

STUDI PERENCANAAN SISTEM PENGOLAHAN AIR LIMBAH DOMESTIK RUMAH TANGGA DESA PABIAN KABUPATEN SUMENEP

Alvan Rizky Dewantara¹, Eko Noerhayati², Anita Rahmawati³

¹Mahasiswa Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Islam Malang,

e-mail: rizkyalvan7@gmail.com

²Dosen Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Islam Malang,

e-mail: eko.noerhayati@unisma.ac.id

³Dosen Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Islam Malang,

e-mail: anita.rahmawati@unisma.ac.id

ABSTRAK

Desa Pabian merupakan salah satu desa yang ada di Kabupaten Sumenep. Desa ini merupakan Desa dengan angka kepadatan penduduknya tinggi. Oleh karena itu Desa Pabian dituntut untuk memiliki sarana dan prasarana sanitasi yang baik. Berdasar kondisi eksisting yang ada di lapangan, didapati masih adanya masyarakat yang membuang limbah domestik langsung pada saluran drainase. Sementara itu, saluran drainase seharusnya terbebas dari air limbah, selain karena tingginya beban yang dapat mencemari beban air, tambahan debit dari air limbah tersebut menyebabkan beban tampungan dari saluran drainase menjadi terlalu berlebihan. Tujuan perencanaan ini adalah untuk merencanakan bangunan pengolahan air limbah domestik di Desa Pabian, Kabupaten Sumenep. Hasil dari Penelitian perencanaan pengolahan air limbah dengan Teknologi pengolahan air limbah domestik *blackwater* dan *greywater* yang sesuai untuk wilayah pemukiman padat penduduk Desa Pabian, Sumenep adalah Teknologi dengan pengolahan Anaerobik dengan menggunakan unit terpilih yaitu *Anaerobic Baffled Reactor* yang dirancang secara tipikal untuk melayani RW. 001 IPAL Tipe A dengan dimensi p x l x t adalah 18m x 2m x 2m, RW. 002 IPAL Tipe B dengan dimensi p x l x t adalah 18m x 2m x 2m, RW. 005 IPAL Tipe C dengan dimensi p x l x t adalah 18m x 2m x 2m.

Keywords : *anaerobic baffled reactor*, air limbah domestik rumah tangga desa pabian.

ABSTRACT

Pabian Village is one of the villages in Sumenep Regency. This village is a village with a high population density. Therefore Pabian Village is required to have good sanitation facilities and infrastructure. Based on the existing conditions in the field, it is found that there are still people who dispose of domestic waste directly into the drainage canal. Meanwhile, the drainage should be free of waste water, apart from the high load which can contaminate the air load, the additional discharge from the waste water causes the load on the drainage channel to become too excessive. The purpose of this plan is to plan a domestic wastewater treatment plant in Pabian Village, Sumenep Regency. The results of research on wastewater treatment planning with blackwater and greywater domestic wastewater treatment technologies that are suitable for densely populated residential areas in Pabian Village, Sumenep are Anaerobic processing technologies using selected units, namely Anaerobic Baffled Reactor which are typically designed to serve RWs. 001 WWTP Type A with dimensions of 18m x 2m x 2m, RW. 002 WWTP Type B with dimensions of 18m x 2m x 2m, RW. 005 WWTP Type C with dimensions of 18m x 2m x 2m.

Keywords : *anaerobic baffled reactor*, *pabian village household domestic wastewater*.

PENDAHULUAN

Latar Belakang

Perkembangan zaman dan peradaban manusia semakin cepat dalam segala bidang seperti : teknologi, industri, transportasi, pertanian, perdagangan, kesehatan, lingkungan, ekonomi, sosial kemasyarakatan dan lain sebagainya menghasilkan bermacam – macam buangan yang bersifat sederhana hingga kompleks yang perlu diolah agar tidak mempengaruhi kualitas lingkungan. Pengolahan limbah yang tidak sesuai atau bahkan tidak adanya pengolahan instalasi pengolahan menyebabkan berbagai dampak negatif dari sektor lingkungan seperti: terjadinya pencemaran badan air, sungai dan telaga yang menimbulkan kematian ikan dan biota air yang hidup di dalamnya, terjadinya menimbulkan sumbatan, endapan lumpur, kurang perawatan atau karena perencanaan, serta pelaksanaan pembangunan tidak sesuai dengan ketentuan teknis atau yang menyebabkan air tidak dapat digunakan sebagai sarana dan prasarana penopang hidup dalam kebutuhan sehari – hari atau bahkan dikonsumsi secara layak oleh manusia. Sedangkan kualitas air termasuk salah satu faktor yang menentukan kesejahteraan manusia. Kebutuhan air adalah jumlah air yang dipergunakan secara wajar untuk keperluan pokok manusia (domestik) dan kegiatan- kegiatan lainnya yang memerlukan air (Rahmawati, and - 2018.)

Rumusan Masalah

1. Bagaimana perencanaan desain bangunan IPAL Komunal yang sesuai dengan wilayah perencanaan?
2. Bagaimana menentukan desain IPAL Komunal dengan unit *Anaerobic Baffled Reactor* (ABR)?
3. Bagaimana kualitas air limbah yang berada di Desa Pabian Kabupaten Sumenep?
4. Berapa Besar Dimensi Unit Instalasi Pengolahan Air Limbah pada Desa Pabian Kabupaten Sumenep?

Tujuan

1. Membuat desain bangunan IPAL Komunal yang sesuai dengan wilayah perencanaan.
2. Menentukan desain IPAL Komunal dengan unit *Anaerobic Baffled Reactor* (ABR).
3. Mengetahui Kualitas Air Limbah di Desa Pabian Sumenep
4. Mengetahui Parameter BOD, COD, TSS di Desa Pabian Sumenep

TINJAUAN PUSTAKA

Pengertian Umum

Air limbah adalah cairan buangan dari rumah tangga, industri maupun tempat-tempat umum lain yang mengandung bahan-bahan yang dapat membahayakan kehidupan manusia maupun makhluk hidup lain serta mengganggu kelestarian lingkungan (Metcalf & Eddy, 2003). Secara lebih singkat, (Hindarko, 2003) menyatakan bahwa air limbah adalah air yang tersisa setelah makhluk hidup melakukan suatu aktifitas. Sedangkan, menurut (Peraturan Pemerintah No. 82, 2001) tentang Pengelolaan Kualitas Air dan Pengendalian Pencemaran Air, pada ayat 14 disebutkan bahwa air limbah adalah sisa dari suatu usaha dan atau kegiatan yang berwujud cair.

Anaerobic Baffled Reactor

Bangunan *Anaerobic Baffled Reactor* merupakan tangkai septik yang telah dikembangkan dengan adanya sekat-sekat untuk air limbah mengalir. *Settleable solids* umumnya akan tersisihkan pada *sedimentation chamber* di awal dengan tipikal removal 50% dari total volume. *Upflow chamber* membantu meningkatkan penyisihan zat organik, untuk penyisihan BOD mencapai lebih dari 90% (Tilley dkk, 2014).

Debit Air Limbah

Berdasarkan Kriteria Perencanaan Ditjen Cipta Karya Dinas Perencanaan Umum Tahun 2016, Desa Pabian termasuk dalam kategori Desa karena mempunyai jumlah penduduknya 6906 jiwa (Kabupaten Sumenep, dalam angka 2022). Kebutuhan air rata-rata berdasarkan kriteria tersebut diperoleh 60-80 liter/jiwa/hari, sehingga pada perhitungan air bersih domestik digunakan nilai maksimum yaitu 80 liter/jiwa/hari.

Keb. Air Bersih = Populasi x Kebutuhan Air Arata (1)

Untuk Debit air buangan dihitung dari 80% debit air bersih, maka debit air buangan adalah :

Q_{ave}	$= Q_d \times 80\%$	(2)
Q_{min}	$= 0.2 (P)^{1/4} \times Q_{ave}$	(3)
f_{peak}	$= (18 + P^{0.5}) / (4 + P^{0.5})$	(4)
Q_{peak}	$= f_{peak} \times Q_{ave}$	(5)
Q_{perjam}	$= Q_{ave} / \text{waktu pengaliran}$	(6)
Kecepatan Upflow	$= (\text{debit air limbah} / (P \times L \text{Kompartemen}))$	(7)
HRT	$= \text{Vol.ABR} / Q_{perjam}$	(8)
OLR	$= (Q_{perjam} \times \text{CODinfluent}) / \text{Volume ABR}$	(9)
CODremoval bak pengendap	$= (\text{rasio SS/COD} / 0,6) \times \text{faktor removal COD}$	(10)
CODinfluent di ABR	$= \text{CODinfluent} \times (1 - \text{CODrem bak pengendap})$	(11)
BODremoval bak pengendap	$= \text{faktor removal BODrem/CODrem} \times \text{CODrem}$	(12)
BODremoval bak pengendap	$= \text{BODinfluent} \times (1 - \text{BODrem bak pengendap})$	(13)
Tss teremoval	$= \text{TSSrem} \times \text{TSSinfluent}$	(14)
Tss effluent di ABR	$= \text{TSSinfluent} - \text{TSS teremoval}$	(15)
Volume lumpur per BOD tersisih	$= 0,005 \times \text{faktor reduksi}$	(16)
Vruang lumpur	$= (\text{BODinfluent} - \text{BODEffluent}) / 1000 \times Q$	(17)
Volume air	$= Q \times T_d \text{ tangki pengendap}$	(18)
Total volume	$= \text{Vruang lumpur} \times \text{Vair}$	(19)
A surface	$= \text{volume} \times H$	(20)
Panjang	$= A \text{ surface} / \text{lebar rencana}$	(21)
As cek	$= \text{panjang} \times \text{lebar}$	(22)
P.kompartemen	$= 60\% \times \text{kedalaman}$	(23)
L.kompartemen	$= Q \text{ perjam} / V_{up}$	(24)
I.kompartemen	$= L.kompartemen / P.kompartemen$	(25)
%CODrem di ABR	$= f\text{-overload} + f\text{-strength} + f\text{-temp} + f\text{-HRT}$	(26)
removalCOD	$= \% \text{CODrem di ABR} \times ((\text{jumlah kompartemen} \times 0,04) + 0,82)$	(27)
CODEffluent di ABR	$= \text{CODinfluent di ABR} \times (1 - \% \text{CODrem di ABR})$	(28)
%CODrem total	$= ((\text{CODinfluent} - \text{CODEffluent ABR}) / \text{CODinfluent}) \times 100\%$	(29)
%BODrem total	$= \% \text{CODrem total} \times \text{faktor BODrem/CODrem}$	(30)
BODEffluent di ABR	$= (1 - \% \text{BODrem total}) \times \text{BODinfluent di ABR}$	(31)

METODOLOGI PENELITIAN

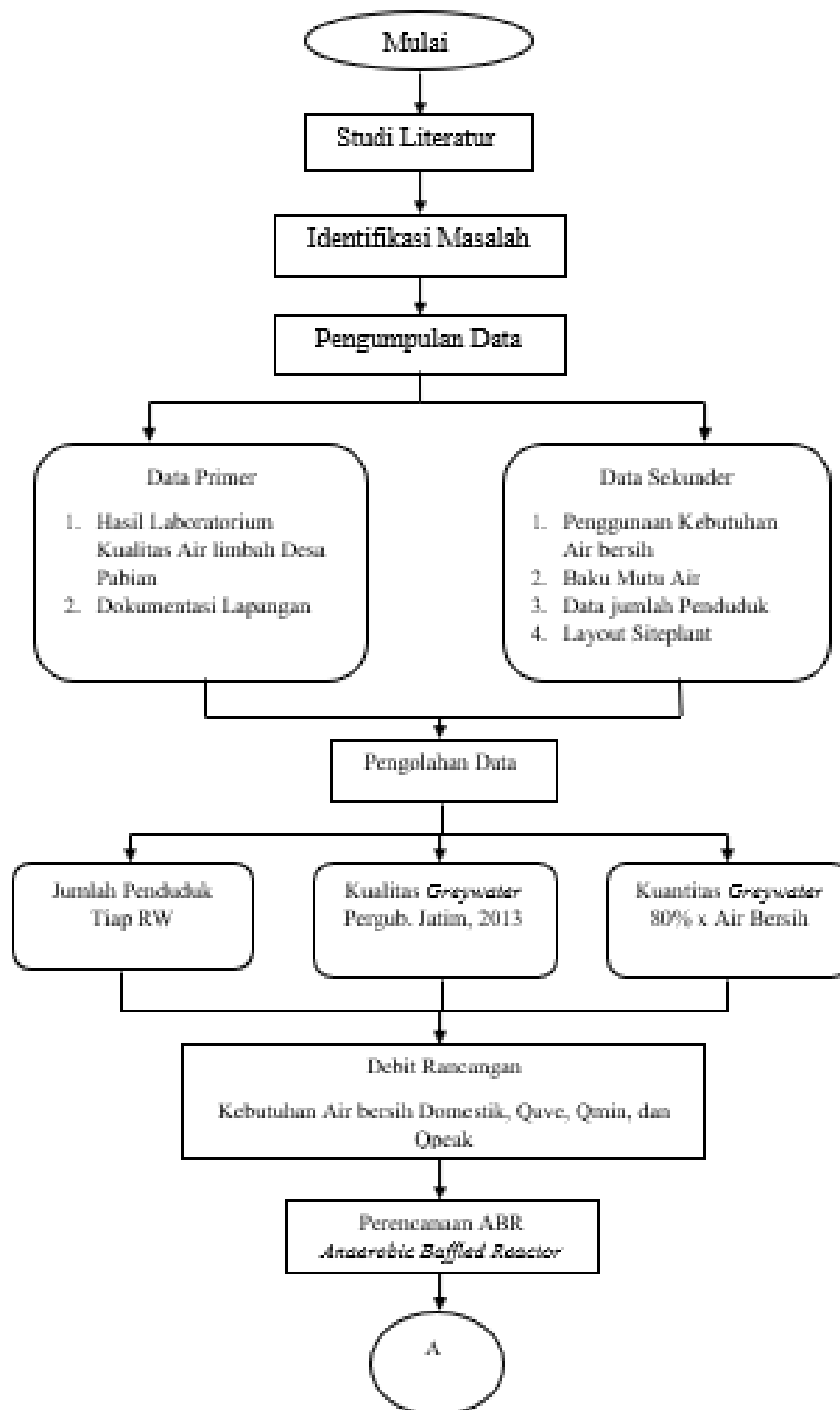
Penelitian ini terletak di Desa Pabian, Kabupaten Sumenep, Madura, Jawa Timur. Desa tersebut dipilih karena merupakan Desa dengan pemukiman padat. Pada wilayah tersebut akan dilayani dalam perencanaan akan disediakan unit bangunan IPAL Komunal untuk kawasan pemukimannya. Batas-batas daerah perencanaan ini adalah sebagai berikut :



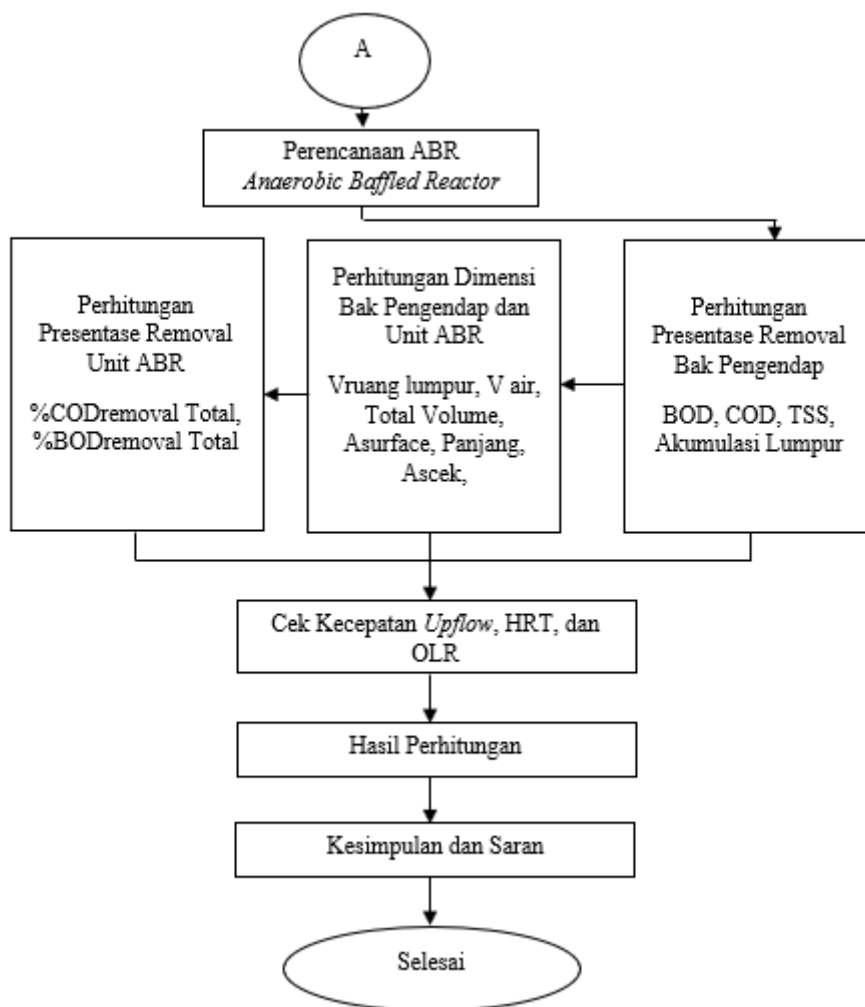
Gambar 1. Peta Lokasi

Sumber : <https://ub.ac.id/id/campus-life/campus-map/>
(Diakses 19 Juni 2022)

Bagan Alir Penelitian



Gambar 2. Diagram Alir Penyelesaian Skripsi
Sumber: Data Pribadi, 2022



Gambar 3. Diagram Alir Penyelesaian Skripsi
Sumber: Data Pribadi, 2022

HASIL DAN PEMBAHASAN

Perhitungan Kebutuhan Air Bersih

Kebutuhan air bersih didapat berdasarkan jumlah pengguna gedung, yang menghasilkan jumlah pemakaian air bersih rata-rata perhari sebagai berikut:

Perhitungan kebutuhan air bersih domestik pada tahun perencanaan 2022 dilakukan pada RW.001, diperoleh :

- Kebutuhan Air Domestik = Populasi tahun Perencanaan x Kebutuhan Air Rata
= 1033 jiwa x 80 liter/jiwa/hari
= 82640 liter/hari

Perhitungan kebutuhan air bersih domestik pada tahun perencanaan 2022 dilakukan pada RW.002, diperoleh :

- Keb. Air Bersih Domestik = Populasi tahun Perencanaan x Kebutuhan Air Rata
= 995 jiwa x 80 liter/jiwa/hari
= 79600 liter/hari

Perhitungan kebutuhan air bersih domestik pada tahun perencanaan 2022 dilakukan pada RW.005, diperoleh :

- Keb. Air Bersih Domestik = Populasi tahun Perencanaan x Kebutuhan Air Rata
= 1226 jiwa x 80 liter/jiwa/hari
= 98080 liter/hari

Perhitungan Debit Air Limbah

Berdasarkan SK-SNI Air Minum, (2000), 80% dari pemakaian air bersih. Perencanaan ini difokuskan hanya pada jenis air limbah *greywater*. Didapat perhitungan debit air limbah rata-rata yang dihasilkan RW.001, RW.002, dan RW.005 sebagai berikut

Perhitungan Qave RW.001

- Debit air limbah = 80% x debit air bersih
= 80% x 86420 L/hari
= 69136 liter/hari

Perhitungan Qave RW.002

- Debit air limbah = 80% x debit air bersih
= 80% x 79600 L/hari
= 63680 liter/hari

Perhitungan Qave RQ.005

- Debit air limbah = 80% x debit air bersih
= 80% x 98080 L/hari
= 79464 liter/hari

Perhitungan dimensi bak IPAL Komunal dengan metode ABR didasarkan pada kriteria desain IPAL ABR menurut (Sasse, 2009) sebagai berikut:

Rasio SS/COD = 0,35 – 0,45

HRT bak pengendap = 1,5 jam

Velocity upflow = 1,4 – 2 m/jam

Panjang kompartemen = <50% - 60% dari tinggi

Beban organik = <3 kg.COD/m³.hari

HRT = ≥ 8 jam

Desain IPAL Komunal sesuai perhitungan debit air limbah rata-rata dikelompokkan menjadi empat tipe IPAL, yaitu dalam debit:

- 69136 liter/hari = IPAL Komunal Tipe A
- 63680 liter/hari = IPAL Komunal Tipe B
- 78464 liter/hari = IPAL Komunal Tipe C

Peletakan lokasi IPAL berdasarkan debit IPAL yang termasuk dalam pengelompokan tersebut, dimana:

- IPAL Tipe A berada pada RW.001
- IPAL Tipe B berada pada RW.002
- IPAL Tipe C berada pada RW.005

Perhitungan IPAL Tipe A

Diketahui:

Sesuai perhitungan debit air limbah dan pengujian karakteristik air limbah dilapangan didapatkan data pengolah, yaitu:

Qave = 69136 liter/hari = 69,136 m³/hari
 Qpeak = 93919,4 liter/hari = 93.919 m³/hari
 CODinfluent = 551.72 mg/l
 BODinfluent = 245.81 mg/l
 TSSinfluent = 245.4 mg/l

Direncanakan:

Menurut (SNI 8455:2017) data ideal yang dibutuhkan dalam perencanaan dibutuhkan, sebagai berikut:

Suhu pengolahan = 30°C
 Pengurusan lumpur = 24 bulan
 Td tangki pengendap = 3 jam
 Rasio SS/COD = 0,42
 Kedalaman = 2 m
 Jumlah Kompartemen = 6 buah
 Waktu pengaliran (Vup) = 1,5 m/jam

Pengolahan pada IPAL unit ABR akan dilaksanakan selama 24 jam, sehingga debit per jam yang akan masuk ke unit pengolahan adalah:

Q per jam = Qave / waktu pengaliran
 = 69136 liter/hari / 24 jam
 = 2880,667 liter/jam
 = 2,880 m³/jam

Perhitungan Presentase Bak Pengendap

Menentukan persentase removal pada bak pengendap diawali dengan menentukan persentase removal COD dan BOD. Perhitungan CODremoval didapat melalui persamaan berikut:

CODremoval bak pengendap = (rasio SS/COD/0,6) × faktor removal COD
 = (0,42/0,6) × 0,38
 = 0.266
 = 26,6%
 CODinfluent di ABR = CODinfluent × (1 - CODrem bak pengendap)
 = 551,72 mg/l × (1 - 26,6%)
 = 404,96 mg/l
 BODremoval bak pengendap = faktor removal BODrem/CODrem × CODrem
 = 1,06 × 26,6%
 = 28,20%
 BODinfluent di ABR = BODinfluent × (1 - BODrem bak pengendap)
 = 245.81 mg/l × (1 - 28,20%)
 = 176,49 mg/l
 TSS teremoval = TSSrem × TSSinfluent
 = 60% × 245,4 mg/l

$$\begin{aligned}
 &= 147,24 \text{ mg/l} \\
 \text{TSSeffluent di ABR} &= \text{TSSinfluent} - \text{TSS teremoval} \\
 &= 245,4 \text{ mg/l} - 147,24 \text{ mg/l} \\
 &= 98,16 \text{ mg/l} \\
 \text{Volume lumpur per BOD tersisih} &= 0,005 \times 66\% \\
 &= 0,0033 \text{ L/g}
 \end{aligned}$$

Perhitungan Dimensi Bak Pengendap dan Unit ABR

$$\begin{aligned}
 \text{V ruang Lumpur} &= (\text{BODin} - \text{BODef}) / 1000 \times Q \\
 &= (245,81 - 13,48) / 1000 \times 69,14 \text{ m}^3/\text{hari} \\
 &= 16,1 \text{ m}^3 \\
 \text{Volume air} &= Q \times \text{Td tangki pengendap} \\
 &= (69,14 \text{ m}^3 / \text{hari} / 24 \text{ jam/hari}) \times 3 \text{ jam} \\
 &= 2,8 \text{ m}^3 / \text{jam} \times 3 \text{ jam} \\
 &= 8,6 \text{ m}^3 \\
 \text{Total Volume} &= \text{V ruang lumpur} + \text{V air} \\
 &= 16,1 + 8,6 \\
 &= 24,7 \text{ m}^3 \\
 \text{A surface} &= \text{Volume} / \text{H} \\
 &= 24,7 \text{ m}^3 / 2 \text{ m} \\
 &= 12,35 \text{ m}^2 = 12 \text{ m}^2 \text{ (dibulatkan)} \\
 \text{Panjang} &= \text{A surface} / \text{Lebar rencana} \\
 &= 12 \text{ m}^2 / 2 \text{ m} \\
 &= 6 \text{ m} \\
 \text{As cek} &= \text{Panjang} \times \text{lebar} \\
 &= 6 \text{ m} \times 2 \text{ m} \\
 &= 12 \text{ m}^2 \\
 \text{P. Kompartemen} &= 60\% \text{ dari kedalam} \\
 &= 60\% \times 2 \text{ m} \\
 &= 1,2 \text{ m} \\
 \text{L. Kompartemen} &= Q \text{ per jam} / \text{Vup} \\
 &= 2,880 \text{ m}^3 / \text{jam} / 1,5 \text{ m/jam} \\
 &= 1,92 \text{ m}^2 \\
 \text{l. Kompartemen} &= \text{L. Kompartemen} / \text{P. Kompartemen} \\
 &= 1,92 \text{ m}^2 / 1,2 \text{ m} \\
 &= 1,6 \text{ m}
 \end{aligned}$$

Perhitungan Presentase Removal Unit ABR

$$\begin{aligned}
 \% \text{CODrem di ABR} &= f\text{-overload} + f\text{-strength} + f\text{-temp} + f\text{-HRT} \\
 &= 1,0 \times 0,89 \times 1,09 \times 0,85 \\
 &= 82,46\% \\
 \text{Perkiraan removal COD menurut (SNI 8455:2017) yaitu:} &= 82,46\% \times ((\text{jmlh kompartemen} \times 0,04) + 0,82) \\
 &= 82,46\% \times ((6 \times 0,04) + 0,82) \\
 &= 87,41\% \\
 \text{CODEffluent di ABR} &= \text{CODinfluent di ABR} \times (1 - \% \text{CODremoval di ABR}) \\
 &= 404,96 \text{ mg/l} \times (1 - 87,41\%) \\
 &= 50,98 \text{ mg/l} \\
 \% \text{CODremoval Total} &= ((\text{CODinfluent} - \text{CODEffluent ABR}) / \text{CODinfluent}) \times 100\% \\
 &= ((551,72 \text{ mg/l} - 50,98 \text{ mg/l}) / 551,72 \text{ mg/l}) \times 100\% \\
 &= 90,76\% \\
 \% \text{BODrem Total} &= \% \text{CODrem Total} \times \text{faktor BODrem/CODrem} \\
 &= 90,76\% \times 1,025 \\
 &= 93,03\% \\
 \text{BODEffluent di ABR} &= (1 - \% \text{BODrem Total}) \times \text{BODinfluent di ABR}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 &= (1 - 93,03\%) \times 146,49 \text{ mg/l} \\
 &= 10,21 \text{ mg/l} \\
 \text{Kecepatan up flow} &= (\text{debit air limbah} / (P \times l \text{ kompartemen})) \\
 &= (2,880 \text{ m}^3 / \text{jam} / (1,2\text{m} \times 1,6\text{m})) \\
 &= 1,5 \text{ m/jam} \\
 \text{HRT} &= \text{Vol.ABR} / Q \text{ per jam} \\
 &= 22,56 \text{ m}^3 / 2,880 \text{ m}^3 / \text{jam} \\
 &= 7,8 \text{ jam} \\
 \text{OLR} &= (Q \text{ per jam} \times \text{CODinfluent}) / \text{Volume ABR} \\
 &= (2,880 \text{ m}^3 / \text{jam} \times (24 \text{ jam} / 1 \text{ hari}) \times (551.72 / 1000) \text{ kg} / \text{m}^3) / 22,56 \text{ m}^3 \\
 &= 1.69 \text{ kg} / \text{m}^3 / \text{hari}
 \end{aligned}$$

PENUTUP

Kesimpulan

Kesimpulan yang diperoleh adalah:

1. Kualitas air berdasarkan sampling di Desa Pabian pada Perum Jasa Tirta kurang baik, tidak memenuhi Baku Mutu Air Limbah, dengan parameter nilai sebesar :
 - RW 001 :
BOD 245,81 mg/l, TSS 245,4 ,COD 551,72 mg/l, pH 7,42
 - RW 002 :
BOD 238,66 mg/l, TSS 240,2 ,COD 442,37 mg/l, pH 7,34
 - RW 005 :
BOD 259,59 mg/l, TSS 248,7 ,COD 563,24 mg/l, pH 7,68
2. Perhitungan dimensi yang dilakukan berdasarkan pengelompokkan debit air limbah rata-rata, didapat:
 - IPAL Komunal Tipe A (6m×2m×2m)
 - IPAL Komunal Tipe B (6m×2m×2m)
 - IPAL Komunal Tipe C (6m×2m×2m)
3. Unit ABR yang direncanakan mempunyai 6 buah kompartemen dengan pengelompokkan berdasarkan nilai debit air limbah rata-rata, sehingga didapat dimensi kompartemen unit ABR sebagai berikut:
 - IPAL Komunal Tipe A (2m×2m×2m)
 - IPAL Komunal Tipe B (2m×2m×2m)
 - IPAL Komunal Tipe C (2m×2m×2m)

Saran

Adapun beberapa saran untuk lebih baiknya studi ini antara lain:

1. Pada Penelitian selanjutnya perlunya perbandingan antara dua IPAL agar dapat digunakan sesuai penggunaan pada daerah tersebut.
2. Dibutuhkan Metode Alternatif seperti menggunakan Metode AF
3. Tugas Akhir ini tidak memperhitungkan perencanaan Sistem Penyaluran Air Limbah (SPAL), apabila ada pihak yang ingin merencanakan untuk SPAL diharap melakukan perhitungan terhadap sumur pengumpul dan pompa, dikarenakan unit IPAL ini direncanakan untuk dibangun dengan posisi plat tutup beton sejajar dengan permukaan tanah.
4. Air yang dibuang disaluran drainase perlu dilakukan pengecekan lebih lanjut, agar memenuhi syarat

DAFTAR PUSTAKA

- Badan Standarisasi Nasional. *SNI 03-6481-2000 Sistem Plambing*. Badan Standarisasi Badan Standar Nasional SK-SNI 8455:2017, Perencanaan pengolahan air limbah rumah tangga dengan sistem reaktor anaerobik bersekat (SRAB)
- Dinas Lingkungan Hidup Kabupaten Sumenep, 2021. Laporan Hasil Laboratorium Air Limbah Domestik Desa Pabian.
- Direktorat Jenderal Cipta Karya, 2018. 'Pedoman Perencanaan Teknik Terinci Sistem Pengelolaan Air Limbah Domestik Terpusat; SPALD-T'. Ditjen Cipta Karya, Jakarta. 13-15.
- Noerhayati, E. Studi Perencanaan Constructed Wetland Untuk Pengolahan Grey Water Di Perumahan Tamab Candiloka, Kecamatan Candi Kabupaten Sidoarjo.pdf
- Noerhayati, E. & Prayogi. A., 2021, 'Studi Perencanaan Jaringan Irigasi Daerah Irigasi Pitab Kabupaten Balangan Provinsi Kalimantan Selatan`.
- Rahmawati, A. & Warsito, 2020, 'Pengolahan Limbah Cair Domestik dengan Tanaman Eceng Gondok (*Eichornia Crassipes*) untuk Menghasilkan Air Bersih di Perumahan Green Tombro Kota Malang', Jurnal Rekayasa Hijau, 4(1), 1-8