



EVALUASI DAN PERANCANGAN ULANG DESAIN INSTALASI PENGOLAHAN AIR LIMBAH (IPAL) DI RUMAH SAKIT PKU MUHAMMADIYAH YOGYAKARTA

Nadera Tiara Dewi^{1*}, Gurawan Djati Wibowo², Purwanti Sri Pudyastuti³, Isnugroho⁴

^{1,2,3,4} Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Surakarta
Jl. A. Yani Tromol Pos 1 Pabelan, Kartasura, Sukoharjo, Jawa Tengah, Kode Pos 57162

*Email: d100190093@student.ums.ac.id

Diajukan: 08/11/2023 Direvisi: 29/11/2023 Diterima: 22/12/2023

Abstrak

Air limbah dari operasional rumah sakit mengandung kadar yang dapat membahayakan kesehatan masyarakat dan lingkungan. Maka, air limbah itu perlu dikelola dengan IPAL supaya memenuhi standar baku mutu sebelum air limbah dibuang ke badan air. Studi ini dilaksanakan di RS PKU Muhammadiyah Yogyakarta dengan mengumpulkan data pada IPAL eksisting dan dievaluasi. Hasil uji laboratorium pada inlet air limbah di RS PKU Muhammadiyah Yogyakarta yang memiliki COD yakni 104,5 mg/L, BOD 53,1 mg/L, TSS yakni 81 mg/L, pH yakni 7,62, dan suhu yakni 30,4 °C. Hasil uji air limbah pada outlet IPAL eksisting masih memenuhi syarat baku mutu Peraturan DIY No. 7 Tahun 2016 Tentang Baku Mutu Air Limbah, namun IPAL eksisting masih mengandung lumpur yang tinggi. Sehingga, diperlukan perancangan ulang desain IPAL dengan kelayakan bangunan 10 tahun kedepan dengan sistem IPAL rencana ialah anaerob dan aerob dengan metode DEWATS. Komponen IPAL yang didesain ialah grease trap, bak ekualisasi, bak pengendap awal/settler, anaerobic baffled reactor, anaerobic filter, aerobic ponds, dan polishing pond. IPAL yang direncanakan menghasilkan COD effluen yakni 3,67 mg/L, BOD effluen yakni 1 mg/L, dan TSS effluen yakni 1,54 mg/L yang sudah memenuhi standar baku mutu Peraturan DIY No. 7 Tahun 2016 Tentang Baku Mutu Air Limbah.

Kata kunci: Evaluasi IPAL Rumah Sakit, Perancangan Ulang IPAL, DEWATS

Abstract

Hospitals produce hazardous wastewater. Therefore, the hospital wastewater treatment is required before the wastewater is discharged into water bodies. This research was conducted at PKU Muhammadiyah Hospital Yogyakarta by collecting data on the existing WWTP and evaluating it. The laboratory test results at the inlet of wastewater at PKU Muhammadiyah Yogyakarta Hospital have COD of 104,5 mg/L, BOD of 53,1 mg/L, TSS of 81 mg/L, pH of 7,62, and temperature of 30,4 °C. The test results at the outlet of the existing WWTP still meet the quality requirements of DIY Regulation No. 7 of 2016 concerning Wastewater Quality Standards, but the existing WWTP still contains high sludge. So, it is necessary to redesign the WWTP design with the feasibility of building for the next 10 years with the planned WWTP system being anaerobic and aerobic with the DEWATS method. The WWTP components designed are grease trap, equalisation basin, initial settling basin/settler, anaerobic baffled reactor, anaerobic filter, aerobic ponds, and polishing pond. The planned WWTP produces effluent COD of 3,67 mg/L, effluent BOD of 1 mg/L, and effluent TSS of 1,54 mg/L, which meet the quality standards of DIY Regulation No. 7 of 2016 concerning Wastewater Quality Standards.

Keywords: Hospital WWTP Evaluation, WWTP Redesign, DEWATS

1. PENDAHULUAN

Sesuai UU No. 36 Tahun 2009 tentang kesehatan, pemerintah wajib mewujudkan hak-hak masyarakatnya dalam bidang kesehatan. Bidang kesehatan dapat ditujukan juga dalam kesehatan lingkungan yang baik yakni secara fisik, biologi, kimia, dan sosial. Lingkungan rumah sakit memiliki potensi yang besar dalam mencemarkan unsur-unsur yang bisa timbulkan dampak buruk pada kesehatan masyarakat (Al Aukidy dkk., 2018; Balakrishnan dkk., 2023; Bej dkk., 2023; Khan dkk., 2022; Singh dkk., 2023).

Sesuai UU No. 32 Tahun 2009 tentang perlindungan dan pengelolaan lingkungan hidup menyatakan setiap kegiatan diwajibkan guna dapat mengelola limbah hingga memenuhi standar baku mutu yang dihasilkan oleh kegiatannya yang memiliki tujuan untuk pelastrian fungsi lingkungan hidup. Air limbah dari operasional rumah sakit berisi kadar yang dapat membahayakan kesehatan masyarakat dan lingkungan sekitarnya. Maka, air limbah itu perlu dikelola dengan memakai bangunan Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL) supaya memenuhi standar baku mutu sebelum air limbah dibuang ke badan air.

Rumah sakit menghasilkan limbah cair dalam jumlah besar dari aktivitas spesifik yang berkaitan dengan layanan kesehatan, analisis, dan penelitian. Pembuangan langsung limbah tersebut ke lingkungan mempunyai berbagai dampak negatif terhadap lingkungan akuatik dan kesehatan manusia, karena kandungan bahan organiknya yang tinggi dan adanya berbagai kontaminan seperti desinfektan, obat-obatan, bakteri, virus, dan parasit. Selain itu, limbah rumah sakit, yang mengandung antibiotik, berkontribusi terhadap berkembangnya mikroorganisme yang resisten terhadap antibiotik di lingkungan (Fatimazahra dkk., 2023; Subekti, 2011; Zhao dkk., 2022). Berdasarkan kandungan polutan, air limbah yang dihasilkan oleh rumah sakit digolongkan menjadi 2 golongan yakni air limbah non-klinis dan air limbah klinis (Mulyati & Narhadi, 2014).

Berdasarkan pengamatan, Rumah Sakit PKU Muhammadiyah Yogyakarta sudah berdiri dan beroperasi sejak tahun 1970-an. Pada RS PKU Muhammadiyah Yogyakarta tidak ada sumber air limbah dari ruang *laundry* dikarenakan *laundry* pada RS PKU

Muhammadiyah Yogyakarta dialihkan ke RS PKU Muhammadiyah Gamping Yogyakarta, hal tersebut mengindikasikan bahwa IPAL eksisting ada masalah atau tidak mampu mengolah air limbah dengan baik. Selain itu, pengolahan air limbah pada IPAL eksisting dilakukan hanya dengan menggunakan sistem aerob. Sehingga air limbah hasil dari olahan IPAL eksisting masih mengandung lumpur yang cukup tinggi.

Berdasarkan permasalahan di atas, bangunan IPAL eksisting pada RS PKU Muhammadiyah Yogyakarta perlu diadakan evaluasi mengenai unjuk kerja hasil olahan air limbah IPAL eksisting sebelum air limbah tersebut dibuang ke lingkungan sekitar sesuai baku mutu yang dirumuskan. Studi ini juga akan melakukan perancangan ulang Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL) dengan metode DEWATS.

Studi sejenis pernah dilakukan oleh Wicaksono (2023), melakukan evaluasi dan perancangan ulang desain Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL) di RS PKU Muhammadiyah Surakarta dengan metode DEWATS. Dalam penelitiannya dilakukan evaluasi Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL) eksisting dan melakukan perancangan dengan data debit air limbah medis rumah sakit saat ini. Selain itu, pada perancangan ulang Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL) hanya menggunakan satu kali filtrasi pada proses anaerob yakni *anaerobic filter*.

Studi ini diharapkan menjadi salah satu alternatif RS PKU Muhammadiyah Yogyakarta guna mengelola bangunan Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL), bisa hasilkan air limbah yang memenuhi standar baku mutu lingkungan, dan studi ini berharap jadi sumbangan informasi untuk RS PKU Muhammadiyah Yogyakarta dalam menentukan sistem pengolahan air limbah.

2. METODOLOGI

Studi ini dilaksanakan dengan mengumpulkan data dan analisis data. Sumber-sumber data yang tercantum dapat dipertanggungjawabkan. Data-data tersebut digunakan dalam menunjang dalam perancangan Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL).

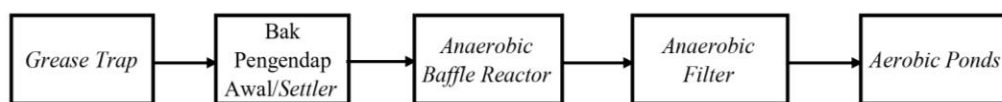
Berdasar pada Keputusan Direktur Jenderal PPM & PLP, (1993) tentang

persyaratan petunjuk teknis tata cara penyehatan lingkungan rumah sakit, ada beberapa prinsip dalam mengelola air limbah di rumah sakit yakni:

- Saluran pembuangan air limbah harus memakai sistem saluran yang tertutup dan kedap air agar air limbah dapat mengalir dengan lancar.
- Rumah sakit wajib mempunyai Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL) sendiri atau dihubungkan dengan pekerjaan di sekitar rumah sakit yang memenuhi persyaratan teknis.
- Mutu air limbah rumah sakit yang dibuang ke badan air perluenuhi persyaratan baku

mutu akhir air limbah sesuai peraturan UU yang berlaku.

Perancangan Instalasi IPAL memakai metode DEWATS (*Decentralized Wastewater System*). Metode DEWATS dipopulerkan oleh Bernd Gutterer, Ludwig Sasse, Thilo Panzerbieter, dan Thorsten Reckerzugel pada tahun 2009 (Gutterer dkk., 2009). Pada perencanaan ulang desain Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL), unit-unit yang akan digunakan dalam desain Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL) rumah sakit dengan diagram alir yakni:



Gambar 1. Diagram Alir Desain Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL)
Sumber : (Gutterer dkk., 2009)

Menurut Sasse, (1998) DEWATS merupakan aplikasi yang didasarkan pada prinsip pemeliharaan sederhana dengan biaya relatif murah karena sistem ini berkerja tidak membutuhkan input energi dan dapat dimatikan serta dihidupkan dengan sengaja. Input atau bahan pada DEWATS tersedia di lokasi setempat, maka dari itu sistem DEWATS biayanya relatif murah.

Aerobic ponds dalam sistem DEWATS serupa dengan *constructed wetland*, yaitu lahan basah buatan yang dilengkapi dengan tanaman air (*macrophyte*) menjadi komponen penting dalam pengolahan air limbah (Abdel-Mohsein dkk., 2020; Kumar dkk., 2022; Noriega-Rico dkk., 2021; Rampuria dkk., 2021; Vymazal, 2011).

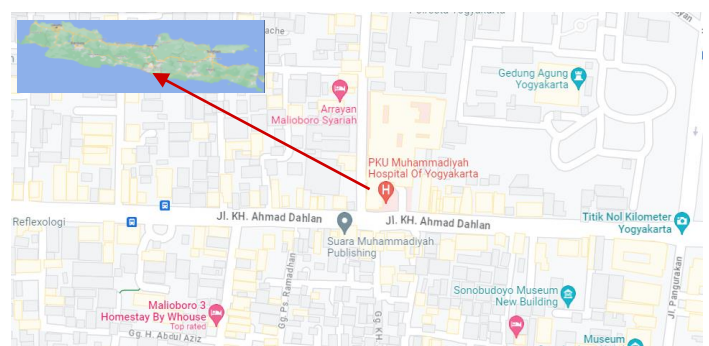
Adapun kelebihan dari sistem DEWATS yakni yakni:

- Sistem DEWATS dapat mengolah air limbah dengan kapasitas aliran 1-500 m³/hari, baik air limbah sumber domestik maupun industri.
- Sistem DEWATS didasarkan pada serangkaian prinsip yang sudah ditentukan oleh keandalan, umur panjang, maka toleransi pada fluktuasi aliran yang masuk
- Perawatan sistem DEWATS tidak rumit.

d. Sistem DEWATS dapat bekerja tanpa energi teknis, maka dapat dimatikan secara sengaja.

e. Sistem DEWATS menjamin dalam mengoperasikan yang permanen dan berkelanjutan.

Studi ini dilaksanakan di RS PKU Muhammadiyah Yogyakarta yang terletak di Jl. KH. Ahmad Dahlan No. 20, Ngupasan, Kecamatan Gondoman, Kota Yogyakarta, DIY.



Gambar 2. Lokasi RS PKU Muhammadiyah Yogyakarta

Data-data yang dipakai di studi ini yakni:

- Debit air limbah rumah sakit
- Jumlah *bed* rumah sakit

- c. Sistem IPAL eksisting, hasil uji laboratorium air limbah (COD, BOD, TSS, pH, dan suhu) pada inlet dan outlet IPAL eksisting
- d. Proyeksi penduduk Kota Yogyakarta
- e. Peraturan DIY No. 7 Tahun 2016 Terkait Baku Mutu Air Limbah.

Studi ini dilaksanakan dengan melalui beberapa tahapan yakni:

- a. Tahapan Persiapan
Mempelajari literatur-literatur penelitian, mengkasi landasan teori, menentukan lokasi sebagai studi kasus, dan persiapan dalam pembuatan proposal Tugas Akhir.
- b. Pengambilan Sampel, Survei, dan Penghimpunan Data
Tahap ini dilaksanakan pengambilan sampel air limbah pada inlet dan outlet Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL) eksisting kemudian dilakukan uji laboratorium. Selain itu, tahap ini melakukan survei secara langsung pada lokasi studi kasus dan mengumpulkan data-data terkait yang diperlukan guna melakukan perencanaan ulang Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL).
- c. Analisis dan Pengolahan Data
Tahap analisis dan pengolahan data merupakan tahapan untuk pembahasan evaluasi Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL) eksisting dan melakukan perhitungan rencana desain Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL) dengan metode DEWATS.
- d. Hasil dan Pembahasan

Tahap ini menjadi tahapan membandingkan desain Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL) eksisting dengan desain rencana Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL) serta memastikan desain rencana Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL) memenuhi standar baku mutu sesuai Peraturan DIY No. 7 Tahun 2016 Terkait Baku Mutu Air Limbah Untuk Kegiatan Rumah Sakit.

- e. Kesimpulan dan Saran
Kesimpulan ialah hasil akhir dari perencanaan ulang bangunan Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL) dan saran ditujukan untuk penelitian-penelitian selanjutnya.

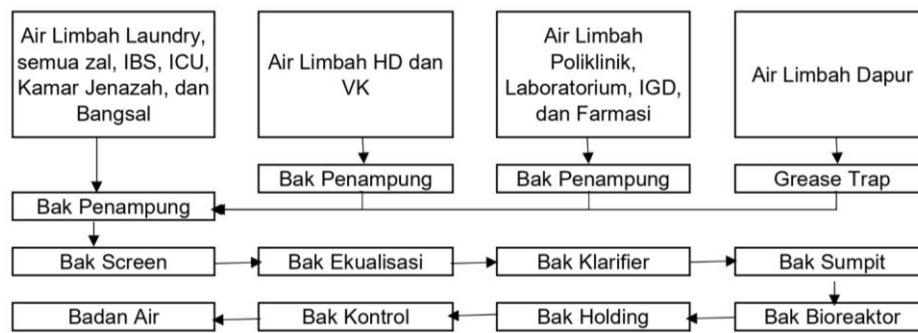
3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. Evaluasi Desain IPAL Eksisting di RS PKU Muhammadiyah Yogyakarta

RS PKU Muhammadiyah Yogyakarta ialah RS tipe kelas B yang memiliki 187 *bed*. Debit air limbah pada RS PKU Muhammadiyah Yogyakarta sebesar 62,85 m³/hari. Sistem pengolahan air limbah eksisting di RS PKU Muhammadiyah Yogyakarta memakai sistem pengolahan aerob dengan aerasi. Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL) eksisting tersusun atas Bak *Screen*, Bak *Grease Trap*, Bak Ekualisasi, Bak Klarifer, Bak Sumpit, Bak Bioreaktor, Bak Holding, dan Bak Kontrol. Dimensi tiap unit-unit IPAL eksisting di RS PKU Muhammadiyah Yogyakarta terlihat di tabel dibawah ini.

Tabel 1. Dimensi Unit-Unit IPAL Eksisting

Unit	Jumlah Unit	Panjang (m)	Lebar (m)	Kedalaman (m)
Bak Screen	1	0,02	0,01	0,01
Bak Grease Trap	1	1,00	1,50	4,00
Bak Ekualisasi	1	8,00	5,00	4,00
Bak Klarifer	1	4,00	5,00	4,50
Bak Sumpit	1	2,00	2,00	4,00
Bak Bioreaktor	1	2,50	2,50	4,00
Bak Holding	2	2,00	2,00	4,00
Bak Kontrol	1	1,00	1,00	0,40



Gambar 3. Alur Pengolahan Air Limbah di RS PKU Muhammadiyah Yogyakarta

Hingga saat ini, sumber air limbah dari ruang *laundry* tidak ada di RS PKU Muhammadiyah Yogyakarta dikarenakan *laundry* dialihkan ke RS PKU Muhammadiyah Gamping Yogyakarta. Hasil analisis karakteristik air limbah di RS PKU Muhammadiyah Yogyakarta dipakai menjadi data penunjang

Berikut ini ialah dokumentasi pengambilan sampel air limbah.



Gambar 4. Dokumentasi Pengambilan Sampel Air Limbah

Tabel 2. Hasil Uji Laboratorium Air Limbah

Parameter	Hasil Uji Inlet	Hasil Uji Outlet	Kadar Maksimum	Satuan
COD	104,50	57,30	80	mg/L
BOD	53,10	24,50	30	mg/L
TSS	81,00	6,00	30	mg/L
Ph	7,62	7,15	6 – 9	-
Suhu	30,40	30,30	38	°C

3.2. Pembahasan Desain IPAL Eksisting di RS PKU Muhammadiyah Yogyakarta

Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL) eksisting di RS PKU Muhammadiyah Yogyakarta memiliki dimensi unit-unit IPAL yang sudah sesuai dan memenuhi dengan debit air limbah harian. Berdasarkan hasil uji laboratorium air limbah pada outlet IPAL eksisting, air limbah masih memenuhi syarat

dalam melakukan perancangan IPAL. Sampel yang digunakan dan dianalisis ialah air limbah pada inlet Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL) eksisting dan air limbah pada outlet Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL) eksisting.

Parameter yang dianalisis pada air limbah itu meliputi secara fisik dan kimia yakni suhu, COD, BOD, TSS, dan pH. Hasil analisis pada air limbah di RS PKU Muhammadiyah Yogyakarta terlihat di tabel:

baku mutu yang telah ditetapkan pada Peraturan DIY No 7 Tahun 2016 Tentang Baku Mutu Air Limbah Untuk Kegiatan Rumah Sakit walaupun hasil akhir olahan air limbah tersebut masih ada kandungan lumpur yang tinggi karena tidak adanya pengolahan secara anaerob. Akibatnya, IPAL eksisting harus dilakukan pembersihan dan pengurasan lebih sering yakni.

Tabel 3. Jadwal Pembersihan dan Pengurasan IPAL eksisting

Unit	Kegiatan	Keterangan
Bak Screen	Pembersihan	1 x Per Bulan
Bak Grease Trap	Pengurusan	1 x Per Bulan
Bak Ekualisasi	Pengurusan	1 x Per Tahun
Bak Klarifer	Pengurusan	1 x Per Tahun
Bak Sumprit	Pengurusan	1 x Per Tahun
Bak Bioreaktor	Pengurusan	2 x Per Tahun
	Cek Aerasi	1 x Per Enam Bulan
	Cek Sarang Tawon	1 x Per Enam Bulan
Bak Holding	Pengurusan	1 x Per Tahun
Bak Kontrol	Pembersihan	1 x Per Bulan

Berdasarkan permasalahan yang ada di IPAL eksisting di RS PKU Muhammadiyah Yogyakarta diperlukan perancangan ulang desain Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL).

3.3. Perancangan Ulang Desain IPAL Dengan Metode DEWATS

Dalam melakukan perancangan ulang Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL) diperlukan data debit air limbah. Debit air limbah pada perancangan Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL) ini berasal dari data air limbah pada IPAL eksisting pada Rumah Sakit PKU Muhammadiyah Yogyakarta dan ditambah dari ruang *laundry* agar RS PKU Muhammadiyah dapat mengelola air limbahnya dengan mandiri. Perhitungan debit air limbah yakni:

Debit Air Limbah IPAL Eksisting

$$\begin{aligned} \text{Debit air limbah} &= 62.850 \text{ lt/hari} \\ &= 62,85 \text{ m}^3/\text{hari} \end{aligned}$$

Debit Air Limbah Laundry

$$\begin{aligned} \text{Jumlah berat per } bed &= 1,5 \text{ kg} \\ \text{Debit air limbah} &= 15 \text{ lt/kg} \\ \text{Jumlah } bed &= 187 \text{ bed} \\ \text{Debit air limbah} & \\ \text{Laundry} &= \text{debit air limbah (lt/kg)} \times \\ &\quad \text{jumlah berat per } bed \text{ (kg)} \times \\ &\quad \text{jumlah } bed \text{ rencana} \\ &= 15 \text{ lt/kg} \times 2,5 \text{ kg} \times 187 \text{ bed} \\ &= 7012,50 \text{ lt/hari} \\ &= 7,01 \text{ m}^3/\text{hari} \end{aligned}$$

Debit Air Limbah Total

$$\begin{aligned} Q_{\text{total}} &= \text{debit air limbah IPAL eksisting} \\ &\quad (\text{m}^3/\text{hari}) + \text{debit air limbah} \\ &\quad \text{laundry (m}^3/\text{hari)} \\ &= 62,85 \text{ m}^3/\text{hari} + 7,01 \text{ m}^3/\text{hari} \\ &= 69,86 \text{ m}^3/\text{hari} \end{aligned}$$

Dalam perancangan ulang IPAL untuk 10 tahun yang akan datang diperlukan prakiraan debit air limbah yang sesuai untuk 10 tahun yang akan datang. Prakiraan pertambahan pengunjung RS PKU Muhammadiyah Yogyakarta untuk 10 tahun yang akan datang dianggap linier dengan proyeksi pertumbuhan penduduk Kota Yogyakarta tahun 2033. Proyeksi pertambahan penduduk di Kota Yogyakarta dihitung dengan metode geometrik dari data Badan Pusat Statistik untuk Kota Yogyakarta. Berikut ini adalah proyeksi penduduk yang ada di Badan Pusat Statistik Daerah Istimewa Yogyakarta dari tahun 2015 – 2025 sebagai berikut.

Tabel 4. Data Proyeksi Penduduk Kota Yogyakarta Tahun 2015 – 2025

Tahun	Proyeksi Penduduk
2015	411.589
2016	416.958
2017	422.363
2018	427.801
2019	433.267
2020	438.761
2021	444.295
2022	449.890
2023	455.535
2024	461.225
2025	466.950

Sumber: Badan Pusat Statistik Daerah Istimewa Yogyakarta

Perhitungan proyeksi penduduk pada tahun 2023 – 2033 sebagai berikut ini.

$$\begin{aligned} r &= ((P_0 - P_n)^{(1/n)}) - 1 \\ &= ((466.950 - 411.589)^{(1/10)}) - 1 \\ &= 1\% \end{aligned}$$

Tabel 5. Perhitungan Proyeksi Penduduk Kota Yogyakarta Tahun 2023-2033

Tahun	Proyeksi Penduduk $P_n = P_0 (1+r)^n$
2023	455.535
2024	461.225
2025	466.950
2026	473.112
2027	479.120
2028	485.205
2029	491.367
2030	497.607
2031	503.926
2032	510.326
2033	516.807

Metode Linier

Debit air limbah tahun

2023 = 69,86 m³/hari

Proyeksi Penduduk

tahun 2023 = 455.535 jiwa

Proyeksi Penduduk

tahun 2033 = 516.807 jiwa

Debit rencana tahun

2033 = (debit air limbah tahun 2023 x proyeksi penduduk tahun 2033) /

proyeksi penduduk tahun 2023

= (69,86 m³/hari x 516.807 jiwa) / 455.535 jiwa

= 79,26 m³/hari

Desain Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL) direncanakan memakai sistem pengolahan air limbah secara anaerob dan aerob. Perhitungan yang digunakan yakni dengan metode DEWATS. Berikut ini ialah rekapitulasi hasil perhitungan dari perancangan Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL) dengan metode DEWATS yakni.

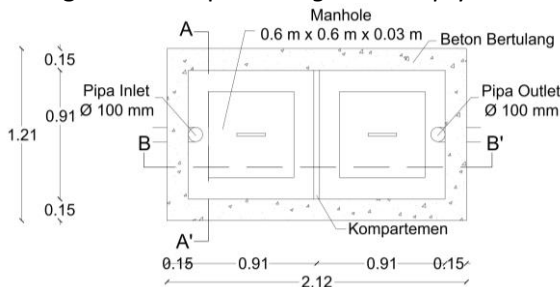
Tabel 6. Rekapitulasi Dimensi Unit-Unit IPAL Rencana

Unit	Jumlah Unit	Panjang (m)	Lebar (m)	Kedalaman (m)
Bak Grease Trap	1	1,82	0,91	1,00
Bak Ekualisasi	1	2,35	2,35	3,00
Bak Pengendap Awal/Settler	1	2,50	2,00	2,00
Anaerobic Baffled Reactor	5	1,25	1,90	2,50
Anaerobic Filter	6	2,00	5,06	2,00
Aerobic Ponds	2	9,01	8,80	2,00
Polishing Pond	1	6,60	6,00	2,00

Desain Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL) rencana tersusun atas:

a. Grease Trap

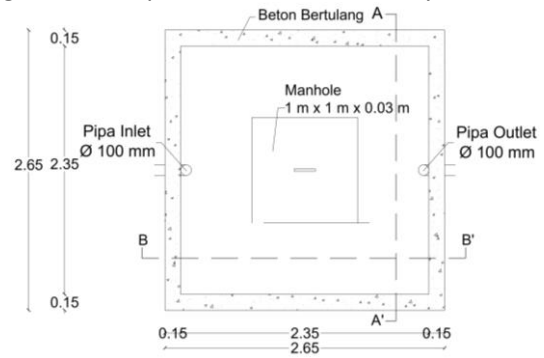
Grease trap direncanakan dengan 1 unit dengan bak grease trap tertutup. Berikut ini ialah gambar tampak atas grease trap yakni.



Gambar 5. Tampak Atas Grease Trap

b. Bak Ekualisasi

Bak ekualisasi direncanakan 1 unit dengan bak yang tertutup. Berikut ini ialah gambar tampak atas bak ekualisasi yakni.

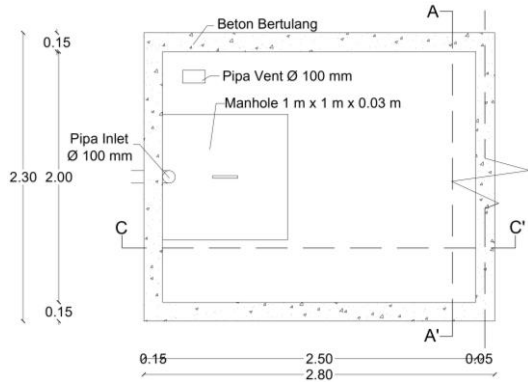


Gambar 6. Tampak Atas Bak Ekualisasi

c. Bak Pengendap Awal/Settler

Bak pengendap awal/settler direncanakan 1 unit dengan bak tertutup. Bak pengendap awal/settler direncanakan menyatu dengan anaerobic baffled reactor.

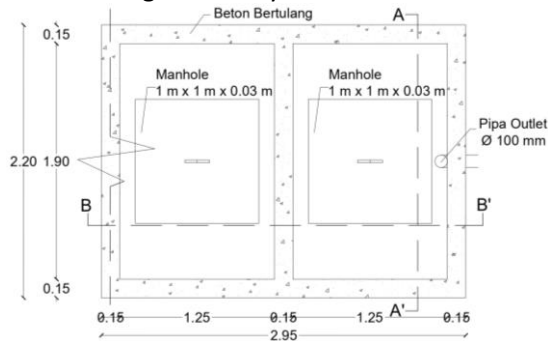
Berikut ini ialah gambar tampak atas bak pengendap awal/*settler* yakni.



Gambar 7. Tampak Atas Bak Pengendap Awal/*Settler*

d. Anaerobic Baffled Reactor

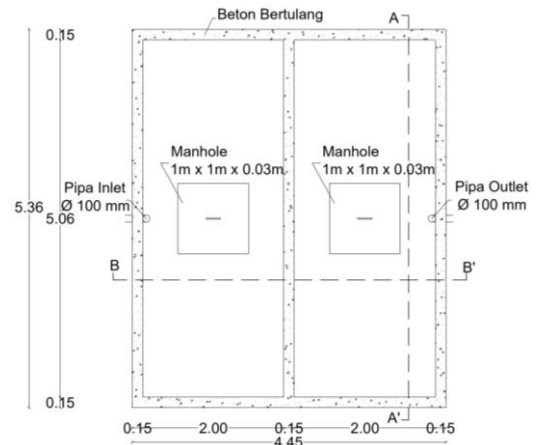
Anaerobic baffled reactor direncanakan 5 unit dengan bak yang tertutup. Berikut ini ialah gambar tampak atas *anaerobic baffled reactor* dengan 2 unit yakni.



Gambar 8. Tampak Atas *Anaerobic Baffled Reactor*

e. Anaerobic Filter

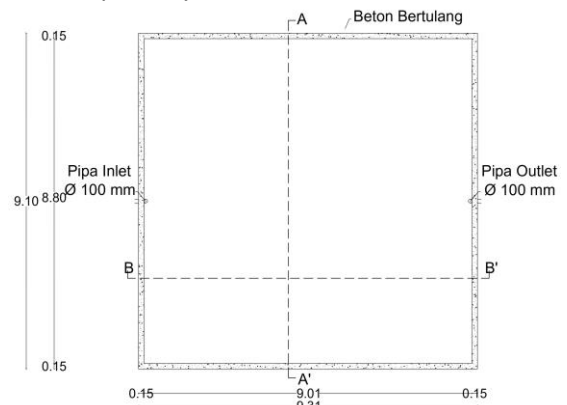
Anaerobic filter direncanakan 6 unit dengan bak tertutup. Pada *anaerobic filter* direncanakan menggunakan media filter sarang tawon pada tiap unitnya. Berikut ini ialah gambar tampak atas *anaerobic filter* dengan 2 unit yakni.



Gambar 9. Tampak Atas *Anaerobic Filter*

f. Aerobic Ponds

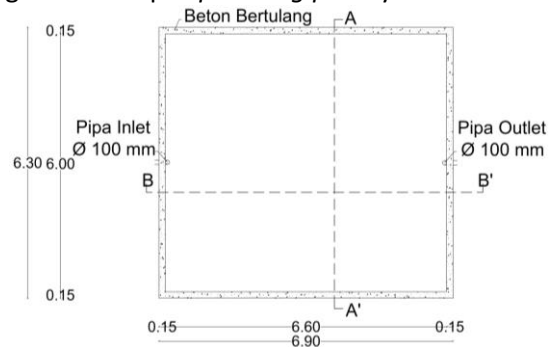
Aerobic ponds direncanakan 2 unit dengan bak yang terbuka. Pada *aerobic ponds* berisi tanaman ganggang sehingga mikroba pada kolam tersebut akan akan disuplai oksigen dari tanaman (UNHABITAT, 2010). Berikut ini ialah gambar tampak atas bak *aerobic ponds* yakni.



Gambar 10. Tampak Atas *Aerobic Ponds*

g. Polishing Pond

Polishing pond direncanakan 1 unit dengan kolam terbuka. Berikut ini ialah gambar tampak *polishing pond* yakni.



Gambar 11. Tampak Atas *Polishing Ponds*

3.4. Perbandingan IPAL Eksisting dan Desain IPAL

Berdasarkan hasil evaluasi Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL) eksisting

dan perancangan Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL), didapatkan perbandingan yakni:

Tabel 7. Perbandingan IPAL eksisting dan IPAL rencana

IPAL Eksisting	IPAL Rencana
IPAL eksisting hanya menggunakan sistem pengolahan secara aerob yakni biofilter aerob (aerasi)	IPAL rencana menggunakan sistem pengolahan secara anaerob dan aerob yakni <i>anaerobic baffled reactor</i> , <i>anaerobic filter</i> , dan <i>aerobic ponds</i>
IPAL eksisting memiliki hasil akhir : COD = 57,3 mg/L, BOD = 24,5 mg/L, dan TSS = 6 mg/L	IPAL rencana memiliki hasil akhir : COD = 3,67 mg/L, BOD = 1 mg/L, dan TSS = 1,54 mg/L
IPAL eksisting memiliki luas lahan sebesar 77m ²	IPAL rencana membutuhkan luas lahan sebesar 144 m ² sehingga diperlukan perluasan lahan
IPAL eksisting membutuhkan pompa dalam pengolahan air limbah sehingga menyebabkan bertambahnya biaya pada perawatan dan pemeliharaan	IPAL rencana memanfaatkan gaya gravitasi sehingga menekan biaya perawatan dan pemeliharaan.
IPAL eksisting memiliki bak penampung pada tiap sumber air limbah sehingga pra pengolahan air limbah lebih efektif	IPAL rencana hanya ada 1 penampung yakni bak pengendap awal/ <i>settler</i>
IPAL eksisting masih mengandung beban organik yang tinggi	Menurut Tilche & Vieira (1991), ABR memiliki kekurangan dalam mempertahankan upflow aliran air
Pada IPAL eksisting membutuhkan perawatan dan penggantian media filter secara berkala pada bioreaktor	Menurut Assidiqy (2017), AF membutuhkan perawatan dan penggantian media filter secara berkala

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian, diperoleh kesimpulan sebagai berikut:

1. Sistem pengolahan air limbah pada IPAL eksisting di RS PKU Muhammadiyah Yogyakarta dengan sistem pengolahan aerob yakni aerasi. Walaupun hasil uji laboratorium karakteristik air limbah di RS PKU Muhammadiyah Yogyakarta pada outlet masih memenuhi standar baku mutu Peraturan DIY No. 7 Tahun 2016

Tentang Baku Mutu Air Limbah, akan tetapi tidak adanya pengolahan secara anaerob yang menyebabkan air limbah masih mengandung lumpur yang cukup tinggi sehingga diperlukan pengurusan dan pembersihan lebih sering. Selain itu, air limbah yang dari ruang laundry tidak ada dikarenakan laundry dialihkan ke RS PKU Muhammadiyah Gamping Yogyakarta menjadi indikasi bahwa IPAL eksisting tidak mampu mengolah air limbah.

Tabel 8. Hasil Uji Laboratorium Air Limbah

Parameter	Hasil Uji Inlet	Hasil Uji Outlet	Kadar Maksimum	Satuan
COD	104,50	57,30	80	mg/L
BOD	53,10	24,50	30	mg/L
TSS	81,00	6,00	30	mg/L
Ph	7,62	7,15	6 – 9	-
Suhu	30,40	30,30	38	°C

2. Desain IPAL rencana dengan metode DEWATS memakai sistem anaerob dan aerob yang terdiri dari 1 unit *grease trap* (1,82m x 0.91m x 1m), 1 unit bak ekualisasi (2,35m x 2,35m x 3m), 1 unit bak pengendap awal/*settler* (2,5m x 2m x 2m). 5 unit *anaerobic baffled reactor* (1,25m x 1,9m x 2m), 6 unit *anaerobic filter* (2m x 5,06m x 2m), 2 unit *Aerobic Ponds* (9,01m x 8,8m x 2m), dan 1 unit *Polishing Pond* (6,6m x 6m x 2m). Desain IPAL rencana dapat digunakan untuk 10 tahun yang akan mendatang dengan menghasilkan COD effluen akhir yakni 3,67 mg/L, BOD effluen akhir yakni 1,00 mg/L, dan TSS effluen akhir yakni 1,54 mg/L yang sudah penuh standar baku mutu Peraturan DIY No. 7 Tahun 2016 Terkait Baku Mutu Air Limbah.

DAFTAR PUSTAKA

- Abdel-Mohsein, H. S., Feng, M., Fukuda, Y., & Tada, C. (2020). Remarkable Removal of Antibiotic-Resistant Bacteria During Dairy Wastewater Treatment Using Hybrid Full-scale Constructed Wetland. *Water, Air, and Soil Pollution*, 231(8). <https://doi.org/10.1007/s11270-020-04775-9>
- Al Aukidy, M., Al Chalabi, S., & Verlicchi, P. (2018). Hospital Wastewater Treatments Adopted in Asia, Africa, and Australia. *Handbook of Environmental Chemistry*, 60(February 2017), 171–188. https://doi.org/10.1007/698_2017_5
- Assidiqy, A. M. (2017). Perencanaan Bangunan Instalasi Pengolahan Air Limbah Domestik Dengan Proses Anaerobic Baffled Reactor Dan Anaerobic Filter Pada Hotel Bintang 5 Di Surabaya. 143.
- Balakrishnan, A., Jacob, M. M., Senthil Kumar, P., Kapoor, A., Ponnuchamy, M., Sivaraman, P., & Sillanpää, M. (2023). Strategies for Safe Management Of Hospital Wastewater During The COVID-19 Pandemic. *International Journal of Environmental Science and Technology*, 20(12), 13941–13956. <https://doi.org/10.1007/s13762-023-04803-1>
- Bej, S., Swain, S., Bishoyi, A. K., Mandhata, C. P., Sahoo, C. R., & Padhy, R. N. (2023). Wastewater-Associated Infections: A Public Health Concern. *Water, Air, and Soil Pollution*, 234(7), 1–25. <https://doi.org/10.1007/s11270-023-06431-4>
- Direktur Jenderal PPM & PL. (1993). Keputusan Direktur Jenderal Pemberantasan Penyakit Menular dan Penyehatan Lingkungan Pemukiman Tentang Persyaratan Petunjuk Teknis Tata Cara Penyehatan Lingkungan Rumah Sakit. 1–38.
- Fatimazahra, S., Latifa, M., Laila, S., & Monsif, K. (2023). Review of Hospital Effluents: Special Emphasis on Characterization, Impact, and Treatment Of Pollutants And Antibiotic Resistance. *Environmental Monitoring and Assessment*, 195(3). <https://doi.org/10.1007/s10661-023-11002-5>
- Gutterer, B., Sasse, L., Panzerbieter, T., & Thorsten, R. (2009). Decentralised Wastewater Treatment Systems (DEWATS) and Sanitation in Developing Countries. *Wedc*, 14(0), 356.
- Indonesia, L. N. R. (2009a). Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 32 Tahun 2009 Tentang Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup. 27(7), 1–5.
- Indonesia, L. N. R. (2009b). Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 36 Tahun 2009 Tentang Kesehatan. 57, 3.
- Khan, N. A., Morabet, R. El, Khan, R. A., Alsubih, M., Gaurav, G. K., Klemeš, J. J., & Thakur,

- A. K. (2022). Modelling and Parameter Optimisation for Performance Evaluation of Sequencing Batch Reactor for Treating Hospital Wastewater. *Biomass Conversion and Biorefinery*, 0123456789. <https://doi.org/10.1007/s13399-022-03406-z>
- Kumar, S., Pratap, B., Dubey, D., Kumar, A., Shukla, S., & Dutta, V. (2022). Constructed Wetlands For The Removal of Pharmaceuticals and Personal Care Products (Ppcps) from Wastewater: Origin, Impacts, Treatment Methods, and SWOT Analysis. *Environmental Monitoring and Assessment*, 194(12). <https://doi.org/10.1007/s10661-022-10540-8>
- Mulyati, M., & Narhadi, J. M. S. (n.d.). Evaluasi Instalasi Pengolahan Air Limbah Rumah Sakit RK Charitas Palembang. *Jurnal Ilmu Lingkungan*; Vol 12, No 2 (2014): Oktober 2014DO - 10.14710/Jil.12.2.66-71 .
- Noriega-Rico, E. A., Caselles-Osorio, A., Ortega Herrera, A., & Cerro Medina, J. (2021). Uptake and Accumulation of Triclosan in *Cyperus articulatus* L. Planted in a Constructed Wetland for the Treatment of Domestic Wastewater. *Water, Air, and Soil Pollution*, 232(11). <https://doi.org/10.1007/s11270-021-05413-8>
- Rampuria, A., Gupta, A. B., Kulshreshtha, N. M., & Brighu, U. (2021). Microbiological Analysis of Two Deep Constructed Wetlands with Special Emphasis on the Removal of Pathogens and Antibiotic-Resistant Bacteria. *Water, Air, and Soil Pollution*, 232(5). <https://doi.org/10.1007/s11270-021-05121-3>
- Singh, S., Mahesh, S., & Sahana, M. (2023). Hybrid Treatment of Hospital Wastewater Combining Continuous Flow Electrochemical Coagulation Coupled with Adsorption. *Water, Air, and Soil Pollution*, 234(2). <https://doi.org/10.1007/s11270-023-06083-4>
- Subekti, S. (2011). Pengaruh Dan Dampak Limbah Cair Rumah Sakit Terhadap Kesehatan Serta Lingkungan. *Jurnal Universitas Pandanaran*, 1–6.
- Tilche, A., & Vieira, S. M. M. (1991). Discussion report on reactor design of anaerobic filters and sludge bed reactors. *Water Science and Technology*, 24(8), 193–206. <https://doi.org/10.2166/wst.1991.0225>
- UNHABITAT. (2010). Decentralised Waste Water Treatment System (DEWATS). *Forum on Eco-Efficient Water Infrastructure Development: Good Practices of Eco-Efficient Water Infrastructure*, 1–32.
- Vymazal, J. (2011). Plants Used in Constructed Wetlands with Horizontal Subsurface Flow: A review. *Hydrobiologia*, 674(1), 133–156. <https://doi.org/10.1007/s10750-011-0738-9>
- Wicaksono, F. B. (2023). Evaluasi dan Desain Ulang Instalasi Pengolahan Air Limbah Pada Rumah Sakit PKU Muhammadiyah Surakarta. 1–6.
- Zhao, Y., Qiu, Y., Mamrol, N., Ren, L., Li, X., Shao, J., Yang, X., & van der Bruggen, B. (2022). Membrane Bioreactors for Hospital Wastewater Treatment: Recent Advancements in Membranes And Processes. *Frontiers of Chemical Science and Engineering*, 16(5), 634–660. <https://doi.org/10.1007/s11705-021-2107-1>