

PERENCANAAN INSTALASI PENGOLAHAN AIR LIMBAH DOMESTIK RUMAH SAKIT MENGGUNAKAN TEKNOLOGI BIOFILTER ANAEROB – AEROB

Moh-Roki'in¹⁾; Nurhayati²⁾

^{1,2)} Program Studi Teknik Lingkungan Fakultas Teknik Universitas Satya Negara Indonesia

Correspondent author : rockyjackers@gmail.com¹⁾; nurhayati@usni.ac.id²⁾

Diterima : 17 Maret 2024	Revisi : 30 Maret 2024	Disetujui : 10 April 2024	Diterbitkan: 30 April 2024
-----------------------------	---------------------------	------------------------------	-------------------------------

Abstract

An increase in the number of facilities that serve public health can increase the potential for environmental wastewater pollution, there by impacting human health problems and environmental pollution. The aim of the research is to determine the planning of the RSUD X domestic wastewater treatment plant using anaerobic-aerobic biofilter technology. The research method uses a qualitative descriptive approach. The research population was all RSUD X liquid waste, the sampling technique used non-probability sampling in the form of saturated sampling, while the research sample was domestic liquid waste at RSUD X. The research results show that the Waste Water Treatment Plant (IPAL) planning is designed to treat waste water of $\pm 30 \text{ m}^3 / \text{day}$, with a capacity of 60 beds. The removal efficiency of waste water characteristics in the inlet chamber tank, grease trap tank, equalizing tank, anaerobic biofilter tank, aerobic biofilter tank, sedimentation tank and chlorination tank. Efficiency of chlorine requirements for disinfection, CH_4 generation efficiency, and sludge generation efficiency.

Keywords: Wastewater treatment plants, domestic waste, hospitals, anaerobic-aerobic biofilters

PENDAHULUAN

Rumah sakit berperan sebagai penyedia layanan pemeriksaan kesehatan masyarakat, terapi, pengobatan serta pemulihan bagi masyarakat. Rumah sakit memberikan tindakan terhadap kesehatan bagi individu secara maksimal yang memfasilitasi perawatan inap, perawatan jalan, dan gawat darurat. Semakin meningkatnya sarana fasilitas dalam melayani kesehatan masyarakat, dibarengi meningkatnya pencemaran ke lingkungan dari buangan air limbah, sehingga berdampak pada masalah kesehatan manusia dan pencemaran lingkungan (Talumewo, Mangangka, & Thambas, 2023).

Jenis dan jumlah buang air limbah yang berbeda, berdampak negatif bagi kesehatan perorangan, masyarakat, dan lingkungan (Tumewu, Mangangka, & Legrans, 2023). Limbah rumah sakit berbeda dengan limbah perusahaan dan rumah tangga berdasarkan karakteristiknya, sehingga perlu pengelolaan limbah secara khusus atau spesifik pada limbah yang padat maupun cair, baik medis maupun non medis (Adhani, 2018). Uji kualitas air limbah sebelum dan setelah pengolahan pada IPAL, serta efisiensi kinerja IPAL dalam mereduksi pencemaran melalui uji laboratorium terhadap parameter pH, COD, BOD, TSS, minyak dan lemak, amonia, total *coliform* (Talumewo, Mangangka, & Thambas, 2023).

Rumah Sakit (RS) merupakan salah satu penghasil limbah terbesar, memiliki potensi pencemar lingkungan sekitar yang merugikan warga dan rumah sakit sendiri (Lestari & Erawati, 2022). Oleh karena itu, diperlukan manajemen Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL). IPAL RS berbeda dalam penggunaan metode, tergantung jenis limbah yang diolah (Prihatino, Yuliani, & Haribowo, 2022). Salah satunya rumah sakit umum (RSU) X. Rumah sakit umum (RSU) X merupakan salah satu rumah sakit yang termasuk dalam klasifikasi D. Kepemilikan RSU adalah milik swasta yaitu PT X, dengan luas tanah sebesar 2.949 m^2 dan

luas seluruh lantai bangunan 4.122 m². RSUD X, selain melayani masyarakat di bidang kesehatan, juga menghasilkan limbah cair domestik RS yang pengelolaannya IPAL dikelola dengan serius.

Identifikasi permasalahan berdasarkan observasi awal yang dilakukan Penulis, menunjukkan pengelolaan IPAL Rumah Sakit Umum (RSU) X masih belum optimal, karena limbah kamar mandi (toilet) pasien dan petugas RS, limbah dapur RS, limbah laboratorium digabungkan pada satu bak limbah sebelum di buang ke lingkungan. Hal ini dapat berakibat pada tingginya pencemaran lingkungan di sekitar penduduk dan air Sungai.

Limbah RS terbagi atas dua jenis yaitu limbah medis (limbah hasil kegiatan medis) dan non medis (dapur, kamar mandi, wastafel, ruang administrasi dan ruang tunggu pasien (Dewi & Masruhim, 2016). Limbah domestik paling banyak berasal dari kegiatan RS mengandung bahan organik (protein, karbohidrat, lemak, garam, butiran dan metal), sedangkan limbah anorganik (sabun dan detergen). Bila air limbah organik dan anorganik sebelum diolah dibuang ke sungai, berdampak pada menurunnya kualitas air tanah (Ratnawati & Ulfah, 2020).

Penurunan kualitas air tanah dari limbah domestik RS, warga sekitar harus menggali sumur agak dalam, karena penggunaan air permukaan tidak dapat digunakan. Kondisi kualitas air secara fisik, tidak memenuhi persyaratan kebutuhan air bersih (Oktaviani, Sarwono, & Suryawan, 2021). Selain itu, berdampak pada ekosistem sungai yang menyebabkan toksisitas. Sedangkan sungai yang berdekatan dengan pemukiman warga, masih digunakan (Haribowo, Megah, & Rosita 2019). Menangani masalah penurunan kualitas air tanah, kegiatan pemantauan yang akurat, valid, dan efisien perlu dilakukan pengelolaan kualitas air sungai (Haribowo, Dermawan, & Yudha, 2018).

Urgensi dilakukan penelitian adalah akibat yang ditimbulkan dari pencemaran air limbah domestik rumah sakit terhadap individu, masyarakat dan lingkungan. Pencemaran mikroorganisme dalam (penyakit diare dan kholera yang berakibat pada kematian) pada warga sekitar RS. Oksigen terlarut serta suplai oksigen yang masuk kedalam air berkurang, berakibat organisme air akan mati. Penggunaan sumber daya air berlebihan. Penurunan kualitas air tanah dan dapat merusak ekosistem. Selain itu, kadar pH, COD, BOD, TSS, minyak dan lemak, amonia, total *coliform* yang di buang ke lingkungan melebihi batas baku mutu limbah domestik yang ditetapkan pada Permen LHK Nomor 68 tahun 2016 dapat berakibat fatal bagi manusia dan lingkungan. Perencanaan instalasi pengolahan air limbah (IPAL) domestik rumah sakit harus didesain seoptimal mungkin dalam mengurangi kadar pencemaran bagi manusia dan lingkungan.

Rumusan masalah penelitian adalah apakah perencanaan instalasi pengolahan air limbah (IPAL) domestik RS X menggunakan teknologi biofilter anaerob-aerob dapat mengurangi kadar pencemaran bagi manusia dan lingkungan sesuai Permen LHK No 68 Tahun 2016. Tujuan penelitian adalah untuk membuat perencanaan instalasi pengolahan air limbah (IPAL) domestik RSU X dengan menggunakan teknologi biofilter anaerob-aerob. Kebaruan (originalitas) penelitian ini mengenai perencanaan instalasi pengolahan air limbah (IPAL) domestik RSU X dengan menggunakan teknologi biofilter anaerob-aerob. Penulis mengambil judul penelitian “Perencanaan Instalasi Pengolahan Air Limbah Domestik Rumah Sakit menggunakan Teknologi Biofilter Anaerob-Aerob”.

1.1 Perancangan Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL)

Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL) merupakan struktur yang didesain dalam membuang limbah biologis dan kimiawi dari air, sehingga dapat digunakan untuk aktifitas

lain (Wibowo, 2020). IPAL adalah sistem pengolahan limbah domestik di industri, perkantoran, rumah sakit, dan rumah tangga, agar sesuai baku mutu lingkungan dan lebih aman dibuang ke lingkungan (Karyadi, 2010).

Sistem pengolahan limbah cair RS yang dirancang berdasarkan karakteristik limbah cair yang masuk dari beberapa sumber pengeluaran limbah, disalurkan secara gravitasi menuju bak kontrol (bak *screening*), dipompa untuk diolah dengan menggunakan sistem diffuser (Siregar, 2004). PermenLHK No. 5 Tahun 2021 menyatakan bahwa penentuan teknologi sistem pengolahan air limbah dilakukan dengan pendekatan kelompok pencemar, organik terurai (*biodegradable organics*), organik sulit terurai (*non biodegradable organics*), nutrient, sedimen, padatan tersuspensi, apungan (*floatable material*), logam berat, anorganik terlarut, asam basa, patogen, warna, senyawa toksik atau inhibitor.

Berdasarkan kelompok pencemar yang dihasilkan Rumah Sakit Umum (RSU) X, bagian - bagian IPAL yaitu bak penangkap pasir dan bar screen, bak netralisasi, bak pemisah minyak dan lemak, bak ekualisasi, bak pengendap awal, bak biofilter anaerob, bak biofilter aerob, bak pengendap akhir, bak khlorinasi, bak hasil olahan, unit filtrasi dan bak penampung pemanfaatan air limbah.

Aspek penting dalam merencanakan saluran (IPAL) adalah menentukan berapa banyak jumlah debit air limbah yang nantinya diolah. Caranya dengan menghitung jumlah rata – rata air bersih yang dikonsumsi per hari. Dapat pula dihitung dengan menentukan debit perkapitanya. Kemudian menentukan polutan organik (BOD) yang masuk (Putri & Wibowo, 2023).

Pengelolaan limbah dapat dilakukan dengan membangun IPAL (Instalasi Pengolahan Air Limbah) yang efektif dengan menyesuaikan pada karakteristik limbah dan beban pencemar. Perencanaan desain IPAL untuk Rumah Sakit harus sesuai dengan kriteria desain dengan tidak mengabaikan karakteristik limbah dan beban pencemar yang terdapat pada air limbah. Perencanaan melingkupi observasi lapangan terkait karakteristik dan pola timbulan air limbah, hingga rancangan masing- masing unit IPAL yang akan digunakan (Buraerah, 2023).

1.2 Pengertian Air Limbah Domestik

Menurut Kemenkes RI, air limbah adalah seluruh air buangan yang berasal dari hasil proses kegiatan sarana pelayanan kesehatan yang meliputi: air limbah domestik, air limbah klinis, air limbah laboratorium dan lainnya (Wibowo, 2021). Air limbah yaitu cairan yang dibawa oleh saluran air buangan (Yusdi, 2013). Baku mutu air limbah domestik adalah jumlah unsur pencemar yang ditenggang keberadaannya dalam air limbah domestik dilepas ke air permukaan yang diolah secara individu maupun terpadu sampai memenuhi baku mutu ditetapkan pemerintah (Yudo & Setiyono, 2008).

Limbah RS adalah seluruh limbah yang dihasilkan dari kegiatan rumah sakit dalam bentuk padat (limbah infeksius, limbah patologis, limbah benda tajam, limbah farmasi, limbah sitotoksis, limbah kimiawi, limbah radioaktif, limbah container bertekanan, dan limbah dengan kandungan logam berat yang tinggi), dan cair, serta gas (Manoppo, Riogilang, & Riogilang, 2023). Kemenkes RI No. 1204/Menkes/SK/X/2004, limbah cair rumah sakit adalah semua air buangan termasuk tinja yang berasal dari kegiatan rumah sakit yang kemungkinan mengandung mikroorganisme, bahan kimia beracun, dan radioaktif yang berbahaya bagi kesehatan.

Penentuan kapasitas IPAL dengan cara menghitung debit buangan air limbah. Setelah diketahui debit air limbahnya maka dapat diketahui kapasitas IPAL (Maulana, Suyanto, &

Jaya, 2023). Cara mengetahui efektifitas IPAL, dalam hal ini sampel diambil pada titik masuk (*inlet*) dan keluar (*outlet*) IPAL dengan memperhatikan waktu resistensi. Sampel harus diambil pada waktu proses berjalan normal (Hadi, 2005).

Pengertian Rumah Sakit

Rumah Sakit merupakan institusi yang menyelenggarakan pelayanan kesehatan perorangan secara paripurna menyediakan pelayanan rawat inap, rawat jalan, dan gawat darurat (PerMenKes RI No 3, 2020). Rumah Sakit adalah sarana kesehatan, dalam melaksanakan fungsinya menghasilkan buangan yang berupa limbah, baik limbah padat, limbah cair dan gas (Soewarso, 1996).

Menurut WHO (*World Health Organization*), rumah sakit adalah bagian integral dari suatu organisasi sosial dan kesehatan dengan fungsi menyediakan pelayanan paripurna (komprehensif), penyembuhan penyakit (kuratif) dan pencegahan penyakit (preventif) kepada masyarakat. Rumah sakit juga merupakan pusat pelatihan bagi tenaga kesehatan dan pusat penelitian medik. Selain itu, rumah sakit juga ditunjang oleh unit – unit lainnya seperti, ruang operasi, laboratorium, farmasi, administrasi, dapur, laundry, pengolahan sampah dan limbah.

Undang-undang No. 44 tahun 2009 tentang rumah sakit, adalah institusi pelayanan kesehatan yang menyelenggarakan pelayanan kesehatan perorangan secara paripurna yang menyediakan rawat inap, rawat jalan, dan gawat darurat. Disamping kegiatan pelayanan kesehatan untuk penyembuhan pasien, rumah sakit juga menjadi media pemaparan dan atau penularan penyakit bagi para pasien, petugas, pengunjung maupun masyarakat sekitar yang tinggal dekat rumah sakit yang disebabkan oleh agent (komponen penyebab penyakit) di lingkungan rumah sakit. Salah satu rumah sakit yaitu Rumah Sakit Umum (RSU) X.

Rumah Sakit Umum (RSU) X diresmikan sejak tahun 2018 termasuk tipe D. RSU X menyediakan layanan kesehatan holistik dengan dokter spesialis lengkap dengan peralatan modern. RSU X menyediakan layanan medik umum seperti pelayanan medik dasar, medik gigi mulut, Kesehatan ibu dan anak dan keluarga berencana. Pelayanan medik spesialis dasar seperti penyakit dalam, Kesehatan anak, bedah umum dan obstetri dan ginekologi. Sedangkan pelayanan edik spesialis penunjang meliputi pelayanan anastesiologi, radiologi dan laboratorium.

1.4 Biofilter Anaerob-aerob

Biofilter adalah reaktor dengan prinsip kerja menggunakan mikroorganisme tumbuh pada media filter yang membentuk lapisan biofilm, yang terdiri dari dua macam, biofilter aerob dan biofilter anaerob (Hariyani & Sarto, 2018). Biofilter digunakan umum untuk nitrogen dan bahan organik pembuangan IPAL (Cui dkk., 2020).

Teknologi biofilter dapat mencegah air limbah skala kecil dan besar, beroperasi baik, tanpa bermasalah, dan mampu menurunkan senyawa organik (Hariyani & Sarto, 2018). Bahan pencemar air limbah RS memiliki potensi mencemari lingkungan sekitar. Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL) menggunakan metode biofilter merupakan salah satu metode untuk memastikan bahwa air limbah layak untuk dibuang ke lingkungan (Pitriani dkk, 2022).

Pengolahan air limbah dengan proses biofiltrasi anaerob-aerobik merupakan proses pengolahan air limbah yang menggabungkan proses biofiltrasi anaerobik dan proses biofiltrasi aerobik. Proses biofilter anaerobik, polutan alami dalam air limbah didekomposisi menjadi karbon dioksida dan metana bahan bakar tanpa menggunakan energi (blower). Tapi bahan bakar amonia dan hidrogen sulfida (H_2S) tidak hilang. Oleh karena itu, proses

biofilter anaerobik hanya dapat mereduksi polutan organik (BOD, COD) dan padatan tersuspensi (TSS). Agar air olahan memenuhi baku mutu, maka air olahan dari proses biofilter anaerobik kemudian diolah dengan biofilter aerob (Fardian, 2022).

Biofilter aerob merupakan alat pengolahan limbah yang menggunakan bantuan mikroorganisme, pada alat tersebut disuplai kebutuhan oksigen secara kontinyu (Rohana & Umar, 2020). Dalam proses biofiltrasi aerobik, sisa kontaminan organik dipecah menjadi gas karbon dioksida (CO_2) dan air (H_2O), amonia dioksidasi dari nitrit menjadi nitrat, dan gas H_2S diubah menjadi sulfat (Fardian, 2022).

Perencanaan proses pengolahan air limbah biofilter anaerob-aerob rumah sakit

Salah satu teknik pengolahan air limbah domestik RS yaitu dengan Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL) biofilter anaerob-aerob yang bekerja secara biologis. Analisis effluent IPAL dilakukan secara harian dan periodik minimal satu bulan satu kali untuk mengetahui kualitas air limbah yang dihasilkan serta memperbaiki dengan segera apabila terdapat error pada sistem IPAL.

Proses pengolahan air limbah domestik rumah sakit dengan biofilter anaerob-aerob merupakan pengembangan dari proses biofilter anaerob dengan proses aerasi kontak. Pengolahan air limbah dengan proses biofilter anaerob-aerob terdiri dari beberapa bagian, yakni bak pengendap awal, biofilter anaerob (*anoxic*), biofilter aerob, bak pengendap akhir, dan bak kontaktor khlor.

METODE PENELITIAN

Jenis penelitian bersifat deskriptif kualitatif dan uji laboratorium. Hal ini karena terkait perencanaan desain IPAL domestik RSUD X dengan menggunakan teknologi biofilter anaerob-aerob. Penelitian dimulai dari observasi awal, penyusunan proposal, seminar proposal, penyusunan skripsi dan sidang dari bulan Oktober 2023 sampai bulan Februari 2024. Penelitian dilaksanakan di RSUD X Provinsi Jawa Barat. RSUD X sebagai lokasi penelitian, karena permasalahan penelitian mengenai perancangan instalasi pengolahan air limbah domestik dengan menggunakan teknologi biofilter anaerob-aerob teridentifikasi di RSUD X. Objek dalam penelitian ini adalah air limbah domestik yang dihasilkan dari kegiatan keseharian di RSUD X yang menghasilkan debit air limbah. Selanjutnya akan di jadikan perhitungan dalam Perencanaan Instalasi Pengolahan Air Limbah Domestik RSUD X menggunakan Teknologi Biofilter Anaerob-Aerob. Jenis data terdiri dari data primer dan sekunder. Data primer diperoleh langsung dari hasil pengukuran, observasi, dan uji laboratorium sumber air limbah pada lokasi penelitian. Data sekunder diperoleh dari keterangan pihak RSUD X mengenai kapasitas kebutuhan air bersih yang meliputi jumlah tenaga kerja, jumlah bed, jumlah pasien rawat jalan, laboratorium, kantin, mushola, kebersihan gedung, denah, tata letak, dan cara pembuangan limbah RS.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Kondisi Debit Air Limbah RSUD X

Perhitungan hasil debit air limbah di RSUD X diukur dari kebutuhan air bersih. Berdasarkan dari beberapa pendapat, maka diasumsikan 90% debit rata-rata penggunaan air bersih menjadi debit rata-rata air limbah. Adapun kapasitas air di RSUD X terdapat pada tabel 1 di bawah ini.

Tabel 1. Kapasitas Air di RSUD X

Uraian	Jumlah	Satuan	Faktor Konsumsi Air Bersih		Konsumsi Air Bersih		Air Limbah yang dihasilkan	
				(Ltr/hari)	(Ltr/hari)	(M ³ /hari)	(Ltr/hari)	(M ³ /hari)
Tenaga Kerja	122	Orang	50	Liter/Orang/hari	6.100	6,10	6.100	6,10
Jumlah <i>Bed</i>	53	<i>Bed</i>	300	Liter/ <i>Bed</i> /hari	15.900	15,90	15.900	15,90
Pasien Rawat Jalan	150	Orang	5	Liter/Orang/hari	750	0,75	750	0,75
Laboratorium	55	Sampel	5	Liter/Sampel/hari	275	0,28	275	0,28
Kantin	25	Kursi	5	Liter/Kursi/hari	125	0,13	125	0,13
Mushola	75	Orang	5	Liter/Orang/hari	375	0,38	375	0,38
Kebersihan Gedung	4122	m ²	0,2	Liter/m ² /hari	824	0,82	824	0,82
Volume Total Kebutuhan Air Bersih					24349	24		
Volume Air Limbah yang dihasilkan							24349	24

Sumber: Data diolah penulis (2023)

Keterangan: Diolah menggunakan IPAL Anaerob-Aerob kapasitas 30 m³/hari.

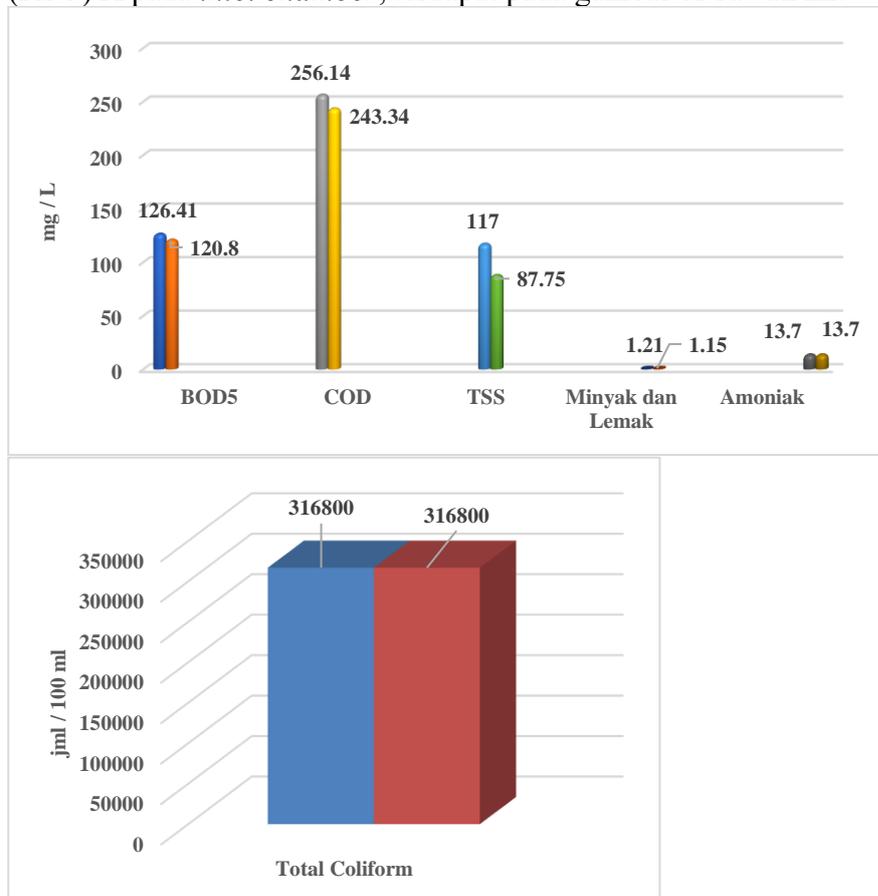
Perhitungan hasil debit air limbah di RSUD X diukur dari kebutuhan air bersih berdasarkan Tabel 1 menunjukkan bahwa:

- Konsumsi air bersih pada tenaga kerja yang berjumlah 122 orang sebesar 50 liter/orang/hari, jumlah keseluruhan konsumsi air bersih sebesar 6.100 liter/hari (6,10 m³/hari). Sedangkan air limbah yang dihasilkan keseluruhan sebesar 6.100 liter/hari (6,10 m³/hari).
- Konsumsi air bersih pada jumlah tempat tidur (*bed*) yang berjumlah 53 tempat tidur sebesar 300 liter/bed/hari, jumlah keseluruhan konsumsi air bersih sebesar 15.900 liter/hari (15,90 m³/hari). Sedangkan air limbah yang dihasilkan keseluruhan sebesar 15.900 liter/hari (15,90 m³/hari).
- Konsumsi air bersih pada pasien rawat jalan yang berjumlah 150 orang sebesar 5 liter/orang/hari, jumlah keseluruhan konsumsi air bersih sebesar 750 liter/hari (0,75 m³/hari). Sedangkan air limbah yang dihasilkan keseluruhan sebesar 750 liter/hari (0,75 m³/hari).
- Konsumsi air bersih pada laboratorium yang berjumlah 55 sampel sebesar 5 liter/sampel/hari, jumlah keseluruhan konsumsi air bersih sebesar 275 liter/hari (0,28 m³/hari). Sedangkan air limbah yang dihasilkan keseluruhan sebesar 275 liter/hari (0,28 m³/hari).
- Konsumsi air bersih pada kantin yang berjumlah 25 kursi sebesar 5 liter/kursi/hari, jumlah keseluruhan konsumsi air bersih sebesar 125 liter/hari (0,13 m³/hari). Sedangkan air limbah yang dihasilkan keseluruhan sebesar 125 liter/hari (0,13 m³/hari).
- Konsumsi air bersih pada mushola yang berjumlah 75 orang sebesar 5 liter/orang/hari, jumlah keseluruhan konsumsi air bersih sebesar 375 liter/hari (0,38 m³/hari). Sedangkan air limbah yang dihasilkan keseluruhan sebesar 375 liter/hari (0,38 m³/hari).
- Konsumsi air bersih pada kebersihan gedung seluas 4122 m² sebesar 0,2 liter/m²/hari, jumlah keseluruhan konsumsi air bersih sebesar 824 liter/hari (0,82 m³/hari). Sedangkan air limbah yang dihasilkan keseluruhan sebesar 824 liter/hari (0,82 m³/hari).

Dengan demikian, volume total keseluruhan air bersih yang digunakan di RSUD X sebesar 24349 liter/hari (24 m³/hari). Sedangkan debit air limbah yang dihasilkan sebesar 24349 liter/hari (24 m³/hari).

Perhitungan Perencanaan Desain IPAL Rumah Sakit X Kapasitas 30 M³/Hari

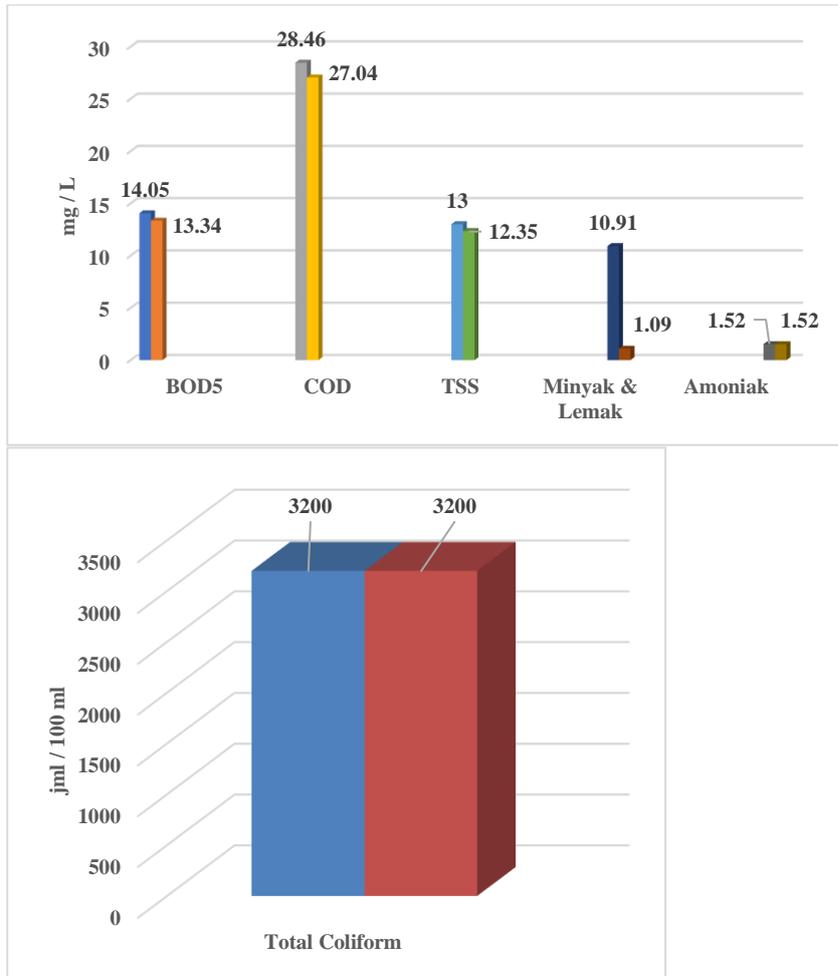
Efisiensi penyisihan karakteristik air limbah perencanaan IPAL rumah sakit Umum (RSU) X pada *inlet chamber*, terdapat pada gambar di bawah ini.



Gambar 1. Histogram efisiensi penyisihan karakteristik air limbah *in* dan *out* pada *inlet chamber*
 Sumber : Hasil perhitungan Penulis (2023)

Berdasarkan gambar 1 mengenai efisiensi penyisihan karakteristik air limbah perencanaan IPAL rumah sakit Umum (RSU) X pada *inlet chamber*, menunjukkan bahwa BOD₅ *in* sebesar 126,41 mg / L; Efisiensi sebesar 5 %; dan BOD₅ *out* sebesar 120,8 mg / L. COD *in* sebesar 256,14 mg / L; Efisiensi sebesar 5 %; dan COD *out* sebesar 243,34 mg / L. TSS *in* sebesar 117,00 mg / L; Efisiensi sebesar 2,5 %; dan TSS *out* sebesar 87,75 mg / L. Minyak dan Lemak *in* sebesar 1,21 mg / L; Efisiensi sebesar 5 %; dan Minyak dan Lemak *out* sebesar 1,15 mg / L. Amoniak *in* sebesar 13,70 mg / L; Efisiensi sebesar 0 %; dan Amoniak *out* sebesar 13,70 mg / L. Total *Coliform in* sebesar 316.800 jml / 100 ml; Efisiensi sebesar 0 %; dan Total *Coliform out* sebesar 316.800 jml / 100 ml.

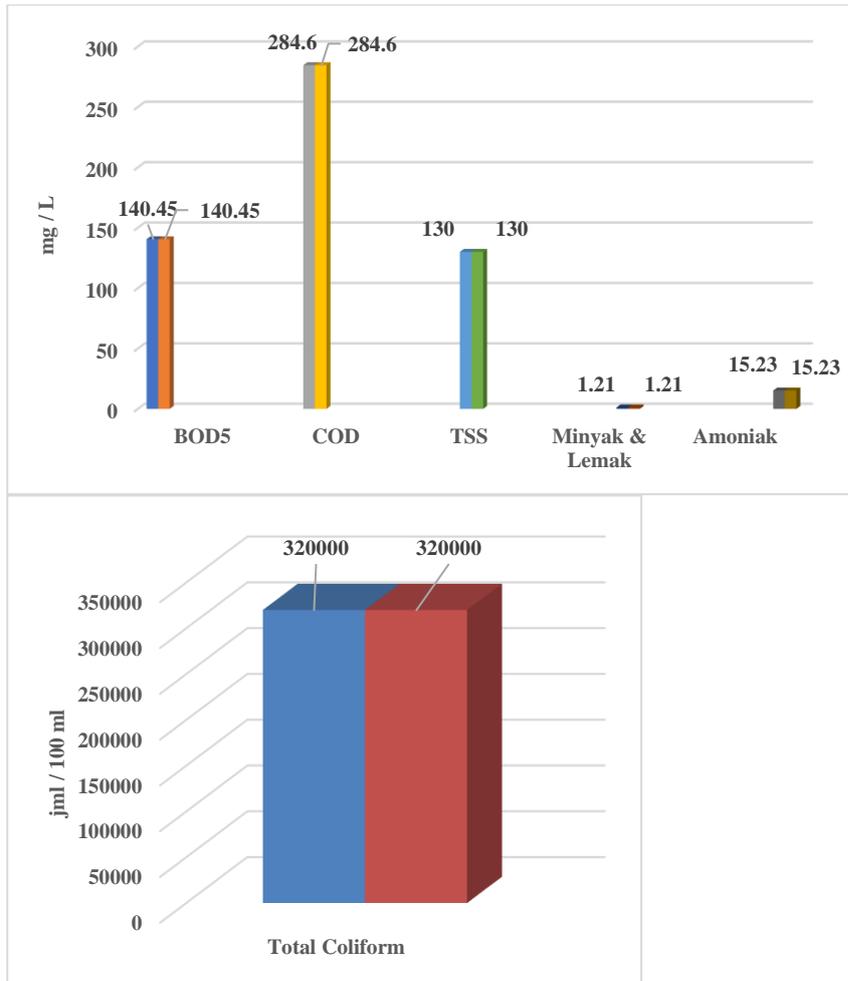
Efisiensi penyisihan karakteristik air limbah perencanaan IPAL rumah sakit Umum (RSU) X pada *grease trap*, terdapat pada gambar 2 di bawah ini.



Gambar 2. Histogram efisiensi penyisihan karakteristik air limbah *in* dan *out* pada *grease trap*
 Sumber : Hasil perhitungan Penulis (2023)

Berdasarkan gambar 2 mengenai efisiensi penyisihan karakteristik air limbah perencanaan IPAL rumah sakit Umum (RSU) X pada *grease trap*, menunjukkan bahwa BOD₅ *in* sebesar 14,05 mg / L; Efisiensi sebesar 5 %; dan BOD₅ *out* sebesar 13,34 mg / L. COD *in* sebesar 28,46 mg / L; Efisiensi sebesar 5 %; dan COD *out* sebesar 27,04 mg / L. TSS *in* sebesar 13,00 mg / L; Efisiensi sebesar 5 %; dan TSS *out* sebesar 12,35 mg / L. Minyak dan Lemak *in* sebesar 10,91 mg / L; Efisiensi sebesar 90 %; dan Minyak dan Lemak *out* sebesar 1,09 mg / L. Amoniak *in* sebesar 1,52 mg / L; Efisiensi sebesar 0 %; dan Amoniak *out* sebesar 1,52 mg / L. Total *Coliform in* sebesar 3.200 jml / 100 ml; Efisiensi sebesar 0 %; dan Total *Coliform in* sebesar 3.200 jml / 100 ml.

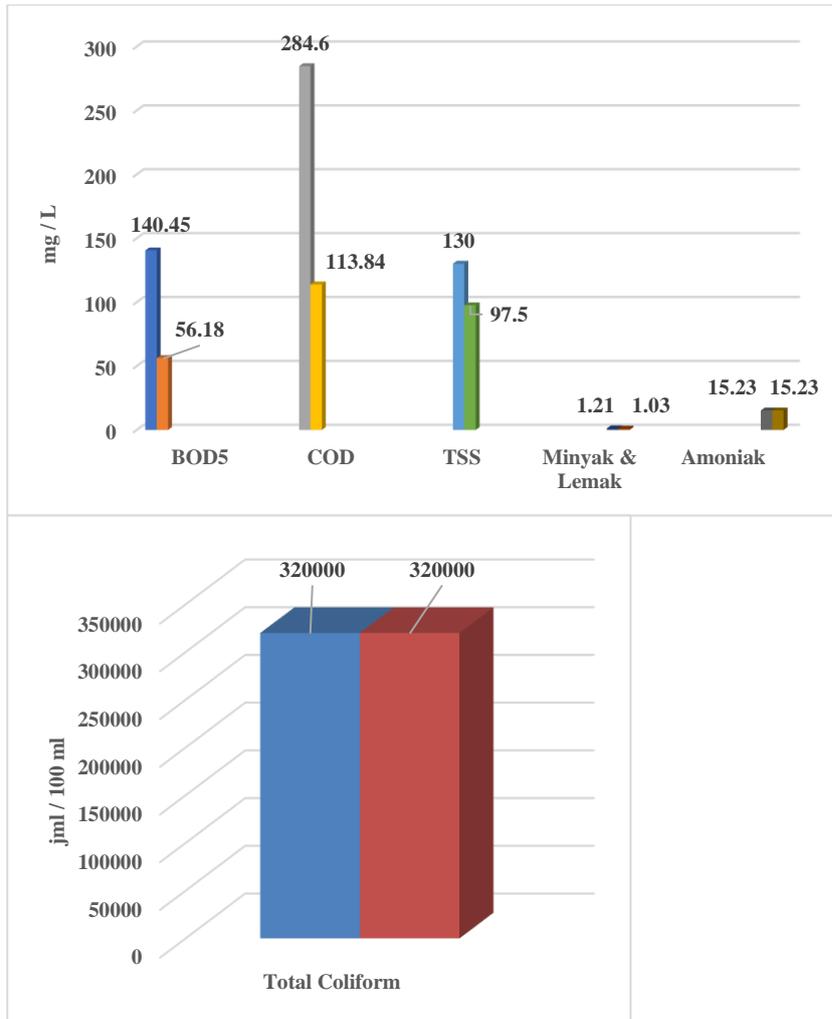
Efisiensi penyisihan karakteristik air limbah perencanaan IPAL rumah sakit Umum (RSU) X pada *equalizing*, terdapat pada gambar 3 di bawah ini.



Gambar 3. Histogram efisiensi penyisihan karakteristik air limbah *in* dan *out* pada *equalizing*
 Sumber : Hasil perhitungan Penulis (2023)

Berdasarkan gambar 3 mengenai efisiensi penyisihan karakteristik air limbah perencanaan IPAL rumah sakit Umum (RSU) X pada *equalizing*, menunjukkan bahwa BOD₅ *in* sebesar 140,45 mg / L; Efisiensi sebesar 0 %; dan BOD₅ *out* sebesar 140,45 mg / L. COD *in* sebesar 284,60 mg / L; Efisiensi sebesar 0 %; dan COD *out* sebesar 284,60 mg / L. TSS *in* sebesar 130,00 mg / L; Efisiensi sebesar 0 %; dan TSS *out* sebesar 130,00 mg / L. Minyak dan Lemak *in* sebesar 1,21 mg / L; Efisiensi sebesar 0 %; dan Minyak dan Lemak *out* sebesar 1,21 mg / L. Amoniak *in* sebesar 15,23 mg / L; Efisiensi sebesar 0 %; dan Amoniak *out* sebesar 15,23 mg / L. Total *Coliform in* sebesar 320.000 jml / 100 ml; Efisiensi sebesar 0 %; dan Total *Coliform out* sebesar 320.000 jml / 100 ml.

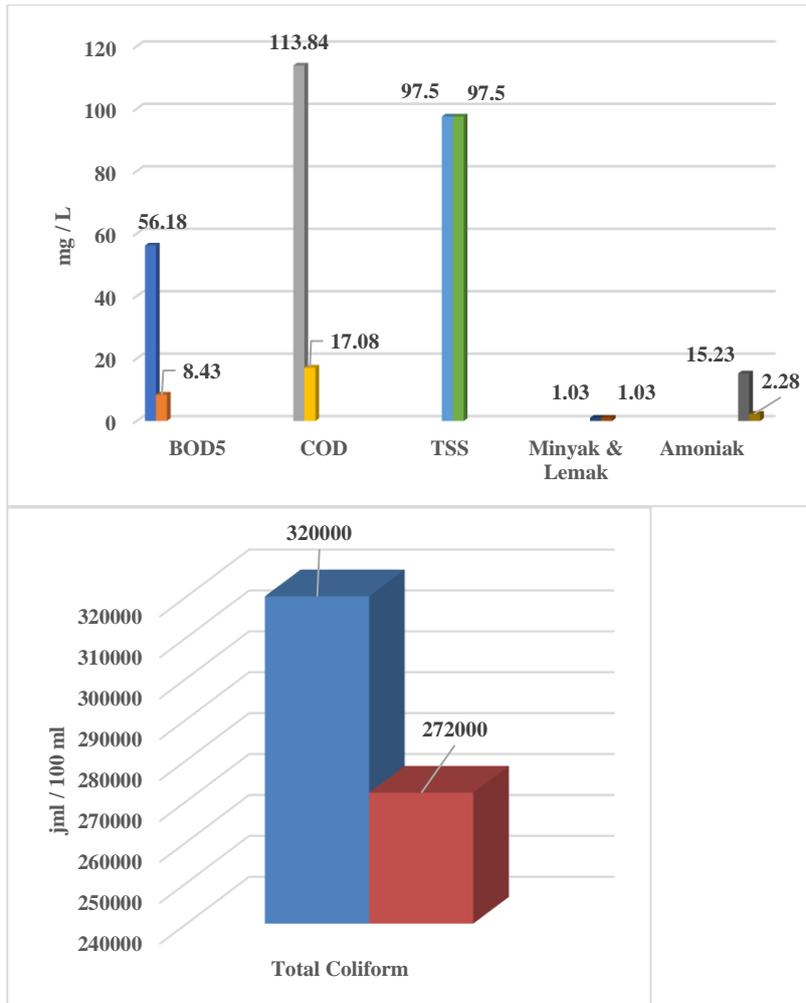
Efisiensi penyisihan karakteristik air limbah pada perencanaan IPAL rumah sakit Umum (RSU) X pada biofilter anaerob, terdapat pada gambar 4 di bawah ini.



Gambar 4. Histogram efisiensi penyisihan karakteristik air limbah *in* dan *out* pada biofilter anaerob
 Sumber : Hasil perhitungan Penulis (2023)

Berdasarkan gambar 4 mengenai efisiensi penyisihan karakteristik air limbah pada perencanaan IPAL rumah sakit Umum (RSU) X pada biofilter anaerob, menunjukkan bahwa BOD_5 *in* sebesar 140,45 mg / L; Efisiensi sebesar 60 %; dan BOD_5 *out* sebesar 56,18 mg / L. COD *in* sebesar 284,60 mg / L; Efisiensi sebesar 60 %; dan COD *out* sebesar 113,84 mg / L. TSS *in* sebesar 130,00 mg / L; Efisiensi sebesar 25 %; dan TSS *out* sebesar 97,50 mg / L. Minyak dan Lemak *in* sebesar 1,21 mg / L; Efisiensi sebesar 15 %; dan Minyak dan Lemak *out* sebesar 1,03 mg / L. Amoniak *in* sebesar 15,23 mg / L; Efisiensi sebesar 0 %; dan Amoniak *out* sebesar 15,23 mg / L. Total *Coliform in* sebesar 320.000 jml / 100 ml; Efisiensi sebesar 0 %; dan Total *Coliform in* sebesar 320.000 jml / 100 ml.

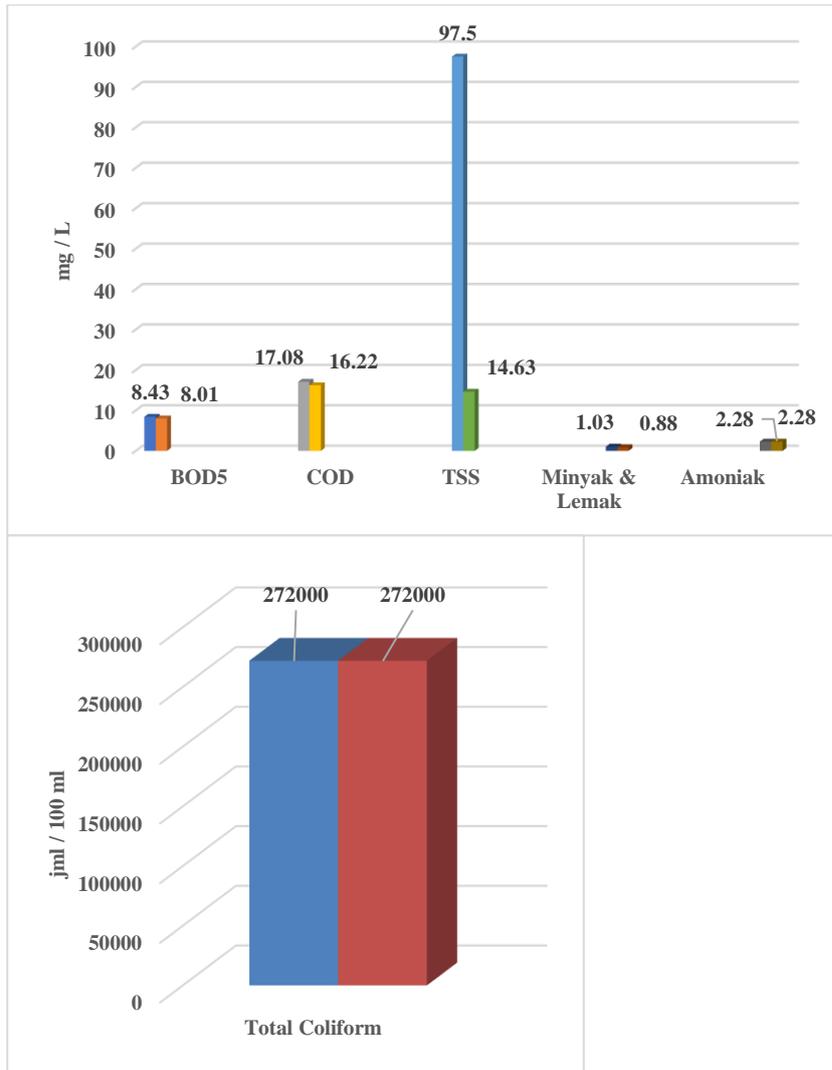
Efisiensi penyisihan karakteristik air limbah pada perencanaan IPAL rumah sakit Umum (RSU) X pada biofilter aerob, terdapat pada gambar 5 di bawah ini.



Gambar 5. Histogram efisiensi penyisihan karakteristik air limbah *in* dan *out* pada biofilter aerob
 Sumber : Hasil perhitungan Penulis (2023)

Berdasarkan gambar 5 mengenai efisiensi penyisihan karakteristik air limbah pada perencanaan IPAL rumah sakit Umum (RSU) X pada biofilter aerob, menunjukkan bahwa BOD₅ *in* sebesar 56,18 mg / L; Efisiensi sebesar 85 %; dan BOD₅ *out* sebesar 8,43 mg / L. COD *in* sebesar 113,84 mg / L; Efisiensi sebesar 85 %; dan COD *out* sebesar 17,08 mg / L. TSS *in* sebesar 97,50 mg / L; Efisiensi sebesar 0 %; dan TSS *out* sebesar 97,50 mg / L. Minyak dan Lemak *in* sebesar 1,03 mg / L; Efisiensi sebesar 0 %; dan Minyak dan Lemak *out* sebesar 1,03 mg / L. Amoniak *in* sebesar 15,23 mg / L; Efisiensi sebesar 85 %; dan Amoniak *out* sebesar 2,28 mg / L. Total *Coliform in* sebesar 320.000 jml / 100 ml; Efisiensi sebesar 15 %; dan Total *Coliform in* sebesar 272.000 jml / 100 ml.

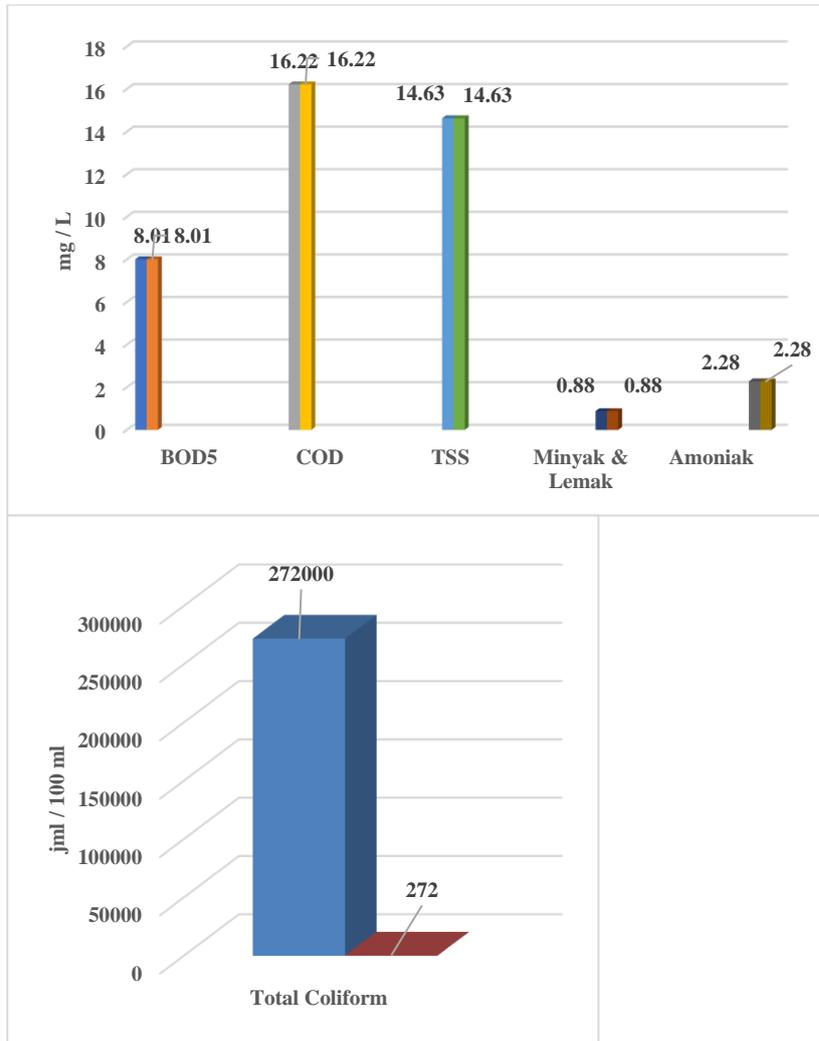
Efisiensi penyisihan karakteristik air limbah pada perencanaan IPAL rumah sakit Umum (RSU) X pada sedimentasi, terdapat pada gambar 6 di bawah ini.



Gambar 6. Histogram efisiensi penyisihan karakteristik air limbah *in* dan *out* pada sedimentasi
 Sumber : Hasil perhitungan Penulis (2023)

Berdasarkan gambar 6 mengenai efisiensi penyisihan karakteristik air limbah pada perencanaan IPAL rumah sakit Umum (RSU) X pada sedimentasi, menunjukkan bahwa BOD₅ *in* sebesar 8,43 mg / L; Efisiensi sebesar 5 %; dan BOD₅ *out* sebesar 8,01 mg / L. COD *in* sebesar 17,08 mg / L; Efisiensi sebesar 5 %; dan COD *out* sebesar 16,22 mg / L. TSS *in* sebesar 97,50 mg / L; Efisiensi sebesar 85 %; dan TSS *out* sebesar 14,63 mg / L. Minyak dan Lemak *in* sebesar 1,03 mg / L; Efisiensi sebesar 15 %; dan Minyak dan Lemak *out* sebesar 0,88 mg / L. Amoniak *in* sebesar 2,28 mg / L; Efisiensi sebesar 0 %; dan Amoniak *out* sebesar 2,28 mg / L. Total *Coliform in* sebesar 272.000 jml / 100 ml; Efisiensi sebesar 0 %; dan Total *Coliform out* sebesar 272.000 jml / 100 ml.

Efisiensi penyisihan karakteristik air limbah pada perencanaan IPAL rumah sakit Umum (RSU) X pada bak klorinasi, terdapat pada gambar 7 di bawah ini.



Gambar 7. Histogram efisiensi penyisihan karakteristik air limbah *in* dan *out* pada sedimentasi
 Sumber : Hasil perhitungan Penulis (2023)

Berdasarkan gambar 7 mengenai efisiensi penyisihan karakteristik air limbah pada perencanaan IPAL rumah sakit Umum (RSU) X pada bak klorinasi, menunjukkan bahwa BOD₅ *in* sebesar 8,01 mg / L; Efisiensi sebesar 0 %; dan BOD₅ *out* sebesar 8,01 mg / L. COD *in* sebesar 16,22 mg / L; Efisiensi sebesar 0 %; dan COD *out* sebesar 16,22 mg / L. TSS *in* sebesar 14,63 mg / L; Efisiensi sebesar 0 %; dan TSS *out* sebesar 14,63 mg / L. Minyak dan Lemak *in* sebesar 0,88 mg / L; Efisiensi sebesar 0 %; dan Minyak dan Lemak *out* sebesar 0,88 mg / L. Amoniak *in* sebesar 2,28 mg / L; Efisiensi sebesar 0 %; dan Amoniak *out* sebesar 2,28 mg / L. Total Coliform *in* sebesar 272.000 jml / 100 ml; Efisiensi sebesar 99,9 %; dan Total Coliform *out* sebesar 272 jml / 100 ml.

Kebutuhan Natrium Hipoklorit (NaClO)/kaporit untuk desinfeksi pada perencanaan IPAL rumah sakit Umum (RSU) X, terdapat pada tabel 2.

Tabel 2. Kebutuhan kaporit untuk desinfeksi

No	Kebutuhan kaporit untuk desinfeksi	Besaran
1	Jumlah Klor	$= \frac{No}{Nt} \times Cr \times t$ 297265 mg/L atau 297.27 mg/m ³
2	Dosis kaporit untuk desinfeksi	0.30 mg/m ³
3	Kadar kaporit	60.00 %
4	Kebutuhan kaporit	1.86 g/hari atau 0.015 kg/hari
5	Konsentrasi larutan	1.00 %
6	Kebutuhan kaporit	1.49 Liter

Sumber : Hasil perhitungan Penulis (2023)

Berdasarkan tabel 2 mengenai kebutuhan kaporit untuk desinfeksi, menunjukkan bahwa jumlah klor sebesar 297265 mg/L atau 297,27 mg/m³; dosis kaporit untuk desinfeksi sebesar 0,30 mg/m³; kadar kaporit sebesar 60 %; kebutuhan kaporit sebesar 14,86 g/hari atau 0,015 kg/hari; konsentrasi larutan sebesar 1 %; sehingga kebutuhan kaporit sebesar 1,49 liter.

Kriteria desain perencanaan IPAL rumah sakit Umum (RSU) X pada bak efluen, untuk waktu tinggal sebesar 0,5 – 3 jam. Kriteria perencanaan IPAL pada bak efluen, untuk waktu tinggal sebesar 2 jam. Sedangkan volume bak yang diperlukan sebesar 2,5 m³. Dimensi bak perencanaan IPAL rumah sakit Umum (RSU) X pada bak efluen, terdapat pada tabel 3 di bawah ini.

Tabel 3. Dimensi bak efluen

No	Dimensi bak efluen	Besaran
1	Kedalaman sesungguhnya	3.500 m
2	Kedalaman efektif	3.000 m
3	Ruang bebas	0.500 m
4	Panjang (P)	1.000 m
5	Lebar (L)	0.900 m
6	Volume sesungguhnya	3.15 m ³
7	Volume efektif	2.70 m ³
8	Waktu tinggal	2.16 jam atau 130 menit

Sumber : Hasil perhitungan Penulis (2023)

Berdasarkan tabel 3 mengenai dimensi bak perencanaan IPAL rumah sakit Umum (RSU) X pada bak efluen, menunjukkan bahwa kedalaman sesungguhnya sebesar 3,5 m; kedalaman efektif sebesar 3 m; ruang bebas sebesar 0,5 m; panjang sebesar 1 m; lebar sebesar 0,9 m; volume sesungguhnya sebesar 3,15 m³; volume efektif sebesar 2,70 m³; dan waktu tinggal selama 2,16 jam atau 130 menit.

Timbulan gas pada perencanaan IPAL rumah sakit Umum (RSU) X, terdapat pada tabel 4 di bawah ini.

Tabel 4. Timbulan gas

No	Timbulan gas	Besaran
1	Jumlah BOD	4213.50 gBOD/hari
2	Total Organik	1922.41 kgBOD/Tahun
3	Faktor CH ₄	0.30 kgCH ₄ /kgBOD
4	CH ₄	576.72 kg/tahun
5	Timbulan CH ₄ terkonversi	413.39 m ³ /tahun

Sumber : Hasil perhitungan Penulis (2023)

Berdasarkan tabel 4 menunjukkan bahwa Jumlah BOD sebesar 4213,50 gBOD/hari; Total Organik sebesar 1922,41 kg BOD/Tahun; Faktor CH₄ sebesar 0,30 kgCH₄/kg BOD; dan CH₄ sebesar 576,72 kg/tahun. Sehingga Timbulan CH₄ terkonversi sebesar 413,39 m³/tahun.

Timbulan lumpur pada perencanaan IPAL rumah sakit Umum (RSU) X, terdapat pada tabel 5 di bawah ini.

Tabel 5. Timbulan lumpur

No	Timbulan lumpur	Besaran
1	Timbulan lumpur dari solid	3,461,250 mg/hari atau 3.46 kg/hari
2	Timbulan lumpur dari biologi	3,973,331 mg/hari atau 3.97 kg/hari
3	Total timbulan lumpur	7.43 kg/hari
4	Masa jenis lumpur	721 kg/m ³
5	Timbulan lumpur terkonversi	0.010 m ³ /hari

Sumber : Hasil perhitungan Penulis (2023)

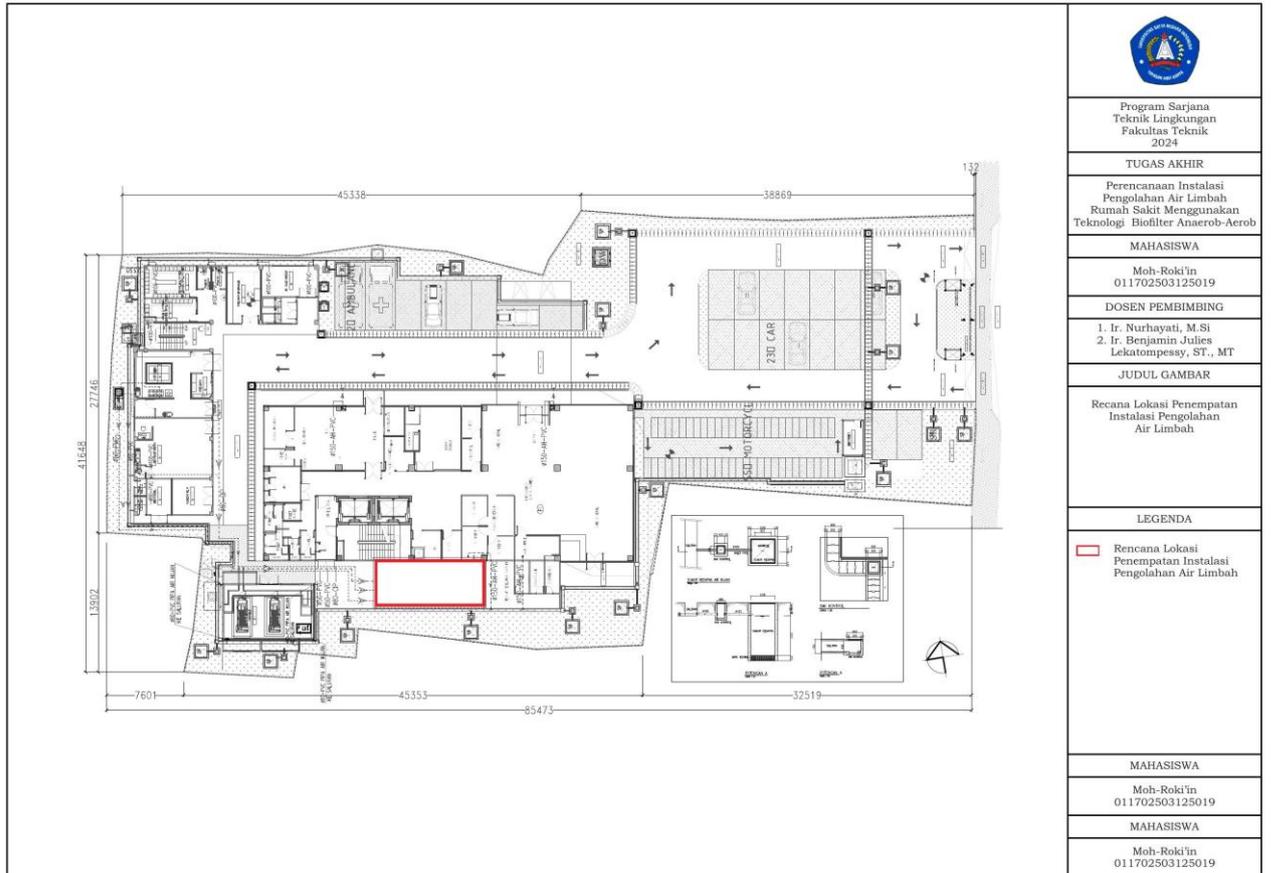
Berdasarkan tabel 5 menunjukkan bahwa Timbulan lumpur dari solid sebesar 3.461.250 mg/hari atau 3,46 kg/hari. Timbulan lumpur dari biologi sebesar 3.973.331 mg/hari atau 3,97 kg/hari. Total timbulan lumpur sebesar 7,43 kg/hari. Masa jenis lumpur sebesar 721 kg/m³. Sehingga Timbulan lumpur terkonversi sebesar 0,010 m³/hari.

Beberapa penelitian yang mendukung dari hasil penelitian yang dilakukan diantaranya, Tchobanoglous et al (2014) menyatakan rata-rata sekitar 50 - 90 % dari konsumsi air per kapita menjadi air limbah. Mara (2004), fraksi konsumsi air yang menjadi air limbah biasanya sebesar 0,8 – 0,9. Setiyono (2009), keperluan domestik pada umumnya jumlah limbahnya sebesar 80 – 90 % dari pemakaian air yang berpotensi menjadi limbah.

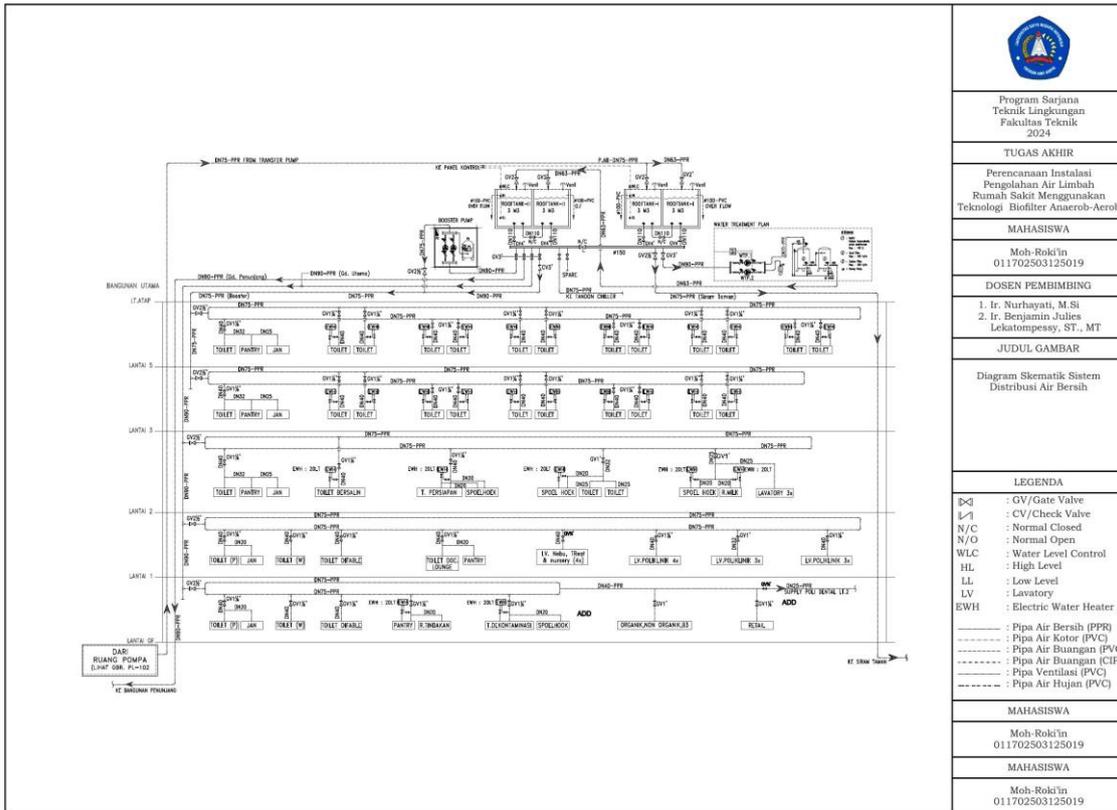
Uji kualitas air limbah sebelum dan setelah pengolahan pada IPAL, serta efisiensi kinerja IPAL dalam mereduksi pencemaran. Analisis data yang meliputi pemeriksaan sampel air yang diuji di laboratorium dengan parameter pH, COD, BOD, TSS, minyak dan lemak, amonia, total *coliform* (Talumewo, Mangangka, & Thambas, 2023). Air limbah rumah sakit banyak mengandung zat berbahaya dan bersifat pathogen. IPAL merupakan unit yang sangat penting pada bangunan rumah sakit (Prihatino, Yuliani, & Haribowo, 2022; Ratnawati & Ulfah, 2020; Oktaviani, Sarwono, & Suryawan, 2021; Haribowo, Megah, & Rosita 2019; Haribowo, Dermawan, & Yudha, 2018).

Penggambaran Desain Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL)

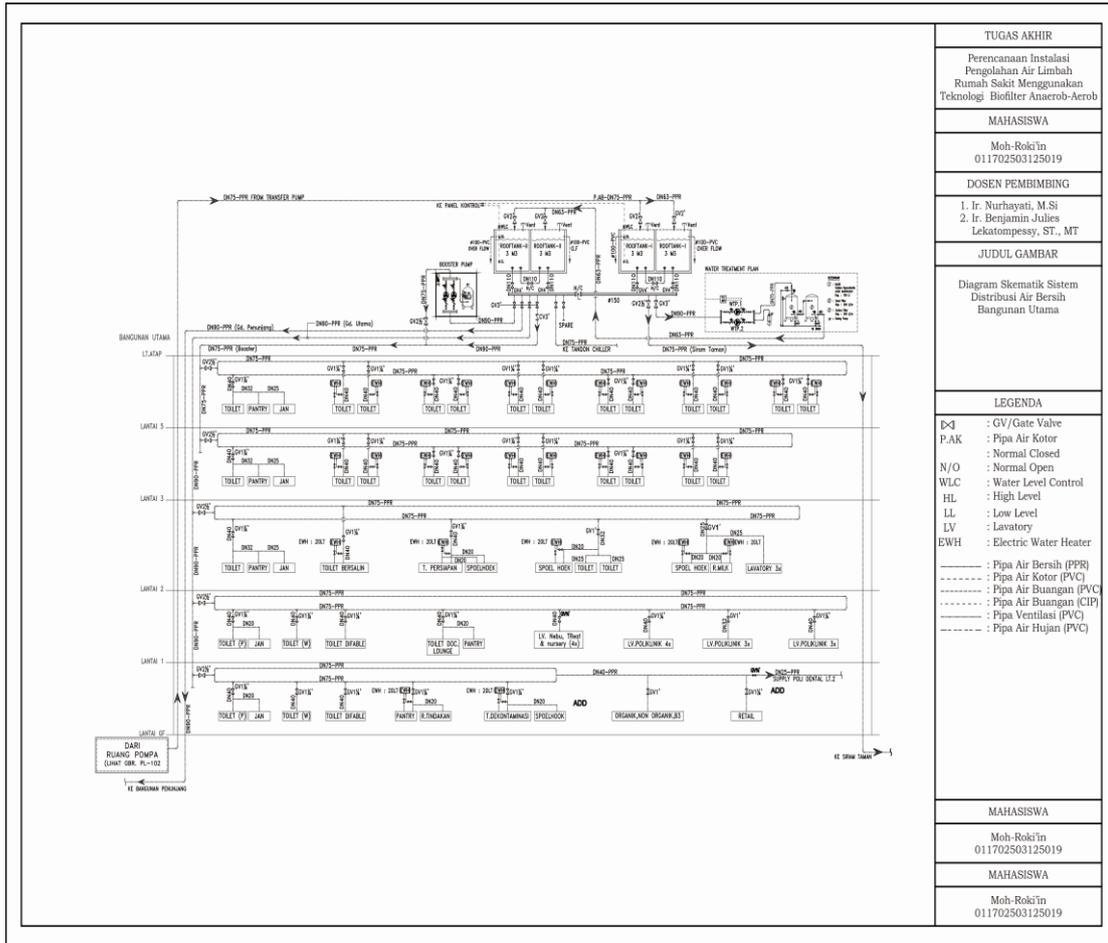
Desain rancangan perencanaan IPAL di RSU X dengan kapasitas limbah cair domestik sebesar 30 m³/hari atau 20,83 liter/menit, terdapat pada gambar di bawah ini.



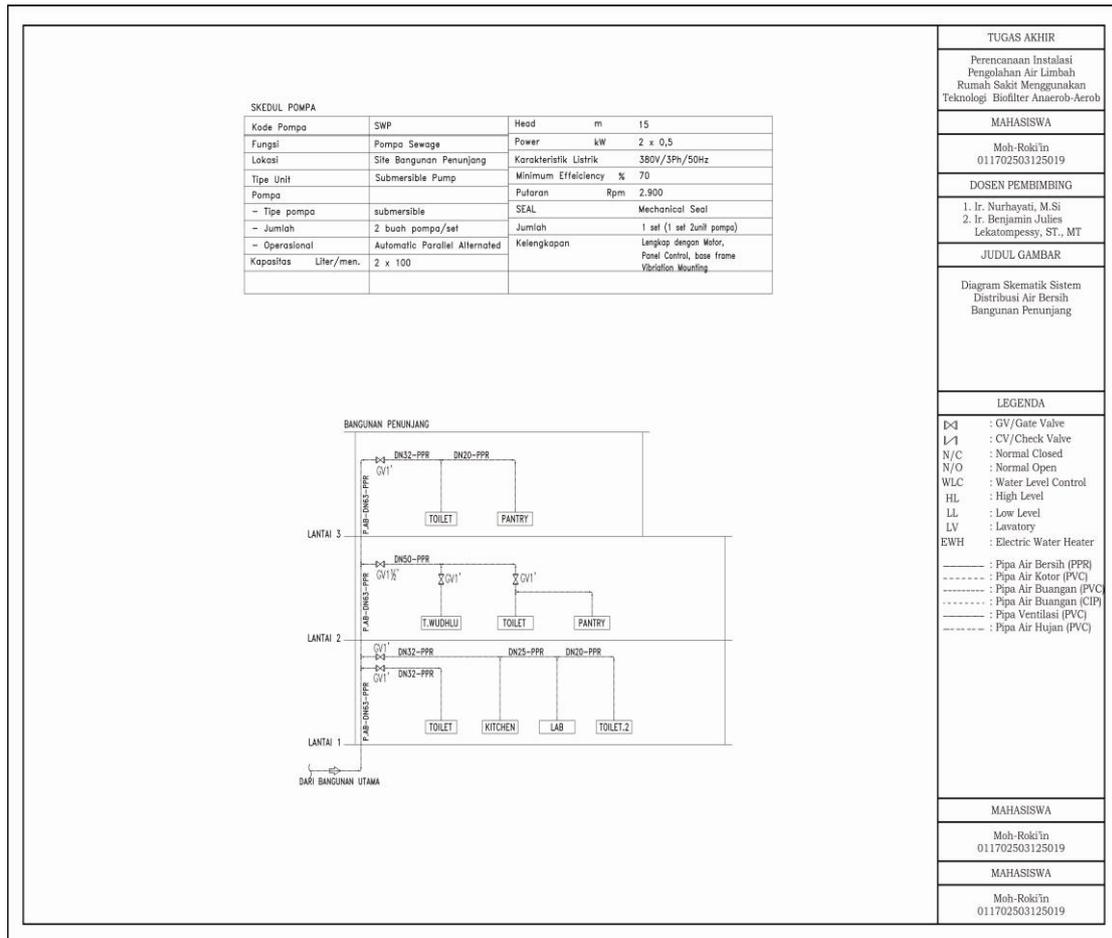
Gambar 8. Site Plan Perencanaan



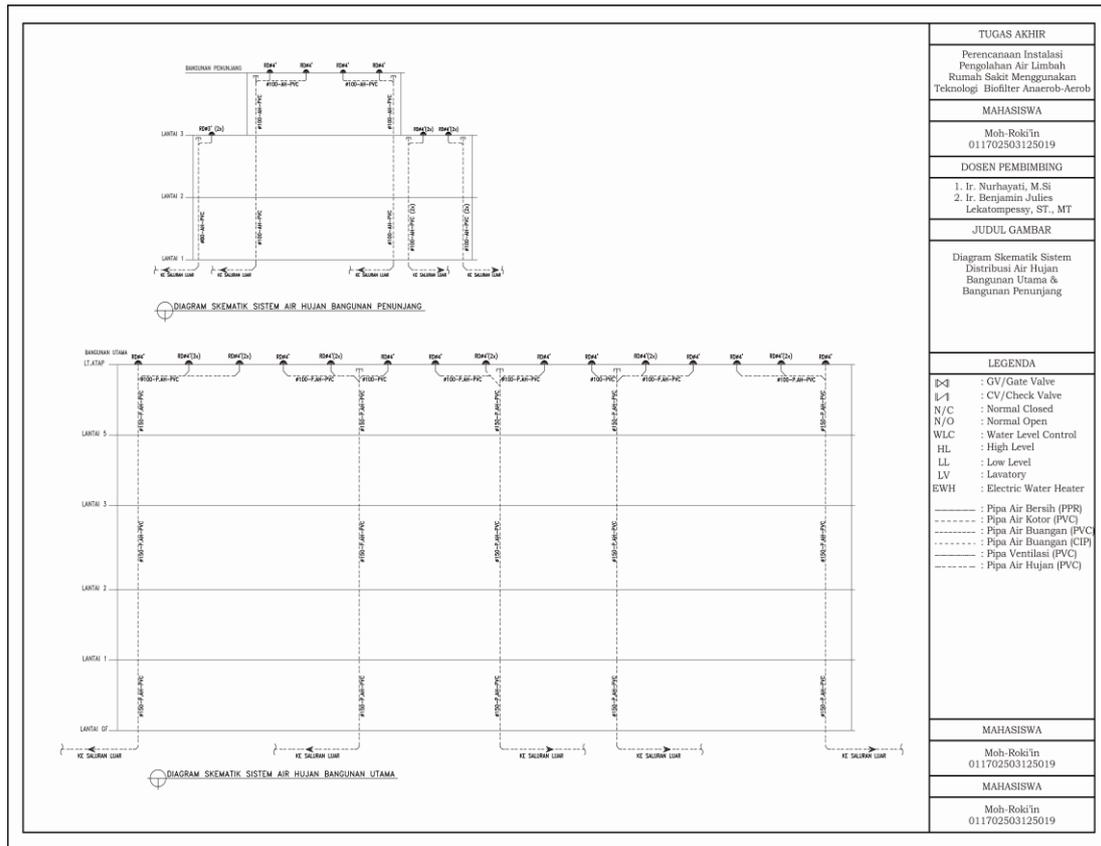
Gambar 9. Isometri Air Bersih



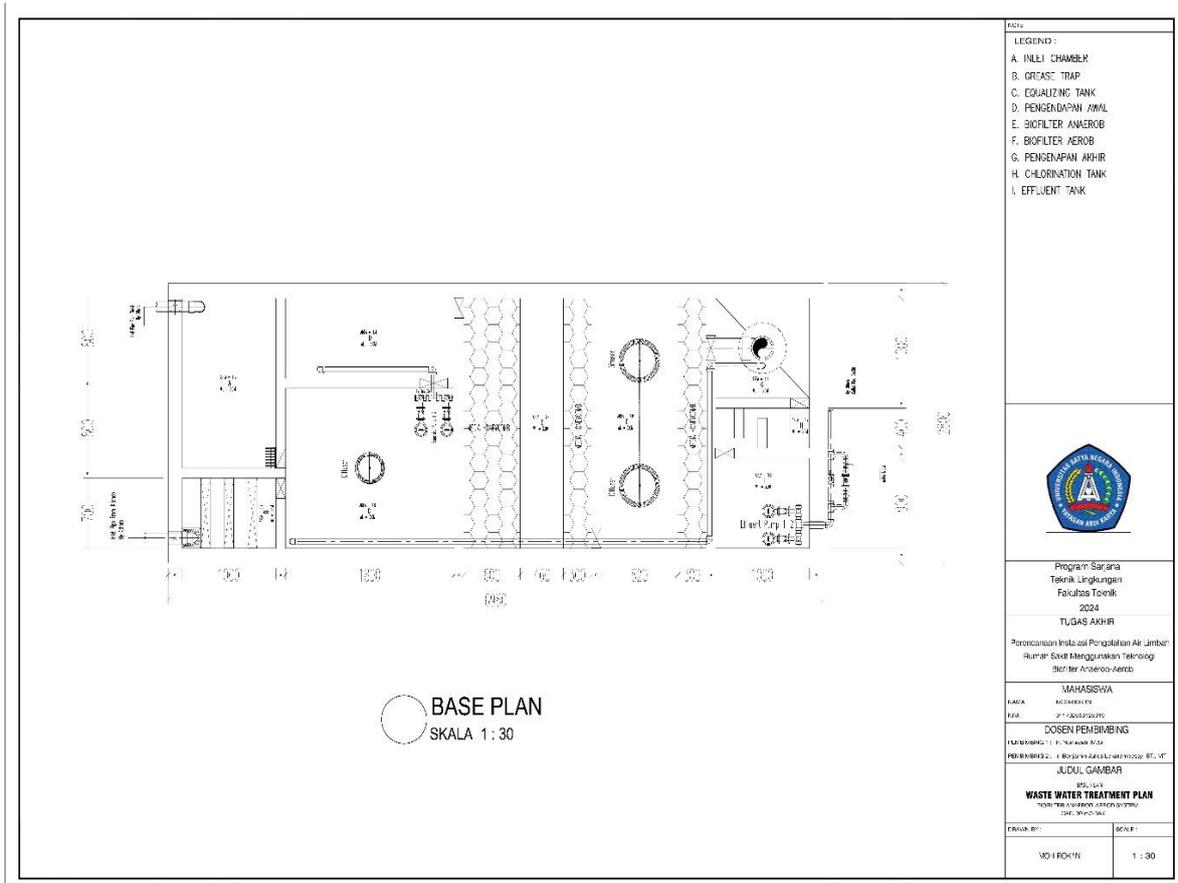
Gambar 10. Air Bersih Bangunan Utama



Gambar 11. Air Bersih Bangunan Penunjang



Gambar 12. Sistem Distribusi Air Hujan Bangunan Utama dan Penunjang



Gambar 13. Base Line RS X

Gambar 15. *Top Plan* RS X

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan dari hasil penelitian sebagai berikut:

- a. Perencanaan Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL) pada RSU X sesuai untuk dirancang mengolah air limbah sebesar $\pm 30 \text{ m}^3$ /hari, kurang lebih untuk kapasitas jumlah tempat tidur di rumah sakit sebanyak 60 *bed*.
- b. Efisiensi penyisihan karakteristik air limbah pada bak *inlet chamber*, bak *grease trap*, bak *equalizing*, bak biofilter anaerob, bak biofilter aerob, bak sedimentasi, dan bak klorinasi.
- c. Efisiensi kebutuhan kaporit untuk desinfeksi, timbulan CH_4 , dan timbulan lumpur.

Adapun saran yang diberikan diantaranya:

Instalasi Pengolahan Air Limbah Rumah Sakit Umum X dalam pemeliharaan dan pengolahan limbah cairnya memerlukan usaha-usaha dari seluruh pihak terkait agar mencapai optimalisasi.

DAFTAR PUSTAKA

- Adhani, R. 2018. Pengelolaan Limbah Medis Pelayanan Kesehatan. Banjarmasin: Lambung Mangkurat University Press.
- Andreozzi R, Caprio V, Insola A, Maritta R, dan Sanchirico R. 2000. Advanced oxidation processes for the treatment of mineral oil-contaminated wastewater. *Water Resource*, 34(2): 620-628.
- BPPT. 2018. Badan Pengkaji dan Penerapan Teknologi tahun 2018 tentang Ketetapan Bagian IPAL. Jakarta: BPPT.
- Budianto S dan Hariyanto T. 2017. Analisis perubahan konsentrasi Total Suspended Solids (TSS) dampak bencana lumpur Sidoarjo menggunakan Citra Landsat Multi Temporal (Studi Kasus: Sungai Porong, Sidoarjo). *Jurnal Teknik ITS*, 6(1): 130-135.
- Buraerah, Muhammad Fikruddin., Abidin Muhammad Rais., Swandi, Ahmad., & Akrim, Djudil. 2023. Perencanaan Instalasi Pengolahan Air Limbah Rumah Sakit Ibu dan Anak (RSIA) Andi Hawang Kabupaten Luwu Utara. *Jurnal Ilmiah Ecosystem*, 23(2), 423-432. p-ISSN : 1411-3597. e-ISSN : 2527-7286. DOI : 10.35965/eco.v23i2.2901
- Cui, B., Yang, Q., Liu, X., Wu, W., Liu, Z., & Gu, P. 2020. Achieving partial denitrification-anammox in bio filter for advanced wastewater treatment. *Environment International Journal*, 138.(1), 1–9. <https://doi.org/10.1016/j.envint.2020.105612>
- Departemen Kesehatan RI Kementerian Kesehatan Republik Indonesia Direktorat Jenderal Bina Upaya Kesehatan. 2011. JUKNIS SIRS 2011 Revisi VI Sistem Informasi Rumah Sakit. Jakarta: Depkes RI.
- Departemen Kesehatan. 2009. Undang – Undang No. 44 Tahun 2009 tentang rumah sakit. Jakarta: Kementrian Kesehatan.
- Dewi, R. S. T., & Masruhim, M. A. 2016. Implementasi kebijakan pengelolaan limbah rumah sakit di rumah sakit islam sultan agung kota Semarang, *Humani (Hukum dan Masy. Madani)*, 7(3), 223–236.
- Fardian, Erdi. 2022. Teknologi Biofilter sebagai Pengolahan Air Limbah Rumah Sakit. *Environmental Engineering Journal*, 2(1), 28 – 34. ISSN 2808-2052

- Hadi, A. 2005. Prinsip Pengelolaan Pengambilan Sampel Lingkungan. Jakarta: PT Gramedia Pustaka Utama.
- Hariyani, N., & Sarto, S. 2018. Evaluasi penggunaan biofilter anaerob-aerob untuk meningkatkan kualitas air limbah rumah sakit Evaluating the use of anaerob-aerob bio filter to increase the quality of hospital wastewater. *BKM Journal of Community Medicine and Public Health*, 34(5), 199–204.
- Haribowo, R., Megah, S., & Rosita, W. 2019. Efisiensi Sistem Multi Soil Layering Pada Pengolahan Air Limbah Domestik Pada Daerah Perkotaan Padat Penduduk. *Jurnal Teknik Pengairan*, 10(1), 11–27. doi: 10.21776/ub.pengairan.2019.010.01.2.
- Haribowo, R., Dermawan, V., & Yudha, N. 2018. Application of Artificial Neural Network for Defining the Water Quality in The River. *Civ. Environ. Sci.*, 001(01), 12–18. doi: 10.21776/ub.civense.2018.00101.2.
- Karyadi L. 2010. Partisipasi Masyarakat Dalam Program Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL) Komunal Di RT 30 RW 07 Kelurahan Warungboto, Kecamatan Umbulharjo, Kota Yogyakarta. Skripsi. Yogyakarta (ID): Universitas Negeri Yogyakarta.
- Keputusan Menteri Kesehatan Republik Indonesia No. 1204/MENKES/SK/X/2004 tentang Persyaratan Kesehatan Lingkungan Rumah Sakit. Jakarta: Kepmenkes RI.
- Lestari, A. A. W., & Erawati, E. 2022. Analisis Parameter COD Dan BOD Pengolahan Limbah Cair Di RSUD Dr. Moewardi Metode Biofilter Aerob. *Prosiding Seminar Nasional Unimus*, 5(1), 1506-1516.
- Manoppo, Virzina N., Riogilang, Hendra., & Herawaty Riogilang. 2023. Evaluasi Limbah Cair dan Limbah Padat di Rumah Sakit Advent Kota Manado. *Tekno*, 21(84), 539 – 550. p-ISSN: 0215-9617. <https://ejournal.unsrat.ac.id/v3/index.php/tekno>
- Mara, D. 2004. *Domestic Wastewater Treatment In Developing Countries*. London: Earthscan.
- Maulana, Muhammad Iqbal., Suyanto, Hendro., & Jaya, Allan Restu. 2023. Perencanaan Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL) UPT Laboratorium Kesehatan dan Kalibrasi Dinas Kesehatan Provinsi Kalimantan Tengah. *Publikasi Riset Orientasi Teknik Sipil (Proteksi)*, 5(1), 7-12. E-ISSN: 2655-6421. <https://doi.org/10.26740/proteksi.v5n1.p7-12>
- Metcalf & Eddy. 2004. *Wastewater Engineering, Treatment and Reuse* (4th ed). New York: McGraw-Hill.
- Mubin F, Binilang A, dan Halim F. 2016. Perencanaan sistem pengolahan air limbah domestik di Kelurahan Istiqlal Kota Manado. *Jurnal Sipil Statik*. 4(3), 211-223.
- Oktaviani, W. N., Sarwono, A., & Suryawan, I. W. K. 2021. Identification of Surface Water Treatment Plant (WTP) Effluent and Distribution Water Quality in Wonogiri Regency, Central Java. *Civense*, 5(1), 3–8.
- Peraturan Menteri Kesehatan Nomor 3 Tahun 2020 tentang Klasifikasi dan Perizinan Rumah Sakit.
- Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan Nomor 68 Tahun 2016. Tentang Baku Mutu Air Limbah Domestik.
- Peraturan Menteri Lingkungan Hidup Republik Indonesia Nomor 5 Tahun 2014 tentang Standar Baku Limbah Cair Domestik Rumah Sakit.
- Peraturan Menteri Pekerjaan Umum Dan Perumahan Rakyat Republik Indonesia Tahun 2017 tentang Penyelenggaraan Sistem Pengelolaan Air Limbah Domestik. Menteri PUPR RI Indonesia.

- Pitriani, Mutmainnah M, Trivena T, Farida I, Kiki Sanjaya, Nurdin Rahman, Lusya Salmawati, & Hasanah. 2022. Efektivitas Biofilter dalam Mereduksi Polutan pada Air Limbah Rumah Sakit di Kota Palu. *Afiasi: Jurnal Kesehatan Masyarakat*, 7(1), 245-253. ISSN Print : 2442-5885. <http://afiasi.unwir.ac.id> ISSN Online : 2622-3392
- Prihatino, S. G., Yuliani, E., & Haribowo, R. 2022. Studi Evaluasi Instalasi Pengolahan Air Limbah pada Rumah Sakit Umum Daerah Dr. Haryoto Kabupaten Lumajang. *Jurnal Teknologi dan Rekayasa Sumber Daya Air*, 2(2), 156-165. <https://jtresda.ub.ac.id/>
- Putri, Ardhea Natasya & Wibowo, Gurawan Djati. 2023. Perancangan Ulang Desain Instalasi Pengolahan Air Limbah Di Rumah Sakit Universitas Sebelas Maret. Skripsi, Universitas Muhammadiyah Surakarta. <http://eprints.ums.ac.id/id/eprint/115889>
- Ratnawati, R., & Ulfah, S. L. 2020. Pengolahan Air Limbah Domestik menggunakan Biosand Filter. *Jurnal Ilmu Lingkungan*, 18(1), 8–14. doi: 10.14710/jil.18.1.8-14.
- Rohana, R., & Umar, F. 2020. Desain Perencanaan Ipal (Instalasi Pengolahan Air Limbah) Menggunakan Proses Biofilter “Up Flow” Rumah Sakit Pendidikan Unismuh. *Jurnal Linears*, 3(1), 32–37. <https://doi.org/10.26618/j-linears.v3i1.3222>
- Said, Nusa Idaman. (2002). Penggunaan Media Serat Plastik pada Proses Biofilter Tercelup untuk Pengolahan Air Limbah Rumah Tangga Non Toilet. Jakarta: BPPT.
- Sari S.F dan Sutrisno J. 2018. Penurunan total coliform pada air tanah menggunakan membran keramik. *Jurnal Teknik Waktu*. 16(1), 30-38.
- Sastrawijaya A.T. 2000. Pencemaran Lingkungan. Jakarta (ID): Rineka Cipta.
- Setiyono. 2009. Desain perencanaan instalasi pengolahan air limbah (IPAL) dan reuse air dilingkungan perhotelan. *Jurnal JAI*, Vol 5; 162-172.
- Siregar A., 2005. Instalasi Pengolahan Air Limbah. Yogyakarta: Kanisius.
- Soewarso. 1996. Limbah Rumah Sakit Permasalahan dan Penanggulangannya. *Buletin Kesehatan Lingkungan Masyarakat*.
- Talumewo, R. M., Mangangka, I. R., & Thambas, A. H. 2023. Evaluasi Kinerja Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL) RSUD Dr. Sam Ratulangi Tondano dalam menurunkan Indeks Pencemaran. *Jurnal Tekno*, 21(85), 1789-1798. p-ISSN: 0215-9617. <https://ejournal.unsrat.ac.id/v3/index.php/tekno>
- Tchobanoglous, G. et al. 2014. *Wastewater Engineering Treatment and Resource. Recovery*. New York: Mc Graw-Hill Education.
- Tumewu, K. S. I. E., Mangangka, I. R., & Legrans, R. R. I. 2023. Evaluasi Kinerja Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL) Biofilter Anaerobik-Aerobik RSUD Provinsi Sulawesi Utara. *Tekno*, 21(80), 901-911. p-ISSN: 0215-9617. <https://ejournal.unsrat.ac.id/v3/index.php/tekno>
- Wibowo, D. M. 2020. Perencanaan Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL) Sistem Biofilter Aerob dan Anaerob Puskesmas Trimulyo Kecamatan Tegineneng Kabupaten Pesawaran Tahun 2020. Skripsi. Jurusan Kesehatan Lingkungan Politeknik Kesehatan Kemenkes Tanjung Karang.
- Wibowo, Agam Duma Kalista. 2021. Melakukan evaluasi nilai COD, BOD, TSS dan Total Coliform pada instalasi pengolahan air limbah di PT Unilab Perdana. Laporan P2M Prtodi Teknik Kimia, Institut Teknologi Indonesia.
- Yudo S dan Setiyono. 2008. Perencanaan instalasi pengolahan limbah domestik di rumah susun Karang Anyar Jakarta. *Jurnal Teknik Lingkungan*. 9(1), 31-40.
- Yusdi, A. 2013. Pengolahan Air Limbah Domestik. Tesis, Prodi Ilmu Lingkungan, 14-22.
- Zulius A. 2017. Rancang bangun monitoring pH air menggunakan Soil Moisture Sensor di SMK N 1 Tebing Tinggi Kabupaten Empat Lawang. *JUSIKOM*. 2(1): 37-43.

TechLINK

JURNAL TEKNIK LINGKUNGAN

ANALISIS LITERASI LINGKUNGAN PADA SISWA SMA NEGERI 5 SAWANGAN KOTA
DEPOK JAWA BARAT

Ning Setianti

KAJIAN LITERATUR BIOSORBEN LIMBAH PERTANIAN DALAM MENGURANGI LIMBAH
LOGAM PADA LINGKUNGAN

Deni Kurniawan

VALIDASI METODE PENENTUAN MINYAK DAN LEMAK PADA AIR DENGAN *FOURIER
TRANSFORM INFRARED* (FTIR) DI PT. KEHATILAB INDONESIA

Hadi Suyono; Yusriani Sapta Dewi, Benjamin J. Lekatompessi

PEMANFAATAN LIMBAH KULIT JAGUNG DAN CANGKANG TELUR UNTUK BAHAN
BAKU MASKER *PEEL-OFF*

Wa Ode Priska Muliawati, Nurhayati, Mudarisin

PERENCANAAN INSTALASI PENGOLAHAN AIR LIMBAH DOMESTIK RUMAH SAKIT
MENGUNAKAN TEKNOLOGI BIOFILTER ANAEROB – AEROB

Moh-Roki'in dan Nurhayati



JURNAL ILMIAH TechLINK

Pelindung

Dekan Fakultas Teknik

PenanggungJawab

Hernalom Sitorus, ST., M.Kom

Dewan Redaksi

Ir. Nurhayati, M.Si

Drs. Charles Situmorang, M.Si

MitraBestari

Dr. Hening Darpito (UNICEF)

Dr. Rofiq Sunaryanto, M.Si (BRIN)

Ir. Asep Jatmika, MM (DLH)

Ir. Rahmawati, M.Si (DLH)

Ir. Mudarisin, ST. MT (BNSP)

Penyunting Pelaksana

Ai Silmi S.Si., M.T

Adnan Mulyana, SE. MM

Nurul Chafid, S.Kom., M.Kom

JURNAL TechLINK merupakan Jurnal Ilmiah yang menyajikan artikel original tentang pengetahuan dan informasi teknologi lingkungan beserta aplikasi pengembangan terkini yang berhubungan dengan unsur Abiotik, Biotik dan Cultural.

Redaksi menerima naskah artikel dari siapapun yang mempunyai perhatian dan kepedulian pada pengembangan teknologi lingkungan. Pemuatan artikel di Jurnal ini dapat dikirim kealamat Penerbit. Informasi lebih lengkap untuk pemuatan artikel dan petunjuk penulisan artikel tersedia pada halaman terakhir yakni pada Pedoman Penulisan Jurnal Ilmiah atau dapat dibaca pada setiap terbitan. Artikel yang masuk akan melalui proses seleksi editor atau mitra bestari.

Jurnal ini terbit secara berkala sebanyak dua kali dalam setahun yakni bulan April dan Oktober serta akan diunggah ke Portal resmi Kemenristek Dikti. Pemuatan naskah dipungut biaya sesuai dengan ketentuan yang berlaku.

Alamat Penerbit / Redaksi

Program Studi Teknik Lingkungan, FakultasTeknik
Universitas Satya Negara Indonesia

Jl. Arteri Pondok Indah No.11 Kebayoran Lama Utara
Jakarta Selatan 12240 – Indonesia

Telp. (021) 7398393/7224963. Hunting, Fax 7200352/7224963

Homepage : <http://www.usni.ac.id>

E-mail :

redaksi_jurnalft@usni.ac.id

Frekuensi Terbit

2 kali setahun :April dan Oktober

DAFTAR ISI

ANALISIS LITERASI LINGKUNGAN PADA SISWA SMA NEGERI 5 SAWANGAN KOTA DEPOK JAWA BARAT Ning Setianti	1 - 7
KAJIAN LITERATUR BIOSORBEN LIMBAH PERTANIAN DALAM MENGURANGI LIMBAH LOGAM PADA LINGKUNGAN Deni Kurniawan	8 - 17
VALIDASI METODE PENENTUAN MINYAK DAN LEMAK PADA AIR DENGAN <i>FOURIER TRANSFORM INFRA-RED (FTIR)</i> DI PT. KEHATILAB INDONESIA Hadi Suyono; Yusriani Sapta Dewi, Benjamin J. Lekatompessi	18 - 25
PEMANFAATAN LIMBAH KULIT JAGUNG DAN CANGKANG TELUR UNTUK BAHAN BAKU MASKER <i>PEEL-OFF</i> Wa Ode Priska Muliawati, Nurhayati, Mudarisin	26 - 34
PERENCANAAN INSTALASI PENGOLAHAN AIR LIMBAH DOMESTIK RUMAH SAKIT MENGGUNAKAN TEKNOLOGI BIOFILTER ANAEROB – AEROB Moh-Roki'in dan Nurhayati	35 - 59

