



UNIVERSITAS WIRARAJA

FAKULTAS TEKNIK

Program Studi Teknik Sipil (Terakreditasi) Program Studi Informatika (Terakreditasi)
Program Studi Sistem Informasi (Terakreditasi)

Kampus : Jl. Raya Sumenep Pamekasan KM.5 Patean, Sumenep, Madura 69451 Telp : (0328) 664272/673088
e-mail : fteknik@wiraraja.ac.id Website : fteknik.wiraraja.ac.id

SURAT PERNYATAAN

Nomor : 25/SP.PLG/D-FT/UNIJA/IV/2023

Yang Bertanda Tangan dibawah ini :

Nama : Cholilul Chayati, ST., MT.
Jabatan : Dekan Fakultas Teknik
Instansi : Universitas Wiraraja

Menyatakan bahwa :

Nama : Ach. Desmantri Rahmanto, ST., MT.
Jabatan : Staf Pengajar Fakultas Teknik

Telah melakukan cek plagiarisme ke Fakultas Teknik menggunakan Software checkforplagiarism untuk buku pelajaran dengan judul '**Pengolahan Air Limbah Dengan Sistem Reaktor Anaerobik Bersekat (SRAB)**' dan mendapatkan hasil similarity sebesar 20%.

Demikian surat pernyataan ini di buat untuk dilaksanakan dengan sebaik-baiknya.

Sumenep, 10 April 2023
Dekan Fakultas Teknik
Universitas Wiraraja,



Cholilul Chayati, ST., MT.
NIDN. 0715097804

1874-Article_Text-5484-1-10- 20220713.pdf

by

Submission date: 10-Apr-2023 12:29PM (UTC+0700)

Submission ID: 2060296770

File name: 1874-Article_Text-5484-1-10-20220713.pdf (266.32K)

Word count: 2556

Character count: 12734

PENGOLAHAN AIR LIMBAH DENGAN SISTEM REAKTOR ANAEROBIK BERSEKAT (SRAB)

Dewi Kartika¹, Ach. Desmantri Rahmanto²

¹Dewi Kartika, Universitas Wiraraja.
e-mail: dewi14081999@gmail.com

²Ach. Desmantri Rahmanto, Universitas Wiraraja.
e-mail: desmantri@wiraraja.ac.id

ABSTRAK

Air limbah yang dihasilkan dari kegiatan santri di pondok pesantren Al-Usymuni masih belum diolah dengan baik selama ini limbah tersebut langsung dibuang ke sungai, banyaknya air limbah yang dibuang ke sungai akan menyebabkan pencemaran air. Tujuan penelitian ini untuk mengetahui debit (Q) limbah domestik dan merencanakan pengolahan air limbah yang dihasilkan santri di Pondok Pesantren Al-Usymuni Desa Pandian Kec. Kota Kab. Sumenep. Teknik analisis data yang digunakan yaitu menghitung kapasitas dan merencanakan sistem reaktor anaerobik bersekat (SRAB) sesuai dengan SNI 8455:2017. Hasil penelitian ini diperoleh debit air limbah cair di Pondok Pesantren Al-Usymuni sebesar 52,68 m³/hari dengan kandungan bahan organik pada air limbah setelah melewati bak reaktor anaerobik bersekat dihasilkan BOD₅ sebesar 31,743 mg/l, COD 69,12 mg/l, TSS 30,11 mg/l dan Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL) direncanakan dengan tahap pengolahan yang meliputi bak pemisah lemak/minyak dengan volume 4,5 m³, bak ekualisasi dengan volume 15 m³, bak pengendapan awal dengan volume 16,9 m³ dan bak reaktor anaerobik bersekat dengan volume 18 m³.

Kata kunci: Debit air limbah, pencemaran air, SRAB.

1. PENDAHULUAN

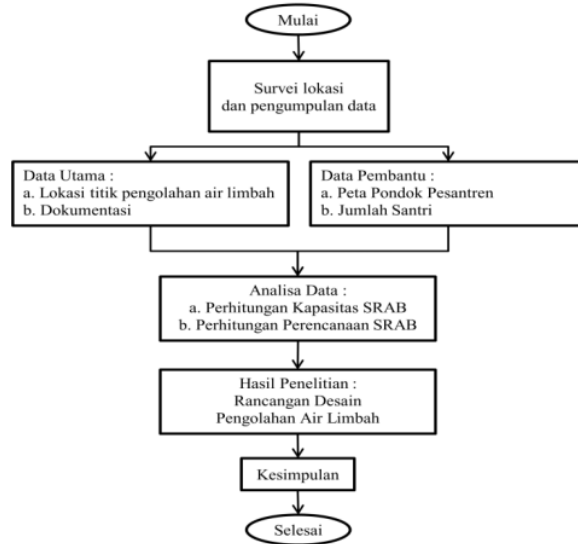
Sistem reaktor anaerobik bersekat atau *Anaerobic Baffled Reactor* (ABR) merupakan metode pengolahan limbah cair secara biologi anaerob yang mampu menghilangkan atau mereduksi kandungan senyawa organik yang terkandung dalam limbah cair. SRAB terbuat dari bahan kedap air dan tahan korosi seperti *Fibreglass Reinforced Plastic* (FRP), batu bata, beton, dan sebagainya. bahan FRP harus sesuai dengan SNI 7504, pasangan batu bata harus sesuai dengan SNI 15-2094, dan bahan beton bertulang harus sesuai dengan SNI 03-2914, serta harus sesuai dengan persyaratan bahan dan konstruksi yang berlaku. BOD (*Biological Oxygen Demand*) adalah jumlah oksigen terlarut yang diperlukan mikroorganisme untuk mengurai bahan organik didalam air. Sedangkan COD (*Chemical Oxygen Demand*) merupakan jumlah kebutuhan senyawa kimia terhadap oksigen untuk mengurai bahan organik. Air limbah adalah air yang kualitasnya menurun karena faktor manusia. Terkait pencemaran air, biasanya kita hanya memikirkan limbah cair yang dihasilkan oleh pabrik dan industri. Padahal, rumah, pasar, persawahan, rumah sakit, pesantren, dan lain- lain juga berperan penting dalam pencemaran air.

Air yang mengandung deterjen, kotoran dan sisa makanan yang setiap hari masuk ke saluran pembuangan mempengaruhi keseimbangan fisik dan kimiawi air. Dalam beberapa kasus, air tanah mungkin tidak dapat diperbarui karena proses pengangkutan air tanah memakan waktu ribuan tahun, sehingga jika air tanah dieksploitasi secara berlebihan, pada akhirnya air tanah akan habis. Air limbah yang dihasilkan dari kegiatan santri di pondok pesantren Al-Usymuni masih belum diolah dengan baik selama ini limbah tersebut langsung dibuang ke sungai, banyaknya air limbah yang dibuang ke sungai akan menyebabkan pencemaran air. Tujuan penelitian ini untuk mengetahui debit (Q) limbah domestik dan merencanakan pengolahan air limbah yang dihasilkan santri di Pondok Pesantren Al-Usymuni Desa Pandian Kec. Kota Kab. Sumenep.

7

2. METODE PENELITIAN

2.1 Diagram Alir Penelitian



Gambar 1. Diagram Alir Penelitian

2.2 Prosedur Pengumpulan Data

5

Data yang dikumpulkan oleh peneliti adalah sebagai berikut:

1 Data primer

Data primer adalah data yang diperoleh langsung dari lapangan, data yang diperoleh dari lapangan yaitu data rencana lokasi dan dokumentasi sistem pengolahan air limbah.

2 Data sekunder

Data sekunder adalah data yang diperoleh dari dokumen yang dipilih oleh arsip atau lembaga, atau data yang diperoleh dari majalah, internet, buku sastra, dan dokumen pendukung lainnya. Data sekunder yang digunakan adalah data penduduk Santri dan peta lokasi Pondok Pesantren.

2.3 Teknik Analisis Data

Teknis analisis data ini salah satu dari penelitian yang digunakan untuk perencanaan pengolahan air limbah domestik sehingga dengan perencanaan ini mampu mengurangi pencemaran lingkungan di kawasan Pondok Pesantren Al-Usymuni, dapat mengetahui desain pengolahan limbah dengan dimensi yang sesuai dengan kebutuhan. Dengan mengacu pada SNI 8455:2017 melakukan langkah-langkah sebagai berikut:

1. Perhitungan Kapasitas SRAB
2. Perhitungan Perencanaan SRAB

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Jumlah Santri Hasil Uji Laboratorium Air Limbah Domestik di Ponpes Al-Usymuni

Tabel 1: Hasil Data Pondok Pesantren Al-Usymuni

Blok	Jumlah Kamar	DayaTampung
Blok A	3	94 Orang
Blok B	4	8 Orang
Blok C	5	50 Orang
Blok D	2	39 Orang
Blok E	5	66 Orang
Blok F	8	45 Orang
Blok G	6	96 Orang
Blok H	1	33 Orang

Sumber: Sekretaris Pondok Pesantren Al-Usymuni Putri

Tabel 2: Hasil Uji Laboratorium Air Limbah Domestik di Ponpes Al-Usymuni

No.	Parameter	Satuan	Baku Mutu	HasilUji
1	Suhu	°C	30	28
2	pH	-	6 -9	8,61
3	BODs	mg/l	30	47,03
4	COD	mg/l	80	102,40
5	TSS	mg/l	30	47
6	Minyak Lemak	mg/L	25	35,1

Sumber: UPT Laboratorium DLH Kabupaten Sumenep

3.2 Perhitungan Debit Limbah

Langkah awal yang dilakukan yaitu mengetahui kapasitas air limbah domestik yang dihasilkan oleh Pondok Pesantren Al-Usymuni, sebagai acuan untuk menentukan dimensi bak pengolahan air limbah yang akan direncanakan. Air limbah yang dihasilkan berhubungan dengan air bersih yang digunakan untuk kebutuhan sehari-hari.

Jumlah Santri = 439 orang
 Limbah cair yang dihasilkan = 120 liter/orang/hari
 Total limbah cair = Jumlah penduduk x limbah cair per orang
 = 439 orang x 120 liter/per orang/hari
 = 52.680 liter/hari.
 = 52,68 m³/hari

3.3 Desain Teknis IPAL Pondok Pesantren Al-Usymuni

Data teknis rencana kapasitas untuk menghitung kapasitas rencana digunakan proyeksi penggunaan 1 tahun pada tahun 2021 dengan data-data sebagai berikut:

Debit limbah cair produksi(Q) : 52,68m³/hari
 BOD₅ maksimum dalam limbah cair : 47,03 mg/l
 COD maksimum dalam limbah cair : 102,40 mg/l
 Konsentrasi TSS : 47 mg/l
 Konsentrasi pH : 8,61
 Baku mutu BOD₅ maksimum : 30 mg/l
 Baku mutu COD maksimum : 80 mg/l
 Baku mutu TSS maksimum : 30 mg/l
 Baku mutu pH : 6,0 – 9,0

1. Desain Bak Pemisah Lemak/Minyak

Bak pemisah lemak atau *grease removal* yang direncanakan adalah tipe gravitasi sederhana. Bak terdiri dari dua buah ruang yang dilengkapi dengan *bar screen* pada bagian inletnya.

Kapasitas pengolahan = 52,68 m³/ hari
 = 3 m³/jam
 = 416,667 liter/menit

KriteriaPerencanaan:

Retention time = ± 30 menit

Volume bak yang diperlukan = $\frac{30}{60 \times 24} \text{ jam m}^2/\text{hari} \times 52,68\text{m}^3/\text{hari}$
 = 1,10m³/jam

a) Perencanaan Dimensi Bak

Panjang : 2,00 m
 Lebar : 1,50 m
 KedalamanAir : 1,50 m
 Tinggi Jagaan : 0,50 m
 Volume : 2,00 x 1,50 x 1,50
 : 4,50 m³/jam > 1,10 m³/jam (memenuhi)

Check

Volume efektif : 4,50m³/jam

b) Perhitungan pengurangan zat organik

Pada bak pemisah lemak direncanakan memiliki efisiensi pengurangan zat organik hanya berupa TSS sebesar ± 5%. Sehingga kadar TSS setelah keluar dari bak pemisah lemak adalah sebagai berikut:

KandunganTSS = 95% x Kandungan TSS air limbah (mg/L)
 = 95% x 47 (mg/L)
 = 44,65 mg/L

Jadi kandungan TSS pada air limbah setelah melewati bak pemisah lemak adalah sebesar 44,65 mg/L

c) Perencanaan konstruksi

Pipa Inlet = PVC 4 inch
 Konstruksi = BetonK275
 Tebal dinding = 20cm
 Slope = 0,02
 Perlindungan = *Waterproofing*

2. Desain Bak Ekuialisasi

a) Perhitungan Dimensi

Untuk menentukan volume diperlukan waktu tinggal didalam bak (HRT) = 4-8 jam. waktu rencana digunakan 5 jam sehingga didapat volume dengan cara membagi waktu tinggal dengan 24 jam:

Volume bak yang diperlukan = $\frac{5 \text{ jam}}{24 \text{ jam}} \times 52,68\text{m}^3 / \text{hari}$
 = 10,975m³

Dimensi bak diperoleh dari hasil coba-coba angka untuk setiap panjang, lebar dan kedalaman

Panjang : 4 m
 Lebar : 2,5 m
 Kedalaman : 1,5 m
 Tinggi jagaan : 0,5 m³

Volume : $4,00 \times 2,50 \times 1,50$
 : 15,00
 Cek Volume : $15,00 \text{ m}^3 \geq 10,975 \text{ m}^3$
 Waktu tinggal = $\frac{\text{Volume Hitung}}{\text{Flowrate}}$
 = $\frac{15,00 \text{ m}^3}{3 \text{ m}^3 / \text{jam}}$
 = 5 jam
 Tebal dinding : 20 cm
 Konstruksi : Beton K275

b) Perencanaan Pompa

Direncanakan pompa dengan kapasitas $3 \text{ m}^3/\text{jam}$ atau $50 \text{ l}/\text{menit}$ maka dibutuhkan pompa dengan spesifikasi sebagai berikut:

Tipe = pompa rendam
 Kapasitas = $100 \text{ l}/\text{menit}$ (maksimum)
 Merk = Pompa HCP

c) Perencanaan *sludge removal*

Sludge removal direncanakan dengan membuat saluran di dasar bak ekualisasi dan pengendapan awal dengan slope 0,02. Dengan adanya kemiringan pada bak ekualisasi diharapkan lumpur atau padatan lain akan mudah terkumpul dan akan turut serta dipompa menuju bak pengendapan awal.

3. Desain Bak Pengendapan Awal

Waktu tinggal rata-rata = 2-4 jam.
 Debit air limbah = $52,68 \text{ m}^3 / \text{hari}$
 BOD masuk = $47,07 \text{ mg} / \text{l}$
 TSS masuk = $47 \text{ mg}/\text{l}$

a) Perhitungan Dimensi

Volume diperlukan tinggal = Debit x Waktu
 = $3 \text{ m}^3 / \text{jam} \times 4 \text{ jam}$
 = 12 m^3
 Panjang = 4,5 m
 Lebar = 2,5 m
 Kedalaman = 1,5 m
 Jagaan = 0,5 m
 Volume Hitung = 18 m^3
 Cek Volume = $18 \text{ m}^3 \geq 12 \text{ m}^3$
 = Memenuhi
 Tebal dinding = 15 cm

b) Perhitungan waktu tinggal

$T = \frac{18 \text{ m}^3}{3 \text{ m}^3 / \text{jam}}$
 = 6 jam

c) Perhitungan Beban Permukaan

Surface loading (SL) = $\frac{52,68 \text{ m}^3/\text{hari}}{4,5 \text{ m} \times 2,5 \text{ m}}$
 = $5 \text{ m}^3 / \text{m}^2 \text{ hari}$

d) Pengurangan Zat Organik

Pada bak pengendapan awal, direncanakan memiliki efisiensi pengurangan zat organik sebesar $\pm 25\%$.

- a. Kandungan TSS = 75% x Kandungan TSS air limbah (mg/L)
 = 75% x 44,65 (mg/L)
 = 33,49 mg/L
- b. Kandungan BOD₅ = 75% x Kandungan BOD air limbah (mg/L)
 = 75% x 47,03 (mg/L)
 = 35,27 mg/L
- c. Kandungan COD = 75% x Kandungan COD air limbah (mg/L)
 = 75% x 102,40 (mg/L)
 = 76,8 mg/L

Jadi kandungan bahan organik yang pada air limbah setelah melewati bak pengendapan awal adalah:

TSS = 33,49 mg/l

BOD₅ = 35,27 mg/l

COD = 76,8 mg/l

3.4 Reaktor Anaerob Bersekat

Tabel 3: Desain Kriteria Sistem Reaktor Anaerob Bersekat

No.	Parameter	Satuan	Nilai
1.	Waktu tinggal, T _d	Jam	6 - 20
2.	Laju Pembebanan Organik (OLR)	Kg COD/m ³ .hari	0,1 - 8
3.	V _{up} , laju aliran keatas	m/jam	< 2,0
4.	Rasio daerah aliran turun dan aliran naik (down flow area to up flow area)		1:2
5.	Konsentrasi volatile solid	gr/L	4 - 20
6.	% Penyisihan BOD	%	70 - 95
7.	% Penyisihan COD	%	65 - 90

1. Data:

Debit air limbah = 52,68m³ / hari

TSS masuk = 33,49 mg/l

BOD₅ masuk = 35,27 mg/l

COD masuk = 76,8 mg/l

2. Perhitungan Kadar Bahan Organik

Beban BOD dihitung agar mengetahui nilai dari volume media kemudian

Beban BOD₅ = Debit x Nilai BOD₅
 = 52,68m³/hari x 35,27 mg/l
 = 18580,236 g/hari
 = 18,580 kg/hari

3. Perhitungan Volume Media

Volume media yang diperlukan ditentukan berdasarkan pembagian beban BOD air limbah dengan standar beban BOD (0,4 - 4,7 kg BOD/m³ hari)

Vol media = $\frac{\text{Beban BOD Air Limbah}}{\text{Standar Beban BOD}}$

= $\frac{18,580}{1,5 \text{ kg BOD/m}^3}$
 = 12,39 m³

4. Perhitungan Volume Reaktor

Volume reaktor sebesar 60% dari jumlah reaktor

Vol Reaktor = 100/60 x Vol media

$$= 100/60 \times 12,39 \text{ m}^3$$

$$= 20,65 \text{ m}^3$$

5. Perhitungan Waktu Tinggal

Dilakukan pemeriksaan terhadap waktu tinggal rerata

$$T = \frac{\text{Volume Reaktor}}{\text{Debit Air Limbah}}$$

$$= \frac{20,65 \text{ m}^3}{3 \text{ m}^3/\text{jam}}$$

$$= 7 \text{ jam}$$

6. Perhitungan Kapasitas SRAB

Sistem Reaktor Anaerobik Bersekat-sistem tercampur, mempunyai kriteria perencanaan sebagai berikut:

Data:

Jumlah orang = 439 Santri
 Pemakaian Air Bersih = 120 liter/orang/hari
 Debit air limbah = 120 liter/orang/hari x 70%
 = 84 liter/orang/hari
 Kapasitas = 84 l/o/hari x 439
 = 36,786 m³/hari

7. Desain Perencanaan SRAB

Debit perencanaan saat beban puncak = 36,786 m³/hari x 2
 = 73,572 m³/hari

Volume Reaktor Total = Td x Q
 = $\frac{7}{24} \times 36,786$
 = 10,729 m³

Cek OLR = $\frac{\text{Beban BOD}}{\text{Volume}}$
 $v = \frac{18,580 \text{ kg BOD/hari}}{10,729 \text{ m}^3}$
 = 1,731 kg BOD/m³ hari

Berdasarkan perhitungan diatas bahwa cek OLR tersebut memenuhi kriteria desain SRAB (lihat Tabel. 1)

Ditetapkan laju aliran keatas (V_{up}) = 0,9 m/jam

Luas Penampang aliran keatas = $\frac{Qp}{V_{up}}$
 $= \frac{36,786 \text{ m}^3/\text{hari}}{0,9 \text{ m/jam}}$
 = 1,5 m²

Ditetapkan kedalaman air dalam tiap kompartemen = 1,5 m

Volume tiap kompartemen = P x L x H
 = 1,5 m² x 1,5 m
 = 3 m³

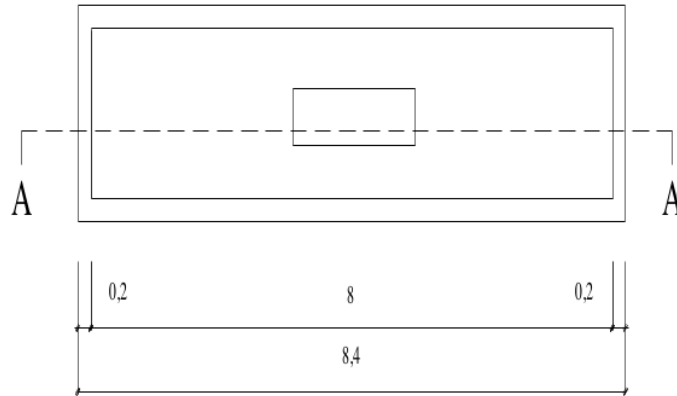
Jumlah kompartemen = 24,52 m³ x 3,00 m³
 = 7,357 m³ ≈ 8 kompartemen

Ditetapkan lebar kompartemen = 1,5 m

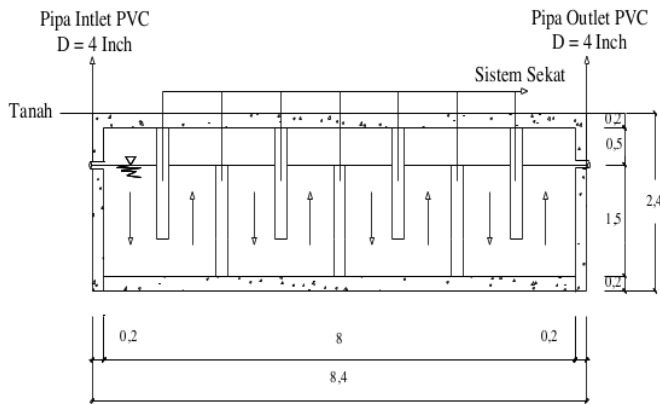
Panjang kompartemen = $\frac{\text{luas penampang aliran keatas}}{\text{lebar kompartemen}}$
 $= \frac{1,5 \text{ m}^2}{1,5 \text{ m}}$
 = 1 m

Panjang kompartemen = 8 m x 1 m
 = 8 m

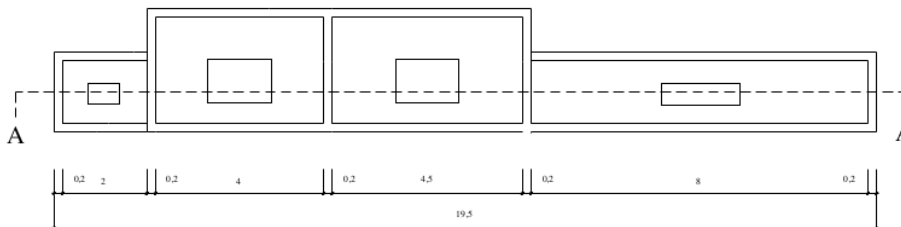
Dari data tersebut diketahui bahwa panjang kompartemen (memenuhi rasio panjang) ; Lebar = (2-6) : 1
 Tinggi ambang bebas = 0,5
 Maka total kedalaman = 2



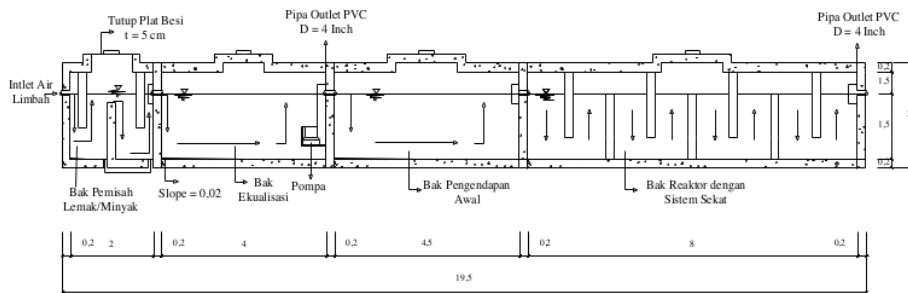
Gambar 2. Denah IPAL SRAB



Gambar 3. Potongan IPAL SRAB



Gambar 4. Denah Unit Instalasi Pengolahan Air Limbah dengan Sistem Anaerobik Bersekat (Non Skala)



Gambar 5. Potongan Unit Instalasi Pengolahan Air Limbah dengan Sistem Anaerobik Bersekat (Non Skala)

3.5 Waktu Tinggal dalam Bak

Hasil perhitungan dari perencanaan setiap unit pengolahan air limbah maka dihasilkan waktu tinggal sebagai berikut:

Tabel 4: Tabel Perhitungan Waktu Tinggal dalam Bak 1 Siklus

No.	Nama Kolam	Waktu Tinggal
1.	Bak Pemisah Lemak/Minyak	± 30 menit
2.	Bak Ekualisasi	5 jam
3.	Bak Pengendapan Awal	6 jam
4.	Bak Reaktor Anaerob Bersekat	7 jam
Jumlah		18 jam 30 menit

4. KESIMPULAN

Kesimpulan yang dapat diperoleh dari proses penelitian Pengolahan Air Limbah dengan Sistem Reaktor Anaerobik Bersekat adalah sebagai berikut:

1. Debit air limbah yang di hasilkan di Pondok Pesantren Al-USymuni sebesar 52,68 m³/hari
2. kandungan bahan organik pada air limbah setelah melewati bak reaktor anaerobik bersekat dihasilkan BOD₅ sebesar 31,743 mg/l, COD 69,12 mg/l, TSS 30,11 mg/l dan Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL) direncanakan dengan tahap pengolahan yang meliputi bak pemisah lemak/minyak dengan volume 4,5 m³, bak ekualisasi dengan volume 15 m³, bak pengendapan awal dengan volume 16,9 m³ dan bak reaktor anaerobik bersekat dengan volume 18 m³.

5. DAFTAR PUSTAKA

1. SNI 03-2914. 1992. *Spesifikasi Beton Bertulang Kedap Air*. Jakarta: Badan Standarisasi Nasional (BSN).
2. SNI 15-2094. 2000. *Bata Merah Pejal untuk Pasangan Dinding*. Jakarta: Badan Standarisasi Nasional (BSN).
3. SNI 7504. 2011. *Spesifikasi Material Fibreglass Reinforced Plastic Unit Instalasi Pengolahan Air*. Jakarta: Badan Standarisasi Nasional (BSN).
4. SNI 8455. 2017. *Perencanaan Pengolahan Air Limbah Rumah Tangga dengan Sistem Reaktor Anaerobik Bersekat (SRAB)*. Jakarta: Badan Standarisasi Nasional (BSN).

ORIGINALITY REPORT

20%
SIMILARITY INDEX

12%
INTERNET SOURCES

5%
PUBLICATIONS

20%
STUDENT PAPERS

PRIMARY SOURCES

1 Submitted to Universitas Brawijaya **12%**
Student Paper

2 Submitted to University of Oklahoma Health Science Center **4%**
Student Paper

3 Submitted to Universitas Pertamina **1%**
Student Paper

4 Submitted to Universitas Sultan Ageng Tirtayasa **1%**
Student Paper

5 Submitted to Universitas Bung Hatta **1%**
Student Paper

6 Submitted to Politeknik Negeri Bandung **1%**
Student Paper

7 Submitted to Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya **1%**
Student Paper

Exclude quotes Off

Exclude bibliography Off

Exclude matches < 10 words