IPALD Eksisting untuk Pengendap dan *Anaerobic Filter* memenuhi kebutuhan warga, sedangkan Bak Perata, Bak *Inlet* dan *Outlet* tidak memenuhi. Bak Pengendap dan *Anaerobic Filter* walaupun memenuhi kebutuhan tetapi konstruksinya yang terlalu besar, melebihi kebutuhan warga.

5.2 Saran

1. Perlu ditetapkan ketentuan terkait perencanaan Ruang Bebas, Bak *Inlet* dan Bak *Outlet* sehingga dapat dilakukan perhitungan volume yang tidak berdasarkan dimensi asumsi.
2. Analisis dapat dilanjutkan dengan menerapkan bak aerob filter.
3. Analisis dapat dilanjutkan dengan perhitungan kebutuhan material sehingga akan mengkaitkan dengan bidang manajemen konstruksi.

DAFTAR REFERENSI

- Badan Standardisasi Nasional (2005) ‘Tata cara perencanaan sistem plambing’.
- Eriksson, Eva, Karina Auffarth, M. H. and Ledin., dan A. (2002) *Characteristics of Grey Wastewater*. Amsterdam: Elsevier.
- Google Maps. Available at: <https://www.google.co.id/maps/@-3.4051884,114.8532331,21z>
- Kamarwan, S. S. (1997) *Rekayasa Lingkungan*. I. Depok: Gunadarma.
- Kementerian Kesehatan RI (2011) ‘Instalasi pengolahan air limbah’.
- Menteri LH RI (2016) ‘Peraturan Menteri Lingkungan Hidup Dan Kehutanan Republik Indonesia Nomor: P.68/Menlhk/Setjen/Kum.1/8/2016 Tentang Baku Mutu Airlimbah Domestik’, Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan, 68, pp. 1–13.

- Menteri Pekerjaan Umum Dan Perumahan Rakyat (2016) ‘Peraturan Menteri Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat Republik Indonesia Nomor 04/PRT/M/2017 Tentang Penyelenggaraan Sistem Pengelolaan Air Limbah Domestik’, Kementerian Pekerjaan Umum Dan Perumahan Rakyat, pp. 1–20.
- Metcalf and Eddy (1991) *Wastewater Engineering: Treatment, Disposal and Reuse*. Third. New York: McGraw-Hill.
- Mubin, F., Binilang, A. and Halim, F. (2016) ‘Perencanaan Sistem Pengolahan Air Limbah Domestik di Kelurahan Istiqlal Kota Manado’, *Jurnal Sipil Statik*, 4(3).
- PT. Diatasa Media, K. (2021) *Proyek Air Santri*. Banjar.
- Said, N. I. (2002) *Aplikasi biofilter untuk pengolahan air limbah industri kecil tekstil*. Jakarta: BPPT.
- Siregar, S. (2012) *Statistika Deskriptif untuk Penelitian*. Jakarta: PT Raja Grafindo Persada.