



Strategi *Recycle* Air Limbah Domestik Terolah sebagai Penunjang *Green Zone*

Bonita Setyaningtias^{1*}, Rizka Novembrianto²

^{1,2}Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Jawa Timur, Indonesia

Alamat: Jl. Rungkut Madya, Gunung Anyar, Surabaya

*Korespondensi penulis: nitaasetyaa24@gmail.com

Abstract. *Industry 4.0 has brought significant changes to human life across various sectors, including education. The education sector serves as a fundamental pillar for the growth and development of future generations, requiring collaboration from all stakeholders. Effective regulations and measures are essential to improve the quality of education and teaching. One activity within the education sector generates domestic wastewater that must be treated. Domestic wastewater refers to water waste from household activities, such as washing, kitchen use, and toilets. This study employs a quantitative method using secondary data on wastewater flow rates and parameters. The research stages include preparation, data collection (both primary and secondary), data analysis, and the preparation of environmental documents. Domestic wastewater is categorized into grey water and black water. The treatment of wastewater using anaerobic and aerobic biofilters has proven effective in reducing organic pollutant levels. The treated wastewater will be repurposed for irrigating Green Zone in school buildings.*

Keywords: *domestic wastewater treatment, grey water, treatment.*

Abstrak. Industri 4.0 telah membawa perubahan besar pada kehidupan manusia di berbagai bidang, termasuk pendidikan. Sektor pendidikan menjadi fondasi utama bagi perkembangan dan kemajuan generasi masa depan, yang memerlukan peran semua pihak. Diperlukan juga regulasi yang baik ke depan, dengan langkah-langkah untuk meningkatkan kualitas pendidikan dan pengajaran. Salah satu aktivitas yang dilakukan oleh sektor pendidikan menghasilkan limbah domestik yang harus diolah. Limbah domestik adalah air sisa yang berasal dari kegiatan rumah tangga, seperti air bekas mencuci, dari dapur, dan dari toilet. Penelitian ini dilakukan dengan menggunakan metode kuantitatif dengan data sekunder berupa debit dan parameter limbah yang dihasilkan. Tahap penelitian terdiri dari tahap persiapan, pengumpulan data primer dan sekunder, analisis data, dan penyusunan dokumen lingkungan. Air limbah domestik terbagi menjadi grey water dan black water. Pengolahan air limbah menggunakan biofilter anaerob dan aerob terbukti efektif dalam mengurangi kadar bahan organik dalam limbah. Hasil olahan akan digunakan untuk penyiraman Ruang Terbuka Hijau (RTH) di gedung sekolah

Kata kunci: air limbah domestik, *grey water*, pengolahan.

1. LATAR BELAKANG

Industri 4.0 telah membawa perubahan besar pada kehidupan manusia di berbagai bidang, termasuk pendidikan. Sektor pendidikan menjadi fondasi utama bagi perkembangan dan kemajuan generasi masa depan, yang memerlukan peran semua pihak. Diperlukan juga regulasi yang baik ke depan, dengan langkah-langkah untuk meningkatkan kualitas pendidikan dan pengajaran (Dito and Pujiastuti 2021). Salah satu dari aktivitas kegiatan yang dilakukan oleh sektor pendidikan menghasilkan limbah domestik yang harus diolah. Kegiatan pendidikan yang menghasilkan limbah domestik berasal dari aktivitas toilet dan kantin.

Aktivitas gedung sekolah yang berada di Kabupaten Kediri menghasilkan limbah domestik. Limbah domestik adalah air sisa yang berasal dari kegiatan rumah tangga, seperti air bekas mencuci, dari dapur, dan dari toilet (Amri and Wesen 2017). Air limbah domestik mengandung bahan organik, seperti protein, karbohidrat, dan lemak, serta bahan anorganik, seperti partikel, garam, dan logam, yang dapat berada dalam bentuk tersuspensi atau terlarut (Ratnawati and Ulfah 2020). Limbah cair domestik terbagi menjadi grey water dan black water. Grey water adalah limbah cair yang berasal dari aktivitas manusia namun tidak berasal dari aliran menuju toilet. Blackwater merupakan limbah yang berasal dari proses pembuangan feces manusia (Maliga et al. 2022). Jika limbah cair domestik ini langsung dibuang akan terjadi kerusakan lingkungan.

Hal ini dibutuhkan teknologi pengolahan limbah domestik yang tepat untuk pengolahan limbah cair yang ada di Gedung sekolah (Hadi, Utomo, and Soeryodarundio 2024). Pada Gedung sekolah memiliki pengolahan limbah cair berupa grease trap. Grease trap adalah wadah yang berfungsi untuk memisahkan lemak atau minyak serta mengendapkan kotoran seperti pasir, tanah, atau partikel padat lainnya (Sari, Moelyaningrum, and Ningrum 2018). Dimana grease trap pada gedung sekolah diletakkan di kantin. Penggunaan biofilter anaerob, biofilter aerob, atau gabungan keduanya dalam pengolahan air limbah terbukti mampu mengurangi kandungan bahan organik seperti BOD, COD, TSS, amonia, TDS, dan Total Coliform secara efektif, dengan biaya operasional yang relatif rendah. (Lolo and Pambudi 2020).

Kegiatan pemanfaatan limbah domestik membantu menunjang SDGs salah satunya SDGS 6 yaitu menjamin ketersediaan serta pengelolaan air bersih dan sanitasi yang berkelanjutan semua. Pada SDGS 6 ini terdapat target Upaya meningkatkan kualitas air meliputi pengurangan polusi, pencegahan pembuangan limbah, pengendalian pelepasan bahan kimia berbahaya, penurunan setengah dari jumlah air limbah yang tidak diolah, serta pengembangan daur ulang dan pemanfaatan kembali bahan daur ulang secara aman di seluruh dunia. (Bappenas 2020)

Pengolahan air limbah domestik jenis grey water di gedung sekolah dapat menjadi sumber alternatif untuk memenuhi kebutuhan air dalam penyiraman tanaman dan penghijauan. Selain itu, upaya ini juga membantu mengurangi volume serta beban pencemaran air limbah yang masuk ke sistem drainase perkotaan atau badan air seperti sungai. (Busyairi et al. 2020). Hasil olahan limbah cair domestik dari IPAL di gedung sekolah direncanakan untuk digunakan dalam penyiraman lahan. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk menilai sejauh mana efektivitas IPAL di gedung sekolah dalam mengolah limbah cair domestik agar dapat dimanfaatkan untuk penyiraman ruang terbuka hijau (RTH).

2. KAJIAN TEORITIS

Kegiatan gedung sekolah

Dalam dunia pendidikan, terdapat sejumlah komponen yang berperan penting dalam mendukung proses pembelajaran, baik secara langsung maupun tidak langsung. Salah satu komponen utama adalah sarana dan prasarana pendidikan. Pengelolaan yang baik terhadap sarana dan prasarana ini sangat berkontribusi dalam mewujudkan tujuan pendidikan. Ketika sarana dan prasarana tersedia dengan memadai, proses belajar mengajar dapat berjalan lebih efektif. Oleh karena itu, keberadaan sarana dan prasarana yang lengkap dan sesuai kebutuhan sangat diperlukan untuk mendukung kegiatan pembelajaran. Pemerintah diharapkan terus berupaya melengkapi sarana dan prasarana pendidikan di semua jenjang dan tingkat pendidikan secara berkesinambungan (Radiles, Afdal, and Cynthia 2019).

1) Primary school

Pendidikan dasar berperan sebagai landasan utama dalam membangun kecerdasan dan karakter anak-anak. Peningkatan kualitas pendidikan di Indonesia telah menjadi salah satu agenda prioritas nasional. Upaya transformasi pendidikan mencakup pengembangan kurikulum, penerapan metode pengajaran yang inovatif, dan perbaikan sistem evaluasi pembelajaran guna meningkatkan pencapaian hasil belajar siswa. (Sutanto 2024).

2) Receptionis building

Ruang resepsionis di sekolah adalah fasilitas penting yang menjadi titik pertama yang terlihat saat seseorang memasuki area sekolah. Ruangan ini digunakan untuk melaksanakan kegiatan administrasi yang berkaitan dengan operasional sekolah. Di dalam ruang ini, terdapat satu petugas administrasi yang memiliki tanggung jawab untuk menangani semua urusan administrasi yang diperlukan (Sarfah, N.S & Farida 2021).

3) Kantin

Kantin sekolah adalah salah satu tempat bagi siswa untuk membeli makanan selama jam sekolah. Selain kantin, terdapat juga pedagang makanan yang berada di sekitar sekolah yang menyediakan pilihan makanan. Beberapa kantin sekolah sudah menyediakan pilihan makanan yang sehat dan bergizi, sementara yang lain belum sepenuhnya memenuhi standar tersebut. kantin sekolah umumnya menawarkan berbagai makanan yang mengandung zat gizi penting seperti karbohidrat, protein, lemak, vitamin, dan mineral. Makanan yang tersedia antara lain nasi campur dengan sayur dan lauk, nasi kuning dengan ayam atau ikan goreng, nasi goreng dengan telur

dadar, salad buah, mie instan, puding, pisang kukus, somay (kukus atau goreng), pisang dan ubi goreng, kacang-kacangan, serta berbagai snack seperti permen dan gulali (Ayu Lestari 2021).

4) **Place of worship**

Place of worship merupakan fasilitas penting bagi siswa dan guru untuk melaksanakan kegiatan keagamaan di suatu sekolah. Selain berfungsi sebagai tempat beribadah, fasilitas ini juga berperan sebagai pusat penyebaran ajaran agama dan pelaksanaan berbagai aktivitas keagamaan. Tempat ibadah yang terawat dengan baik biasanya memiliki pengelola dan pendukung yang aktif, sehingga kebersihan dan kelestariannya selalu terjaga (Penyaluran et al. 2020).

5) **Dormitory**

Sekolah asrama adalah institusi pendidikan yang menyediakan fasilitas tempat tinggal bagi siswa, serta sebagian guru dan pengelola sekolah. Lingkungan di sekolah asrama memiliki karakteristik yang khas dengan interaksi dan kondisi unik yang membedakannya dari jenis sekolah lainnya. Sistem ini menciptakan konteks ekologi khusus yang memungkinkan siswa berinteraksi intensif dengan teman sebaya, guru, dan staf. Hal ini memberikan peluang berbeda dalam mendukung pertumbuhan dan perkembangan siswa yang tinggal di asrama tersebut (Via 2019).

6) **Multi purpose hall**

Multi purpose hall adalah fasilitas yang dirancang untuk mendukung berbagai jenis kegiatan, tergantung pada kebutuhan dan kondisi gedung tersebut. Pada umumnya, gedung ini memiliki fungsi yang serupa dengan gedung pertemuan, yang biasanya digunakan untuk acara tertentu. Namun, gedung serbaguna tidak termasuk dalam kategori properti dengan tujuan khusus (*special-purpose property*), seperti gedung yang dibangun untuk keperluan tertentu dan operasional khusus, misalnya panti jompo, bandara, rumah sakit, sekolah, universitas, atau gedung teater (Desita 2021).

7) **Laboratorium**

Laboratorium adalah fasilitas pembelajaran yang digunakan untuk mendukung proses belajar mengajar melalui metode praktikum. Di tempat ini, siswa dapat memperoleh pengalaman langsung dengan berinteraksi menggunakan berbagai alat dan bahan. Hal ini memungkinkan siswa untuk mengamati fenomena secara langsung serta membuktikan secara mandiri konsep atau teori yang dipelajari (Trisianawati, Ita, and Fitria 2020)

Laboratorium di sekolah memiliki berbagai jenis sesuai dengan jurusan yang tersedia. Sekolah dengan jurusan IPA, misalnya, memerlukan laboratorium khusus yang mencakup sub-laboratorium untuk biologi, fisika, dan kimia. Laboratorium biologi, yang berfokus pada ilmu kehidupan, mempelajari berbagai proses yang sering ditemukan dalam kehidupan sehari-hari, memberikan siswa pemahaman mendalam tentang fenomena biologis (Burhanuddin et al. 2022).

3. METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilakukan dengan menggunakan metode kuantitatif dengan menggunakan data sekunder berupa debit dan parameter limbah yang dihasilkan, jumlah tenaga kerja dan siswa, luas lahan Ruang Terbuka Hijau (RTH), Jumlah tanaman yang digunakan di Ruang Terbuka Hijau. Serta melakukan perhitungan analisis yaitu neraca air, neraca massa IPAL, kebutuhan air untuk penyiraman Ruang Terbuka Hijau (RTH)

Tahap penelitian terdiri dari tahap persiapan, pengumpulan data primer dan sekunder, analisis data dan penyusunan dokumen lingkungan. Dimana tahap persiapan penelitian dilakukan dengan menyiapkan kebutuhan data yang dilakukan sebelum survey. Tahap pengumpulan data primer dilakukan dengan pengambilan sampel dan observasi kegiatan gedung sekolah, sedangkan data sekunder diperoleh dari dokumen Gedung Sekolah Kabupaten Kediri. Tahap analisis data ini dilakukan pengelompokan data, interpretasi data. Dimana pengelompokan data ini mencakup identifikasi sumber penggunaan air bersih dan identifikasi sumber air limbah domestik dari kegiatan yang dilakukan gedung sekolah di Kabupaten Kediri dll. Tahap terakhir yaitu penyusunan dokumen lingkungan berupa deskripsi hasil analisis data secara singkat dan rekomendasi apabila diperlukan.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Sumber Air Limbah Domestik

Kegiatan gedung sekolah berada di Kabupaten Kediri, Provinsi Jawa Timur. Adanya kegiatan yang dilakukan oleh gedung sekolah tidak terlepas dari adanya produksi air limbah yang dihasilkan, salah satunya adalah air limbah domestik. Sumber air limbah domestik bersumber dari kegiatan sanitasi tenaga kerja, siswa, satpam, kegiatan tempat peribadatan, kantin, kantor, asrama dan kolam renang.

Kegiatan sekolah ini menghasilkan limbah domestik dimana limbah ini dibagi menjadi dua *Grey Water* dan *Black water*. Untuk limbah domestik *grey water* diperoleh dari kegiatan air toilet dari setiap gedung yang ada di gedung sekolah dan air bekas cucian yang ada di dapur.

Untuk *Black water* dihasilkan dari campuran faeces dan urine dengan air bilasan toilet. Berikut kebutuhan air bersih dan air limbah yang dihasilkan gedung sekolah.

Tabel 1. Alokasi Penggunaan Air dan Timbulan Air Limbah

No	Uraian Kegiatan	Jumlah orang	kebutuhan air L/hari	Penggunaan air m3/hari	Grey water m3/hari	Black water m3/hari
Domestik						
1.	Receptionis Building					
	kantor	130	50	6,5	5,2	1,3
	Multi purpose room	20	25	0,5	0,4	0,1
	ruang meeting	10	5	0,05	0,04	0,01
2.	Kantin	80	10	0,8	0,64	0,16
3.	Place of Worship	100	5	0,5	0,4	0,1
4.	Primary school	540	40	21,6	17,28	4,32
5.	Secondary school	540	50	27	21,6	5,4
6.	Kindergarten	120	10	1,2	0,96	0,24
7.	Dormitory A	32	120	3,84	3,07	0,77
8.	Dormitory B	32	120	3,84	3,07	0,77
9.	Dormitory C	32	120	3,84	3,07	0,77
10.	Dormitory D	32	120	3,84	3,07	0,77
11.	Multi Purpose Hall	350	25	8,75	7	1,75
12.	Sport changing room	30	25	0,75	0,6	0,15
13.	Auditorium					
	Lantai 2	424	10	4,24	3,392	0,848
	Lantai 3	566	10	5,66	4,528	1,132
14.	Lab untuk cuci tangan	30	5	0,15	0,12	0,03
Total Domestik				93	74,45	18,61
Limpasan Dari Black Water					11,17	11,17
Non Domestik						
1.	Pencucian alat lab sains		200	0,2	0,2	-
2.	Kolam Renang		53000	53	53	-
3.	Kolam Renang anak		5000	5	5	-
4.	Laundry		2560	2,56	2,56	-
Total Kebutuhan Non Domestik				61	61	
Total Keseluruhan				154	146	7

Sumber: Data Perencanaan, 2024

Karakteristik Air Limbah

Karakteristik air limbah ini digunakan untuk menentukan unit pengolahan yang efektif dalam meremoval kandungan zat pencemar yang ada dalam limbah Gedung Sekolah sehingga dapat memenuhi baku mutu sebelum dilakukan penyiraman di Ruang Terbuka Hijau (RTH). Air limbah Gedung Sekolah berasal dari kegiatan toilet siswa dan karyawan, kantin, tempat peribadatan, kolam renang, aktivitas laboratorium. air limbah tersebut mengandung pencemar BOD, COD, TSS, residual klorin, fecal coliform, ammonia, minyak dan lemak dan sisa klor. Karakteristik air limbah yang masuk ke IPAL dapat dilihat pada Tabel 2 berikut.

Tabel 2. Karakteristik Air Limbah Gedung Sekolah

No	Parameter	Satuan	Inlet
1	pH	-	7,78
2	BOD	Mg/l	216
3.	COD	Mg/l	452,6
4	TSS	M/g/l	320
5	Residual Klorin	Mg/l	0,43
6	Fecal coliform	MPN/100ml	3915
7	Amoniak	Mg/l	83,4
8	Minyak & Lemak	Mg/l	27,3
9	Sisa Klor	Mg/l	0,0154

Sumber: Hasil Uji Lab,2024

Baku Mutu

Baku mutu yang digunakan dalam kegiatan Sekolah ini mengacu pada Usulan Baku Mutu oleh Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan Baku Mutu Air Limbah Untuk Penyiraman dengan Permen LH RI No 5 Tahun 2014 tentang Baku Mutu Air Limbah Bagi Usaha dan/atau Kegiatan Domestik. Baku Mutu Air Limbah dapat dilihat pada tabel dibawah ini:

Tabel 3. Baku Mutu Air Limbah

Parameter	Satuan	Baku Mutu
pH*	-	6,0 – 9,0
BOD*	mg/L	12
COD*	mg/L	80
TSS*	mg/L	30
Residual Klorin*	mg/L	1
Fecal Coliform*	MPN/100ml	200
Ammonia**	Mg/l	10
Sisa Klor**	mg/L	0
Minyak Lemak**	mg/l	10

Sumber : *) Usulan Baku Mutu Air Limbah Domestik yang dimanfaatkan untuk aplikasi ke tanah oleh Kementrian Lingkungan Hidup dan Kehutanan

***) Peraturan Pemerintah No. 22 Tahun 2021 Lampiran VI untuk Baku Mutu Air Sungai Kelas 4

Pengolahan air limbah

Air limbah yang dihasilkan dari kegiatan Gedung Sekolah ini menghasilkan debit sebesar $146 \text{ m}^3/\text{hari}$ yang didapatkan dari penggunaan air bersih aktivitas domestik. Direncanakan air limbah domestik Gedung Sekolah diolah menggunakan pengolahan IPAL dengan kapasitas $160 \text{ m}^3/\text{hari}$. Hasil olahan dari IPAL akan ditampung sementara kedalam Tangki air sebelum digunakan untuk penyiraman Ruang Terbuka Hijau (RTH) Gedung Sekolah. Sumber air bersih yang digunakan Gedung Sekolah diperoleh dari sumur bor atau air tanah dan PDAM yang nantinya akan ditampung terlebih dahulu kedalam bak penampung

berupa tendon sebelum nantinya akan digunakan untuk seluruh aktivitas kegiatan Gedung Sekolah.

Teknologi yang digunakan untuk meremoval parameter pencemar yang terdapat pada air limbah aktivitas sekolah yaitu *grease trap* yang nantinya akan diletakkan di gedung kantin yang digunakan untuk menyaring minyak dan lemak dari aktivitas kantin. Dan terdapat bioseptic tank disetiap gedung yang digunakan untuk menampung black water. Untuk IPAL komunal yang digunakan yaitu equalization tank, Biofilter anaerob, biofilter aerob, sedimentasi, desinfeksi, sand filter dan bak penampung.

Prosesnya diawali dengan tahap penyaringan yaitu menggunakan screen yang digunakan untuk memisahkan padatan kasar. Selanjutnya, air akan masuk kedalam bak ekualisasi yang digunakan untuk menyeimbangkan aliran air limbah, selanjutnya akan masuk kedalam biofilter anaerob dimana biofilter anaerob ini dapat meremoval parameter BOD, COD dan TSS dengan menggunakan media sarang tawon. Air yang sudah terolah akan menuju ke bak biofilter aerob dengan bantuan blower dan diffuser. Selanjutnya, air akan diendapkan kedalam bak sedimentasi. Setelah air sudah terpisahkan dengan lumpur, air akan menuju ke pengolahan desinfeksi dengan penambahan klorin untuk membunuh bakteri panthogen. Setelah proses desinfeksi air akan diolah menuju sand filter untuk meningkatkan kualitas air. Setelah dilakukan semua pengolahan air akan menuju bak penampung sebelum dilakukan penyiraman Ruang Terbuka Hijau (RTH).

Efisiensi removal

Pengolahan air limbah dari aktivitas kegiatan Gedung Sekolah yang masuk ke IPAL memiliki kemampuan untuk meremoval parameter pencemar yang terdapat di air limbah kegiatan Gedung Sekolah. Effluent air limbah yang sudah terolah di IPAL harus menghasilkan yang sesuai dengan baku mutu. Efisiensi removal parameter pencemar air limbah dari masing-masing unit di IPAL dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4. Efisiensi removal parameter pencemar pada Tiap unit IPAL

NO	Unit	pH	BOD5	COD	TSS	Residual Klorin	Fecal Coliform	Ammonia	Sisa klor	Minyak lemak	
	Baku Mutu	6-9	12	80	30	1	200	10	0	5	
	Influent (mg/l)	7,8	216	452,6	320	0,43	3915	83,4	0,015	27,3	
		7,8	216	452,6	320	0,43	3915	83,4	0,015	27,3	
1.	Grease Trap	Masuk	7,8	216	452,6	320	0,43	3915	83,4	0,015	27,3
		% Removal	-	-	-	-	-	-	-	-	95%
		Removal	0	0	0	0	0	0	0	0	25,935
	Hasil	7,8	216	452,6	320	0,43	3915	83,4	0,015	1,365	
2.	Ekualisasi	Masuk	7,8	216	452,6	320	0,43	3915	83,4	0,015	1,365
		% Removal	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		Removal	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Hasil	7,8	216	452,6	320	0,43	3915	83,4	0,015	1,365	
3.	Anaerobic	Masuk	7,8	216	452,6	320	0,43	3915	83,4	0,015	1,365
		% Removal	-	88%	97%	85%	-	-	-	-	-
		Removal	0	190,08	439	272	0	0	0	0	0
	Hasil	7,8	25,92	13,58	48	0,43	3915	83,4	0,015	1,365	
4.	Aerobic	Masuk	7,8	25,92	13,58	48	0,43	3915	83,4	0,015	1,365
		% Removal	-	85%	80%	80%	-	-	90%	-	-
		Removal	0,0	22,032	10,86	38,4	0	0	75,06	0	0
	Hasil	7,8	3,888	2,716	9,6	0,43	3915	8,34	0,015	1,365	
5.	Sedimentasi	Masuk	7,8	3,888	2,716	9,6	0,43	3915	8,34	0,015	1,365
		% Removal	-	-	-	80%	-	-	-	-	-
		Removal	0	0	0	7,68	0	0	0	0	0
	Hasil	7,8	3,888	2,716	1,92	0,43	3915	8,34	0,015	1,365	
6.	Desinfeksi	Masuk	7,8	3,888	2,716	1,92	0,43	3915	8,34	0,015	1,365
		% Removal	-	-	-	-	-	99%	-	-	-
		Removal	0	0	0	0	0	3875,85	0	0	0
	Hasil	7,8	3,888	2,716	1,92	0,43	39,15	8,34	0,015	1,365	
7.	Sand Filter	Masuk	7,8	3,888	2,716	1,92	0,43	39,15	8,34	0,015	1,365
		% Removal	-	-	-	-	-	-	-	99%	-
		Removal	0	0	0	0	0	0	0	0,015	0
	Hasil	7,8	3,888	2,716	1,92	0,43	39,15	8,34	0	1,365	
	Baku Mutu	6-9	12	80	30	1	200	10	0	5	

Sumber: Data Perencanaan,2024

Tabel 5. Tabel Efisiensi Removal IPAL

No	Unit	Parameter	Efisiensi Removal	Sumber
1.	Grease Trap	Minyak & Lemak	90%-95%	(Said 2007), (Metcalf and Eddy 2003)
2.	Ekualisasi	-	-	-
3.	Anaerobic	BOD	88%	(Kuncoro and Soedjono 2022)
		COD	97%	
		TSS	85%	(Qasim 1999)
4.	Aerobic	BOD	85%	(Qasim 1999)
		COD	80%	Adillah Silviani, 2019
		TSS	80%	Ririn Arifah, Amonia Stripping (2016)
		Ammonia	90%	(Metcalf and Eddy 2003)
5.	Desinfeksi	Fecal Coliform	99%	(Said 2007); Rohmah, K, S. 2015
6.	Sand Filter	Sisa Klor	99%	(Metcalf and Eddy 2003)

Berdasarkan perhitungan removal parameter air limbah yang tercantum pada Tabel 4, terlihat bahwa parameter air limbah dari Gedung Sekolah telah mengalami penurunan setelah melalui proses pengolahan di masing-masing unit IPAL telah memenuhi baku mutu yang mengacu pada Usulan Baku Mutu Air Limbah Domestik yang dimanfaatkan untuk aplikasi ke tanah oleh Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan dan Peraturan Pemerintah No. 22 Tahun 2021 Lampiran VI untuk Baku Mutu Air Sungai Kelas 4.

Pemanfaatan limbah cair sebagai penyiraman Ruang Terbuka Hijau

Gedung Sekolah memiliki luas lahan sebesar $67.000 m^2$ dan untuk luas lahan Ruang Terbuka Hijau Gedung Sekolah memiliki luas lahan sebesar $17.508 m^2$. Metode pemanfaatan air limbah terolah Pada lahan yang dimanfaatkan untuk ruang terbuka hijau (RTH) dengan menyediakan bak penampung air limbah sebelum dilakukan penyiraman. Air limbah yang telah melalui proses pengolahan dialirkan ke bak penampungan menggunakan pompa. Selanjutnya, air dari bak penampungan disalurkan melalui selang dan sprinkler untuk penyiraman sesuai jadwal yang telah ditetapkan secara bergantian.

Dosis penyiraman

Perhitungan dosis juga memperhatikan faktor curah hujan rata-rata yang terjadi tiap bulan dalam satu tahun. Curah hujan rata-rata di Kediri pada tahun 2023 didapatkan dari data sekunder yaitu dari Badan Pusat Statistik Kediri dalam Angka tahun 2023 yang dapat dilihat pada tabel dibawah ini:

Tabel 6. Data Curah Hujan Kediri Pada Tahun 2023

No	Bulan	Jumlah Curah Hujan (mm)
1	Januari	217,23
2	Februari	391,38
3	Maret	333,65
4	April	173,91
5	Mei	72
6	Juni	5,39
7	Juli	6,00
8	Agustus	0
9	September	0,27
10	Oktober	1,42
11	November	55,77
12	Desember	73,75
Rata-Rata		110,90

Sumber: Badan Pusat Statistik Tahun 2023

Perhitungan dosis air limbah sebagai berikut :

$$\begin{aligned}
 \text{Dosis air limbah} &= \left\{ \frac{\left[\text{curah hujan maks } \frac{mm}{\text{bulan}} - \text{curah hujan aktual } \frac{mm}{\text{bulan}} \right]}{1000} \times 10.000 \right\} m^3 / \text{Ha} / \text{bulan} \\
 &= \frac{\left(391,38 \frac{mm}{\text{bulan}} - 110,90 \frac{mm}{\text{bulan}} \right)}{1000} \times 10.000 m^3 / \text{Ha} / \text{bulan} \\
 &= \frac{280,48 \frac{mm}{\text{bulan}}}{1000} \times 10.000 m^3 / \text{Ha} / \text{bulan} \\
 &= 2.804,8 m^3 / \text{Ha} / \text{bulan} \\
 &= 33.657,6 m^3 / \text{Ha} / \text{tahun} \\
 &= 9,22 \text{ liter} / m^2 / \text{hari} \text{ atau } 0,00922 m^3 / m^2 / \text{hari}
 \end{aligned}$$

$$\text{Debit Air Limbah Pemanfaatan} = 146 m^3 / \text{hari} = 53.290 m^3 / \text{tahun}$$

$$\text{Luas Lokasi Pemanfaatan} = \frac{\text{Debit Air Limbah}}{\text{Dosis Air Limbah}} \text{ ha}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Minimal} &= \frac{53.290 m^3 / \text{tahun}}{33.657,6 m^3 / \text{Ha} / \text{tahun}} \\
 &= 1,583 \text{ Ha atau } 15.832 m^2
 \end{aligned}$$

$$\text{Luas Lokasi RTH yang dimiliki} = 17.508 m^2$$

Dari perhitungan diatas, perhitungan dosis air limbah perlu memperhatikan faktor curah hujan rata-rata, diketahui dosis air limbah sebesar 33.657,6 m³/Ha/tahun, dengan diketahui debit air limbah pemanfaatan sebesar 146 m³/hari, sehingga diketahui luas lokasi minimal yang harus disediakan untuk pemanfaatan air limbah seluas 15.832 m². Jumlah, frekuensi, dan waktu pemanfaatan air limbah dapat dilihat pada Tabel 7 berikut:

Tabel 7. Jumlah, frekuensi, dan waktu pemanfaatan air limbah

Kegiatan	Jam Operasional	Kapasitas Pemanfaatan (m ³ /hari)	Frekuensi	Tata Cara
Skenario Musim Kemarau				
Penyiraman RTH Pagi Hari	07.00 WIB -09.00 WIB	73	Harian	Selang dan sprinkler
Penyiraman RTH Sore Hari	14.00 WIB – 15.00 WIB	73	Harian	Selang dan sprinkler
Skenario Musim HujanHarian				
Penyiraman RTH	Sesuai Cuaca	73	Harian	Selang dan sprinkler

5. KESIMPULAN DAN SARAN

Pengolahan limbah cair yang dihasilkan dari aktivitas Gedung Sekolah di Kediri telah memenuhi baku mutu yang diusulkan sebagai penyiraman Ruang Terbuka Hijau (RTH) sehingga air limbah dari aktivitas kegiatan Gedung Sekolah tidak mencemari lingkungan disekitar lokasi kegiatan. Pengolahan limbah cair ini menggunakan teknologi bak ekualisasi, biofilter anaerob, biofilter aerob, sedimentasi, desinfeksi dan sand filter. Teknologi pengolahan yang digunakan cukup efektif untuk menurunkan parameter pencemar yang ada. Penyiraman pada Ruang Terbuka Hijau dengan luas minimal $15.832 m^2$ dilakukan dengan frekuensi penyiraman pada musim kemarau dilakukan sebanyak dua kali yaitu pada jam 07.00-09.00 dan 14.00-15.00. pada musim hujan dilakukan sebanyak satu kali dengan melihat kondisi cuaca yang ada. Air limbah yang digunakan untuk penyiraman Ruang Terbuka Hijau sebesar $146 m^3$ /hari.

6. UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih yang sebanyak banyaknya kepada bapak dan ibu dosen Teknik Lingkungan UPN “Veteran” Jawa Timur dan kepada PT. Tunas Bestari Adhiwangsa dan semua pihak yang terlibat dalam pelaksanaan penelitian ini.

DAFTAR REFERENSI

- Amri, K., & Wesen, P. (2017). Pengolahan air limbah domestik menggunakan biofilter anaerob bermedia plastik (Bioball). *Jurnal Ilmiah Teknik Lingkungan*, 7(2), 55–66.
- Ayu, L. (2021). Hubungan perilaku mengkonsumsi makanan jajanan kantin sekolah dengan status gizi siswa SD Inpres Moutong Tengah. *Promotif: Jurnal Kesehatan Masyarakat*, 11(1), 87–94. <https://doi.org/10.56338/pjkm.v11i1.1657>
- Bappenas. (2020). Metadata indikator: Pilar pembangunan lingkungan.
- Burhanuddin, B., Andayani, Y., Junaidi, E., Hadisaputra, S., & Hakim, A. (2022). Pengelolaan laboratorium kimia sekolah di Kota Mataram. *Jurnal Pengabdian Inovasi Masyarakat Indonesia*, 1(1), 43–46. <https://doi.org/10.29303/jpimi.v1i1.718>
- Busyairi, M., Adriyanti, N., Kahar, A., Nurcahya, D., & Sariyadi, S. (2020). Efektivitas pengolahan air limbah domestik grey water dengan proses biofilter anaerob dan biofilter aerob (Studi kasus: IPAL INBIS Permata Bunda, Bontang). *Jurnal Serambi Engineering*, 5(4), 1306–1312. <https://doi.org/10.32672/jse.v5i4.2316>
- Desita, Y. A. (2021). Bab II landasan teori. *Journal of Chemical Information and Modeling*, 53(9), 1689–1699.

- Dito, S. B., & Pujiastuti, H. (2021). Dampak revolusi industri 4.0 pada sektor pendidikan: Kajian literatur mengenai digital learning pada pendidikan dasar dan menengah. *Jurnal Sains Dan Edukasi Sains*, 4(2), 59–65. <https://doi.org/10.24246/juses.v4i2p59-65>
- Hadi, A. H. A. Y. M., Machsuni, B. U., & Soeryodarundio, K. (2024). Studi perancangan instalasi pengolahan air limbah (IPAL) domestik. 2(4).
- Kuncoro, Y. M., & Soedjono, E. S. (2022). Studi pustaka: Teknologi pengolahan air limbah pada industri penyamakan kulit. *Jurnal Teknik ITS*, 11(3). <https://doi.org/10.12962/j23373539.v11i3.99654>
- Lolo, E. U., & Pambudi, Y. S. (2020). Penurunan parameter pencemar limbah cair industri tekstil secara koagulasi flokulasi (Studi kasus: IPAL Kampung Batik Laweyan, Surakarta, Jawa Tengah, Indonesia). *Jurnal Serambi Engineering*, 5(3), 1090–1098. <https://doi.org/10.32672/jse.v5i3.2072>
- Maliga, I., Rafi'ah, R., Lestari, A., Pratama, D. B., & Febriansyah, D. (2022). Penyuluhan pengelolaan air limbah greywater rumah tangga dalam upaya meningkatkan derajat kesehatan masyarakat. *ABDIKAN: Jurnal Pengabdian Masyarakat Bidang Sains Dan Teknologi*, 1(2), 259–263. <https://doi.org/10.55123/abdikan.v1i2.308>
- Metcalf, L., & Eddy, H. P. (2003). *Wastewater engineering: Treatment, disposal, and reuse* (4th ed.). McGraw Hill.
- Penyaluran, E., Efektifitas, D., Sumbangan, D. S., Ahsan, A. S., & Rachmawan, M. O. (2020). Sistem informasi pemeliharaan tempat ibadah dalam. *Jurnal Sistem Informasi*, 9(1), 176–190.
- Qasim, M. (1999). *Waste water treatment plants planning, design, and operations*. CBS College Publishing.
- Radiles, H., Afdal, M., & Pandu Cynthia, E. (2019). Peningkatan jaringan jalan dalam kawasan kampus dengan menggunakan metoda simulasi antrian. *Jurnal Ilmiah Rekayasa Dan Manajemen Sistem Informasi*, 5(1), 69–77.
- Ratnawati, R., & Ulfah, S. L. (2020). Pengolahan air limbah domestik menggunakan biosand filter. *Jurnal Ilmu Lingkungan*, 18(1), 8–14. <https://doi.org/10.14710/jil.18.1.8-14>
- Said, N. I. (2007). Pengantar umum perencanaan fasilitas pengolahan air minum.
- Sarfah, N. S., & Farida, L. (2021). Survei sarana dan prasarana sekolah renang di Syah Alam Malaysia. *Indonesia Journal for Physical Education and Sport*, 2(1), 26–35.
- Sari, E. D. A., Moelyaningrum, A. D., & Ningrum, P. T. (2018). Kandungan limbah cair berdasarkan parameter kimia di inlet dan outlet rumah pemotongan hewan (Studi di Rumah Pemotongan Hewan X Kabupaten Jember). *Journal of Health Science and Prevention*, 2(2), 88–94.
- Sutanto, S. (2024). Transformasi pendidikan di sekolah dasar: Peran guru dalam mengimplementasikan kurikulum merdeka di Indonesia. *Jurnal Guru Sekolah Dasar*, 1(1), 69–76. <https://doi.org/10.70277/jgsd.v1i1.0009>

- Trisianawati, E., Ita, & Fitria, K. (2020). Analisis kelengkapan alat dan bahan laboratorium IPA sekolah di Kota Pontianak. *Jurnal Pendidikan Sains Dan Aplikasinya (JPSA)*, 3(2), 66–72.
- Via, C. Y. W. (2019). Gambaran school well-being pada siswa yang tinggal di asrama sekolah. *Skripsi*, 2(1), 47–51.