



# Olah limbah komunal: studi analisis rencana penggunaan biofilter anaerob-aerob pada Desa Kutuwetan, Ponorogo

RISMA ARIYANTI<sup>1</sup>, EKO NOERHAYATI<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup> Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Islam Malang, Kota Malang, 65144, Indonesia

\*Correspondence: [eko.noerhayati@unisma.ac.id](mailto:eko.noerhayati@unisma.ac.id)

Diterima: 31 Desember 2023

Revisi Terakhir: 1 Februari 2024

Disetujui: 23 Februari 2024

## ABSTRAK

**Pendahuluan:** Limbah merupakan salah satu masalah yang sulit diatasi karena limbah selalu ada seiring dengan perkembangan kehidupan manusia. Manusia menghasilkan limbah dari berbagai aktivitas. **Metode:** Penelitian ini menyimpulkan dari data yang diperoleh melalui pengumpulan dan analisis data. Setelah mengumpulkan data-data yang dibutuhkan, dapat dilakukan pengolahan dan analisis data. Pengolahan data terdiri dari proyeksi jumlah penduduk, perhitungan volume air limbah, dan perencanaan debit sebagai hasil analisis kualitas air. **Hasil:** Hasil prakiraan populasi dan rancangan pembuangan air limbah adalah 123,51 m<sup>3</sup>/hari. Sampel yang berasal dari Perum Jasa Tirta memiliki kualitas air yang buruk dan tidak memenuhi nilai parameter baku mutu air limbah yaitu BOD 239,7 mg/L, COD 993,7 mg/L, TSS 698,0 mg/L.

**KATA KUNCI:** air limbah; debit air; kualitas air.

## ABSTRACT

**Background:** Waste is one of the problems that is difficult to overcome because waste always exists along with the development of human life. Humans produce waste from various activities. **Method:** This research concludes from the data obtained through data collection and analysis. After collecting the required data, data processing and analysis can be carried out. Data processing consists of population projection, wastewater volume calculation, and discharge planning because of water quality analysis. **Result:** The results of population forecasts and wastewater discharge design are 123.51 m<sup>3</sup>/day. Samples from Perum Jasa Tirta have poor water quality and do not meet the value of wastewater quality standard parameters, namely BOD 239.7 mg/L, COD 993.7 mg/L, TSS 698.0 mg/L.

**KEYWORDS:** wastewater; overwatering; water quality.

## 1. Pendahuluan

Limbah merupakan salah satu masalah yang sulit dipecahkan seiring dengan kehidupan manusia yang terus berkembang. Manusia menghasilkan limbah melalui berbagai aktivitas. Mulai dari kegiatan pertanian, industri, hingga kegiatan sehari-hari. Saat ini limbah yang paling banyak dihasilkan manusia adalah limbah domestik yang berasal dari cairan. Limbah berbentuk cair berasal dari penggunaan air dalam aktivitas keseharian. Penggunaan air bersih, meskipun kecil, selalu dapat menghasilkan limbah. Hal ini menyebabkan tempat tinggal penduduk yang terkontaminasi karena terdapat risiko penurunan kualitas dari pembuangan yang tidak tepat (Hadi, 2021). Air limbah domestik telah menjadi masalah penting karena pertumbuhan penduduk yang terus menerus dan pembangunan yang pesat. Data berita katadata.co.id meilustrasikan laporan statistik

### Cite This Article:

Ariyanti, R., & Noerhayati, E. (2024). Olah Limbah Komunal: Studi Analisis Rencana Penggunaan Biofilter Anaerob-Aerob pada Desa Kutuwetan, Ponorogo. *Spatial Planning & Management Science*, 1(1), 1-9. <https://doi.org/.....>

**Copyright:** © 2024 by the authors. Submitted for possible open access publication under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution (CC BY) license (<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>).



lingkungan hidup Indonesia pada tahun 2020, 57,42% rumah tangga di Indonesia menyumbang lebih dari separuh limbah berbentuk cairan. Limbah tersebut berasal dari kegiatan individu, seperti mandi, mencuci, dan pembuangan limbah. Berdasarkan fakta-fakta di atas, dapat disimpulkan bahwa masyarakat Indonesia masih minim pengetahuan tentang pengelolaan air limbah, khususnya pada ekosistem sungai (Aviandani & Cikusin, 2022)

Limbah cair domestik dicirikan oleh karakteristik COD (*Chemical Oxydation Demand*), BOD (*Biochemical Oxygen Demand*), TSS (*Total Suspended Solid*), fosfat, coliform, dan pH. Pembuangan air limbah melalui proses pengolahan mengakibatkan pencemaran lingkungan yang berdampak pada kesehatan (Ariaty B dkk., 2020). Secara umum, penyebab pencemaran air dapat dikategorikan menjadi penyebab langsung dan tidak langsung (Rahmawati & -, 2020). Air limbah, yang terdiri dari air berwarna abu-abu dan air hitam, sering kali dibuang atau dibuang di sekitar rumah, perairan, atau sungai.

Filter biologis (biofilter) adalah proses oksidasi zat organik dan zat anorganik oleh mikroorganisme dalam proses pengolahan tanah, air, dan limbah cair. Keuntungan dari teknologi biofilter adalah mudah digunakan, memiliki daya keluaran dari curah hujan yang rendah (pengeluaran lumpur mudah), tahan terhadap fluktuasi aliran dan muatan (densitas), memiliki kinerja penyisihan polutan yang sangat baik dalam pengolahan limbah cair dan daya apung yang baik. Oleh karena itu, teknologi biofilter telah banyak dikembangkan. Amri dan Wesen (2015) menggunakan filter biologis anaerobik (biofilter anaerob bermedia plastik (*bioball*)) untuk memurnikan air limbah rumah tangga. Hasil yang didapat menunjukkan efektivitas penghilangan BOD sebesar 2,93% selama lima hari. Diadon et al. (2019) menemukan bahwa membran biofilter anaerobik di lingkungan bata busa dengan sistem atas efektif mengurangi kandungan BOD dalam air limbah hingga 93,28% dalam waktu 18 jam. Untuk meningkatkan kualitas air limbah, sistem pengolahan air limbah secara biologis harus diperkenalkan, yang dapat berbahaya bagi tubuh manusia dan lingkungan. Reaktor (Noerhayati & Rahmawati, t.) menunjukkan bahwa proses biofilter secara efektif dapat menurunkan kadar BOD dalam air limbah. Dengan demikian, semua air limbah yang dihasilkan harus diolah dengan baik sesuai dengan karakteristiknya agar dapat menurunkan kualitas polutan yang terkandung di dalamnya dan mencegah terjadinya pencemaran. Salah satu cara untuk mengatasi masalah ini secara efektif adalah dengan membuat fasilitas pembersihan bagi pengguna, yaitu IPAL (Instalasi Pengolahan Air Limbah) komunal bagi penggunaanya.

Kabupaten Ponorogo adalah sebuah kota di Jawa Timur dengan luas wilayah 1.371,78 km<sup>2</sup> dan secara keseluruhan wilayah Ponorogo terdiri dari 21 kecamatan, 26 kelurahan, dan 281 desa. Menurut Badan Pusat Statistik (BPS) Kota Ponorogo pada bulan September 2022 (Kohentani, 2022), jumlah penduduk Kota Ponorogo adalah 949.320 jiwa. Pertambahan penduduk di wilayah Ponorogo berjalan beriringan dengan jumlah tempat tinggal. Dampak dari peningkatan jumlah penduduk ini salah satunya adalah jumlah peningkatan air limbah rumah tangga (Rokhmawati dan Rahmawati, 2023).

Desa Kutuwetan pada wilayah Jetis memiliki permasalahan air limbah rumah tangga atau limbah domestik. Hal ini disebabkan oleh pembangunan fasilitas pengolahan limbah Ponorogo yang belum terselesaikan. Limbah domestik memiliki dampak buruk pada lingkungan. Oleh karena itu, diperlukan perencanaan untuk menghasilkan sistem yang efisien dan terbaik. Perencanaan ini memerlukan analisis yang cukup akurat dari aspek teknis dan sosial yang menyangkut hajat hidup orang banyak (Rokhmawati A., 2010). Perencanaan dalam konteks penyelesaian limbah domestik adalah pembuatan "Olah limbah komunal: studi analisis nilai debit dan kandungan limbah Desa Kutuwetan, Ponorogo". Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui tingginya nilai debit air limbah rumah tangga dan jenis kandungan limbah cair di Desa Kutuwetan, Kecamatan Jetis Ponorogo. Pengetahuan nilai debit dan kandungan limbah dapat menjadikan tambahan wawasan dalam perolehan informasi dalam perencanaan instalasi air limbah.

## 1.1 Air Limbah Domestik

Limbah adalah bentuk buangan hasil kegiatan produksi. Limbah merupakan salah satu masalah yang sulit dipecahkan seiring dengan perkembangan kehidupan manusia. Manusia menghasilkan limbah dari semua jenis kegiatan, mulai dari pertanian hingga kegiatan sehari-hari. Saat ini, limbah yang paling umum dihasilkan oleh manusia adalah, khususnya, limbah cair. Limbah cair biasanya terbentuk dari sisa kegiatan yang bersifat cair.

Menurut Peraturan Menteri Lingkungan Hidup No. 5 Tahun 2014, limbah cair adalah sisa dari kegiatan komersial dan/atau pemukiman yang berbentuk perkantoran, pertokoan, rumah kos, rumah susun, dan restoran. Sebagian besar masyarakat Indonesia membuang limbah cair ke sistem pembuangan limbah tanpa pengolahan primer (Ramawati, 2022). Limbah cair yang tidak dikelola dengan baik berdampak pada lingkungan dan air (Ni'am, 2021).

Limbah adalah bentuk hasil dari buangan sebuah kegiatan produksi. Limbah merupakan salah satu permasalahan yang cukup sulit untuk diatasi karena terus ada mengikuti perkembangan kehidupan manusia. Manusia menghasilkan limbah dari berbagai macam kegiatan yang mereka lakukan. Mulai dari kegiatan pertanian, kegiatan industri, sampai kegiatan sehari-harinya. Limbah yang dihasilkan manusia paling banyak saat ini adalah limbah domestik, terutama limbah cair. Limbah cair biasanya terbentuk dari sisa suatu kegiatan yang berwujud cair.

Menurut Peraturan Menteri Lingkungan Hidup Republik Indonesia Nomor 5 Tahun 2014 Air limbah adalah sisa dari suatu usaha dan/atau kegiatan pemukiman, perkantoran, perniagaan, asrama, apartemen, rumah makan yang berwujud cair. Sebagian besar penduduk di Indonesia membuang limbah cair domestik langsung ke saluran pembuang tanpa dilakukan pengolahan terlebih dahulu (Rahmawati, 2022). Limbah cair domestik yang tidak dikelola akan menimbulkan dampak pada lingkungan dan perairan (Ni'am, 2021)

### 1.1.1 Sumber Air Limbah

(Sitorus, E. dkk., 2021) memaparkan rancangan sumber pasokan air limbah dengan polutan yang berasal dari berbagai sumber, yakni tergantung pada pencapaian manusia dan kemajuan teknologi. Sumber pasokan air limbah dapat diklasifikasikan sebagai berikut.

- a. Drainase rumah tangga, drainase dari fasilitas ini umumnya terdiri dari kotoran (urin) atau air dari dapur, kamar mandi, dan lain-lain, yang sebagian besar bersifat organik.
- b. Air limbah kota (*municipal wastewater*) biasanya dibuang dari tempat-tempat umum seperti kota, tempat usaha, sekolah, rumah ibadah, dan hotel serta restoran.
- c. Air limbah industri (*industrial effluent*), yang dibuang dari berbagai macam industri, umumnya sulit untuk diolah dan jauh lebih mudah berubah.

Air limbah domestik dapat dibagi menjadi tiga jenis air limbah tergantung pada jenis air limbahnya. Ketiga jenis air limbah tersebut adalah *grey water*, *black water*, dan *storm water*. *Grey water* (air bekas) adalah air yang berasal dari saluran pembuangan dan wastafel. *Black water* (air padat kotor) adalah limbah dari toilet dan urinoir. Air limbah ini adalah bagian dari limbah organik yang diuraikan dan dibuang dengan benar. *Storm water* atau air hujan dapat dikirim langsung ke pengolahan akhir. Namun air hujan menyebabkan banjir, sehingga tidak diperbolehkan untuk menimbulkan genangan air yang terlalu banyak. Oleh karena itu, dalam sistem drainase, penting untuk mempertimbangkan bahwa drainase akan segera disalurkan dan tidak ada genangan air yang terjadi.

## 1.2 Debit Air Limbah Rata-Rata

Peraturan Gubernur No. 72 Tahun 2013 menetapkan bahwa setiap orang harus mengonsumsi 120 liter air per hari. Air bersih merupakan zat yang sangat penting yang selalu dikaitkan dengan kebutuhan manusia (Noerhayati & Rachmawati, 2019). Pada tahun 2006, Ditjen Cipta karya melaporkan bahwa konsumsi maksimum penggunaan air bersih

adalah untuk mandi, yakni 65 liter per orang per hari atau 45% dari total konsumsi air. Tchobanoglous (2003) dalam Pinanggih (2020) memaparkan bahwa air limbah domestik menyumbang 60-80% dari konsumsi air minum. Untuk menghitung jumlah rata-rata pembuangan air limbah sebagai berikut.

$$Q_{\text{ave air minum}} = \text{Kebutuhan air bersih per orang} \times \text{Jumlah orang} \tag{Pers. 1}$$

$$Q_{\text{ave air limbah}} = (60\%-80\%) \times Q_{\text{ave air minum}} \tag{Pers. 2}$$

Dimana :

$Q_{\text{ave air limbah}}$  = debit air limbah (lt/hari)

$Q_{\text{ave air minum}}$  = debit air minum (lt/hari)

Tabel 1. Pemakaian Air Tiap Kategori

Uraian	Kategori kota berdasarkan jumlah penduduk				
	>1.000.000	500.000 s/d 1.000.000	100.000 s/d 500.000	20.000 s/d 100.000	<20.000
	Kota Metropolitan	Kota Besar	Kota Sedang	Kota Kecil	Desa
	1	2	3	4	5
1. Konsumsi Unit Sambungan Rumah (SR) (Liter/org/hari)	>150	150 - 120	90 - 120	80 - 120	60 - 80
2. Konsumsi Unit Hidran(HU) (liter/org/hari)	20 - 40	20 - 40	20 - 40	20 - 40	20 - 40
3. Konsumsi unit non domestic					
a. Niaga Kecil (liter/unit/hari)	600 - 900	600 - 900		600 - 900	
b. Niaga Besar (liter/unit/hari)	1000 - 5000	1000 - 5000		1000 - 5000	
c. Industri Besar (liter/detik/ha)	0.2 - 0.8	0.2 - 0.8		0.2 - 0.8	
d. Pariwisata (liter/detik/ha)	0.1 - 0.3	0.1 - 0.3		0.1 - 0.3	
4. Kehilangan Air (%)	20 - 30	20 - 30	20 - 30	20 - 30	20 - 30
5. Faktor Hari Maksimum	1.15 - 2.0 *harian	1.15 - 1.25 *harian	1.15 - 1.25 *harian	1.15 - 1.25 *harian	1.15 - 1.25 *harian
6. Faktor jam Puncak 1.75 - 2.0	1.75 - 2.0 *hari maks	1.75 - 2.0 *hari maks	1.75 - 2.0 *hari maks	1.75 - 2.0 *hari maks	1.75 - 2.0 *hari maks
7. Jumlah Jiwa Per SR (Jiwa)	5	5	5	5	5
8. Jumlah Jiwa Per HU (Jiwa)	100	100	100	100 - 200	200
9. Sisa Tekan Di Penyediaan Distribusi (Meter)	10	10	10	10	10
10. Jam Operasi (jam)	24	24	24	24	24
11. Volume Reservoir (% Max Day Demand)	15 - 25	15 - 25	15 - 25	15 - 25	15 - 25
12. SR : HU	50 : 50 s/d 80 : 20	50 : 50 s/d 80 : 20	8:20:00	70:30:00	70:30:00
13. Cakupan Pelayanan (%)	90	90	90	90	70

(Kriteria Perencanaan Ditjen Cipta Karya Dinas PU, 1996)

## 2. Metode

Desa Kutuwetan termasuk dalam wilayah Kecamatan Jetis, Kabupaten Ponorogo. Lokasi geografis Desa Kutuwetan berada di antara 7°56'58" Lintang Selatan dan 111°29'31" Bujur Timur, dengan topografi lintang tengah sekitar 103 meter di atas permukaan laut.

Penelitian ini dilakukan dengan cara mengumpulkan data, menganalisis data yang diperoleh dan menarik kesimpulan. Data pertama (primer) adalah informasi yang diperoleh melalui observasi lapangan dan pengukuran langsung. Data primer berupa lokasi survei dan catatan kependudukan. Data sekunder yang digunakan untuk program ini adalah dokumen-dokumen yang relevan, gambar-gambar rencana, serta data-data yang berhubungan dengan penelitian di desa Kutuwetan, Jetis, Ponorogo.

### 2.1 Pengumpulan Data

Data yang dihasilkan kemudian akan diproses dan dianalisis untuk menghasilkan rencana jaringan fasilitas pembuangan air limbah umum (Instalasi Pengolahan Air Limbah Komunal). Pertama, berdasarkan lokasi perencanaan perumahan, kami akan menempatkan IPAL dan saluran pembuangan. Keputusan mengenai saluran pembuangan dibuat seefisien mungkin. Penentuan pipa-pipa ini telah melewati prinsip tingkat gravitasi saluran pembuangan, sehingga perlu dipastikan bahwa bagian bawah pipa tidak keluar dari setiap saluran. Selanjutnya, debit limbah domestik dihitung berdasarkan nilai rata-rata air bersih yang digunakan masyarakat Indonesia untuk menghitung debit limbah domestik. Nilai rata-rata tersebut diambil dari survei tahun 2006 oleh Ditjen Cipta Karya Departemen tentang air bersih perpipaan dan pengelolaannya. Setelah mendapatkan debit air limbah, perencanaan IPAL diperlukan untuk memenuhi kriteria desain yang tercantum.

### 2.2 Pengolahan dan Analisa Data

Proses olah dan analisis data dapat dilaksanakan setelah data setelah mengumpulkan data yang diperlukan. Struktur pengolahan data meliputi tata cara sebagai berikut

- a. Hasil analisis kualitas air limbah diperoleh dari sampel outlet Desa Kutuwetan, Kecamatan Jetis untuk mengevaluasi nilai BOD, COD, TSS. Nilai-nilai tersebut digunakan untuk mendesain instalasi pengolahan air limbah dimana diharapkan rencana IPAL dan desain outlet memenuhi kriteria baku mutu air limbah yang telah ditentukan.
- b. Proyeksi jumlah penduduk mengacu pada Kriteria Perencanaan Ditjen Cipta Karya Dinas PU tahun 1996.
- c. Kuantitas air limbah dan rancangan debit dihitung dengan acuan bangunan perumahan tahun dengan kriteria Perencanaan Ditjen Cipta Karya Dinas PU 1996, yakni 90-120 liter/penduduk/hari.
- d. Proyeksi perumahan dan desain debit air limbah setelah kualitas desain air limbah telah diungkapkan.
- e. Desain tangki pengumpul volume pendingin reaktor (*volbak*) dihitung untuk panjang silinder

## 3. Hasil dan Pembahasan

### 3.1 Data Jumlah Penduduk Desa Kutuwetan

Tabel 2. Jumlah Penduduk

Wilayah	Jumlah Penduduk (jiwa)
Dusun Krajan Barat	646
Dusun Krajan Timur	631
Sidorejo	651

(Data Profil Desa Kutuwetan Tahun 2023)

### 3.2 Perhitungan Debit Air Limbah

Berdasarkan sertifikasi air minum dari Kementerian, dimungkinkan penentuan air limbah dari jumlah air bersih, yakni sebesar 60 hingga 80 persen (%). Program ini menggunakan debit air bersih sebesar 80 liter/orang/hari. Menurut kriteria perencanaan dari Ditjen Cipta Karya Dinas PU, konsumsi air bersih di tingkat desa diklasifikasikan dalam kategori 60-80 liter/orang/hari. Peghiutngan debit air limbah adalah sebagai berikut.

Domestik	
Debit air bersih	= 80 L/org/hari
Debit air limbah	= 80% x debit air bersih = 80% x 80 L/org/hari = 64 L/org/hari = 0,064 m <sup>3</sup> /org/hari
Jumlah rumah	= 581 rumah
Total jumlah penduduk	= 1.928 orang
Total debit air limbah	= 0,064 m <sup>3</sup> /org/hari x 1.928 orang = 123,39 m <sup>3</sup> /hari
Non Domestik – Mushola	
Asumsi jumlah pengguna	= 30 orang
Kebutuhan air bersih	= 5 Liter/orang/hari x 30 orang = 150 Liter/hari = 0,15 m <sup>3</sup> /hari
Debit air limbah	= 80% x debit air bersih = 80% x 0,15 m <sup>3</sup> /hari = 0,12 m <sup>3</sup> /hari
Total debit air limbah	= Debit domestik + Debit non domestik
Rata-rata ( $Q_{rab}$ )	= 123,39 m <sup>3</sup> /hari + 0,12 m <sup>3</sup> /hari = 123,51 m <sup>3</sup> /hari

## 4. Kesimpulan

Berdasarkan hasil yang telah dibahas, dapat ditarik beberapa kesimpulan yang berdasarkan tujuan penelitian. Debit air limbah dari Desa Kutuwetan, Kecamatan Jetis, Kabupaten Ponorogo, yakni 123,51 m<sup>3</sup>/hari. Kualitas air yang diambil dari Desa Kutuwetan, Kecamatan Jetis, Ponorogo pada Perum Jasa Tirta, sebesar BOD 239,7 mg/L, COD 993,7 mg/L, dan TSS 698,0 mg/L dengan standar baku mutu air yang belum memenuhi. Air limbah perlu diolah terlebih dahulu sebelum dibuang ke perairan atau sungai. Penggunaan metode IPAL biofilter anaerob-aerob dapat dijadikan salah satu alternatif dalam pengolahan limbah. Dengan ini hasil penelitan dapat menjadi bahan pertimbangan bagi Desa Kutwetan, Ponorogo melalui pemanfaatan program IPAL biofilter anaerob-aerob.

## Ucapan Terima Kasih

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Universitas Islam Malang dan tim IASSF karena telah mendukung penelitian ini

## Kontribusi Penulis

Penulis berkontribusi penuh dalam penelitian.

## Pendanaan

Penelitian ini tidak mendapat sumber dana dari manapun.

## Pernyataan Dewan Peninjau Etis

Tidak berlaku.

## Pernyataan Persetujuan yang Diinformasikan

Tidak berlaku.

## Pernyataan Ketersediaan Data

Tidak berlaku.

## Konflik Kepentingan

Penulis menyatakan tidak ada konflik kepentingan

## Open Access

©2024. Artikel ini dilisensikan di bawah Lisensi Internasional Atribusi Creative Commons 4.0, yang mengizinkan penggunaan, berbagi, adaptasi, distribusi, dan reproduksi dalam media atau format apa pun, selama Anda memberikan kredit yang sesuai kepada penulis asli dan sumbernya, memberikan tautan ke lisensi Creative Commons, dan menunjukkan apakah ada perubahan yang dilakukan. Gambar atau materi pihak ketiga lainnya dalam artikel ini disertakan dalam lisensi Creative Commons artikel, kecuali jika dinyatakan sebaliknya dalam baris kredit pada materi tersebut. Jika materi tidak termasuk dalam lisensi Creative Commons artikel dan penggunaan yang Anda maksudkan tidak diizinkan oleh peraturan perundang-undangan atau melebihi penggunaan yang diizinkan, Anda harus mendapatkan izin langsung dari pemegang hak cipta. Untuk melihat salinan lisensi ini, kunjungi: <http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>

## Referensi

- Ariaty B, E., Daud, F., & Bahri, A. (2020). Hubungan Pengetahuan dan Sikap dengan Pemeliharaan Instalasi Pengolahan Air Limbah Komunal Berbasis Masyarakat di Kecamatan Tamalate Kota Makassar. *Biology Teaching and Learning*, 3(1). <https://doi.org/10.35580/btl.v3i1.15319>
- Aviandani, K. (2022). Implementasi Peraturan Daerah Kota Malang No 2 Tahun 2017 Tentang Pengelolaan Air Limbah Domestik (Studi pada Dinas Pekerjaan Umum, Penataan Ruang, Perumahan dan Kawasan Permukiman Kota Malang). <https://repository.unisma.ac.id/handle/123456789/4846>
- Hadi, J. (2021). Perencanaan Bangunan Instalasi Pengolahan Air Limbah Industri Rumahan di Tlogo Indah, Kota Malang dengan Proses Anaerobic Filter (AF). <http://repository.unisma.ac.id/handle/123456789/3365>
- Ni'am, M. K. (2021). Pengolahan Limbah Cair Domestik untuk Pemenuhan Air Bersih dengan Metode Filter serta Penetrulan dengan Eceng Gondok. <http://repository.unisma.ac.id/handle/123456789/1612>
- Pribadi, G., Noerhayati, E., & Rachmawati, A. (2019). Perencanaan Sistem Jaringan Air Bersih Pada Perumahan The Araya Cluster Jasmine Valley Kota Malang. *Jurnal Rekayasa Sipil (e-journal)*, 6(1), 116-121. <https://jim.unisma.ac.id/index.php/ft/article/download/1882/1824>
- Safitri, A. M. A., Noerhayati, E., & Rahmawati, A. (2022). Studi Pengolahan Air Limbah Irigasi dan Pengaruhnya Terhadap Pertumbuhan Tanaman Kacang Hijau (*Vigna Radiata*) di Desa Sukoanyar Kec. Pakis Kab. Malang. *Jurnal Rekayasa Sipil (e-journal)*, 12(2), 56-65. <https://jim.unisma.ac.id/index.php/ft/article/download/16449/13335>

- Salsabella, N., Noerhayati, E., Suprpto, B., & Rahmawati, A. (2021). Sistem Kontrol Sensor Kadar Keasaman Pada Limbah Cair Irigasi Berbasis Internet Of Things (Iot) Di Desa Sukoanyar, Kecamatan Tumpang. *Jurnal Rekayasa Sipil (e-journal)*, 10(3), 26-35. <https://jim.unisma.ac.id/index.php/ft/article/view/12877/10051>
- Pinanggih, R. B. J., Nurmaningsih, D. R., Nengse, S., Utama, T. T., & Hakim, A. (2020). Perencanaan Instalasi Pengolahan Air Limbah Domestik Dengan Kombinasi Unit Biofilter Aerobik Dan Adsorpsi Karbon Aktif Kantor Pusat PT. Pertamina Marketing Operation Region (MOR) V Surabaya. *Jukung (Jurnal Teknik Lingkungan)*, 7(1). <http://digilib.uinsby.ac.id/42637/>
- Rahmawati, A. (2022). Perencanaan Sistem Lahan Basah Buatan dalam Pengolahan Limbah Cair Domestik Menggunakan Tanaman Cyperus papyrus. *Envirotek: Jurnal Ilmiah Teknik Lingkungan*, 14(2), 164-168. <https://envirotek.upnjatim.ac.id/index.php/envirotek/article/download/19/26>
- Rahmawati, A., & -, W. (2020). Pengolahan Limbah Cair Domestik dengan Tanaman Eceng Gondok (Eichornia Crassipes) untuk Menghasilkan Air Bersih di Perumahan Green Tombro Kota Malang. *Jurnal Rekayasa Hijau*, 4(1), 1-8. <https://doi.org/10.26760/jrh.v4i1.1-8>
- Prasetyo, D., Rokhmawati, A., & Rahmawati, A. (2023). STUDI PERENCANAAN IPAL LIMBAH DOMESTIK PERUMAHAN PERMATA TUNGGULWULUNG KOTA MALANG DENGAN TEKNOLOGI CONSTRUCTED WETLAND. *Jurnal Rekayasa Sipil (e-journal)*, 13(1), 277-282. <https://jim.unisma.ac.id/index.php/ft/article/download/19558/14996>
- Sitorus, E., Sutrisno, E., Armus, E., Gurning, K., Fatma, F., Parinduri, L., Chaerul, M., Marzuki, I., & Priastomo, Y. (2021). *Proses Pengolahan Limbah*. Yayasan Kita Menulis.



**Biografi Penulis**

**RISMA ARIYANTI**, Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Islam Malang

- Email: -
- ORCID: -
- Web of Science ResearcherID: -
- Scopus Author ID: -
- Homepage: -

**EKO NOERHAYATI**, Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Islam Malang

- Email: eko.noerhayati@unisma.ac.id
- ORCID: -
- Web of Science ResearcherID: -
- Scopus Author ID: -
- Homepage: -