



Anaerobic baffled reactor (ABR): pengelolaan air limbah komunal pada pesantren Salafiyah Syafi'iyah di Situbondo

INTAN RIFAINI^{1*}, EKO NOERHAYATI^{1*}

¹ Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Islam Malang, Malang, Jawa Timur, 654144, Indonesia;

*Korespondensi: eko.noerhayati@unisma.ac.id

Diterima: 22 Februari, 2024

Disetujui: 24 April, 2024

ABSTRAK

Latar Belakang: Air merupakan elemen krusial bagi kehidupan, baik untuk proses internal tubuh ataupun aktivitas keseharian. Akan tetapi, kehadiran sifat air sebagai sumber daya utama menjadikan penggunaan air kurang tepat guna. Kondisi ini berimbas pada penurunan kualitas air dalam beberapa sisi. Hal ini terjadi pada Pondok Pesantren Salafiyah Syafi'iyah Sukorejo, Situbondo. Pondok pesantren ini mengalami kenaikan siswa dan berakibat pada peningkatan limbah domestik black water dan grey water. **Metode:** Peneliti berusaha mencari solusi berdasar penelitian dengan metode Anaerobic Baffled Reactor (ABR). Penelitian ini bertujuan untuk menghasilkan sanitasi limbah air. Penelitian perencanaan sanitasi menggunakan dua sumber data, yakni primer dan sekunder. **Temuan:** Hasil dari penelitian ini adalah mengetahui adanya dua jenis debit limbah, yakni limbah domestik dan limbah non domestik pada pondok pesantren. **Kesimpulan:** Hasil lain, yakni penggunaan instalasi pengolahan berbasis ABR memiliki keunggulan. Keunggulan ini berfokus pada segi luas lahan, pembangunan, pengoperasian, perawatan dan biaya Instalasi pengolahan air limbah yang efisien. Selanjutnya, peneliti telah menemukan model desain instalasi pengolahan air ABR dengan dimensi tiap kompartemen berupa panjang x lebar x tinggi.

KATA KUNCI: air limbah; anaerobic baffled reactor; ipal; sanitasi.

ABSTRACT

Background: Water is a crucial element for life, both for internal body processes and daily activities. However, the nature of water as a primary resource makes its use less appropriate. This condition has an impact on the decline in water quality in several aspects. This happened at the Salafiyah Syafi'iyah Islamic Boarding School in Sukorejo, Situbondo. This boarding school experienced an increase in students and resulted in an increase in black water and gray water domestic waste. **Methods:** Researchers are trying to find solutions based on research with the Anaerobic Baffled Reactor (ABR) method. This research aims to produce waste water sanitation. Sanitary planning research uses two data sources, namely primary and secondary. **Findings:** The result of this research is knowing the existence of two types of waste discharge, namely domestic waste and non-domestic waste at the boarding school. **Conclusion:** Another result, namely the use of ABR-based treatment plants has advantages. This advantage focuses on the aspect of land area, construction, operation, maintenance and cost efficient wastewater treatment plants. Furthermore, researchers have found an ABR water treatment plant design model with the dimensions of each compartment in the form of length x width x height.

KEYWORDS: anaerobic baffled reactor; ipal; sanitation; wastewater.

Cara Pengutipan:

Rifaini, I. & Noerhayati, E. (2024). Anaerobic baffled reactor (ABR): pengelolaan air limbah komunal pada pesantren Salafiyah Syafi'iyah di Situbondo. *Journal of Youth and Outdoor Activities*, 1(1), 10-19. <https://doi.org/10.61511/jyoa.v1i1.2024.678>

Copyright: © 2024 dari Penulis. Dikirim untuk kemungkinan publikasi akses terbuka berdasarkan syarat dan ketentuan dari the Creative Commons Attribution (CC BY) license (<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>).



1. Pendahuluan

Air merupakan elemen krusial bagi kehidupan, baik untuk proses internal tubuh ataupun aktivitas keseharian. Namun, sifat air yang sebagai sumber daya utama menjadikan penggunaan air kurang efisien. Hal ini menjadikan penurunan kualitas air dari berbagai sisi. Di lain sisi, air berfungsi sebagai sumber daya keperluan domestik. Pembuangan limbah air secara umum tidak diolah terlebih dahulu (Maulidiyah, 2019). Limbah yang tidak diolah dengan baik berdampak negatif bagi masyarakat (Darmawan et al, 2023). Secara umum terdapat dua jenis limbah, yakni limbah domestik dan non-domestik. Limbah domestik dibagi menjadi dua jenis, grey water dan black water. Limbah grey water sering kali dibuang tanpa pengolahan dan menyebabkan pencemaran lingkungan. Grey Water berasal dari air bekas pakai dan mengandung nitrat, fosfat, dan zat organik.

Rahmawati (2022) menuturkan bahwa penyebab pencemaran berasal dari kontaminasi langsung dan tidak langsung. Persoalan pembuangan limbah menjadikan proses pencemaran secara langsung. Pondok Pesantren Salafiyah Syafi'iyah merupakan salah satu pesantren yang memiliki permasalahan limbah. Hal ini disebabkan dari banyaknya populasi yang berada dalam kawasan pesantren. Data sementara menyebutkan jumlah santri keseluruhan kurang lebih mencapai 18.000 orang santri, mencakup lembaga diniyah dan lembaga formal. Namun, jumlah tersebut belumlah mencakup pengurus harian dan juga staf pengajar. Jumlah populasi akan semakin bertambah seiring dibukanya tahun ajaran baru. Berdasarkan permasalahan ini maka peneliti merasa perlu adanya perubahan pondok pesantren. Perencanaan Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL) Komunal menjadi salah satu pilihan yang dituju. Unit pengolahan limbah dapat memproses semua limbah domestik dalam sebuah instalasi bersama. Oleh karena itu, sistem ini disebut IPAL komunal karena secara bersama-sama guna menyesuaikan kondisi pesantren. Selain itu, IPAL komunal dapat mengurangi resiko santri terkena paparan penyakit yang berasal dari air limbah tidak diproses. Selain itu, IPAL dapat mengurangi kerusakan lingkungan dari pencemaran air, khususnya bagi tumbuhan dan hewan sekitar.

Proses pembuatan IPAL dapat menggunakan teknologi Anaerobic Baffled Reactor (ABR). Teknologi ini merupakan hasil pengembangan tangki septik konvensional. ABR terdiri dari kompartemen pengendap yang di ikuti Reaktor Baffled. Pemilihan sistem ABR dikarenakan adanya keunggulan yang dimiliki, seperti efisiensi pengolahan, minimnya penggunaan lahan, serta biaya pembangunan dan perawatan yang minim. Berdasarkan persoalan diatas peneliti bertujuan mengetahui kondisi pH, BOD, COD, TSS pada air limbah domestik serta debit air kotor yang dibuang pada pondok pesantren Salafiyah Syafi'iyah. Selain itu, peneliti berusaha menghasilkan instalasi pengolahan air limbah (IPAL) Komunal dengan metode ABR pada pondok pesantren Salafiyah Syafi'iyah.

1.1 Pengertian Sanitasi dan Air Limbah Domestik

Sanitasi merupakan lingkungan yang baik bagi kehidupan manusia. Sanitasi berfokus pada fisik, seperti tanah, air, dan udara. Sanitasi dapat diartikan sebagai perilaku yang disengaja guna membudayakan hidup bersih dan bermaksud sebagai perwujudan dari penegakan manusia secara langsung dari bahan kotor dan berbahaya. Rocket tahun 2017 memaparkan bahwa sanitasi dinyatakan sebagai upaya manusia dalam menjamin dan mewujudkan kondisi yang memenuhi syarat kesehatan.

Permen LHK tahun 2016 mendefinisikan air limbah domestik sebagai air yang berasal dari aktivitas keseharian manusia. Air yang dimaksud adalah pemakaian air bersih. Limbah domestik diharuskan untuk dipantau agar dapat mengetahui pemenuhan ketentuan baku mutu air limbah. Perwujudan limbah dapat dikategorikan menurut wujud, yakni cair, padat, dan gas. Kuntoadji menjelaskan bahwa limbah cair atau air buangan adalah perwujudan dari air yang tidak dapat dimanfaatkan. Air ini dapat memberi dampak buruk terhadap lingkungan manusia (Kuntodjaji et al., 2023). Putra et al., memaparkan bahwa karakteristik air limbah dapat dikategorikan berdasar sifat fisik, yakni kimia dan biologi.

Ni'am et al (2023) menjelaskan bahwa limbah rumah tangga merupakan salah satu dari jenis limbah yang tidak terhindarkan dari berbagai kehidupan manusia. Pada dasarnya debit air limbah telah memiliki aturan terbaru secara khusus. Rata-rata debit air limbah yang dihasilkan oleh manusia memiliki kesamaan dengan hasil selama 24 jam sesuai debit tahunan. Untuk itu diperlukan adanya sanitasi yang harus dilakukan. Kementerian PUPR Dirjen Cipta Karya (2013) menjelaskan terdapat dua jenis pengolahan limbah, yakni melalui sistem setempat dan sistem terpusat. Sistem setempat berupa jenis sanitasi yang dilakukan dalam daerah individu melalui fasilitas tangki septi tank dan cubluk. Sanitasi ini juga dilakukan pada fasilitas umum atau komunal dengan kepadatan rendah, yakni sekitar kurang lebih 250 individu/ha. Sanitasi terpusat diartikan sebagai fasilitas olahan limbah dalam jarak jauh. Fasilitas ini menggunakan pipa untuk mengalirkan air limbah dari rumah ke rumah secara serentak dan dikirim pada IPAL. Penggunaan sistem ini berfungsi pada daerah padat penduduk atau sekitar 250 individu/ha.

1.2 Baku Mutu Air Limbah Domestik

Peraturan Gubernur (Pergub) Jawa Timur No. 72 Tahun 2013 menjelaskan terkait baku mutu air Limbah yang tersedia. Limbah air di Jawa Timur terdiri dari kegiatan usaha, industri, pemukiman (real estate), rumah makan, perkantoran, dan beragam lainnya. Parameter baku air limbah telah dijabarkan pada tabel 1.

Tabel 1. Baku mutu air limbah

Parameter	Kadar Maximum (mg/l)
BOD	30
COD	50
TESS	50
Minyak dan Lemak	10
PH	6-9

(Peraturan Gubernur Jawa Timur No. 72 Tahun 2023)

1.3 Jenis Pengolahan Air Limbah

Air Limbah domestik mempunyai karakteristik dominan yang mudah terdegradasi (biodegradable). Hernandez menyatakan bahwa limbah yang berasal dari tempat pembuangan kotoran (toilet) memiliki beban organik lebih tinggi daripada limbah yang berasal dari sisa pemakaian air. Untuk itu dibutuhkan adanya jenis pengolahan limbah yang tepat, salah satunya adalah jenis pengolahan limbah secara biologis. Pengolahan limbah dengan ini memungkinkan terjadinya desentralisasi. Pengolahan biologis memanfaatkan adanya mikroorganisme, bakteri, dan oksigen dalam proses yang dilakukan. Berdasarkan kebutuhan oksigen pada proses pengolahan maka dapat dibedakan menjadi tiga jenis, yakni sebagai berikut.

- a. Pengolahan secara aerobik
Pengolahan Aerobik menggunakan sistem lumpur aktif dengan efisiensi removal tinggi dan membutuhkan oksigen dalam prosesnya. Pengelolaan ini menghasilkan lumpur berlebih akibat adanya fase pertumbuhan biomassa yang cukup besar. Hal ini menjadikan pengolah aerobik membutuhkan bangunan tambahan dalam proses pengelolaan limbah. Proses ini terkadang digunakan pada limbah dengan BOD yang tidak besar.
- b. Pengolahan anaerobik
Pengolahan cara ini tidak membutuhkan oksigen dalam prosesnya. Pengelolaan secara anaerobik dapat menjadi alternatif pengolahan layak dan ekonomis karena terdapat kemudahan. Pada dasarnya proses ini dapat digunakan.
- c. Pengolahan secara fakultatif

Pengolahan fakultatif merupakan pengolahan dengan menggabungkan aerobik dan anaerobik secara bersamaan. Proses ini berlangsung dengan atau tanpa kehadiran dari oksigen.

2. Metode

Metode penelitian yang digunakan metode Anaerobic Baffled Reactor (ABR) dalam proses perencanaan sanitasi limbah air. Sumber data yang digunakan dibagi menjadi dua sesuai dengan fokus penelitian. Sumber data primer berasal dari observasi lapangan dan wawancara. Sumber sekunder berasal dari RKM tiap lokasi. Data sekunder lain berupa demografi kependudukan Situbondo, peta wilayah Kecamatan Banyuputih, serta baku mutu air limbah yang berasal dari Peraturan Gubernur Jawa Timur No 72 Tahun 2013. Proses analisis dilakukan setelah keseluruhan data dimiliki.

3. Hasil dan Pembahasan

3.1 Proyeksi Penduduk

Jumlah kependudukan memengaruhi pemakaian dan penentuan air bersih, termasuk kualitas debit air limbah yang mengalir. Proyeksi jumlah penduduk pada perencanaan IPAL melalui metode geometrik dengan rancangan periode 10 tahun ke depn. Penaksiran jumlah penduduk menurut SNI 03-1733-200, yakni berjumlah kurang lebih sebesar 60 jiwa yang dihitung mulai tahun 2022 hingga 2032.

Tabel 1. Jumlah penduduk

No	Jumlah Asrama	Jumlah Kamar
1.	Asrama A	18
2.	Asrama B	10
3.	Asrama C	14
4.	Asrama D	10
5.	Asrama E	12
6.	Asrama F	10
	Total Unit	74

(Data Penelitian, 2023)

Jumlah penghuni dalam satu kamar sesuai rencana siteplan pondok.

Tabel 2. Jumlah penduduk santri

Asrama	Rata-rata Jumlah Unit	Total Santri
A	60 (18)	1080
B	60 (10)	600
C	60 (14)	840
D	60 (5)	300
E	60 (12)	720
F	60 (10)	600
Total		4140

(Data Penelitian, 2023)

Perhitungan jumlah santri selama sepuluh tahun kedepan didasari atas jumlah rata-rata rasio pertumbuhan penduduk. Berdasar buku Pondok Pesantren salafiyah syafi'iyah tahun 2021 disebutkan pertumbuhan penduduk 2010-2020 mengalami kenaikan sebesar 1,24 persen. Perhitungan proyeksi penduduk dapat dilakukan melalui penggunaan rumus sebagai berikut.

$$\begin{aligned} Pl &= P \square (1 + r) \\ &= 4.140 (1 + 1,24 \%) \\ &= 4.191,336 \text{ jiwa} / 74 \text{ Kamar pada tahun } 2032 \end{aligned}$$

Berdasarkan rancangan wilayah Direktur Jendral PUPR Cipta Karya 2014, persyaratan teknis standar lokasi kegiatan pengelolaan air limbah pada tingkat lokal, seperti pemilihan lokasi berfokus pada permukiman padat penduduk, yakni sekitar 100 jiwa/Ha atau lebih, adanya ketersediaan lahan dengan minimal luas 100 m² untuk satu unit bangunan instalasi pengolahan air limbah, 50–100 KK/RT/RW/lingkungan terdaftar pada instansi pemerintah yang melingkupi lingkungan, terdapat ketersediaan sumber air yang, seperti sumur, PDAM, dan sumber mata air, serta erdapat saluran pembuangan yang menerima saluran air.

3.2 Sarana Sanitasi Eksisting

Konsumsi air bersih digunakan sebagai sumber daya kebutuhan sehari-hari. Air bersih berfungsi sebagai bahan mencuci baju, kegiatan dapur, buang air besar atau kecil, mandi, kebutuhan untuk air minum, dan lain-lain. Rencana siteplan Pondok pesantren Salafiyah Syafi'iyah adalah mempersiapkan 74 Kamar dengan keseluruhan kamar menggunakan air PDAM dan dibantu penggunaan air sumur artesis.

Dengan ini diketahui bahwa sarana sanitasi eksisting pondok pesantren tidak mempunyai ketersediaan pengolahan air limbah. Hal ini berakibat pada keseluruhan limbah greywater secara langsung. Penyaluran limbah tertuju pada saluran air melalui penggunaan beton buis dan dialirkan menuju sungai. Pembuangan limbah grey water pun menggunakan tangki septik yang disediakan pada setiap gedung dan Biotank.

3.3 Debit Air Limbah Rata-Rata

Suheri, et al. (2019) menyatakan bahwa bahwa terdapat standar dalam setiap kebutuhan air minum berdasar lokasi wilayah. Penyebaran yang dimaksud berupa pedesaan dengan kebutuhan 60 L/kapita/hari, kota kecil dengan kebutuhan 90 L/kapita/hari, kota sedang dengan kebutuhan 110 L/kapita/hari, kota besar dengan kebutuhan 130 L/kapita/hari, serta kota metropolitan dengan kebutuhan 150 L/kapita/hari.

Berdasar paparan Suheri, Situbondo termasuk kota sedang dengan jumlah penduduk 100.000 sampai dengan 500.000 jiwa. Kebutuhan air bersih di Kota ini diperkirakan sekitar 110 L/orang/hari. Asumsi yang dibuat oleh studi perencanaan kolam pengolahan air limbah Pondok Pesantren berdasar jumlah penduduk. Asumsi yang dimiliki menyatakan jumlah penduduk sebesar 4.140 jiwa. Hal ni menjadikan total rata-rata debit air limbah yang telah dihitung berjumlah 364,608 m³/hari.

3.4 Perbandingan Alternatif Pengolahan Air Limbah

Berdasar beberapa alternatif pengolahan air limbah yang tersedia, yakni Anaerobic Baffled Reactor (ABR), Anaerobic Filter (AF), Kolam Aerasi, dan Upflow Reactor Sludge Blanket (UASB). Dilakukan pertimbangan sistem pengolahan limbah berdasarkan dua aspek utama, yaitu kebutuhan lahan dan biaya operasional. Kolam Aerasi dieliminasi karena membutuhkan lahan yang luas, yang tidak sesuai dengan ketersediaan lahan yang terbatas. Sementara itu, penggunaan UASB dan Kolam Aerasi terkendala oleh biaya operasional yang tinggi akibat penggunaan pompa atau energi listrik tambahan. Sedangkan, Anaerobic Filter memiliki kelemahan dalam perawatan dengan media yang perlu dibersihkan secara berkala untuk mencegah penyumbatan. Oleh karena itu, dipilihlah Anaerobic Baffled Reactor (ABR) sebagai teknologi yang tepat untuk mengolah limbah greywater di Pondok Pesantren. ABR dipilih karena kemudahan dalam pengoperasian yang memungkinkan diserahkan kepada masyarakat.

3.5 Perencanaan Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL)

Terdapat dua jenis air limbah rumah, yaitu Black water dan Grey water. Black water dimaksudkan pada limbah kakus, seperti tinja dan urine. Sedangkan, limbah Grey water adalah jenis limbah yang berdasar pemakaian. Limbah ini merupakan air bekas pakai, seperti air sabun mandi, air cucian pakaian, dan air cucian piring. Air limbah yang tidak diolah dan dibuang dapat mencemari air sungai dan air tanah, serta dapat memengaruhi ketersediaan air bersih. Daerah dengan kepemilikan instalasi pengolahan air limbah (IPAL), khususnya adalah grey water akan dilepas atau dibuang ke saluran pembuangan dan diolah secara bersamaan pada bangunan IPAL. Air limbah yang diolah dapat digunakan kembali untuk kebutuhan non-konsumsi atau dikembalikan ke alam dengan baik. Akan tetapi, terdapat wilayah dengan non kepemilikan instalasi pengolahan air limbah dan dapat merencanakan pembangunan untuk mengelola air sebelum dibuang ke saluran. Hal ini bertujuan agar air dapat meresap lebih aman dan tidak mencemari air tanah.

Dibawah ini terdapat paparan dari perhitungan dimensi Anaerobic Baffled Reactor (ABR). Pada perencanaan ini kualitas air limbah merujuk pada penelitian sebelumnya. Hal ini dilakukan karena kepemilikan kualitas air limbah dengan asumsi yang sama. Berikut adalah data kualitas air limbah.

Tabel 3. Kualitas air limbah

Parameter	Satuan	Konsentrasi
BOD	mg/l	11,3
COD	mg/l	46,3
TSS	mg/l	57,8
PH		6,83

(Laboratorium Jasa Tirta I, 2023)

4. Kesimpulan

Berdasarkan studi perencanaan Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL) komunal pada Pondok Pesantren Salafiyah Syafi'iyah Kabupaten Situbondo melalui metode Anaerobic Baffled Reactor (ABR) dapat disimpulkan, seperti debit air limbah Pondok Pesantren Salafiyah Syafi'iyah Kabupaten Situbondo dengan jumlah penduduk seitar 4.410 jiwa (diasumsikan dari 74 kamar dengan 60 jiwa per kamar), terbagi menjadi debit air limbah domestik sebesar 364,408 m³/hari dan debit air limbah non domestik 0,20 m³/hari, dengan total debit mencapai 364,608 m³/hari. Selanjutnya, instalasi pengolahan air limbah ABR memiliki keunggulan. Keunggulan yang dimiliki berfokus pada kemilikan lahan, pembangunan yang mudah, pengoperasian dan perawat, serta minimnya penggunaan listrik. Terakhir, hasil perhitungan desain instalasi pengolahan air limbah ABR menghasilkan dimensi tiap kompartemen panjang x lebar x tinggi adalah 11,4 m x 2,3 m x 2,6 m.

Kontribusi Penulis

Semua penulis berkontribusi penuh atas penulisan artikel ini.

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.

Akses Terbuka

©2024. Artikel ini dilisensikan di bawah Lisensi International Creative Commons Attribution 4.0, yang mengizinkan penggunaan, berbagi, adaptasi, distribusi, dan reproduksi dalam media dalam format apapun. Selama Anda memberikan kredit yang sesuai kepada penulis asli dan sumbernya, berikan tautan ke Lisensi Creative Commons, dan tunjukkan jika ada perubahan. Gambar atau materi pihak ketiga lainnya dalam artikel ini termasuk dalam Lisensi Creative Commons artikel tersebut, kecuali dinyatakan dalam batas kredit materi tersebut. Jika materi tidak termasuk dalam Lisensi Creative Commons artikel dan tujuan penggunaan Anda tidak diizinkan oleh peraturan perundang-undangan atau melebihi penggunaan yang diizinkan, Anda harus mendapatkan izin untuk langsung dari pemegang hak cipta. Untuk melihat lisensi ini kunjungi: <http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>

Referensi

- Abdi, C., Khair, R.M. And Hanifa, T.S. (2019) 'Perencanaan Bangunan Instalasi Pengolahan Air Limbah (Ipal) Komunal Domestik Dengan Proses Anaerobic Baffled Reactor (Abr) Pada Asrama PonPes Terpadu Nurul Musthofa Di Kabupaten Tabalong Kalimantan Selatan', P. 10. <http://dx.doi.org/10.20527/jukung.v5i1.6200>
- Direktorat PPLP. 2011. Pedoman dan Pelaksanaan Sanitasi Perkotaan Berbasis Masyarakat. Ditjen Cipta Karya. Jakarta: Kementerian Pekerjaan Umum. <https://bts.ciptakarya.pu.go.id/wp-content/uploads/2022/02/LAKIP-BTS-2019.pdf>
- Gutterer, B. (2009). Decentralised Wastewater Treatment Systems (DEWATS) and sanitation in developing countries: A practical guide. BORDA. <https://www.susana.org/en/knowledge-hub/resources-and-publications/library/details/1153#>
- Husna, S. N., (2021). Evaluasi tahap perencanaan IPAL Komunal Dikecamatan Ngaglik dan kecamatan Depok, Kabupaten Sleman D.I.Y. Universitas Islam Indonesia Yogyakarta. <https://dspace.uui.ac.id/handle/123456789/31307>
- Kuntodjaji, B., Noerhayati, E., & Rahmawati, A. (2023). Studi Perencanaan Pengolahan Air Limbah Domestik Dengan Media Biofilter Anaerobik Di Desa Bangsal Kota Kediri. <https://jim.unisma.ac.id/index.php/ft/article/view/20754/0>
- Jannah, R., Eko, N., Warsito. (2020). Studi Pengolahan Limbah Cair Domestik Pada Perumahan Green Tombor Di Kota Malang. 5. <https://doi.org/10.26760/jrh.v4i1.1-8>

- Mulia, G, J, T. (2015). Evaluasi Pengelolaan IPAL Komunal Di Kabupaten Gresik. Institut Teknologi Sepuluh November. https://repository.its.ac.id/73200/1/3311100025-Undergraduate_Thesis.pdf
- Massoud, M.A., Akram T., dan Joumana, A.N. 2008. Decentralized Approaches to Wastewater Treatment and Management Applicability In Developing Countries. *Environmental Management* 90, 652-659. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2008.07.001>
- Maulidiyah, A. & Tohari. (2019). Evaluasi dan Perencanaan Instalasi Pengolahan air Limbah di Yayasan Darut Taqwa. Universitas Yudarta. Pasuruan. <https://jurnal.yudharta.ac.id/v2/index.php/konstruksi/article/view/2778>
- Muhammad Rizky Darmawan, Eko Noerhayati, & Anita Rahmawati. (2023). Studi Evaluasi Instalasi Pengolahan Air Limbah Pada Rumah Potong Hewan Di Kecamatan Sukun Kota Malang Dengan Metode Activated Sludge. <https://jim.unisma.ac.id/index.php/ft/article/view/20762>
- Nanda, M,P. & Fibi, H. (2022). Efektifitas Teknologi Pada IPAL Komunal Ditinjau dari Parameter BOD, COD, dan TSS. Universitas Teknologi Yogyakarta. Yogyakarta. <https://www.jurnalpengairan.ub.ac.id/index.php/jtp/article/view/628/404>
- Ni'Am, M. K., Eko, N., Bambang, S., (2021). Pengolahan Limbah Cair Domestik untuk Pemenuhan Air Bersih dengan Metode Filter serta Penetralan dengan Eceng Gondok. 12. <https://repository.unisma.ac.id/handle/123456789/1612>
- Putra, I.D., Eko, N., Anita, R., Studi alternatif pengolahan air limbah domestik di desa gayam kab sumenep.docx. (t.t.). <https://repository.unisma.ac.id/handle/123456789/3502>
- Prihandrijanti, M. & Firdayati, M. (2011). Current Situation and Consideration of Domestic Wastewater Treatment Sistem for Big Cities in Indonesia (Case Study: Surabaya and Bandung). *Journal of Water Sustainability*, Vol 1, Issue 2: 97-104
- Permen PUPR NO.04. (2017), Penyelenggaraan Sistem Pengelolaan Air Limbah Domestik. https://www.academia.edu/3513563/Current_Situation_and_Consideration_of_Domestic_Waste_Water_Treatment_Systems_for_Big_Cities_in_Indonesia_Case_Study_Surabaya_and_Bandung
- Permen LHK No. 68. (2016). Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup tentang Baku Mutu Air Limbah Domestik. <https://ppkl.menlhk.go.id/website/filebox/5/170314114854P.68%20BAKU%20MUTU%20LIMBAH%20DOMESTIK.pdf>
- Pemerintah Daerah Jawa Timur. 2013. Peraturan Gubernur Jawa Timur Nomor 72 Tahun 2013 tentang Baku Mutu Air Limbah Bagi Industri dan/atau Kegiatan Usaha Lainnya. Sekretariat Daerah Jawa Timur. Surabaya. <https://dlh.ponorogo.go.id/wp-content/uploads/2018/05/Pergub-Jatim-Nomor-72-tahun-2013-Baku-Mutu-Air-Limbah-Bagi-Industri-dan-atau-Kegiatan-Usaha-Lainnya.pdf>
- Sasse, L., Gutterer, B., Panzerbieter, T., dan Reckerzugel, T. (2009). Decentralised Wastewater Treatment Systems (DEWATS) and Sanitation in Developing Countries. UK: BORDA. <https://www.susana.org/en/knowledge-hub/resources-and-publications/library/details/1153>
- Siswanto, B.A.P. and Purwanti, I.F. (2016) 'Perencanaan Anaerobic Baffled Reactor (ABR) Sebagai Instalasi Pengolahan Greywater di Kecamatan Rungkut Kota Surabaya', p. 8. <http://dx.doi.org/10.12962/j23546026.y2017i5.3129>
- Suriyachan, C., Vilas N., Nurul, A.T.M. 2012. Potential of Decentralized Wastewater Management for Urban Development: Case of Bangkok. *Habitat International* 36, 85-92
- Suhartono, E. (2009). Identifikasi Kualitas Perairan Pantai Akibat Limbah. https://www.researchgate.net/publication/257053225_Potential_of_decentralized_wastewater_management_for_urban_development_Case_of_Bangkok

Setiawati, R.T. (2016). Perencanaan Instalasi Pengolahan Air Limbah Domestik di Kecamatan Simokerto Kota Surabaya. Institut Teknologi Sepuluh November. Surabaya. <http://dx.doi.org/10.12962/j23546026.y2017i5.3176>

Biografi Penulis

INTAN RIFAINI, Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Islam Malang.

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

EKO NOERHAYATI, Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Islam Malang.

- Email: eko.noerhayati@unisma.ac.id
- ORCID:
- Web of Science ResearcherID:
- Scopus Author ID: 57202853349
- Homepage: