

## BAB V ANALISIS DAN PEMBAHASAN

### A. Kualitas air limbah

Pemeriksaan kualitas pada air limbah rumah sakit diperlukan untuk mengetahui kualitas air yang dihasilkan apakah sudah melebihi standar baku mutu yang ditentukan atau masih di bawah standar baku mutu yang ada.

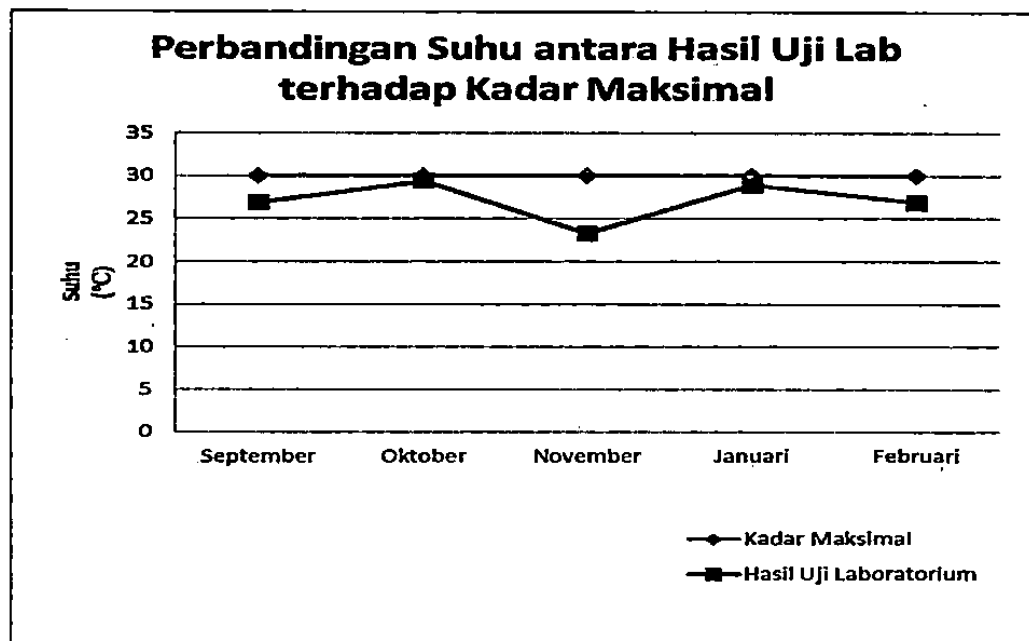
Hasil pengujian dari outlet limbah Rumah Sakit Umum Daerah Sleman adalah sebagai berikut :

#### a. Pemeriksaan Suhu

Tabel 5.1 Pemeriksaan Suhu

Bulan	Suhu	Baku Mutu
September	26,9	30
Oktober	29,4	30
November	23,3	30
Januari	28,9	30
Februari	26,9	30

Sumber : Hasil Pemeriksaan Laboratorium BTKL



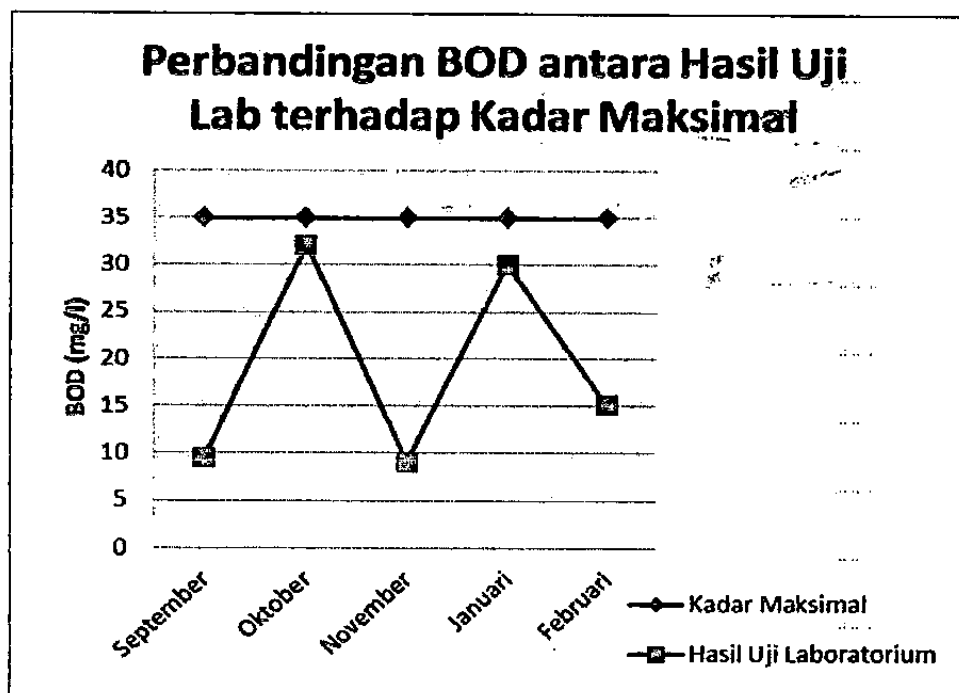
Hasil pemeriksaan suhu menunjukkan bahwa parameter suhu yang diperiksa pada beberapa bulan terakhir tidak ada yang melebihi baku mutu limbah cair yang diperbolehkan. Naiknya suhu air akan menimbulkan akibat menurunnya jumlah oksigen terlarut dalam air, meningkatkan kecepatan reaksi kimia, mengganggu kehidupan ikan dan biota air lainnya, bahkan jika batas suhu yang mematikan terlampaui, komponen biotik air tersebut akan mati. Pada pemeriksaan suhu di RSUD Sleman hasil parameternya sudah baik.

b. Pemeriksaan BOD

Tabel 5.2 Pemeriksaan BOD

Bulan	BOD	Baku Mutu
September	9,6	35
Oktober	32,1	35
November	9,1	35
Januari	30,1	35
Februari	15,1	35

Sumber : Hasil Pemeriksaan Laboratorium BTKL



Gambar 5.2 Pemeriksaan BOD

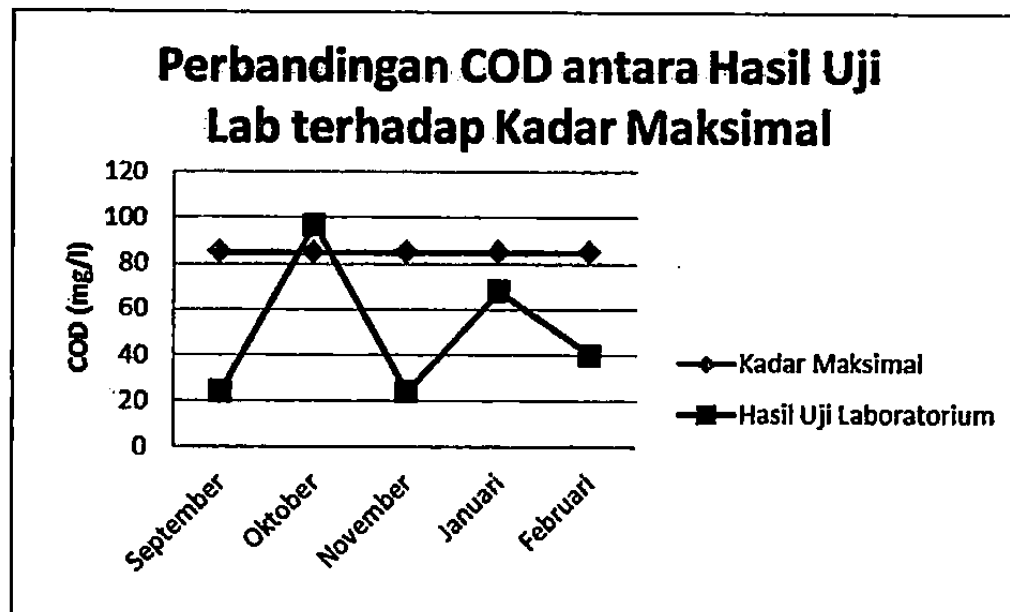
Hasil pemeriksaan BOD menunjukkan bahwa parameter BOD yang diperiksa pada beberapa bulan terakhir tidak ada yang melebihi baku mutu limbah cair yang diperbolehkan. Uji BOD adalah salah satu metode analisis yang paling penting banyak digunakan dalam penanganan limbah dan pengendalian polusi. Uji ini mencoba menentukan kekuatan polusi dari suatu limbah dalam pengertian kebutuhan mikroba akan oksigen dan merupakan ukuran tak langsung dari bahan organik dalam limbah. Jadi, kebutuhan oksigen dalam air limbah tersebut sudah mencukupi.

### c. Pemeriksaan COD

Tabel 5.3 Pemeriksaan COD

Bulan	COD	Baku Mutu
September	24	85
Oktober	97	85
November	24	85
Januari	68	85
Februari	40	85

Sumber : Hasil Pemeriksaan Laboraturium BTKL



Gambar 5.3 Pemeriksaan COD

Hasil pemeriksaan COD pada bulan Oktober melebihi standar baku mutu yang diperbolehkan. COD menggambarkan jumlah total oksigen yang dibutuhkan

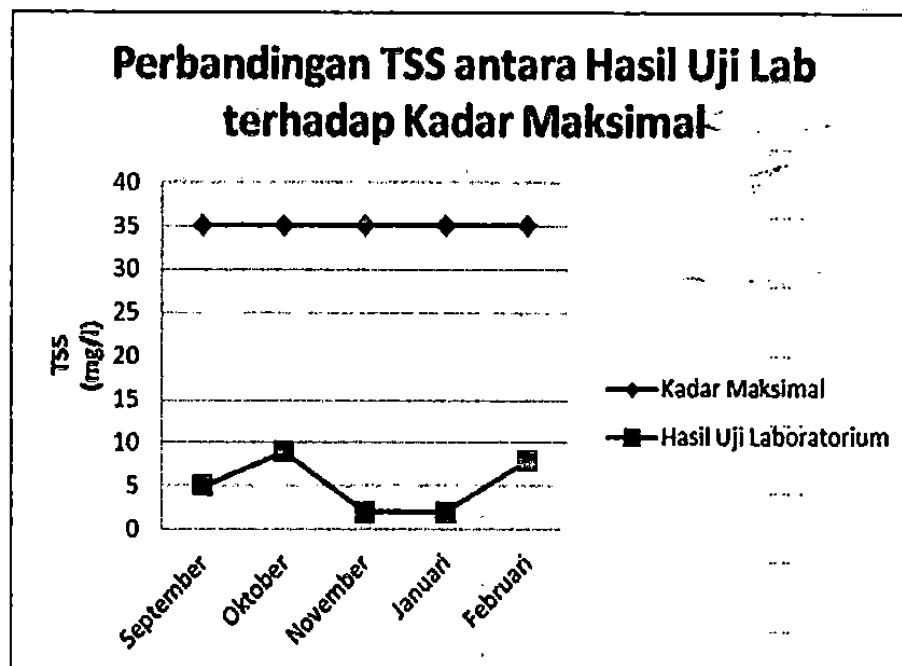
untuk mengoksidasi bahan organik secara kimia yang terdapat pada air limbah, baik yang dapat didegradasi secara biologis maupun yang sukar didegradasi secara biologis menjadi  $\text{CO}_2$  dan  $\text{H}_2\text{O}$ . Jadi, pada bulan oktober kebutuhan oksigen pada air limbah kurang sehingga kadar parameternya melebihi standar baku mutu yang ditentukan.

d. Pemeriksaan TSS

Tabel 5.4 Pemeriksaan TSS

Bulan	TSS	Baku Mutu
September	5	35
Oktober	9	35
November	2	35
Januari	2	35
Februari	8	35

Sumber : Hasil Pemeriksaan Laboratorium BTKL



Gambar 5.4 Pemeriksaan TSS

Total Suspended Solid (TSS), adalah salah satu parameter yang digunakan untuk pengukuran kualitas air. TSS merupakan padatan yang menyebabkan kekeruhan air yang tidak larut dan tidak dapat mengendap langsung. Pengukuran TSS berdasarkan pada berat kering partikel yang terperangkap oleh filter

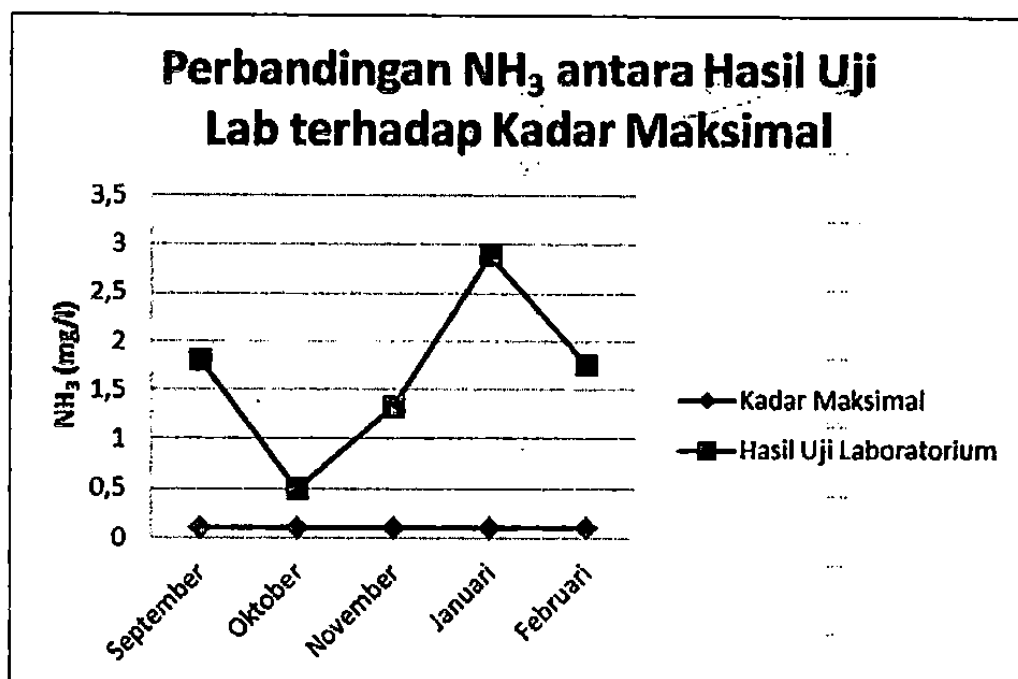
biasanya dengan ukuran pori tertentu. Limbah cair yang mempunyai kandungan zat tersuspensi tinggi tidak boleh dibuang langsung ke badan air karena disamping dapat menyebabkan pendangkalan juga dapat menghalangi sinar matahari masuk kedalam dasar air sehingga proses fotosintesa mikroorganisme tidak dapat berlangsung. Jadi dapat disimpulkan bahwa filterisasi pengolahan air limbah rumah sakit sudah baik karena mampu menguraikan zat tersuspensi yang tinggi.

#### e. Pemeriksaan $\text{NH}_3$

Tabel 5.5 Pemeriksaan  $\text{NH}_3$

Bulan	$\text{NH}_3$	Baku Mutu
September	1,8116	0,1
Oktober	0,4944	0,1
November	1,3273	0,1
Januari	2,8895	0,1
Februari	1,7666	0,1

Sumber : Hasil Pemeriksaan Laboraturium BTKL



Gambar 5.5 Pemeriksaan  $\text{NH}_3$

Grafik tersebut menunjukkan bahwa hasil  $\text{NH}_3$  yang diuji oleh BTKL melebihi kadar maksimum yang diperbolehkan. Artinya, atau  $\text{NH}_3$  akan

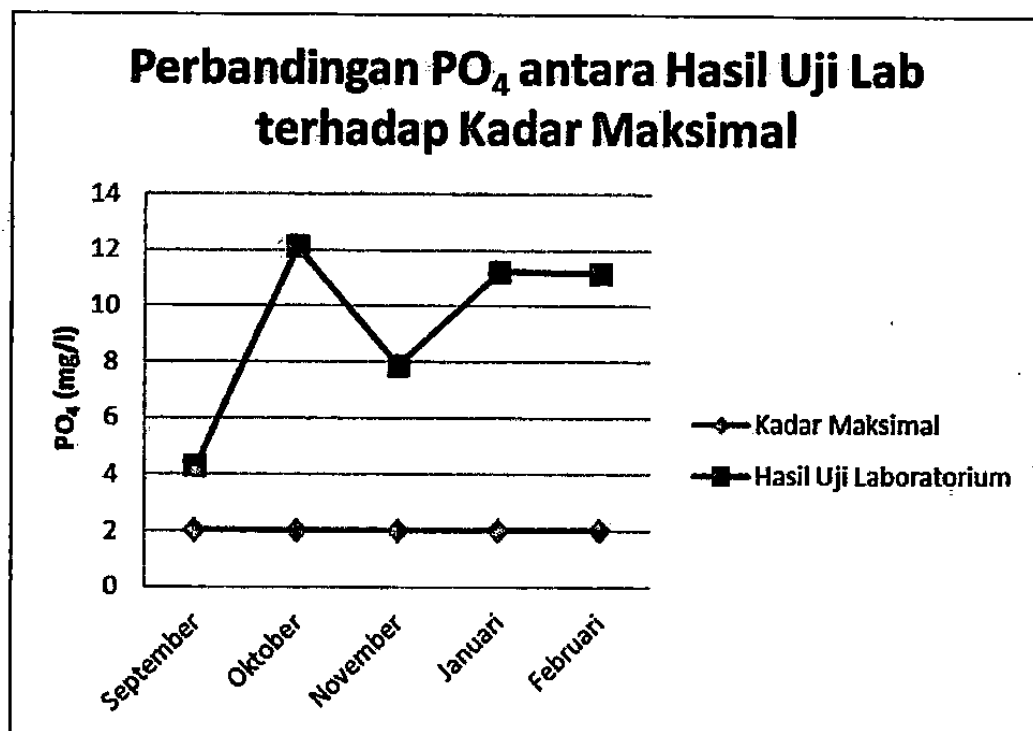
menimbulkan bau yang tajam pada limbah cair. Senyawa amoniak banyak berasal dari urin tinja yang dihasilkan dari rumah sakit. Karbon aktif pada proses filterisasi bisa berguna untuk mengurangi bau yang terkandung pada air limbah karena akan terjadi proses penyerapan zat-zat pada permukaan karbon aktif. Untuk itu perlu dilakukan penggantian karbon aktif secara rutin dan berkala agar dapat menyerap zat-zat yang ada salah satunya  $\text{NH}_3$  atau amoniak.

f. Pemeriksaan  $\text{PO}_4$

Tabel 5.6 Pemeriksaan  $\text{PO}_4$

Bulan	$\text{PO}_4$	Baku Mutu
September	4,2834	2
Oktober	12,1155	2
November	7,8565	2
Januari	11,2320	2
Februari	11,1855	2

Sumber : Hasil pemeriksaan laboratorium BTKL



Gambar 5.6 Pemeriksaan  $\text{PO}_4$

Hasil pemeriksaan  $\text{PO}_4$  pada laboratorium BTKL menunjukkan bahwa semua bulan dari bulan September sampai Februari melebihi standar baku yang

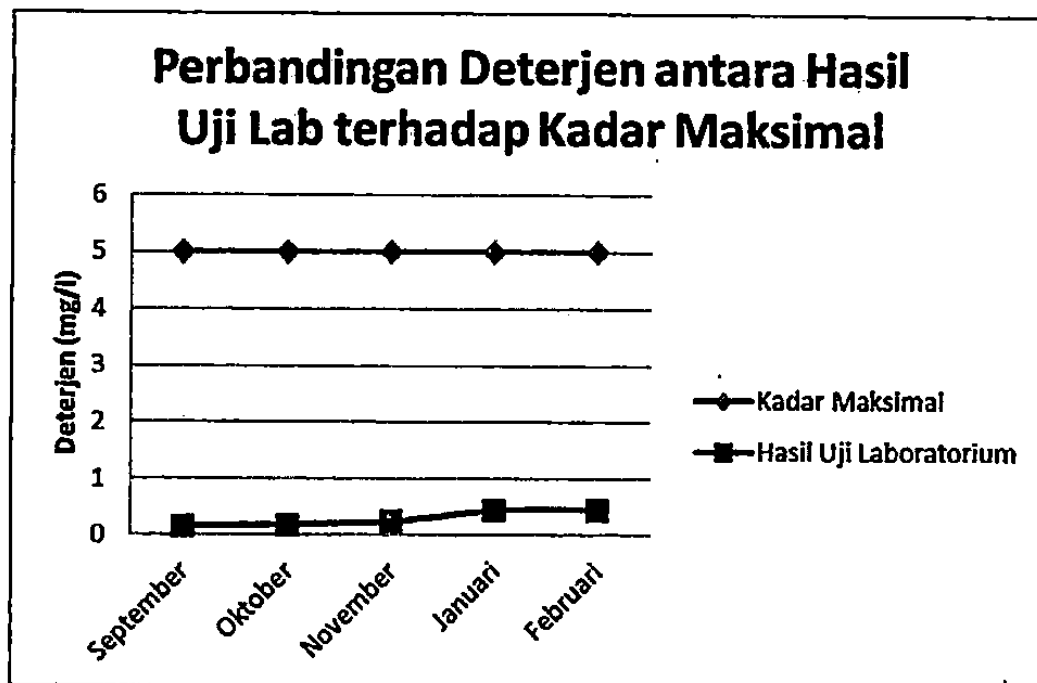
diperbolehkan. Kandungan fosfat yang tinggi dalam effluent limbah cair dapat menyebabkan eutrofikasi, yaitu tumbuhnya lumut dan microalgae yang berlebihan dalam badan air yang menerima limbah tersebut. Tumbuhan air yang menutup permukaan perairan akan menghambat pancaran sinar matahari dan menyebabkan oksigen terlarut dalam perairan akan berkurang. Tumbuhan akan menggunakan oksigen dalam badan air pada malam hari. Sedangkan pada siang hari, pancaran sinar matahari yang kurang dalam air akan menghambat proses fotosintesis sehingga oksigen yang dihasilkan juga akan berkurang. Efek lain yang dapat ditimbulkan oleh adanya eutrofikasi adalah air menjadi keruh dan berbau karena adanya pembusukan lumut-lumut yang mati. Cara mengurangi kadar fosfat yang dilakukan rumah sakit adalah dengan cara filterisasi menggunakan pecahan genteng.

g. Pemeriksaan Deterjen

Tabel 5.7 Pemeriksaan Deterjen

Bulan	Deterjen	Baku Mutu
September	0,1552	5
Oktober	0,1842	5
November	0,2484	5
Januari	0,4446	5
Februari	0,2154	5

Sumber: Hasil Pengambilan Data dari ...



Gambar 5.7 Pemeriksaan Deterjen

Deterjen merupakan pembersih sintetis yang dibuat dari bahan kimia hasil proses penyulingan minyak bumi. Pembuatan deterjen juga didukung oleh bahan kimia lainnya seperti senyawa fosfat, silikat, zat pewangi, zat pewarna, dan zat tambahan lainnya. Deterjen mengandung senyawa-senyawa kimia yang berbahaya bagi lingkungan karena dapat menurunkan kualitas perairan juga bersifat racun bagi organisme yang hidup didalamnya. Keadaan tersebut tentu tidak dapat dibiarkan terus berlangsung dan perlu ada usaha untuk mengatasinya. Air limbah deterjen dihasilkan dari kegiatan laundry, dapur dan kantin rumah sakit. Hasil pemeriksaan deterjen menunjukkan bahwa parameter deterjen yang diperiksa pada beberapa bulan terakhir tidak ada yang melebihi baku mutu limbah cair yang diperbolehkan. Hasil yang sudah baik ini didapat karena proses filterisasi yang masih berfungsi dengan optimal

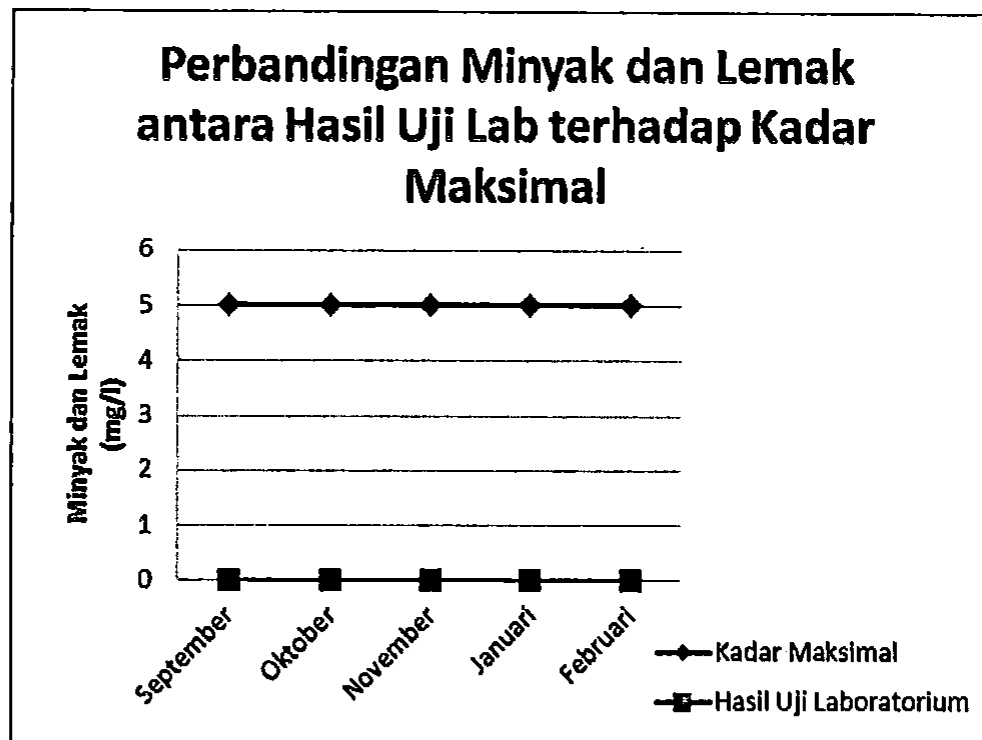


## h. Pemeriksaan Minyak dan Lemak

Tabel 5.8 Pemeriksaan minyak dan lemak

Bulan	Minyak dan Lemak	Baku Mutu
September	0	5
Oktober	0	5
November	0	5
Januari	0	5
Februari	0	5

Sumber : Hasil Pemeriksaan Laboratorium BTKL



Gambar 5.8 Pemeriksaan minyak dan lemak

Minyak dan lemak merupakan komponen utama bahan makanan yang juga banyak di dapat di dalam air limbah. Kandungan zat minyak dan lemak dapat ditentukan melalui contoh air limbah dengan heksana. Minyak dan lemak membentuk ester dan alkohol. Lemak tergolong pada bahan organik yang tetap dan tidak mudah untuk diuraikan oleh bakteri. Terbentuknya emulsi air dalam minyak akan membuat lapisan yang menutupi permukaan air dan dapat

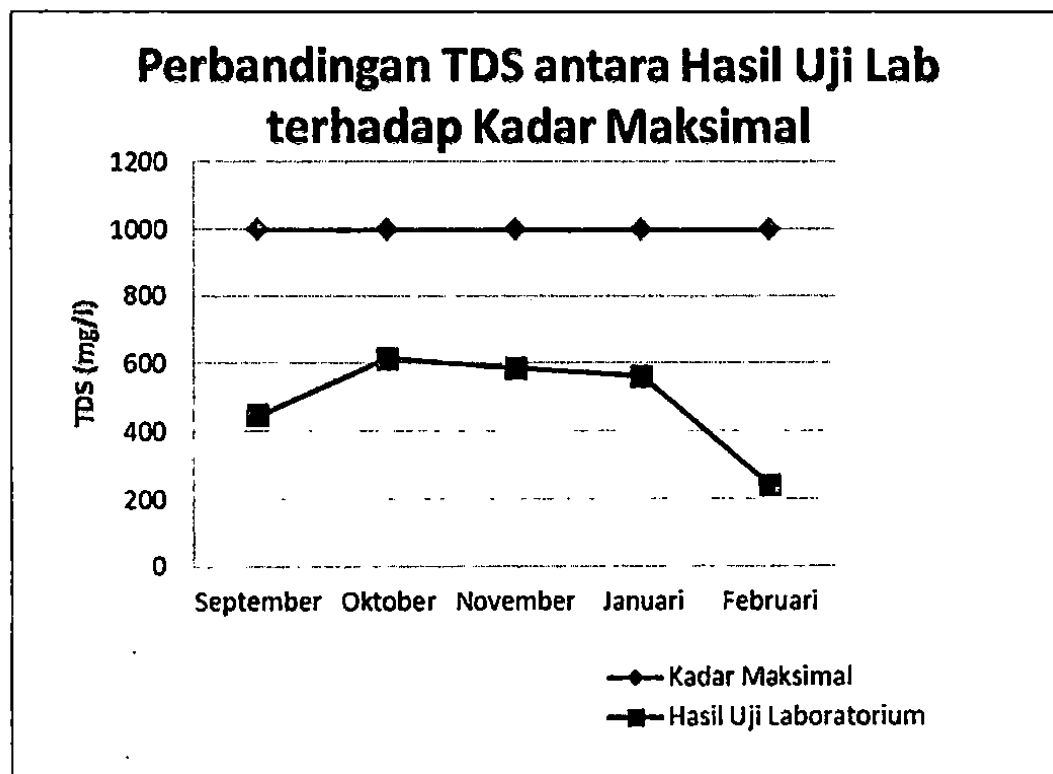
merugikan, karena penetrasi sinar matahari ke dalam air berkurang serta lapisan minyak menghambat pengambilan oksigen dari udara menurun. Hasil pemeriksaan minyak dan lemak menunjukkan bahwa parameter minyak dan lemak yang diperiksa pada beberapa bulan terakhir tidak ada yang melebihi baku mutu limbah cair yang diperbolehkan. Hasil ini dikarenakan limbah minyak dan lemak rumah sakit tidak terlalu banyak dan masih batas standar baku mutu. Hal ini menunjukkan bahwa parameter air limbah untuk minyak dan lemak sudah baik.

i. Pemeriksaan TDS

Tabel 5.9 Pemeriksaan TDS

Bulan	TDS	Baku Mutu
September	448	1000
Oktober	615	1000
November	587	1000
Januari	653	1000
Februari	241	1000

Sumber : Hasil Pemeriksaan Laboratorium BTKL



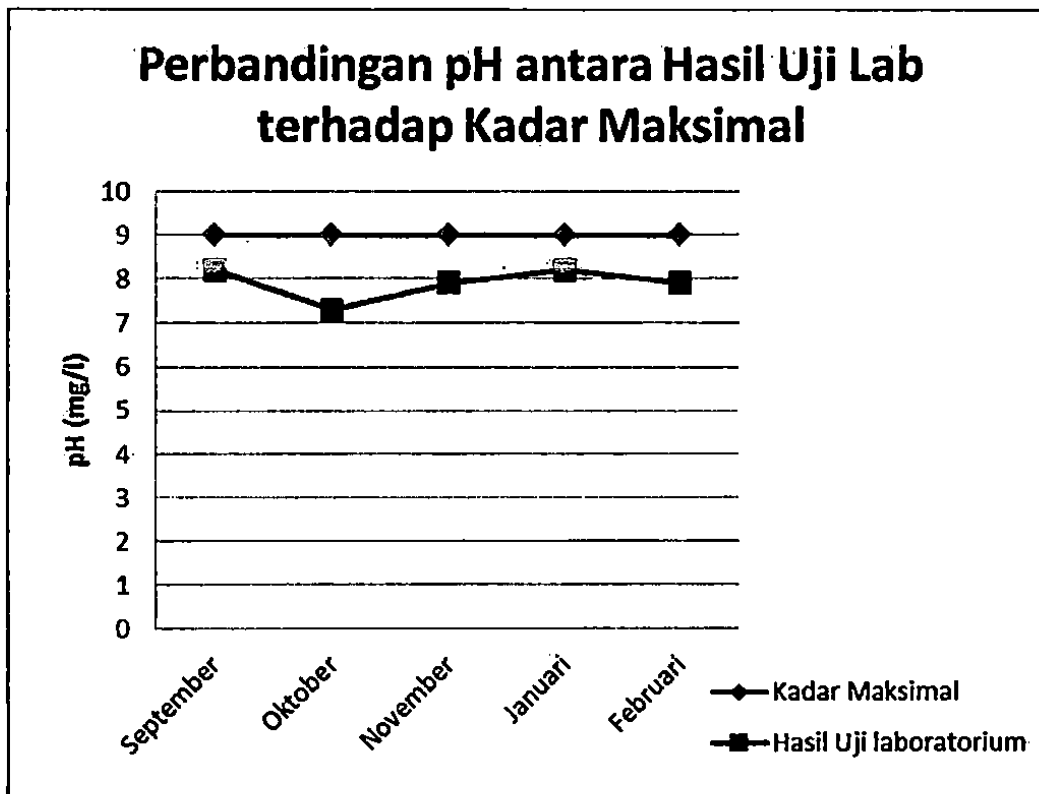
*Total Dissolved solids* alias disingkat TDS. Arti dari TDS adalah “benda padat yang terlarut” yaitu semua mineral, garam, logam, serta kation-anion yang terlarut di air. Termasuk semua yang terlarut diluar molekul air murni (H<sub>2</sub>O). Secara umum, konsentrasi benda-benda padat terlarut merupakan jumlah antara kation dan anion didalam air. TDS terukur dalam satuan Parts per Million (ppm) atau perbandingan rasio berat ion terhadap air. Benda-benda padat di dalam air tersebut berasal dari banyak sumber, organik seperti daun, lumpur, plankton, serta limbah industri dan kotoran. Sumber lainnya bisa berasal dan limbah rumah tangga, pestisida, dan banyak lainnya. Sedangkan, sumber anorganik berasal dari batuan dan udara yang mengandung kalsium bikarbonat, nitrogen, besi fosfor, sulfur, dan mineral lain. Semua benda ini berentuk garam, yang merupakan kandungannya perpaduan antara logam dan non logam. Hasil pemeriksaan TDS menunjukkan bahwa parameter TDS yang diperiksa pada beberapa bulan terakhir tidak ada yang melebihi baku mutu limbah cair yang diperbolehkan. Hal ini menunjukkan bahwa parameter air limbah untuk TDS sudah baik dikarenakan filterisasi pengolahan limbah masih berfungsi secara optimal.

j. Pemeriksaan pH

Tabel 5.10 Pemeriksaan pH

Bulan	pH	Baku Mutu
September	8,2	6-9
Oktober	7,3	6-9
November	7,9	6-9
Januari	8,2	6-9
Februari	7,9	6-9

Sumber : Hasil Pemeriksaan Laboratorium RTKT



Gambar 5.10 Pemeriksaan pH

Konsentrasi ion hidrogen adalah ukuran kualitas dari air maupun air limbah. Adapun kadar yang baik adalah kadar dimana masih memungkinkan kehidupan biologis di dalam air berjalan dengan baik. Air limbah dengan konsentrasi yang tidak netral akan menyulitkan proses biologis sehingga mengganggu proses penjernihannya. pH yang baik bagi air minum dan air limbah adalah netral (7). Semakin kecil pHnya maka akan menyebabkan keasaman pada air (sugiharto, 1987). Hasil pemeriksaan pH menunjukkan bahwa parameter pH yang diperiksa pada beberapa bulan terakhir tidak ada yang melebihi baku mutu limbah cair yang diperbolehkan. Hal ini menunjukkan bahwa parameter air limbah untuk pH sudah baik karena kadar keasaman air limbah tersebut tidak melebihi angka 9 yang merupakan standar baku mutu.

Berdasarkan pemeriksaan rutin yang dilakukan oleh BTKL terhadap beberapa parameter pengukuran limbah di RSUD Sleman, dalam beberapa bulan terakhir menunjukkan bahwa hanya dalam parameter  $\text{NH}_3$ ,  $\text{PO}_4$  serta COD pada bulan oktober yang tidak memenuhi baku mutu limbah yang ditetapkan dalam Peraturan Gubernur DIY Nomor 7 tahun 2010, hal ini menunjukkan bahwa masih

banyak pencemaran yang dilakukan oleh RSUD Sleman sehingga perlu adanya perbaikan terhadap pengolahan limbahnya, supaya untuk hasil berikutnya semua parameter yang diuji memenuhi standar baku mutu.

Dalam hal ini yang menjadi perhatian adalah filterisasi karena filterisasi berpengaruh terhadap hasil outlet limbah cair rumah sakit. Penggantian pasir dan karbon aktif harus rutin agar pengolahan limbah diproses secara optimal. Diharapkan dengan penggantian pasir dan karbon aktif secara rutin dan berkala hasil dari outlet memenuhi standar baku mutu yang ditetapkan.

Hasil pemeriksaan labotarotium BTKL merupakan parameter yang harus diperhatikan karena apabila air limbah outlet melebihi standar baku mutu maka air limbah tersebut berpotensi merusak ekosistem yang ada di lingkungan. Oleh karena itu rumah sakit harus mengolah air limbah secara baik dan harus sesuai dengan porsedur yang sudah ada agar nantinya lingkungan sekitar rumah sakit tidak tercemar oleh limbah rumah sakit tersebut.

### B. Debit Limbah Cair

Pada peraturan Gubernur Daerah Istimewa Yogyakarta No.7 Tahun 2010 tentang Baku Mutu Limbah Cair Bagi Kegiatan Industri, Pelayanan Kesehatan, dan Jasa Pariwisata, perhitungan debit atau volume limbah cair maksimum dan yang di perbolehkan adalah sebagai berikut :

#### 1. Debit / Volume Limbah Cair Maksimum

$$DM = Dm \times Pb$$

Diketahui :

$$\begin{aligned} Dm &= \text{Untuk kegiatan pelayanan kesehatan RSUD kelas B dan C} \\ &= 500 \text{ liter/orang/hari/bed} = 0,5 \text{ m}^3/\text{orang/hari/bed.} \end{aligned}$$

$$Pb = 218 \text{ TT}$$

Sehingga :

$$\begin{aligned} DM &= (0,5 \times 30) \times 218 \\ &= 3270 \text{ m}^3/\text{bulan} \end{aligned}$$

## 2. Debit Limbah Cair Sebenarnya

Karena tidak adanya data debit, maka pengukuran debit air limbah menggunakan prediksi jumlah air bersih menjadi air limbah/air buangan. Adapun untuk keperluan perencanaan penyaluran air buangan, rata-rata debit air buangan yang dihasilkan adalah sebesar 60 -75 % dari pemakaian air bersih (Linsley. F, 1986). Pemakaian air bersih rata-rata pada bulan Juli sampai Desember adalah 1875,5 m<sup>3</sup>/bulan.

Jadi debit limbah cair sebenarnya (DA) adalah  $70 \% \times 1875,5 = 1312 \text{ m}^3/\text{bulan}$

Penilaian untuk Debit Limbah Cair adalah DA (Debit limbah cair yang sebenarnya) tidak boleh lebih besar dari DM (Debit/volume limbah cair maksimum). Pada perhitungan debit limbah cair untuk RSUD Sleman, DA tidak melebihi DM sehingga masih memenuhi syarat.

### C. Beban Pencemaran Limbah Cair

Untuk (CM)<sub>j</sub> dipakai baku mutu untuk air sungai kelas II yaitu :

Tabel 5.11 Baku mutu untuk air sungai kelas II

No	Parameter	Baku Mutu Sungai kelas II
1	BOD	3 mg/l
2	COD	25 mg/l
3	TSS	50 mg/l
4	NH <sub>3</sub>	0,06 mg/l
5	PO <sub>4</sub>	0,2 mg/l

Sumber : Data primer (2012), Baku mutu air sungai mengacu PP Nomor 82 Tahun 2001 tentang pengelolaan Kualitas Air dan Pengendalian Pencemaran Air

#### 1. Beban Pencemaran Maksimum

$$\text{BPM} = (\text{CM})_j \times \text{DM}/\text{Pb} \times f$$

Diketahui :

$$(\text{CM})_j = (\text{CM})_{\text{BOD}_5} = 3 \text{ mg/l}$$

$$= (\text{CM})_{\text{COD}} = 25 \text{ mg/l}$$

$$= (\text{CM})_{\text{NH}_3 \text{ Bebas}} = 0,06 \text{ mg/l}$$

$$= (\text{CM})\text{PO}_4 = 0,2 \text{ mg/l}$$

$$= (\text{CM})\text{TSS} = 50 \text{ mg/l}$$

$$\text{DM} = 3270 \text{ m}^3/\text{bulan}$$

$$\text{Pb} = 218 \text{ TT}$$

$$f = \text{faktor konversi} \frac{1 \text{ kg}}{1.000.000 \text{ mg}} \times \frac{1.000 \text{ L}}{\text{m}^3} = \frac{1}{1.000} \text{ kg/l/mg m}^3$$

Sehingga perhitungan beban pencemaran maksimum untuk setiap parameter adalah sebagai berikut :

a. BOD<sub>5</sub>

$$\begin{aligned} \text{BPM} &= 3 \times 3270/218 \times \frac{1}{1.000} \\ &= 0,045 \text{ kg/bulan} \end{aligned}$$

b. COD

$$\begin{aligned} \text{BPM} &= 25 \times 3270/218 \times \frac{1}{1.000} \\ &= 0,375 \text{ kg / bulan} \end{aligned}$$

c. NH<sub>3</sub> Bebas

$$\begin{aligned} \text{BPM} &= 0,06 \times 3270/218 \times \frac{1}{1.000} \\ &= 0,0009 \text{ kg / bulan} \end{aligned}$$

d. PO<sub>4</sub>

$$\begin{aligned} \text{BPM} &= 0,2 \times 3270/218 \times \frac{1}{1.000} \\ &= 0,003 \text{ kg / bulan} \end{aligned}$$

e. TSS

$$\begin{aligned} \text{BPM} &= 50 \times 3270/218 \times \frac{1}{1.000} \\ &= 0,75 \text{ kg / bulan} \end{aligned}$$

2. Beban Pencemaran Sebenarnya

$$\text{BPA} = (\text{CA})_j \times \text{DA} / \text{Pb} \times f$$

Diketahui :

(CA)<sub>j</sub> = Kadar tertinggi sebenarnya unsur pencemar dalam mg/l

$$= (\text{CA})\text{BOD}_5 = 32,1 \text{ mg/l}$$

$$\begin{aligned}
 &= (\text{CA})\text{COD} &&= 97 \text{ mg/l} \\
 &= (\text{CA})\text{NH}_3\text{Bebas} &&= 2,8895 \text{ mg/l} \\
 &= (\text{CA})\text{PO}_4 &&= 12,1155 \text{ mg/l} \\
 &= (\text{CA})\text{TSS} &&= 9 \text{ mg/l}
 \end{aligned}$$

$$\text{DA} = 1312 \text{ m}^3/\text{bulan}$$

$$\text{Pb} = 218 \text{ TT}$$

$$f = \text{faktor konversi} = \frac{1}{1000} \text{ kgl/mg m}^3$$

Sehingga perhitungan untuk beban pencemaran sebenarnya untuk setiap parameter adalah sebagai berikut :

a. BOD<sub>5</sub>

$$\begin{aligned}
 \text{BPA} &= 32,1 \times 1312 / 218 \times \frac{1}{1000} \\
 &= 0,1932 \text{ kg / bulan}
 \end{aligned}$$

b. COD

$$\begin{aligned}
 \text{BPA} &= 97 \times 1312 / 218 \times \frac{1}{1000} \\
 &= 0,5838 \text{ kg/bulan}
 \end{aligned}$$

c. NH<sub>3</sub> Bebas

$$\begin{aligned}
 \text{BPA} &= 2,8895 \times 1312 / 218 \times \frac{1}{1000} \\
 &= 0,0173 \text{ kg/bulan}
 \end{aligned}$$

d. PO<sub>4</sub>

$$\begin{aligned}
 \text{BPA} &= 12,1155 \times 1312 / 218 \times \frac{1}{1000} \\
 &= 0,0729 \text{ kg/bulan}
 \end{aligned}$$

e. TSS

$$\begin{aligned}
 \text{BPA} &= 9 \times 1312 / 218 \times \frac{1}{1000} \\
 &= 0,0541 \text{ kg / bulan}
 \end{aligned}$$

3. Beban Pencemaran Maksimum Perhari

$$\text{BPM}_i = \text{BPM} \times \text{Pb} / \text{H}$$

Diketahui :



$$\begin{aligned}
 \text{BPM} &= \text{BPM BOD}_5 &&= 0,045 \text{ kg/bulan} \\
 &= \text{BPM COD} &&= 0,375 \text{ kg / bulan} \\
 &= \text{BPM NH}_3 \text{ Bebas} &&= 0,0009 \text{ kg / bulan} \\
 &= \text{BPM PO}_4 &&= 0,003 \text{ kg / bulan} \\
 &= \text{BPM TSS} &&= 0,75 \text{ kg / bulan}
 \end{aligned}$$

$$\text{Pb} = 218 \text{ TT}$$

H = Jumlah hari kerja pada bulan yang bersangkutan ( diasumsikan jumlah hari rata-rata dalam 1 bulan = 30 hari ).

Sehingga perhitungan untuk beban pencemaran maksimum perhari untuk setiap parameter adalah sebagai berikut :

a. BOD<sub>5</sub>

$$\begin{aligned}
 \text{BPM}_i &= 0,045 \times 218 / 30 \\
 &= 0,327 \text{ kg / hari}
 \end{aligned}$$

b. COD

$$\begin{aligned}
 \text{BPM}_i &= 0,375 \times 218 / 30 \\
 &= 2,725 \text{ kg / hari}
 \end{aligned}$$

c. NH<sub>3</sub> Bebas

$$\begin{aligned}
 \text{BPM}_i &= 0,0009 \times 218 / 30 \\
 &= 0,00654 \text{ kg / hari}
 \end{aligned}$$

d. PO<sub>4</sub>

$$\begin{aligned}
 \text{BPM}_i &= 0,003 \times 218 / 30 \\
 &= 0,0218 \text{ kg / hari}
 \end{aligned}$$

e. TSS

$$\begin{aligned}
 \text{BPM}_i &= 0,75 \times 218 / 30 \\
 &= 5,45 \text{ kg / hari}
 \end{aligned}$$

#### 4. Beban Pencemaran Sebenarnya Perhari

$$\text{BPA}_i = (\text{CA})_j \times \text{Dp} \times \text{f}$$

Diketahui :

(CA)<sub>i</sub> = Kadar tertinggi sebenarnya unsur pencemar dalam mg/l

$$\begin{aligned} &= (\text{CA})\text{BOD}_5 &&= 32,1 \text{ mg/l} \\ &= (\text{CA})\text{COD} &&= 97 \text{ mg/l} \\ &= (\text{CA})\text{NH}_3\text{Bebas} &&= 2,8895 \text{ mg/l} \\ &= (\text{CA})\text{PO}_4 &&= 12,1155 \text{ mg/l} \\ &= (\text{CA})\text{TSS} &&= 9 \text{ mg/l} \end{aligned}$$

Dp = Hasil perhitungan debit limbah cair sebenarnya yaitu  $1312 \text{ m}^3/\text{bulan}$  dibagi dengan 30 hari adalah  $43,73 \text{ m}^3/\text{hari}$

$$f = \text{faktor konversi} = \frac{1}{1000} \text{ kgl/mg m}^3$$

Sehingga perhitungan untuk beban pencemaran sebenarnya perhari

Penilaian untuk perhitungan beban pencemaran adalah sebagai berikut :

- a. BPA tidak boleh lebih besar dari BPM
- b. BPAi tidak boleh lebih besar dari BPMi

Hasil perhitungan dan penilaian untuk beban pencemaran bisa dilihat pada tabel dibawah ini :

Tabel 5.12 Beban Pencemaran Maksimum dan Beban Pencemaran Sebenarnya

PARAMETER	BPM	BPA	BPA<BPM
BOD <sub>5</sub>	0,045	0,1932	Tidak Memenuhi Syarat
COD	0,375	0,5838	Tidak Memenuhi Syarat
NH <sub>3</sub> Bebas	0,0009	0,0173	Tidak Memenuhi Syarat
PO <sub>4</sub>	0,003	0,0729	Tidak Memenuhi Syarat
TSS	0,75	0,0541	Memenuhi Syarat

Sumber : Hasil Perhitungan

Tabel 5.13 Beban Pencemaran Maksimum Perhari dan Beban Pencemaran Sebenarnya Perhari

PARAMETER	BPMi	BPAi	BPAi<BPMi
BOD <sub>5</sub>	0,327	1,4037	Tidak Memenuhi Syarat
COD	2,725	4,2418	Tidak Memenuhi Syarat
NH <sub>3</sub> Bebas	0,00654	0,1263	Tidak Memenuhi Syarat
PO <sub>4</sub>	0,0218	0,5298	Tidak Memenuhi Syarat
TSS	5,45	0,3936	Memenuhi Syarat

Sumber : Hasil Perhitungan

Dari tabel hasil perhitungan beban pencemaran sebenarnya untuk semua parameter kecuali TSS, dilihat bahwa...

juga untuk hasil perhitungan beban pencemaran sebenarnya perhari, melebihi beban maksimum perhari kecuali TSS sehingga beban pencemaran limbah cair di rumah sakit belum memenuhi standar

#### D. Perancangan Dimensi Bangunan IPAL

Dari hasil analisa bahwa masih ada beberapa kualitas air limbah yang melebihi standar baku mutu yang diperbolehkan. Oleh karena itu perlu adanya perhitungan ulang dimensi pada setiap bak pengolahannya. Menghitung ulang dimensi bangunan pengolahan air limbah, berdasarkan atas waktu tinggal pada setiap pengolahan.

##### 1. Bak Penampung

Waktu tinggal di dalam bak pengumpul diasumsikan dan bak dalam bentuk persegi. Dengan kriteria analisis perhitungan adalah sebagai berikut :

$$td(\text{waktu}) = \text{diasumsikan } 3 \text{ jam} = 3 \times 60 \times 60 = 10800 \text{ detik}$$

$$\begin{aligned} \text{Qrata-rata} &= DM = 3270 \text{ m}^3/\text{bulan} \\ &= 3270 / (30 \times 24 \times 60 \times 60) \\ &= 1,2616 \text{ l/detik} \approx 1,5 \text{ l/detik} \end{aligned}$$

Dengan asumsi faktor rumah 1,5 maka debit rumah 1

$$\begin{aligned} \text{Volume} &= p \times l \times h \\ 24,3 \text{ m}^3 &= l^2 \times 3 \\ 8,1 \text{ m}^3 &= l^2 \\ l &= 2,8 \text{ m} \approx 3 \text{ m} \end{aligned}$$

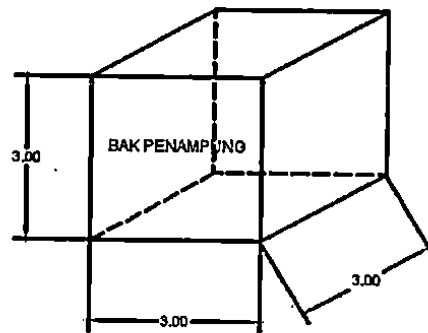
sehingga  $p = 3 \text{ m}$

Jadi dimensi bangunan adalah :

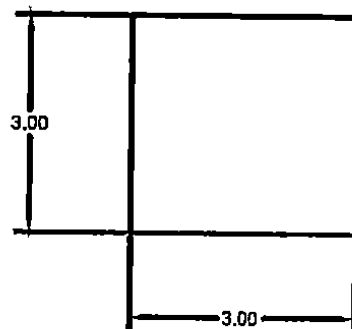
Tabel 5.14 Perbandingan Dimensi Bak Penampung

Dimensi	Hasil analisa	Yang tersedia
Panjang	3 m	3 m
Lebar	3 m	3 m
Tinggi	3 m	2 m

*Sumber : Hasil Perhitungan*



Gambar 5.11 Bak penampung 3-Dimensi



Gambar 5.12 Bak penampung tampak atas

Dari hasil perhitungan yang didapat dengan menggunakan debit

maksimum yang disediakan dan waktu yang dibutuhkan adalah 2

jam maka dapat ditarik kesimpulan bahwa bak perlu diperlebar pada bagian kedalaman bak. Dari hasil analisis tersebut dapat disimpulkan bahwa semakin lama waktu tinggal akan berpengaruh pada kurangnya penggunaan listrik pada pompa air yang dapat mengurangi biaya operasional pompa tersebut.

## 2. Bak Ekualisasi

Bak ekualisasi berbentuk persegi. Analisa perhitungan untuk bak ekualisasi sebagai berikut :

$$Q_{\max} = 2,25 \text{ l/detik}$$

$$\text{Waktu tinggal di dalam bak} = 1 \text{ jam} = 3600 \text{ detik}$$

$$\text{Perbandingan dimensi} = p : l = 1 : 1$$

$$\text{Dengan rencana tinggi bebas} = 2 \text{ m}$$

$$\begin{aligned} \text{Volume bak} &= Q \times t \\ &= 2,25 \times 3600 \\ &= 8100 \text{ l} = 8,1 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

Dimensi bak

$$\text{Perbandingan } p : l = 1 : 1$$

$$\text{Maka } p = 1$$

$$\text{Volume} = p \times l \times h$$

$$8,1 = 1 \times 1 \times 2$$

$$4,05 = l^2$$

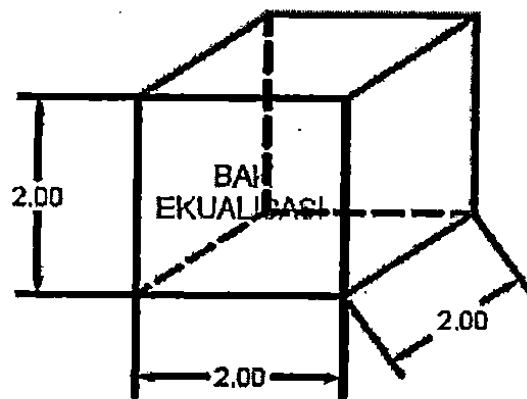
$$l = 2,01 \text{ m} \approx 2 \text{ m}$$

sehingga  $p = 2 \text{ m}$

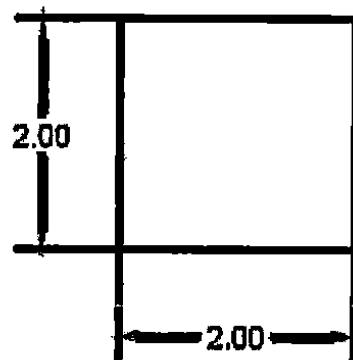
Jadi dimensi bangunan adalah :

Tabel 5.15 Perbandingan Dimensi Bak Ekualisasi

Dimensi	Hasil analisa	Yang tersedia
Panjang	2 m	1 m
Lebar	2 m	1 m
Tinggi	2 m	2 m



Gambar 5.13 Bak ekualisasi 3-Dimensi



Gambar 5.14 Bak ekualisasi tampak atas

Dengan waktu tinggal dan dimensi bak yang direncanakan bak ekualisasi bisa bekerja secara optimal yang berguna untuk mengurangi fluktuasi debit air sehingga bahan homogen secara merata atau teratur diatur pengalirannya untuk menuju ke proses selanjutnya.

### 3. Bak An aerob

Kriteria desain bak an aerob :

Debit air buangan  $Q_{max} = 2,25 \text{ l/dtk} = 194,4 \text{ m}^3/\text{hari}$

BOD masuk = 150 mg/l (asumsi karena tahun depan rumah sakit akan menambah jumlah tempat tidur / bed)

Efisiensi pengolahan = 75 %

BOD keluar = 37,5 mg/l

Efisiensi pengolahan dengan asumsi = 75 %

BOD removal = 150 x 75 %

$$\begin{aligned} \text{BOD keluar} &= 150 - 112,5 \\ &= 37,5 \text{ mg/l} \end{aligned}$$

$$\text{Kedalaman rencana} = 3 \text{ m}$$

Untuk pengolahan air dengan proses biofilter standar beban BOD per volume media 0,4-4,7 kg BOD/m<sup>3</sup>.hari. Ditetapkan beban BOD yang digunakan 1 kg BOD/m<sup>3</sup>.hari

Hitungan

- Beban BOD dalam air limbah
  - = 194,4 m<sup>3</sup>/hari x 150 mg/l
  - = 29160 g/hari
  - = 29,16 kg/hari
- Volume media yang diperlukan
  - = 29,16 kg/hari : 1 kg/m<sup>3</sup>.hari
  - = 29,16 m<sup>3</sup>
- Volume media = 70 % dari total volume reaktor  
Volume reaktor yang diperlukan adalah
  - = 100/70 x 29,16
  - = 41,66 m<sup>3</sup>
- Waktu tinggal reaktor anaerob yang dibutuhkan
  - = (41,66 m<sup>3</sup>/194,4 m<sup>3</sup>/hari) x 24 jam/hari
  - = 2,86 jam ≈ 3 jam
- Luas reaktor ( A )
  - = V/h
  - = 41,66 m<sup>3</sup>/3
  - = 13,88 m<sup>2</sup>

$$\text{Prebandingan } p : l = 1 : 1$$

$$A = p \times l$$

$$13,88 = l^2$$

$$l = 3,73 \text{ m} \approx 4 \text{ m}$$

$$p = l = 4 \text{ m}$$

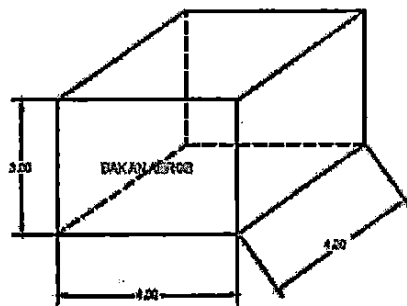


Jadi dimensi bangunan adalah :

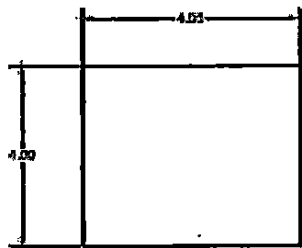
Tabel 5.16 Perbandingan Dimensi Bak An aerob

Dimensi	Hasil analisa	Yang tersedia
Panjang	4 m	3 m
Lebar	4 m	3 m
Tinggi	3 m	2 m

Sumber : Hasil Perhitungan



Gambar 5.15 Bak an aerob 3-Dimensi



Gambar 5.16 Bak an aerob tampak atas

Dari tabel di atas untuk bak an aerob dimensi bangunan yang ada tidak sesuai untuk debit maksimum yang diprediksi, sehingga panjang bak harus diperbesar.

#### 4. Bak pengendapan

Setelah dari bak an aerob proses selanjutnya adalah bak pengendapan. Dalam bak pengendapan ini diharapkan mampu menurunkan kadar BOD. Kriteria analisis perhitungan adalah sebagai berikut :

$$Q_{max} = 2,25 \text{ l/detik} = 0,00225 \text{ m}^3/\text{detik}$$

$$\text{Beban permukaan direncanakan} = 30 \text{ m}^3/\text{m}^2 \text{ hari}$$

Maka dapat dihitung :

$$\begin{aligned}
 A &= Q / BP \\
 &= (0,00225 \text{ m}^3/\text{detik} \times 86400 \text{ detik/hari}) / (30 \text{ m}^3/\text{m}^2 \text{ hari}) \\
 &= 6,48 \text{ m}^2
 \end{aligned}$$

Dengan tinggi rencana + *free board* (h) = 2 m

Perbandingan p : l = 1 : 1

Maka :

$$p = l$$

$$A = l^2$$

$$6,48 = l^2$$

$$l = 2,55 \text{ m} \approx 3 \text{ m}$$

Sehingga p = 3 m

Jadi dimensi bangunan adalah :

Tabel 5.17 Perbandingan Dimensi Bak Pengendapan

Dimensi	Hasil analisa	Yang tersedia
Panjang	3 m	3 m
Lebar	3 m	2 m
Tinggi	2 m	2 m

Sumber : Hasil Perhitungan

Cek waktu tinggal :

$$\begin{aligned}
 \text{Pada saat } Q_{\max} : t_d &= V/Q = (3 \times 3 \times 2) \text{ m}^3 / (0,00225 \text{ m}^3/\text{detik}) \\
 &= 8000 \text{ detik} = 2,22 \text{ jam} \approx 2,5 \text{ jam}
 \end{aligned}$$

Cek *sludge zone*

$$\text{BOD masuk} = 37,5 \text{ mg/l}$$

$$\text{Direncanakan : BOD removal} = 40 \%$$

$$\text{BOD keluar} = 37,5 (1-0,40) = 22,5 \text{ mg/l}$$

BOD removal di bak pengendapan

$$= (37,5 \times 0,40) \text{ mg/l} \times \frac{1}{1000} \text{ kg/gr} \times (0,00225 \times 86400) \text{ m}^3/\text{hr}$$

$$= 2,916 \text{ kg/hari}$$

$$\text{Direncanakan : Periode pengurusan lumpur} = 30 \text{ hari}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Berat jenis lumpur} &= 1,03 \text{ gr/cm}^3 \\
 \text{Berat lumpur} &= \text{BOD removal} \times t / \text{kadar solid} \\
 &= 2,916 \text{ kg/hari} \times 30 \text{ hari} / 3\% \\
 &= 0,2916 \text{ kg} \\
 \text{Volume lumpur} &= \text{Berat lumpur} / \text{Berat jenis} \\
 &= 0,2916 \text{ kg} / (1,03 \times (\frac{1}{1000} \times 10^6)) \text{ kg/m}^3 \\
 &= 0,000283 \text{ m}^3
 \end{aligned}$$

Ruang lumpur berbentuk limas terpancung dengan

$$\text{Luas permukaan atas } A = 2 \times 2 = 4 \text{ m}^2$$

$$\text{Luas permukaan bawah } A' = 0,3 \times 0,3 = 0,09 \text{ m}^2$$

$$\begin{aligned}
 \text{Tinggi ruang lumpur : } V &= 1/3 t (A + A' + \sqrt{A \times A'}) \\
 t &= 3V / (A + A' + \sqrt{A \times A'}) \\
 &= 3 \times 0,000283 / (4 + 0,09 + \sqrt{4 \times 0,09}) \\
 &= 0,000181 \text{ m} \approx 0,1 \text{ m}
 \end{aligned}$$

Cek waktu pengurasan lumpur pada saat lumpur penuh :

$$\begin{aligned}
 \text{Volume ruang lumpur} &= 1/3 t (A + A' + \sqrt{A \times A'}) \\
 &= 1/3 \times 0,1 (4 + 0,09 + \sqrt{4 \times 0,09}) \\
 &= 0,16 \text{ m}^3
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Volume} &= \text{berat lumpur} / \text{berat jenis} \\
 0,16 \text{ m}^3 &= 0,2916 \text{ kg/hari} \times t / (3\% \times (1,03 \times (\frac{1}{1000} \times 10^6)) \text{ kg/m}^3) \\
 t &= (0,16 \times 3\% \times (1,03 \times (\frac{1}{1000} \times 10^6))) / 0,2916 \\
 &= 30,5 \text{ hari}
 \end{aligned}$$

Pada pengolahan bak pengendapan dimensi panjang bak hasil analisa lebih besar dari dimensi yang ada sehingga perlu adanya perbaikan. Pada pengolahan dengan waktu tinggal 2,5 jam direncanakan dapat menurunkan kadar BOD dari 37,5 mg/l menjadi 22,5 mg/l. Kemudian menghasilkan volume lumpur sebesar 0,000283 m<sup>3</sup> yang dapat ditampung pada *sludge zone* dengan dimensi hasil analisa sebagai berikut :

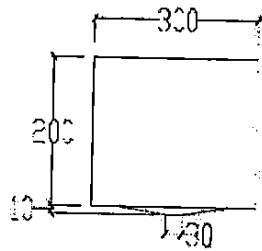
Penampang atas : Panjang = 2 m

Lebar = 2 m

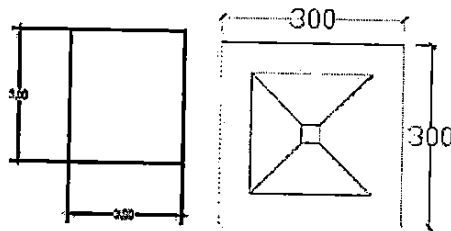
Penampang bawah : Panjang = 0,3 m

Lebar = 0,3 m

Tinggi ruang lumpur = 0,1 m



Gambar 5.17 Bak pengendapan tampak samping



Gambar 5.18 Bak pengendapan tampak atas

#### 5. Bak Aerob

Kriteria analisis perhitungan adalah sebagai berikut :

$Q_{max}$  = 2,25 l/detik = 194,4 m<sup>3</sup>/hari

BOD masuk = 22,5 mg/l

Efisiensi pengolahan = 87 %

BOD Keluar = 3 mg/l

Kedalaman rencana = 3 m

Untuk pengolahan air dengan proses biofilter standar beban BOD per volume media 0,4 – 4,7 kg BOD/m<sup>3</sup>hari. Ditetapkan beban BOD 1,5 kg BOD/m<sup>3</sup>hari

Hitungan :

Beban BOD dalam air limbah

= 194,4 m<sup>3</sup>/hari x 22,5 mg/l

= 4374 g/hari

$$= 4,374 \text{ kg/hari}$$

Jumlah BOD yang dihilangkan

$$= 0,87 \times 4,374 \text{ kg/hari}$$

$$= 3,805 \text{ kg/hari}$$

Volume media yang diperlukan

$$= 3,805/1,5$$

$$= 2,54 \text{ m}^3$$

Volume media = 50 % dari total volume reactor

Volume reactor yang diperlukan

$$= 100/50 \times 2,54$$

$$= 5,08 \text{ m}^3$$

Waktu tinggal reactor aerob yang dibutuhkan

$$= (5,08 \text{ m}^3 : 194,4 \text{ m}^3/\text{hari}) \times 24$$

$$= 0,62 \text{ jam} = 1 \text{ jam}$$

Luas reactor (A)

$$V/h$$

$$= 5,08/2$$

$$= 2,54 \text{ m}^2$$

Sehingga diperoleh dimensi bak

$$P : l = 3 : 2$$

$$P = 1,5 \times l$$

Sehingga  $A = p \times l$

$$= 1,5 \times l \times l$$

$$= 1,5 \times l^2$$

$$2,54 = 1,5 \times l^2$$

$$l^2 = 1,69$$

$$l = 1,3 \approx 1,5 \text{ m}$$

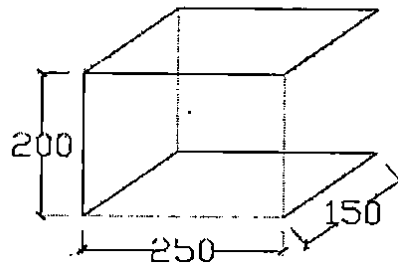
$$p = 1,5 \times 1,5 = 2,25 \approx 2,5 \text{ m}$$

Jadi dimensi bangunan adalah :

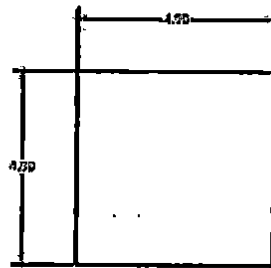
Tabel 5.18 Perbandingan Dimensi Bak Aerob

Dimensi	Hasil analisa	Yang tersedia
Panjang	2,5 m	3 m
Lebar	1,5 m	2 m
Tinggi	2 m	2 m

Sumber : Hasil Perhitungan



Gambar 5.19 Bak aerob 3-Dimensi



Gambar 5.20 Bak aerob tampak atas

Kebutuhan oksigen

Kebutuhan oksigen di dalam reactor biofilter aerob sebanding dengan jumlah BOD yang dihilangkan. Jadi, kebutuhan teoritis = jumlah BOD yang dihilangkan = 3,805 kg/hari

Faktor keamanan ditetapkan  $\pm 1,4$

Kebutuhan oksigen teoritis =  $1,4 \times 3,805 \text{ kg.hari} = 5,327 \text{ kg/hari}$

Temperatur udara rata-rata  $28^\circ\text{C}$

Berat udara pada suhu  $28^\circ\text{C}$  adalah  $1,1725 \text{ kg/m}^3$

Diasumsikan jumlah oksigen dalam udara 23,2 %

Jadi, jumlah kebutuhan udara teoritis =  $5,327 \text{ kg/hari} / (1,1725$

$\text{kg/m}^3 \times 0,232 \text{ gO}_2/\text{gUdara}) = 19,58 \text{ m}^3/\text{hari}$

Efisiensi difuser = 2,5 %

Kebutuhan udara actual =  $19,58 \text{ m}^3/\text{hari}/0,025$   
 $= 783,2 \text{ m}^3/\text{hari}$   
 $= 0,54 \text{ m}^3/\text{menit}$

Blower udara yang diperlukan :

Jika efisiensi blower dianggap 87 % maka diperlukan blower dengan spesifikasi sebagai berikut :

Kapasitas =  $0,54 \text{ m}^3/\text{menit}$

Tekanan statis = 2500 mm Hg

Jumlah = 1 unit

Dari tabel diatas dapat disimpulkan bahwa dimensi bak aerob diperlebar dan direncanakan waktu tinggal dalam bak sebesar 1 jam. Dengan waktu tinggal rencana 1 jam kandungan BOD turun dari 22,5 mg/l menjadi 3 mg/l yang mana angka tersebut sudah termasuk dalam angka baku mutu air limbah yang diperbolehkan

#### 6. Bak Sand Filter

Pada pengolahan bak sand filter ini media yang digunakan adalah pasir dan pecahan genteng. Pecahan genteng dapat mengurangi kandungan  $\text{PO}_4$  (phospat) yang terdapat dalam air limbah rumah sakit. Komposisi pecahan genteng dengan tebal 50 cm terletak dibawah pasir dan komposisi pasir dengan tebal 20 cm letaknya diatas pecahan genteng. Dalam bak sand filter ini biasanya dilakukan pencucian (*back wash*) pasir dan pecahan genteng setiap sebulan sekali. Pasir dan pecahan genteng akan dilakukan penggantian yang baru apabila pasir dan pecahan genteng tidak berfungsi secara optimal. Biasanya penggantian dilakukan setiap 6 bulan sekali. Kecepatan aliran penyaringan yang dihasilkan sebesar  $1,3 \text{ l/m}^2/\text{detik}$  (Sugiharto, 2008). Kriteria analisis perhitungan adalah sebagai berikut :

Debit air buangan rata-rata =  $1,5 \text{ l/dtk}$

Dengan asumsi faktor puncak 1,5. Faktor peak 1,5 - 2,5 didapat dari peraturan cipta karya. Analisis perhitungan sebagai berikut :

$$\begin{aligned} Q_{\max} &= 1,5 \times 1,5 \\ &= 2,25 \text{ l/detik} \end{aligned}$$

Kecepatan aliran penyaringan sebanyak =  $1,3 \text{ l/m}^2/\text{detik}$

$$\begin{aligned} A &= Q_{\max}/v \\ &= 2,25 \text{ l/detik} / 1,3 \text{ l/m}^2/\text{detik} \\ &= 1,73 \text{ m}^2 \approx 2 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

$$\text{Tinggi rencana (h)} = 2 \text{ m}$$

$$\text{Perbandingan p : l} = 1 : 1$$

$$\text{Dengan p : l} = 1 : 1$$

$$\text{Tinggi rencana (h)} = 3 \text{ m}$$

$$A = h \times l$$

$$2 = 3 \times l$$

$$l = 0,625 \text{ m} \approx 1 \text{ m}$$

$$\text{Maka p} = 1 \text{ m}$$

Cek waktu penyaringan :

$$\begin{aligned} t &= V/Q \\ &= (1 \times 1 \times 3) \text{ m}^3 / (0,00225 \text{ m}^3/\text{detik}) \\ &= 1333,33 \text{ detik} = 0,37 \text{ jam} \approx 0,5 \text{ jam} \end{aligned}$$

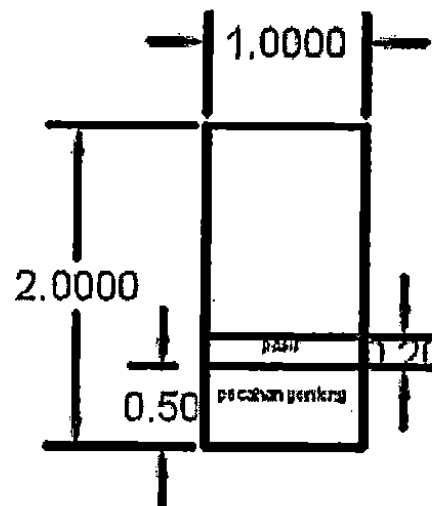
Tabel 5.19 Perbandingan Dimensi Bak Sand Filter

Dimensi	Hasil analisa	Yang tersedia
Panjang	1 m	2 m
Lebar	1 m	1 m
Tinggi	2 m	2 m

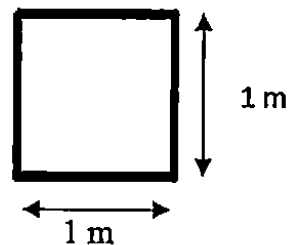
*Sumber : Hasil Perhitungan*

Dari tabel di atas untuk bak filtrasi dimensi bangunan yang ada masih aman untuk debit maksimum yang disediakan





Gambar 5.21 Bak sand filter tampak samping



Gambar 5.22 Bak sand filter tampak atas

### 7. Bak Desinfeksi

Proses desinfektan diperlukan untuk memusnahkan bakteri pathogen. Kriteria untuk perencanaan bak desinfeksi adalah sebagai berikut :

Kecepatan aliran = 15 – 30 cm/detik

Waktu kontak  $\geq$  25 menit

a. Kebutuhan kaporit :

Digunakan kaporit dengan kadar Cl 60%

$Q_{max} = 2,25$  l/detik

Direncanakan : Kadar Nitrogen = 5,0 mg/l

Kedalaman rencana = 2 m

Dosis klor = 5,0 mg/l

Dosis kaporit =  $1/0,6 \times 5$

= 8,33 mg/l

Kaporit yang dibutuhkan =  $8,33 \text{ mg/l} \times 2,25 \text{ l/detik}$

$$= 16,19 \text{ kg / hari} \approx 16,5 \text{ kg/hari}$$

Diketahui massa jenis  $\text{Ca(OCl)}_2 = 1,2 \text{ kg/l}$

$$\begin{aligned} \text{Volume Ca(OCl)}_2 &= 16,19 \text{ kg/hari} \times 1 \text{ hari} / 1,2 \text{ kg/l} \\ &= 19,43 \text{ l} \\ &= 0,0194 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

b. Kebutuhan air pelarut

Asumsi konsentrasi larutan = 15 %

$$\begin{aligned} \text{Volume pelarut} &= (90\% / 15\%) \times 0,0194 \\ &= 0,116 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Volume bak} &= 0,0194 + 0,116 \\ &= 0,135 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} A &= V/h \\ &= 0,135/2 \\ &= 0,067 \text{ m} \end{aligned}$$

Dimensi bak :

$$\text{Tinggi} = 2 \text{ m}$$

$$\text{Jika } p : l = 1 : 1$$

$$A = l^2$$

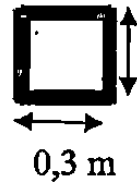
$$0,067 = l^2$$

$$l = 0,25 \text{ m} \approx 0,3 \text{ m}$$

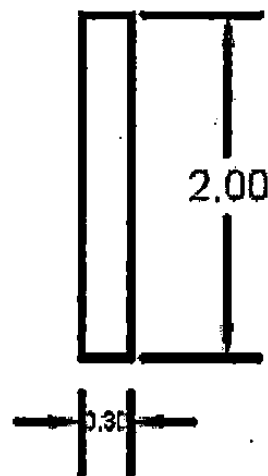
$$p = 0,3 \text{ m}$$

Tabel 5.20 Perbandingan Dimensi Bak Disinfeksi

Dimensi	Hasil analisa	Yang tersedia
Panjang	0,3 m	2 m
Lebar	0,3 m	1 m
Tinggi	2 m	2 m



Gambar 5.23 Bak desinfeksi tampak atas

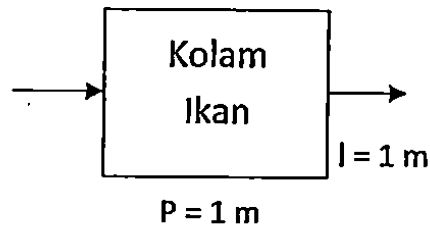


Gambar 5.24 Bak desinfeksi tampak samping

Bak desinfeksi rumah sakit ini masih bekerja secara optimal jadi tidak perlu diperlebar.

#### 8. Kolam ikan

Sebelumnya ada kolam ikan tapi sekarang sudah tidak digunakan lagi. Sebaiknya perlu adanya kolam ikan, karena dengan adanya kolam ikan pihak rumah sakit bisa mengetahui hasil pengolahan IPAL sudah memenuhi kadar baku mutu yang diperbolehkan atau belum karena jika kadar baku mutu masih diatas baku mutu yang diperbolehkan maka ikan yang hidup di kolam bisa mati dan lingkungan sekitar rumah sakit bisa tercemar oleh air limbah tersebut. Diperencanakan kolam ikan dengan dimensi sebagai



Gambar 5.25 Dimensi kolam ikan tampak atas.

### 9. Bak pengering lumpur

Bak pengering lumpur atau *sludge drying bed* direncanakan dengan kriteria – kriteria berikut ini :

Total lumpur = 2,916 kg/hari

Berat jenis lumpur =  $1,03 \text{ gr/cm}^3 \times 10^6 \text{ cm}^3/\text{m}^3 \times \frac{1}{1000} \text{ kg/gr}$   
 $= 1030 \text{ kg/m}^3$

Konsentrasi lumpur = 4%

Volume lumpur =  $2,916 \text{ kg/hari} / (1030 \text{ kg/m}^3 \times 4\%)$   
 $= 0,68 \text{ m}^3 / \text{hari}$

Waktu pengurasan lumpur di bak pengendapan  
 $= 30 \text{ hari}$

Waktu pengeringan lumpur = 10 hari

Volume lumpur selama 30 hari =  $0,68 \times 30 = 20,4 \text{ m}^3$

Diambil tebal lumpur = 30 cm

Pasir = 30 cm

Krakal = 30 cm

Luas permukaan bed =  $20,4 / 0,3 = 68 \text{ m}^2$

Dengan asumsi  $p : l = 2 : 1$

$p = 2l$

$A = 2l \times l = 2l^2$

$68 \text{ m}^2 = 2l^2$

$l^2 = 17$

$l = 6 \text{ m}$

$p = 2 \times l = 2 \times 6 = 12 \text{ m}$

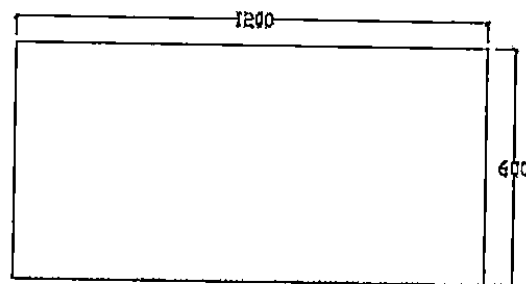
Tinggi total =  $h \text{ lumpur} + h \text{ pasir} + h \text{ kerikil} + h \text{ freeboard}$

$$= 1,15 \text{ m}$$

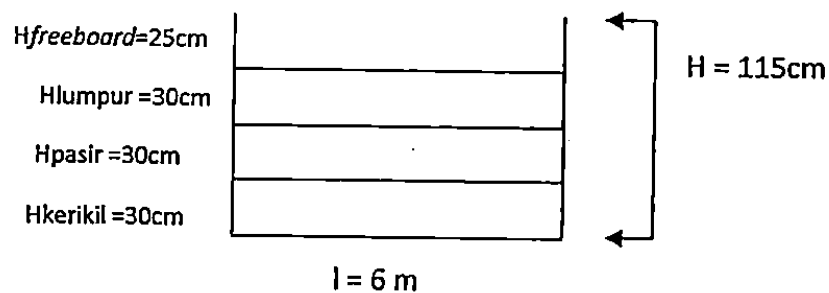
Tabel 5.21 Perbandingan Dimensi Bak Pengering lumpur

Dimensi	Hasil analisa	Yang tersedia
Panjang	12 m	9 m
Lebar	6 m	1 m
Tinggi	1,15 m	2 m

Sumber : Hasil Perhitungan



Gambar 5.26 Bak pengering lumpur tampak atas



Gambar 5.27 Bak pengering lumpur tampak samping

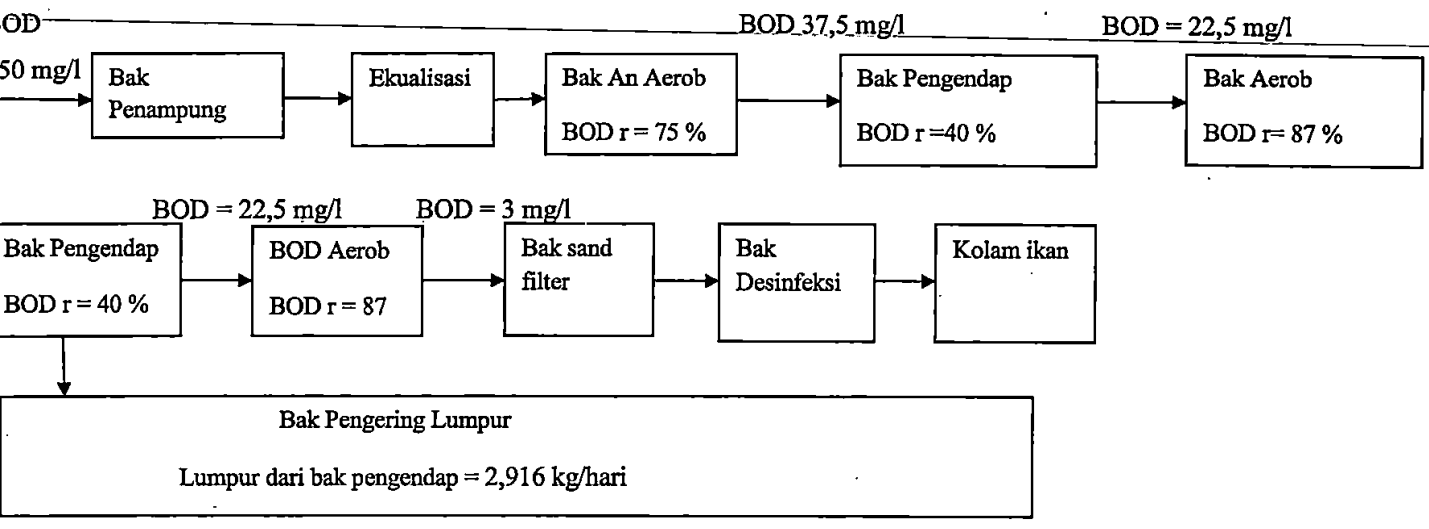
Bak pengering lumpur di isi 30 hari sekali secara bergantian, sehingga waktu pengeringan dapat berlangsung selama 10 hari penuh, dan lumpur menjadi kering.

Waktu yang dibutuhkan untuk pengolahan air limbah dari bak penampung sampai kolan ikan adalah 11 jam 25 menit pada saat debit puncak. Adapun hasil analisa perhitungan pengolahan air limbah diambatkan oleh...

Tabel 5.22 Desain Ulang IPAL RSUD Sleman

No	UNIT	DIMENSI
1	Bak Penampung	Panjang = 3 m Lebar = 3 m Kedalaman = 3 m
2	Bak Ekualisasi	Panjang = 2 m Lebar = 2 m Kedalaman = 2 m
3	Bak An Aerob	Panjang = 4 m Lebar = 4 m Kedalaman = 3 m
4	Bak Pengendapan	Panjang = 3 m Lebar = 3 m Kedalaman = 2 m
5	Bak Aerob	Panjang = 2,5 m Lebar = 1,5 m Kedalaman = 2 m
6	Bak Sand Filter	Panjang = 1 m Lebar = 1 m Kedalaman = 2 m
7	Bak Desinfeksi	Panjang = 0,3 m Lebar = 0,3 m Kedalaman = 2 m

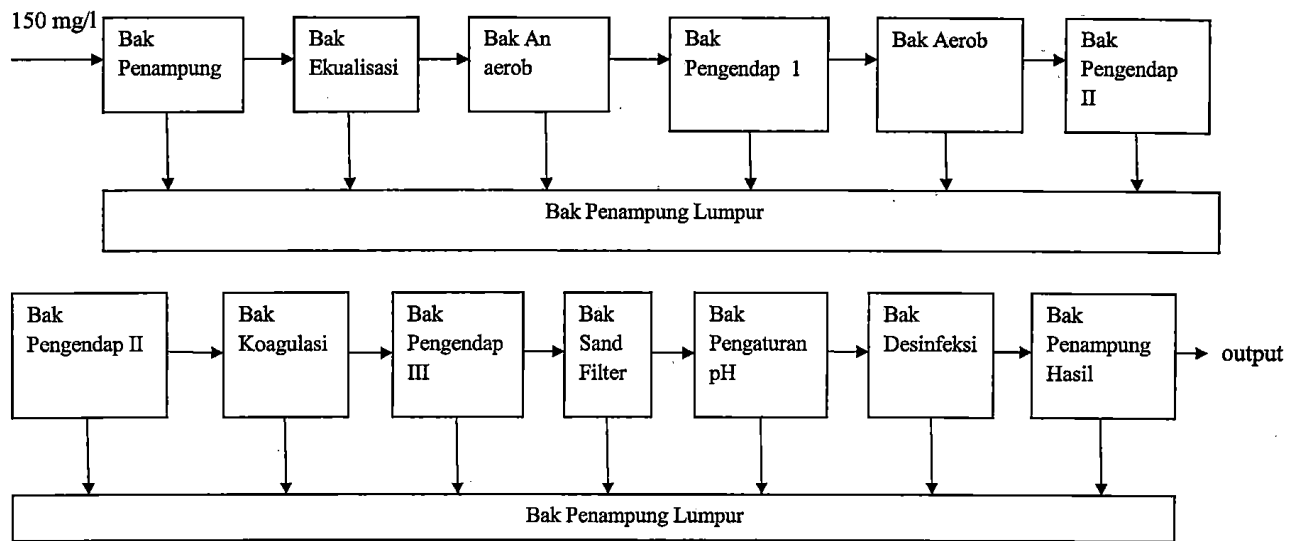
8	Bak Kolam ikan	Panjang = 1 m Lebar = 1 m Tinggi = 0,5 m
9	Bak Pengeringan Lumpur	Panjang = 12 m Lebar = 6 m Tinggi = 1,15 m



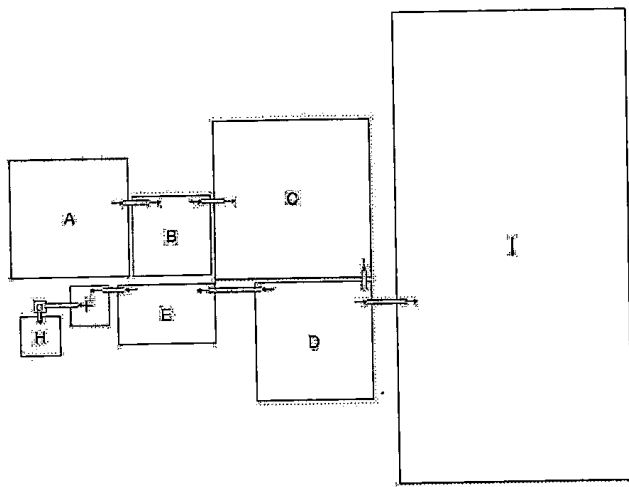
Gambar 5.28 Skema pengolahan air limbah hasil analisis



BOD



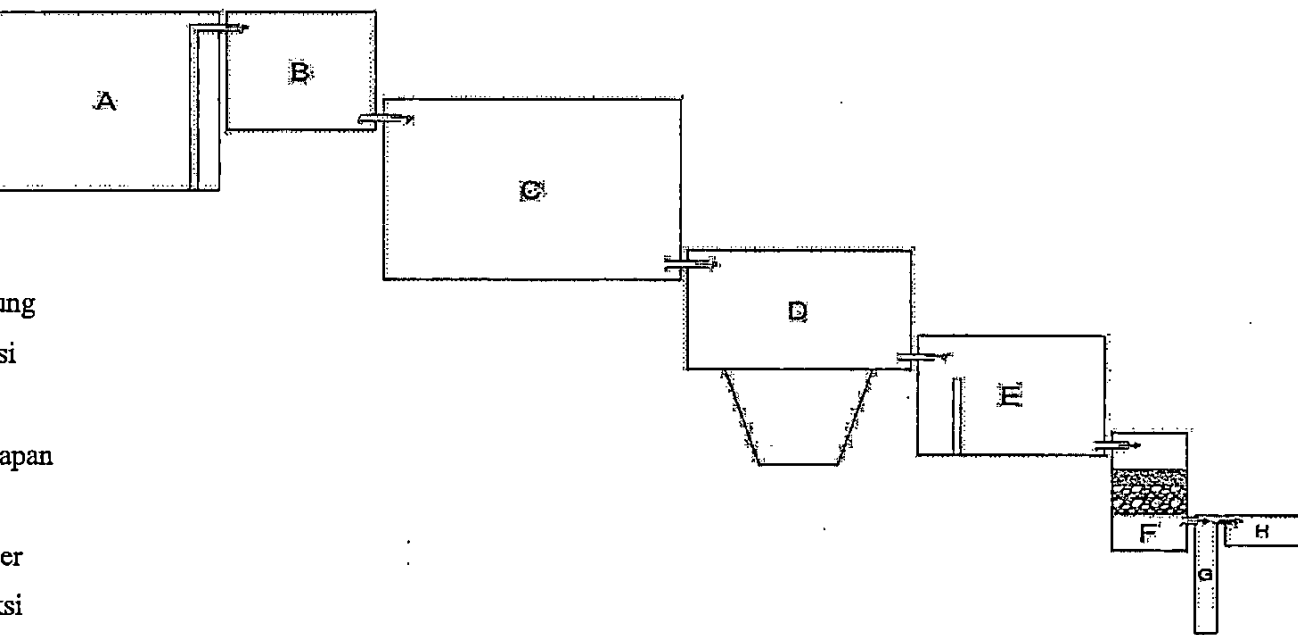
Gambar 5.29 Skema pengolahan air limbah RSUD Sleman



Keterangan :

- A : Bak Penampung (3x3 m)
- B : Bak Ekuilisasi (2x2 m)
- C : Bak Anaerob (4x4 m)
- D : Bak Pengendapan (3x3 m)
- E : Bak Aerob (2,5x1,5 m)
- F : Bak Sand Filter (1x1 m)
- G : Bak Desinfeksi (0,3x0,3 m)
- H : Bak Kolam Ikan (1x1 m)
- I : Bak Pengering Lumpur (12x6 m)

Gambar 5.30 Denah IPAL hasil perancangan ulang



Gambar 5.31 Tampak samping IPAL hasil perancangan ulang

Dari skema pengolahan air limbah hasil analisis dapat dijelaskan secara lebih jelas sebagai berikut :

1. Mula-mula air limbah dari segala sumber masuk ke bak penampung dengan sistem gravitasi. Bak penampung tersebut mempunyai dimensi 3 m x 3 m x 3 m dengan waktu tinggal  $\pm$  3 jam untuk selanjutnya diproses ke bak selanjutnya dengan menggunakan pompa.
2. Dari bak penampung air limbah dialirkan ke bak equalisasi dengan menggunakan daya pompa dengan waktu tinggal  $\pm$  1 jam. Dimensi bak 2 m x 2 m x 2 m. Bak ekualisasi ini bertujuan agar air limbah menjadi air limbah homogen atau sejenis.
3. Selanjutnya dari bak ekualisasi air limbah masuk ke bak an aerob. Dimensi bak an aerob ini adalah 4 m x 4 m x 3 m. Di bak an aerob terjadi penguraian zat organik agar kadar BOD turun. Pada pengolahan bak an aerob kadar BOD turun dari 150 mg/l menjadi 37,5 mg/l dengan presentase penurunan 75 %. Dalam bak an aerob waktu tinggal  $\pm$  3 jam. Proses ini menggunakan sistem gravitasi.
4. Dari bak an aerob air limbah masuk ke bak pengendapan secara gravitasi. Dimensi bak ini adalah 3 m x 3 m x 2 m. Bak ini mempunyai tempat untuk menampung lumpur dengan dimensi luas penampang atas 2 m x 2 m dan luas penampang bawah 0,3 m x 0,3 m serta tinggi ruang lumpur 0,1 m. Dengan waktu tinggal  $\pm$  2,5 jam bak ini dikuras setiap 30 hari sekali. Dalam bak ini terjadi penurunan kadar BOD dari 37,5 mg/l menjadi 22,5 mg/l. Bak pengendapan menghasilkan lumpur sebanyak 2,916 kg/hari.
5. Selanjutnya dari bak pengendapan air limbah masuk ke bak berikutnya yaitu bak aerob, mengalir secara gravitasi. Dimensi bak aerob 2,5 m x 1,5 m x 2 m. Dengan waktu tinggal 1 jam dengan menggunakan blower untuk proses penambahan oksigen. Dalam bak ini terjadi penurunan kadar BOD dari 22,5 mg/l menjadi 3 mg/l dengan ratio penurunan 87 %.
6. Dari bak aerob air limbah masuk ke sand filter secara gravitasi. Dimensi bak sand filter 1 m x 1 m x 2 m dengan waktu penyaringan  $\pm$  30 menit. Bak ini

menggunakan pasir dan pecahan genteng dengan komposisi pasir 20 cm dan pecahan genteng 50 cm.

7. Dari bak sand filter air limbah masuk ke bak selanjutnya yaitu bak desinfeksi menggunakan sistem gravitasi. Dimensi bak desinfeksi adalah 0,3 m x 0,3 m x 2 m. Pada bak desinfeksi air limbah di tambahkan dengan kaporit sebanyak 16,5 kg/hari dengan waktu kontak selama 25 menit, untuk membunuh bakteri pathogen yang masih terbawa pada air limbah yang telah diolah.
8. Dari bak sand filter air limbah keluar kemudian masuk ke kolam ikan. Kolam ikan berfungsi sebagai indikasi apakah air sudah layak untuk dibuang ke lingkungan atau belum.
9. Lumpur yang berasal dari bak pengendapan dan bak aerasi di tampung di bak pengering lumpur dengan dimensi 12 m x 6 m x 1,15 m dan dikuras setiap 30 hari sekali dengan menggunakan alat penghisap lumpur.