

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Data Penelitian

Pada penelitian tugas akhir ini ada dua pengumpulan data yakni data primer dan data sekunder. Data primer adalah data yang langsung didapatkan dari sumber dan diberi kepada pengumpul data atau peneliti, data sekunder adalah data yang berasal dari hasil pengujian.

4.1.1 Data Primer

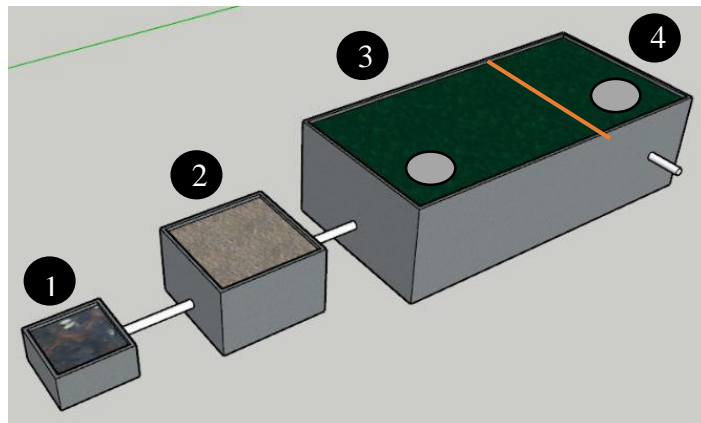
Data primer yang didapatkan berasal dari IPAL Komunal RT.10 Kelurahan Sungai Nangka dan RT.63 Kelurahan Muara Rapak, meliputi cara kerja pengolahan limbah pada masing - masing IPAL Komunal penelitian. Selain itu, pengambilan sampel air limbah pada *inlet* dan *outlet* IPAL Komunal yang diteliti di Laboratorium Kesehatan Provinsi Kalimantan Timur untuk dilaksanakan pengujian kadar parameter BOD.

1. Metode Pengolahan Air Limbah

Tiap-tiap IPAL Komunal memiliki metode pengolahan air limbah yang berbeda, yakni:

a. Metode Pengolahan pada IPAL Komunal RT.10 Kelurahan Sungai Nangka

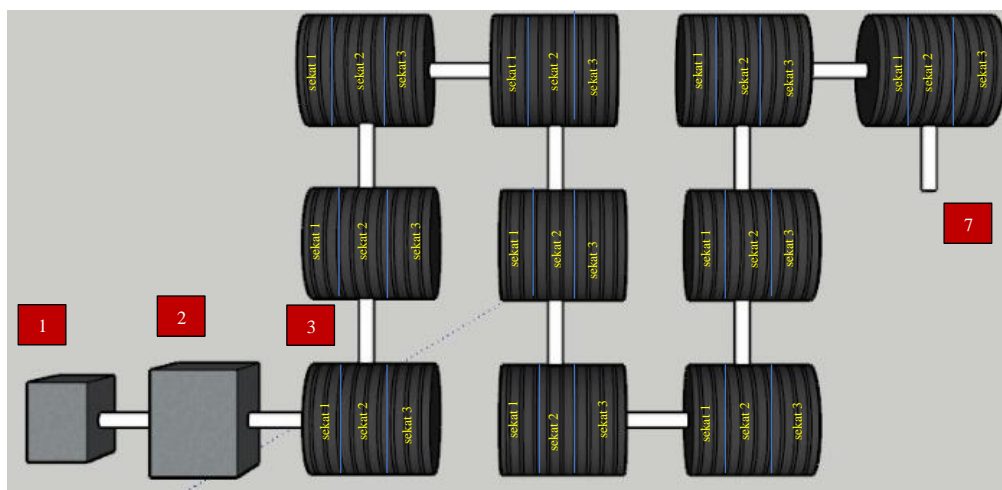
Berikut merupakan metode pengolahan air limbah pada IPAL Komunal RT. 10 Kelurahan Sungai Nangka



Gambar 4.1 Metode Pengolahan pada IPAL Komunal RT. 10

Keterangan:

- 1) Bak yang berisi air limbah yang berasal dari *septic tank* warga dan air mandi.
 - 2) Bak *Inlet* adalah bak penampung air limbah dengan kapasitas 18 m³.
 - 3) Bak Ruang Lumpur adalah proses untuk memisahkan lumpur dan limbah lainnya dengan memanfaatkan gaya gravitasi agar memperoleh air buangan yang jernih dan mempermudah sebelum masuk ke bak lemak dan minyak, pada bak ini kapasitas ruang lumpur adalah 90 m³.
 - 4) Bak Lemak dan Minyak adalah bak terakhir dalam proses untuk memisahkan lemak dan minyak sebelum keluar melalui pipa *outlet* dalam bak ini kapasitasnya adalah 60 m³.
- b. Metode Pengolahan pada IPAL Komunal RT.63 Kelurahan Muara Rapak
Berikut merupakan metode pengolahan air limbah pada IPAL Komunal RT.63 Kelurahan Muara Rapak pada Gambar 4.2.



Gambar 4.2 Metode Pengolahan pada IPAL Komunal RT. 63

Mengacu pada Gambar 4.2, setiap tabung memiliki 3 sekat. Adapun alur pengolahan limbah sebagai berikut:

- 1) Bak yang berisi air limbah yang berasal dari *septic tank* warga dan air mandi.
- 2) Bak *Inlet* adalah bak penampung air limbah dengan kapasitas 18 m³.
- 3) Di dalam tiap-tiap IPAL terdapat sekat pertama, air kotor dari kloset mengalir ke pengendapan dan kotoran besar akan dihancurkan oleh zat *Netcell & Bioball*.

- 4) Pada sekat kedua, cairan yang terurai akan diurai ulang oleh zat *Agacell*
- 5) Di sekat ketiga cairan memasuki filter untuk diurai lagi oleh zat *Bioball & Agacell*.
- 6) Cairan melewati karbon aktif untuk dinetralsir.
- 7) Pada bagian *outlet* cairan yang ternetralsir keluar melewati disinfektan sebagai air ramah lingkungan.

4.1.2 Data Sekunder

Data sekunder pada penelitian ini berupa data hasil pengujian kadar parameter BOD pada IPAL Komunal RT.10 Kelurahan Sungai Nangka dan IPAL Komunal RT. 63 Kelurahan Muara Rapak yang dapat dilihat pada Lampiran 2, 3, 4, 5, 6 dan 7.

4.2 Pengolahan Data

4.2.1 Kadar Parameter BOD

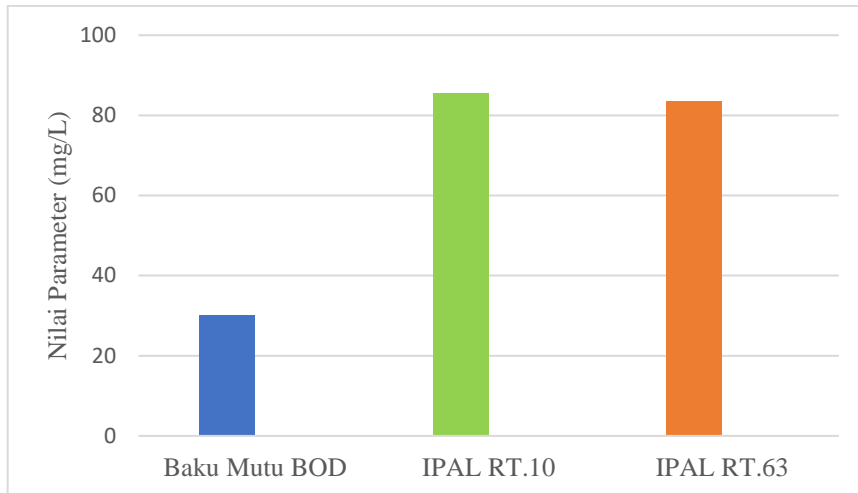
Hasil kadar parameter didapat dari pengujian sampel air limbah pada *outlet* masing-masing IPAL. Berikut merupakan data hasil pengujian baku mutu air limbah yang dapat dilihat pada Tabel 4.1.

Tabel 4.1 Hasil Pengujian BOD *inlet* dan *outlet*

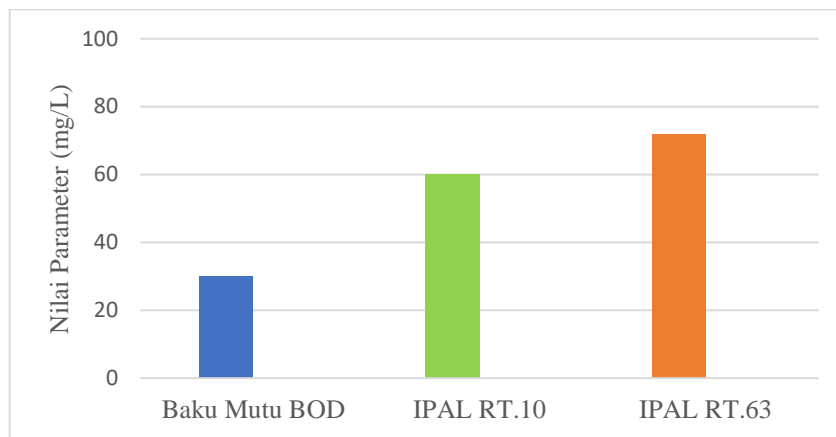
Parameter	Baku Mutu	Satuan	Hasil Pemeriksaan			
			IPAL RT. 10 (<i>Inlet</i>)	IPAL RT. 10 (<i>Outlet</i>)	IPAL RT. 63 (<i>Inlet</i>)	IPAL RT. 63 (<i>Outlet</i>)
BOD	30	mg/L	85,36	60,14	83,42	71,78

(Sumber: Laboratorium Kesehatan Provinsi Kalimantan Timur)

Berdasarkan Tabel 4.1 menyajikan data hasil pengujian kadar parameter, nilai kadar parameter BOD pada IPAL Komunal menunjukkan bahwa pengolahan limbah belum sesuai dengan baku mutu yang ditetapkan. Dikarenakan adanya perbedaan metode pengolahan air limbah yang diterapkan pada masing-masing IPAL. Berikut merupakan grafik data parameter pada masing-masing IPAL yang dapat dilihat pada Gambar 4.3, Gambar 4.4, dan Gambar 4.5.



Gambar 4.3 Data Parameter BOD pada *Inlet*



Gambar 4.4 Data Parameter BOD pada *Outlet*



Gambar 4.5 Data Parameter BOD Gabungan

4.2.2 Perhitungan Standar Kriteria Desain

Adapun data yang harus diketahui untuk menghitung perencanaan sistem reaktor anaerobik bersekat, antara lain:

1. Data IPAL Komunal RT.10 Kelurahan Sungai Nangka:
 - a. Jumlah Orang (P): 80 Orang
 - b. Pemakaian Air Bersih: 140 L/orang/hari, Berdasarkan hasil survei yang dilakukan Direktorat Pengembangan Air Minum, Ditjen Cipta karya, Departemen PU tahun 2006.

Perhitungan kapasitas IPAL Komunal RT.10 Kelurahan Sungai Nangka

- 1) Debit Air Limbah (Q): $140 \text{ L/orang /hari} \times 70\%$ (SNI 8455 70% -90%)
 $= 100 \text{ L/orang /hari}$

- 2) Kapasitas: $100 \text{ L/orang/hari} \times 80 \text{ orang} = 8 \text{ m}^3/\text{hari}$

- 3) Konsentrasi BOD Influen = 85,36 mg/L.

2. Data IPAL Komunal RT.63 Kelurahan Muara Rapak:
 - a. Jumlah Orang (P) = 95 Orang
 - b. Pemakaian Air Bersih: 140 L/orang/hari, Berdasarkan hasil survei yang dilakukan Direktorat Pengembangan Air Minum, Ditjen Cipta karya, Departemen PU tahun 2006.

Perhitungan kapasitas IPAL Komunal RT.63 Kelurahan Muara Rapak

- 1) Debit Air Limbah (Q): $140 \text{ L/orang/hari} \times 70\%$
 $= 100 \text{ L/orang/hari}$

- 2) Kapasitas: $100 \text{ L/orang/hari} \times 95 \text{ orang} = 9,5 \text{ m}^3/\text{hari}$

- 3) Konsentrasi BOD Influen = 83,42 mg/L.

3. Perhitungan perencanaan SRAB IPAL Komunal RT.10 Kelurahan Sungai Nangka

- a. Perhitungan waktu detensi:

$$\text{Waktu detensi, } T_d = 1,5 - 0,3 \log(P \cdot Q) > 0,2 \text{ hari}$$

$$\text{Debit total, } P \times Q = 100 \text{ L/orang/hari} \times 80 \text{ orang} = 8 \text{ m}^3/\text{hari}$$

$$\text{Jadi, } T_d = 1,5 - 0,3 \log(8,000) = 1,229 \text{ hari} = 29,496 \text{ jam}$$

- b. Volume bak pengendap = $1,229 \times 8 \text{ m}^3/\text{hari} = 9,832 \text{ m}^3/\text{hari}$

- c. Dimensi bak pengendap ditetapkan sebagai berikut:

Lebar bak pengendap minimum 0,75 m (SNI 03-2398-2002), ditetapkan lebar ($l = 1,25$ m).

$$\text{Maka } A_{\text{penampang}} = \text{Vol}/l = 9,832 \text{ m}^3/1,25 \text{ m} = 7,865 \text{ m}^2$$

Maka dengan pembulatan:

- 1) $H = 0,90$ m
- 2) Tinggi ambang bebas = $0,4$ m
- 3) $P = 1,80$ m
- 4) Volume Ruang Lumpur:

Akumulasi lumpur matang = 30 L/orang/tahun

Waktu pengurasan setiap 6 bulan atau $0,5$ tahun.

$$V_{\text{lumpur}} = R_{\text{lumpur}} \times N \times P$$

$$V_{\text{lumpur}} = 30 \times 0,50 \times 80$$

$$V_{\text{lumpur}} = 1,2 \text{ m}^3$$

$$H_{\text{ruanglumpur}} = V_{\text{lumpur}} / (P \times L)$$

$$H_{\text{ruanglumpur}} = V_{\text{lumpur}} / (P \times L)$$

$$= 1,2 \text{ m}^3 / (1,80 \text{ m} \times 1,25 \text{ m})$$

$$= 0,53 \text{ m}$$

- 5) Tinggi ambang bebas ditetapkan = $0,25$ m

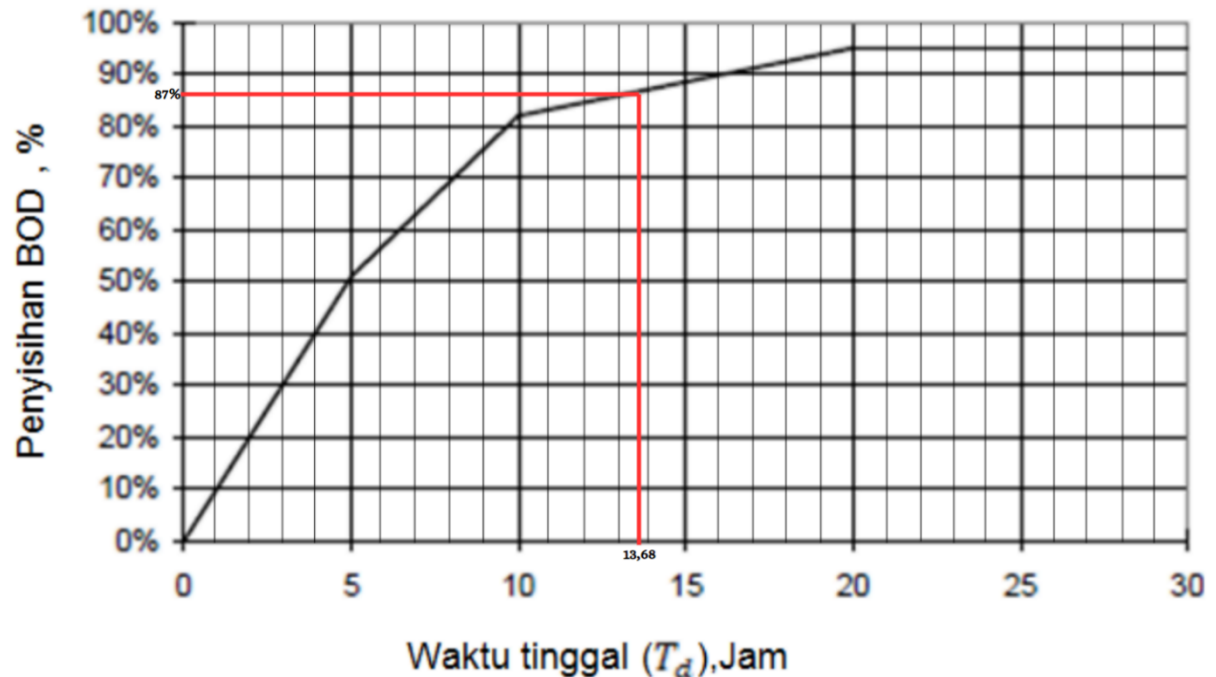
Jadi kedalaman (H) ruang pengendap:

$H_{\text{air}} + H_{\text{lumpur}} + H_{\text{ambangbebas}}$, untuk H_{air} ditetapkan sama dengan lebar bak pengendap menurut (SNI 03-2398-2002).

$$1,25 \text{ m} + 0,53 \text{ m} + 0,25 \text{ m} = 2,03 \text{ m}$$

- 6) Cek waktu detensi:

$$Td = \frac{(1,80 \times 1,25 \times 2,03) \text{ m}^3}{8 \text{ m}^3/\text{hari}} = 0,570 \text{ hari} > 0,20 \text{ OK}$$



Gambar 4.6 Grafik Korelasi waktu tinggal dan persentase penyisihan BOD pada SRAB

7) Untuk $T_d = 0,570$ hari atau 13,68 jam, maka penurunan BOD sebesar 80% sampai 85%

8) $BOD_{efluen} = (1-0,28) \times 85,36 \text{ mg/L} = 61,5 \text{ mg/L}$

4. Perencanaan SRAB IPAL Komunal RT.10 Kelurahan Sungai Nangka
 - a. Debit Perencanaan saat beban puncak = $8 \text{ m}^3/\text{hari} \times 2 = 16 \text{ m}^3/\text{hari}$
 - b. Beban Organik = $61,5 \text{ mg/L} \times 16 \text{ m}^3/\text{hari} = 0,984 \text{ kg BOD/hari}$
 - c. Ditetapkan penyisihan BOD = 90%, maka $T_d = 16 \text{ jam}$
 - d. Volume Reaktor total = $T_d \times Q = (16/24) \times 16 \text{ m}^3/\text{hari} = 10,66 \text{ m}^3$
 - e. Cek OLR = Beban BOD/Volume = $(0,984 \text{ kg BOD/hari}) / 10,66 \text{ m}^3 = 0,092 \text{ kg BOD/m}^3\text{hari}$, memenuhi/tidak kriteria desain?
 - f. Ditetapkan laju aliran ke atas (V_{up}) = 1,0 m/jam
 - g. Luas Penampang aliran keatas = $\frac{Q_p}{V_{up}}$
 - h. Luas Penampang aliran keatas

$$= \frac{Q_p}{V_{up}} = \frac{(8 \text{ m}^3/\text{hari})}{1,0 \text{ m / jam}}$$

$$= 0,33 \text{ m}^2 = 0,3 \text{ m}^2$$
 - i. Ditetapkan kedalaman air dalam tiap kompartemen = 2 m
 - j. Volume tiap kompartemen = $P \times L \times H = 1 \text{ m} \times 1,5 \text{ m} \times 2,4 \text{ m} = 3,6 \text{ m}^3$

k. Jumlah kompartemen

$$= \frac{VABR_{total}}{V_{kompartemen}}$$

$$= \frac{VABR_{total}}{V_{kompartemen}} = \frac{10,66 \text{ m}^3}{2m} = 5 \text{ kompartemen}$$

l. Ditetapkan lebar kompartemen = 1,5 m, maka panjang kompartemen
 $= 0,3 \text{ m} / 1,5 \text{ m} = 0,2 \text{ m}$

m. Panjang kompartemen = $5 \times 0,2 \text{ m} = 1 \text{ m}$; Lebar = (2-6): 1)

n. Tinggi ambang bebas 0,4 m, maka total kedalaman = 2,4 m.

5. Perhitungan perencanaan SRAB IPAL Komunal RT.63 Kelurahan Muara Rapak

a. Perhitungan waktu detensi:

$$\text{Waktu detensi, } Td = 1,5 - 0,3 \log(P \cdot Q) > 0,2 \text{ hari}$$

$$\text{Debit total, } P \times Q = 100 \text{ L/orang/hari} \times 95 \text{ orang} = 9,5 \text{ m}^3/\text{hari}$$

$$\text{Jadi } Td = 1,5 - 0,3 \log(9,500) = 1,206 \text{ hari} = 28,944 \text{ jam}$$

b. Volume bak pengendap = $1,206 \times 9,5 \text{ m}^3/\text{hari} = 11,457 \text{ m}^3/\text{hari}$

c. Dimensi bak pengendap ditetapkan sebagai berikut:

Lebar bak pengendap minimum 0,75 m (SNI 03-2398-2002), ditetapkan lebar ($l = 0,8 \text{ m}$).

$$\text{Maka } A_{\text{penampang}} = \frac{Vol}{l}$$

$$= \frac{Vol}{l} = \frac{11,457 \text{ m}^3}{0,8 \text{ m}} = 14,321 \text{ m}^2$$

Maka dengan pembulatan:

1) $H = 0,90 \text{ m}$

2) Tinggi ambang bebas = $0,4 \text{ m}$

3) $P = 1,80 \text{ m}$

4) Volume Ruang Lumpur:

$$\text{Akumulasi lumpur matang} = 30 \text{ L/orang/tahun}$$

Waktu pengurasan setiap 6 bulan atau 0,5 tahun.

$$V_{\text{lumpur}} = R_{\text{lumpur}} \times N \times P$$

$$V_{\text{lumpur}} = 30 \times 0,50 \times 95$$

$$V_{\text{lumpur}} = 1,4 \text{ m}^3$$

$$H_{\text{ruanglumpur}} = \frac{V_{\text{lumpur}}}{(P \times L)}$$

$$H_{\text{ruanglumpur}} = \frac{V_{\text{lumpur}}}{(P \times L)}$$

$$= \frac{1,4 \text{ m}^3}{(1,80 \text{ m} \times 0,8 \text{ m})}$$

$$= 0,97 \text{ m}$$

d. Tinggi ambang bebas ditetapkan = 0,25 m

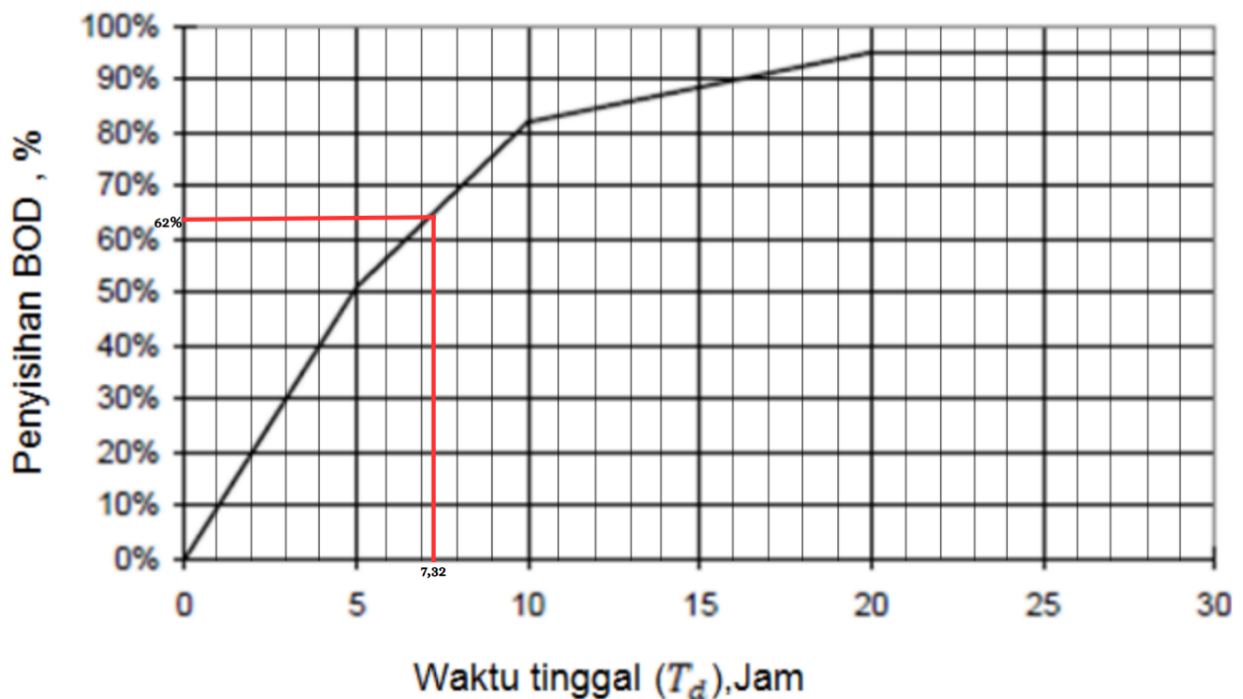
Jadi kedalaman (H) ruang pengendap:

$$H_{\text{air}} + H_{\text{lumpur}} + H_{\text{ambangbebas}}$$

$$0,8 \text{ m} + 0,97 \text{ m} + 0,25 \text{ m} = 2,02 \text{ m}$$

e. Cek waktu detensi:

$$T_d = (1,80 \times 0,8 \times 2,02) \text{ m}^3 / 9,5 \text{ m}^3/\text{hari} = 0,305 \text{ hari} > 0,20 \text{ OK}$$



Gambar 4.7 Grafik Korelasi waktu tinggal dan persentase penyisihan BOD pada SRAB

f. Untuk $T_d = 0,305$ hari atau 7,32 jam, maka penurunan BOD sebesar 60% sampai 65%

g. $BOD_{\text{effluent}} = (1 - 0,28) \times 83,42 \text{ mg/L} = 60 \text{ mg/L}$

6. Perencanaan SRAB IPAL Komunal RT.63 Kelurahan Muara Rapak

a. Debit Perencanaan saat beban puncak = $9,5 \text{ m}^3/\text{hari} \times 2 = 19 \text{ m}^3/\text{hari}$

b. Beban Organik = $60 \text{ mg/L} \times 19 \text{ m}^3/\text{hari} = 1,14 \text{ kg BOD/hari}$

- c. Ditetapkan penyisihan BOD = 90%, maka $T_d = 16$ jam
- d. Volume Reaktor total = $T_d \times Q = \left(\frac{16}{24}\right) \times 19 = 12,66 \text{ m}^3$
- e. Cek OLR = $\frac{\text{Beban BOD/hari}}{\text{Volume}}$
 $= \frac{(1,14 \text{ kg BOD/hari})}{12,66 \text{ m}^3}$
 $= 0,090 \text{ kg BOD/ m}^3 \text{ hari}$
- f. Ditetapkan laju aliran ke atas (V_{up}) = 1,0 m/jam
- g. Luas Penampang aliran keatas = $\frac{Q_p}{V_{up}}$
- h. Luas Penampang aliran keatas
 $= \frac{Q_p}{V_{up}} = \frac{(9,5 \text{ m}^3/\text{hari})}{1,0 \text{ m / jam}}$
 $= 0,39 \text{ m}^2 = 0,4 \text{ m}^2$
- i. Ditetapkan kedalaman air dalam tiap kompartemen = 2 m
- j. Volume tiap kompartemen = $P \times L \times H = 1,5 \text{ m} \times 1,5 \text{ m} \times 2,4 \text{ m} = 5,4 \text{ m}^3$
- k. Jumlah kompartemen
 $= \frac{V_{ABRtotal}}{V_{kompartemen}}$
 $= \frac{12,66 \text{ m}^3}{2 \text{ m}} = 6 \text{ kompartemen} \frac{12,66 \text{ m}^3}{2 \text{ m}}$
- l. Ditetapkan lebar kompartemen = 1,5 m, maka panjang kompartemen
 $= 0,4 \text{ m}^2 / 1,5 \text{ m} = 0,25 \text{ m}$
- m. Panjang kompartemen = $6 \times 0,25 = 1,5 \text{ m}$
- n. Tinggi ambang bebas 0,4 m, maka total kedalaman = 2,4 m.

4.2.3 Rekapitulasi Desain IPAL

Adapun perbandingan desain antara IPAL Komunal RT.10 Kelurahan Sungai Nangka dan RT. 63 Kelurahan Muara Rapak, yakni:

Tabel 4.5 Rekapitulasi Desain IPAL

No	Dimensi	IPAL RT.10	IPAL RT. 63
1	Panjang (m)	1	1,5
2	Lebar (m)	1,5	1,5
3	Total kedalaman (m)	2,4	2,4
4	Jumlah kompartemen (buah)	5	6

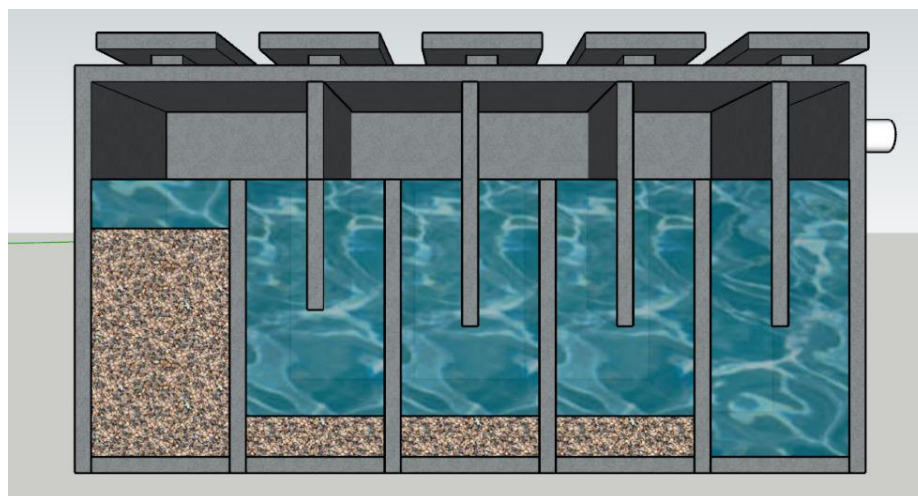
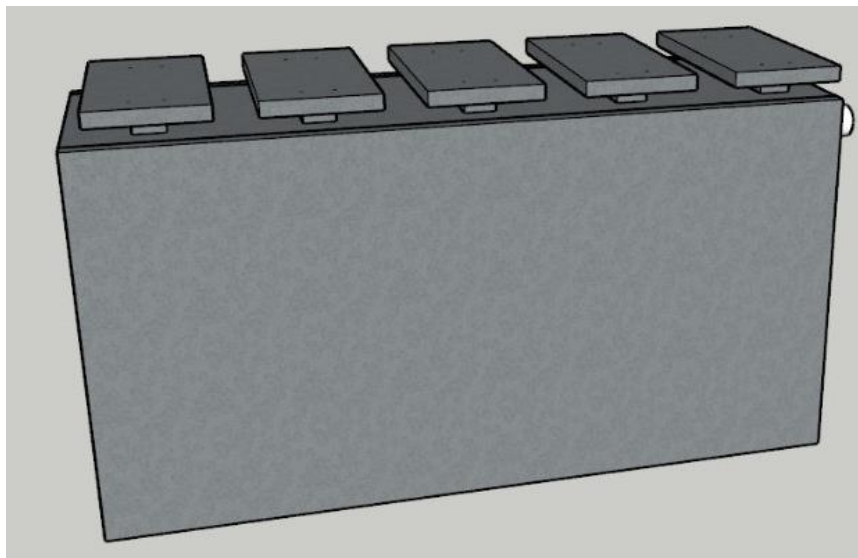
5	Volume tiap kompartemen (m ³)	3,6	5,4

(Sumber: Hasil Perhitungan)

4.2.4 Gambar Perencanaan Desain

Berdasarkan hasil perhitungan mengacu pada Standar Nasional Indonesia Nomor 8455 Tahun 2017 tentang perencanaan IPAL bersekat, berikut ini adalah desain IPAL RT.10 dan RT. 63:

1. IPAL Komunal RT. 10 Kelurahan Sungai Nangka

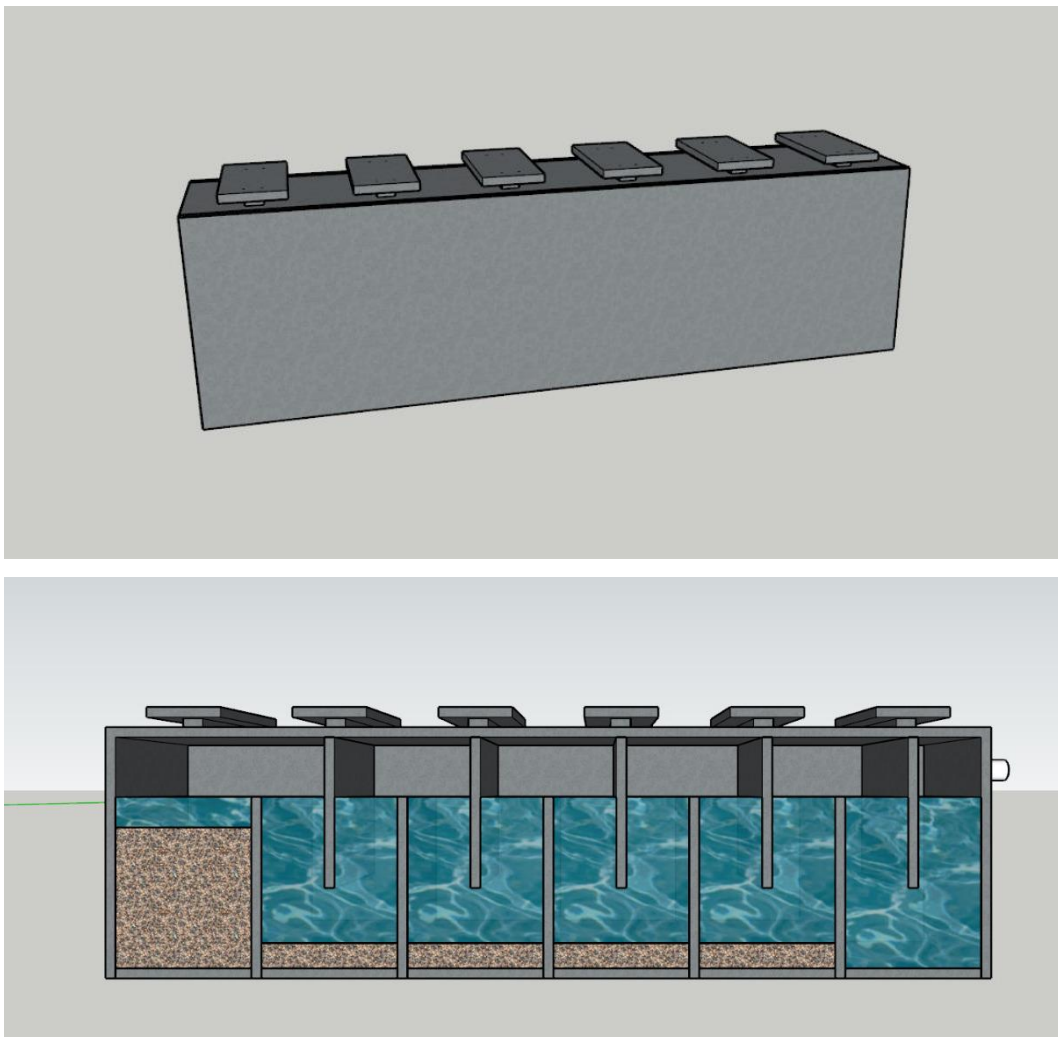


Gambar 4.8 Gambar Perencanaan IPAL RT.10

Keterangan:

- a. Bak Ruang Lumpur adalah proses untuk memisahkan lumpur dan limbah lainnya dengan memanfaatkan gaya gravitasi agar memperoleh air buangan yang jernih dan mempermudah sebelum masuk ke bak lemak dan minyak,
- b. Bak Lemak dan Minyak adalah bak terakhir dalam proses untuk memisahkan lemak dan minyak sebelum keluar melalui pipa *outlet* .

2. IPAL Komunal RT.63 Kelurahan Muara Rapak



Gambar 4.9 Gambar Perencanaan IPAL RT.63 Kelurahan Muara Rapak

Mengacu pada Gambar 4.9, setiap tabung memiliki 3 sekat. Adapun alur pengolahan limbah sebagai berikut:

- a. Bak Ruang Lumpur adalah proses untuk memisahkan lumpur dan limbah lainnya dengan memanfaatkan gaya gravitasi agar memperoleh air buangan yang jernih dan mempermudah sebelum masuk ke bak lemak dan minyak,
- b. Bak Lemak dan Minyak adalah bak terakhir dalam proses untuk memisahkan lemak dan minyak sebelum keluar melalui pipa *outlet* .

4.2.5 Kadar Parameter COD, TSS, dan pH

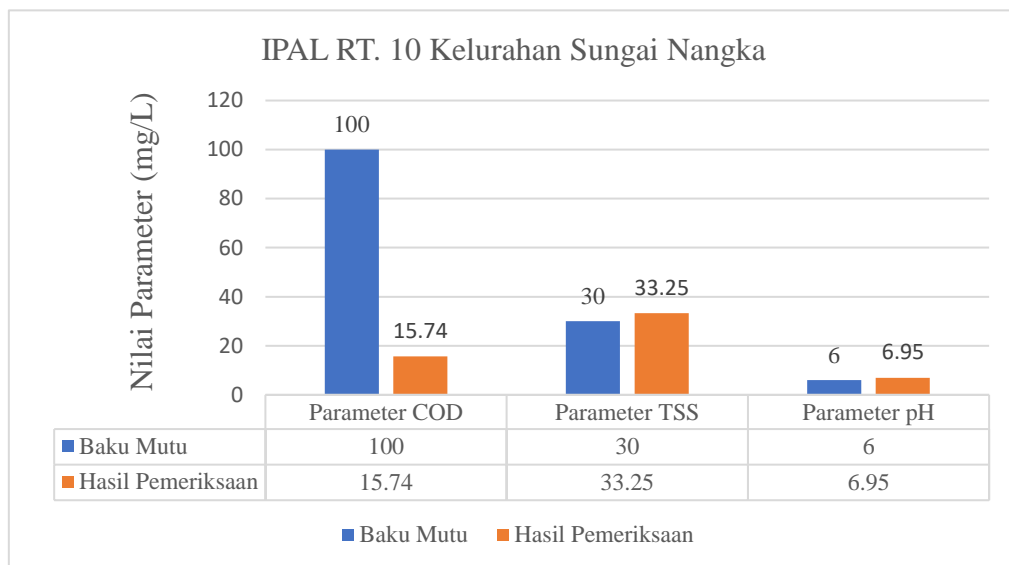
Hasil kadar parameter didapat dari pengujian sampel air limbah pada *outlet* masing-masing IPAL. Berikut merupakan data hasil pengujian baku mutu air limbah yang dapat dilihat pada Tabel 4.2.

Tabel 4.2 Hasil Pengujian COD, TSS, dan pH

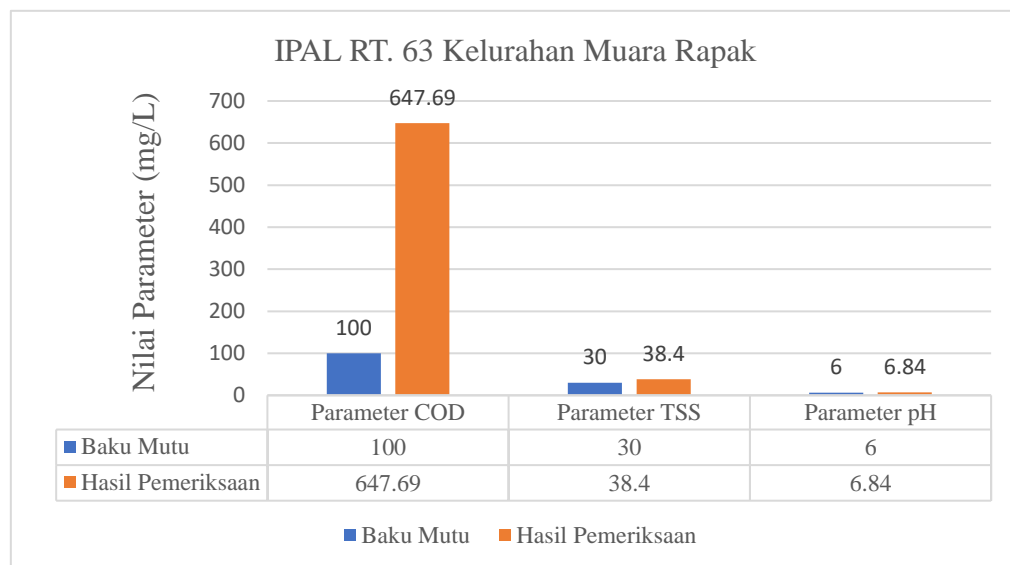
No	Parameter	Baku Mutu	Satuan	Hasil Pemeriksaan	
				IPAL RT.10 Kelurahan Sungai Nangka	IPAL RT.63Kelurahan Muara Rapak
1	COD	100	Mg/L	15,74	647,69
2	TSS	30	Mg/L	33,25	38,40
3	pH	6-9	-	6,95	6,84

(Sumber: Laboratorium Kesehatan Daerah Provinsi Kalimantan Timur)

Berdasarkan Tabel 4.2 yang menyajikan data hasil pengujian kadar parameter, IPAL RT. 10 Kelurahan Sungai Nangka memiliki hasil pengolahan limbah pada parameter COD dan pH dibawah kadar maksimum baku mutu air limbah tetapi untuk nilai TSS sedikit melewati kadar maksimum dari yang ditetapkan. Pada IPAL RT.63 Kelurahan Muara Rapak berdasarkan pengujian, rata-rata hasil pengolahan limbahnya tidak sesuai dengan standar baku mutu yang ditetapkan. Berdasarkan nilai-nilai parameter tersebut dapat dibandingkan bahwa kadar *outlet* pada IPAL RT.10 Kelurahan Sungai Nangka lebih baik dalam mengolah limbah dilihat dari hasil pada pengujian sampel air limbah. Perbedaan hasil yang cukup tinggi selisihnya dapat dikarenakan karena adanya perbedaan metode pengolahan air limbah yang diterapkan pada masing-masing IPAL. Berikut merupakan grafik data parameter pada masing-masing IPAL yang dapat dilihat pada Gambar 4.10, 4.11, 4.12, dan 4.13.



Gambar 4.10 Hasil Pengujian IPAL RT.10 Kelurahan Sungai Nangka



Gambar 4.11 Hasil Pengujian IPAL RT.63 Kelurahan Muara Rapak

4.2.6 Perhitungan Debit Air Limbah yang Paling Tinggi

Berdasarkan perbedaan metode pengolahan dan luasan penampung yang berbeda-beda pada masing-masing IPAL, menghasilkan daya tampung yang berbeda-beda. Berikut merupakan perhitungan pada masing-masing IPAL untuk mengetahui pada IPAL mana yang memiliki kapasitas tampungan yang paling tinggi:

1. Perhitungan Debit Air Limbah yang Paling Tinggi pada *Inlet* IPAL Komunal RT.10 Kelurahan Sungai Nangka

Berdasarkan yang tersaji pada Gambar 4.1 menyatakan akan dilakukan perhitungan debit air limbah seperti berikut:

$$\begin{aligned} Q_{\max} &= \sum_i^n Q_i \\ &= \sum_i^n 18 \text{ m}^3/\text{hari} \\ &= 18 \text{ m}^3/\text{hari} \end{aligned}$$

2. Perhitungan Debit Air Limbah yang Paling Tinggi pada *Outlet* IPAL Komunal RT.10 Kelurahan Sungai Nangka

$$\begin{aligned} Q_{\max} &= \sum_i^n Q_o \\ &= \sum_i^n 60 \text{ m}^3/\text{hari} \\ &= 60 \text{ m}^3/\text{hari} \end{aligned}$$

3. Perhitungan Debit Air Limbah yang Paling Tinggi pada *Inlet* IPAL Komunal RT.63 Kelurahan Muara Rapak

$$\begin{aligned} Q_{\max} &= \sum_i^n Q_i \\ &= \sum_i^n 18 \text{ m}^3/\text{hari} \\ &= 18 \text{ m}^3/\text{hari} \end{aligned}$$

4. Perhitungan Debit Air Limbah yang Paling Tinggi pada *Outlet* IPAL Komunal RT.63 Kelurahan Muara Rapak

Berdasarkan yang tersaji pada Gambar 4.2 menyatakan pada IPAL Komunal RT. 63 terdapat tangki pabrikan berukuran $3,9 \text{ m}^3$ dengan total 10 tangki pabrikan.

$$Q_{\max} = 39 \text{ m}^3/\text{hari}$$

4.2.7 Perhitungan Kadar Air Limbah Gabungan Paling Tinggi

Berdasarkan perbedaan kadar parameter pada masing-masing IPAL, berikut merupakan perhitungan perbandingan kadar air limbah gabungan paling tinggi pada *inlet* untuk parameter BOD dan parameter COD, TSS, dan pH pada *outlet*:

1. Perhitungan Kadar Air Limbah Gabungan Paling Tinggi pada IPAL Komunal RT. 10 Kelurahan Sungai Nangka

a. Kadar Parameter BOD

$$\begin{aligned} C_{\max} &= \sum_i^n \frac{C_i Q_i}{Q_i} + \frac{C_o Q_o}{Q_o} \\ &= \sum_i^n \frac{85,36 \times 18}{18} + \frac{60,14 \times 60}{60} \\ &= 145,5 \text{ mg/L} \end{aligned}$$

b. Kadar Parameter COD

$$\begin{aligned} C_{\max} &= \sum_i^n \frac{C_o Q_o}{Q_o} \\ &= \sum_i^n \frac{15,74 \times 60}{60} \\ &= 15,74 \text{ mg/L} \end{aligned}$$

c. Kadar Parameter TSS

$$\begin{aligned} C_{\max} &= \sum_i^n \frac{C_o Q_o}{Q_o} \\ &= \sum_i^n \frac{33,25 \times 60}{60} \\ &= 33,25 \text{ mg/L} \end{aligned}$$

d. Kadar Parameter pH

$$\begin{aligned} C_{\max} &= \sum_i^n \frac{C_o Q_o}{Q_o} \\ &= \sum_i^n \frac{6,95 \times 60}{60} \\ &= 6,95 \text{ mg/L} \end{aligned}$$

2. Perhitungan Kadar Air Limbah Gabungan Paling Tinggi pada IPAL Komunal RT. 63 Kelurahan Muara Rapak

a. Kadar Parameter BOD

$$\begin{aligned} C_{\max} &= \sum_i^n \frac{C_i Q_i}{Q_i} + \frac{C_o Q_o}{Q_o} \\ &= \sum_i^n \frac{83,42 \times 18}{18} + \frac{71,78 \times 39}{39} \\ &= 155,2 \text{ mg/L} \end{aligned}$$

b. Kadar Parameter COD

$$\begin{aligned} C_{\max} &= \sum_i^n \frac{C_o Q_o}{Q_o} \\ &= \sum_i^n \frac{647,49 \times 39}{39} \\ &= 647,49 \text{ mg/L} \end{aligned}$$

c. Kadar Parameter TSS

$$\begin{aligned}
 C_{\max} &= \sum_i^n \frac{C_o Q_o}{Q_o} \\
 &= \sum_i^n \frac{38,40 \times 39}{39} \\
 &= 38,40 \text{ mg/L}
 \end{aligned}$$

d. Kadar Parameter pH

$$\begin{aligned}
 C_{\max} &= \sum_i^n \frac{C_o Q_o}{Q_o} \\
 &= \sum_i^n \frac{6,84 \times 39}{39} \\
 &= 6,84 \text{ mg/L.}
 \end{aligned}$$

4.2.8 Perhitungan Efektivitas IPAL Komunal

Berdasarkan hasil pengujian dengan parameter BOD dapat diketahui nilai efektivitas suatu IPAL Komunal, berikut ini merupakan perhitungan efektivitas IPAL Komunal:

1. Perhitungan Efektivitas pada IPAL Komunal RT.10 Kelurahan Sungai Nangka

$$\text{Efektivitas} = \frac{(85,36 - 60,14)}{85,36} \times 100\% = 29,54\%$$

2. Perhitungan Efektivitas pada IPAL Komunal RT.63 Kelurahan Muara Rapak

$$\text{Efektivitas} = \frac{(83,42 - 71,78)}{83,42} \times 100\% = 13,95\%.$$

4.3 Rekapitulasi Perhitungan Outlet masing-masing IPAL

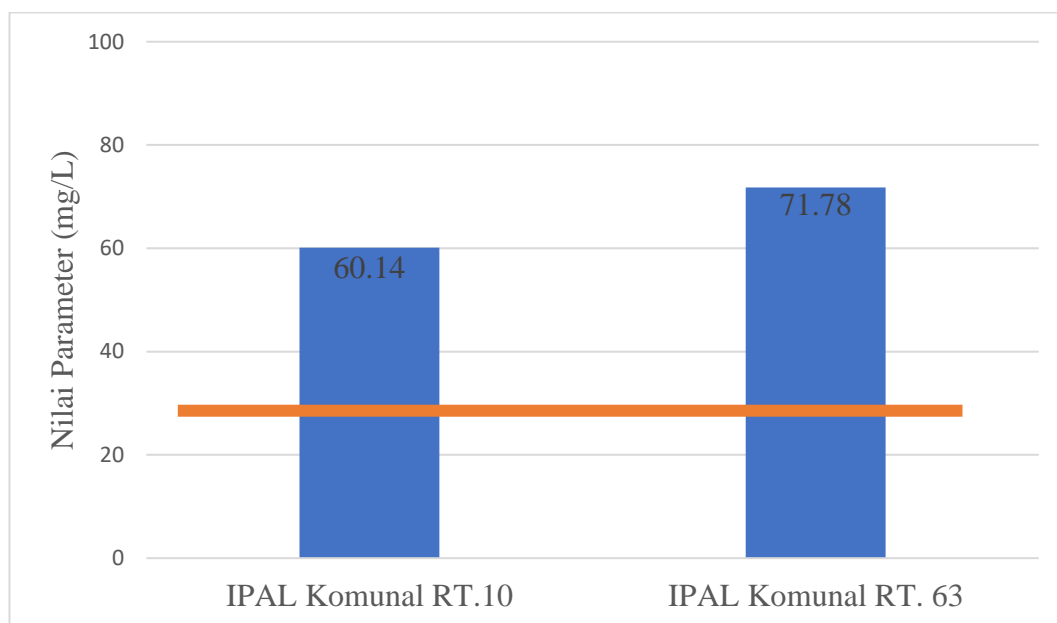
Berikut merupakan rekapitulasi hasil perhitungan kadar air limbah yang paling tinggi pada outlet masing-masing IPAL yang dapat dilihat pada Tabel 4.3.

Tabel 4.3 Hasil Pemeriksaan Parameter pada kedua IPAL Komunal

No	Parameter	Baku Mutu	Satuan	Hasil Pemeriksaan	
				IPAL RT.10 Kelurahan Sungai Nangka	IPAL RT.63 Kelurahan Muara Rapak
1	BOD	30	Mg/L	60,14	71,78
2	COD	100	Mg/L	15,74	647,69
3	TSS	30	Mg/L	33,25	38,40
4	pH	6-9	-	6,95	6,84

(Sumber: Hasil Pemeriksaan Laboratorium Kesehatan Daerah Provinsi Kalimantan Timur)

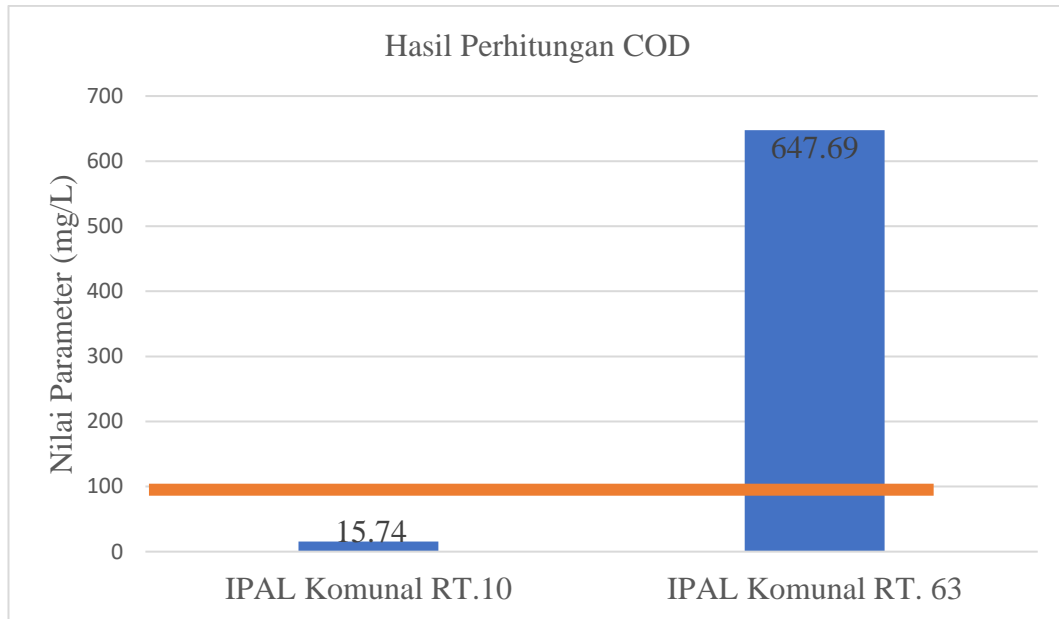
Berdasarkan dari hasil perhitungan kadar air limbah gabungan yang paling tinggi pada *outlet* masing-masing IPAL yang terdapat pada tabel 4.4 bisa dilakukan perbandingan kadar parameter air limbah dari masing-masing IPAL. Berikut merupakan grafik kadar parameter BOD yang dapat dilihat pada Gambar 4.12.



Gambar 4.12 Hasil Perhitungan Kadar Parameter BOD

Berdasarkan data yang tersaji pada Gambar 4.12 dapat dilihat bahwa kadar air limbah pada kedua IPAL tersebut sama-sama melebihi dari batas maksimum baku mutu air limbah yaitu 30 Mg/L. Pada IPAL Komunal RT. 63 Kelurahan Muara Rapak sebesar 71,78 Mg/L Sedangkan, kadar air limbah pada IPAL Komunal RT.10 Kelurahan Sungai Nangka sebesar 60,14 Mg/L.

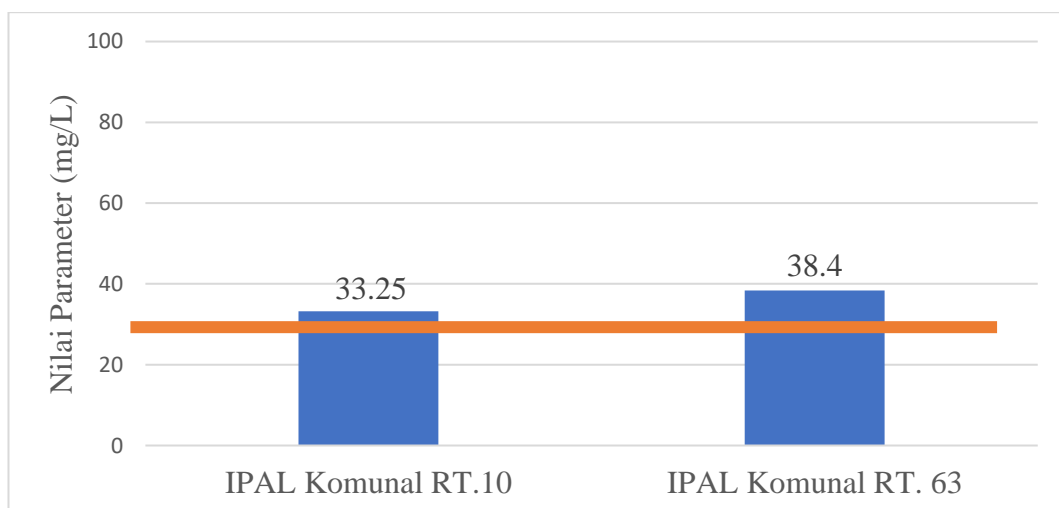
Berikut merupakan grafik kadar parameter COD yang dapat dilihat pada gambar 4.13.



Gambar 4.13 Hasil Perhitungan Kadar Parameter COD

Berdasarkan data yang tersaji pada gambar 4.13 dapat dilihat bahwa kadar air limbah paling tinggi pada parameter COD terdapat pada IPAL Komunal RT. 63 Kelurahan Muara Rapak sebesar 647,69 mg/l sehingga melebihi dari batas maksimum baku mutu air limbah yaitu 100 mg/l. Sedangkan, kadar air limbah paling rendah pada parameter COD terdapat pada IPAL Komunal RT.10 Kelurahan Sungai Nangka sebesar 15,74 mg/l.

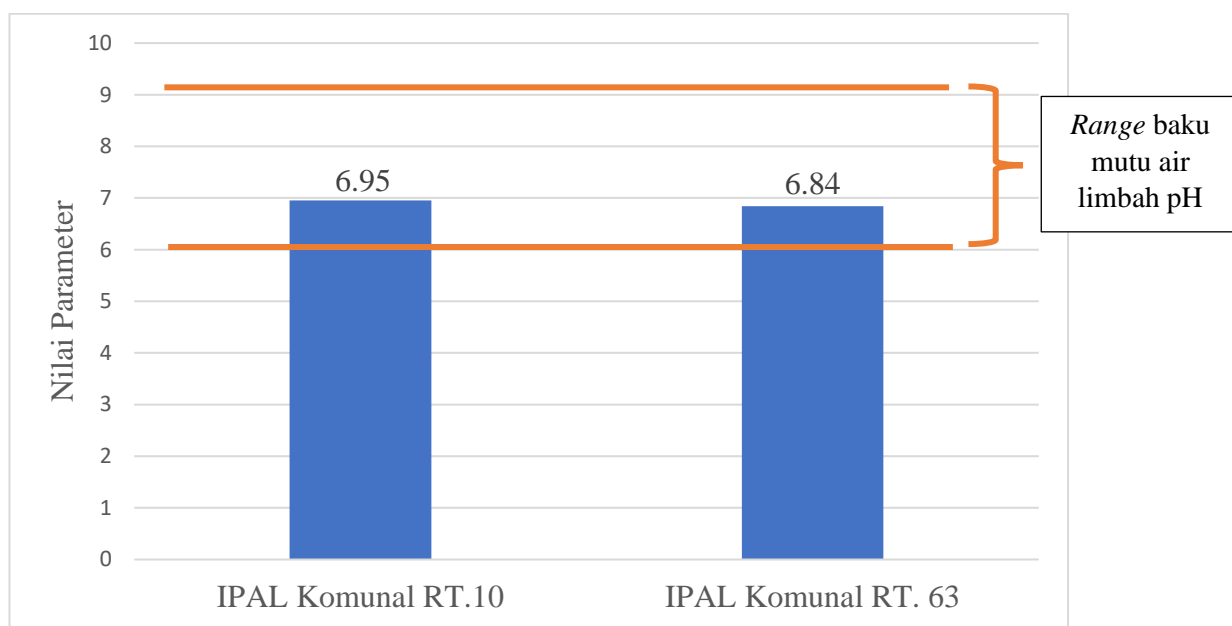
Berikut merupakan grafik kadar parameter TSS yang dapat dilihat pada gambar 4.14.



Gambar 4.14 Hasil Perhitungan Kadar Parameter TSS

Berdasarkan data yang tersaji pada gambar 4.14 dapat dilihat bahwa kedua kadar air limbah sama-sama melebihi dari batas maksimum baku mutu air limbah yaitu 30 Mg/L. Pada IPAL Komunal RT.10 Kelurahan Sungai Nangka sebesar 33,25 Mg/L dan kadar air limbah pada parameter COD terdapat pada IPAL Komunal RT. 63 Kelurahan Muara Rapak sebesar 38,4 Mg/L.

Berikut merupakan grafik kadar parameter pH yang dapat dilihat pada gambar 4.15.



Gambar 4.15 Hasil Perhitungan Kadar Parameter pH

Berdasarkan data yang tersaji pada Gambar 4.15 dapat dilihat bahwa kadar air limbah kedua IPAL sama-sama sesuai dengan standar baku mutu diantara 6-9. Nilai parameter pH pada IPAL Komunal RT.10 Kelurahan Sungai Nangka sebesar 6,95 dan nilai parameter pH pada pada IPAL Komunal RT. 63 Kelurahan Muara Rapak sebesar 6,84.