

693/TA-SS/TL-1/FT/VIII/2024

LAPORAN TUGAS AKHIR

(ENV21W0003)

PENYISIHAN COD DAN TSS DALAM PENGOLAHAN AIR BEKAS CUCIAN KENDARAAN MENGGUNAKAN ZEOLIT DAN KARBON AKTIF MENGGUNAKAN ALIRAN DOWNFLOW

Disusun oleh:

Nisa Arifa Nurfadhilah

183050019



PROGRAM STUDI TEKNIK LINGKUNGAN

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS PASUNDAN

BANDUNG

2024

693/TA-SS/TL-1/FT/VIII/2024

**PENYISIHAN COD DAN TSS DALAM PENGOLAHAN AIR
BEKAS CUCIAN KENDARAAN MENGGUNAKAN ZEOLIT
DAN KARBON AKTIF MENGGUNAKAN ALIRAN
DOWNFLOW**

**LAPORAN TUGAS AKHIR
(ENV21W0003)**

Diajukan Untuk Memenuhi Persyaratan Penyelesaian Program S-1

Program Studi Teknik Lingkungan Fakultas Teknik

Universitas Pasundan



Disusun oleh:

Nisa Arifa Nurfadhilah

183050019

**PROGRAM STUDI TEKNIK LINGKUNGAN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS PASUNDAN
BANDUNG
2024**

LEMBAR PENGESAHAN
TUGAS AKHIR
(ENV21W0003)

PENYISIHAN COD DAN TSS DALAM PENGOLAHAN AIR BEKAS
CUCIAN KENDARAAN MENGGUNAKAN ZEOLIT DAN KARBON
AKTIF MENGGUNAKAN ALIRAN DOWNFLOW

Disusun oleh:

Nisa Arifa Nurfadhilah
183050019



Telah disetujui dan disahkan
pada, Oktober 2024

Dosen Pembimbing 1

A blue ink signature, appearing to be 'Hary Pradiko', written in a cursive style.

(Dr. Hary Pradiko, ST., MT.)

Dosen Pembimbing 2

A black ink signature, appearing to be 'Lili Mulyatna', written in a cursive style.

(Dr. Lili Mulyatna, ST., MT.)

Dosen Penguji 1

A black ink signature, appearing to be 'Deni Rusmaya', written in a cursive style.

(Deni Rusmaya, ST., MT.)

Dosen Penguji 2

A black ink signature, appearing to be 'Febriansyah', written in a cursive style.

(Febriansyah, ST., MT.)

PENYISIHAN COD DAN TSS DALAM PENGOLAHAN AIR BEKAS CUCIAN KENDARAAN MENGGUNAKAN ZEOLIT DAN KARBON AKTIF MENGGUNAKAN ALIRAN DOWNFLOW

Nisa Arifa Nurfadhilah

(nisaarifa84@gmail.com)

Prodi Teknik Lingkungan, Fakultas Teknik, Universitas Pasundan

ABSTRAK

Untuk memperluas lapangan pekerjaan, pemerintah mengupayakannya dengan cara mendorong usaha-usaha kecil agar dapat berkembang dan menyerap tenaga kerja. Salah satu usaha kecil yang berkembang di masyarakat adalah usaha pencucian kendaraan bermotor. Pada penelitian utama penyisihan COD dan TSS dari limbah artifisial menggunakan media karbon dan zeolit dengan memvariasikan debit, media dan waktu kontak limbah artifisial dengan media selama 15, 30, 45, dan 60 menit. Reaktor berbentuk silinder yang berdiameter 10 cm dan ketinggian 100 cm dan ketinggian maksimum media di dalam reaktor sebesar 90 cm. Setiap sampel dari satu variasi yang diambil akan dilakukan pengujian COD dan TSS sehingga memperoleh hasil dari penyisihan COD dan TSS terbaik dalam satu variasi. Metode yang digunakan dalam pengolahan hasil penelitian ini adalah metode deskriptif kuantitatif yaitu mendeskripsikan hasil pengukuran terhadap baku mutu atau ketentuan yang ada dalam peraturan yang berlaku. Untuk reaktor media karbon aktif pada variasi debit pada kondisi arah aliran *downflow*, diperoleh debit yang optimum yaitu D2 dengan nilai 0,1 l/det yang dibuktikan dengan efisiensi penyisihan COD terbesar (87%) dari konsentrasi awal 61,286 mg/l menjadi 8,269 mg/l dan penyisihan TSS sebesar (65%) dari konsentrasi awal 1,080 mg/l menjadi 0,380 mg/l, serta waktu kontak terbaik yaitu 15 menit. Untuk reaktor media zeolit pada variasi debit pada kondisi arah aliran *downflow*, diperoleh debit yang optimum yaitu D2 dengan nilai 0,1 l/det yang dibuktikan dengan efisiensi penyisihan COD terbesar (64%) dari konsentrasi awal 81,715 mg/l menjadi 29,670 mg/l dan penyisihan TSS sebesar (83%) dari konsentrasi awal 1,18 mg/l menjadi 0,20 mg/l, serta waktu kontak terbaik yaitu 15 menit. Proses yang terjadi dalam penelitian ini merupakan proses filtrasi dan adsorpsi.

Kata Kunci: Adsorpsi, Filtrasi, Air Limbah Pencucian Kendaraan, COD, TSS.

COD AND TSS REMOVAL IN VEHICLE WASH WASTEWATER TREATMENT USING ZEOLITE AND ACTIVATED CARBON WITH DOWNFLOW SYSTEM

Nisa Arifa Nurfadhilah

(nisaarifa84@gmail.com)

Departement of Enviromental Engineering, Faculty of Engineering, Pasundan
Univercity

ABSTRACT

To expand employment opportunities, the government is striving to promote small businesses so they can grow and absorb the workforce. One of the small businesses that has grown in the community is the vehicle washing business. In the primary study, the removal of COD and TSS from artificial wastewater was examined using carbon and zeolite media, with variations in flow rate, media, and contact time between the artificial wastewater and the media for 15, 30, 45, and 60 minutes. The reactor is cylindrical with a diameter of 10 cm and a height of 100 cm, with a maximum media height inside the reactor of 90 cm. Each sample from one variation will undergo COD and TSS testing to obtain the best results for COD and TSS removal within one variation. The method used in processing the research results is the quantitative descriptive method, which describes the measurement results against the quality standards or provisions set out in applicable regulations. For the activated carbon media reactor in flow rate variations under downflow conditions, the optimum flow rate was D2, with a value of 0.1 l/sec, as evidenced by the highest COD removal efficiency (87%) from an initial concentration of 61,286 mg/l to 8,269 mg/l and TSS removal of (65%) from an initial concentration of 1,080 mg/l to 0,380 mg/l, with the best contact time being 15 minutes. For the zeolite media reactor in flow rate variations under downflow conditions, the optimum flow rate was D2, with a value of 0.1 l/sec, as evidenced by the highest COD removal efficiency (64%) from an initial concentration of 81,715 mg/l to 29,670 mg/l and TSS removal of (83%) from an initial concentration of 1,18 mg/l to 0,20 mg/l, with the best contact time being 15 minutes. The process observed in this study involved filtration and adsorption processes.

Keywords: Adsorption, Filtration, Vehicle Washing Wastewater, COD, TSS.

KATA PENGANTAR

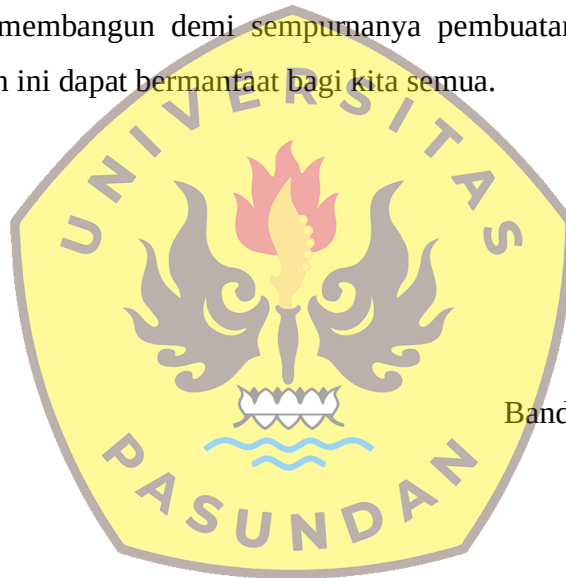
Puji dan syukur saya ucapkan kepada Allah SWT, karena berkat rahmat dan hidayah-Nya maka Laporan Seminar Proposal Tugas Akhir ini dapat diselesaikan dengan baik. Shalawat serta Salam juga tak lupa saya sampaikan pada junjungan kita Nabi Muhammad SAW sebagai pedoman hidup kita hingga akhir zaman. Para sahabatnya serta para pengikutnya hingga akhir zaman. Atas rahmat dan hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan Laporan Seminar Tugas Akhir yang berjudul “Pengembangan Alat Daur Ulang Air bekas Cucian Kendaraan Menggunakan Konfigurasi Filter Zeolit dan Karbon Aktif”. Laporan ini dibuat sebagai salah satu syarat penyelesaian Program S-1 Program Studi Teknik Lingkungan, Fakultas Teknik, Universitas Pasundan Bandung.

Dengan penuh harapan mudah-mudahan laporan ini dapat memberikan manfaat dan tambahan ilmu pengetahuan khususnya bagi penulis dan umunya bagi yang membaca. Penulis dalam Menyusun merasa tidak bisa hanya dengan sorang diri. Dalam penyelesaian laporan ini, saya sebagai penulis mendapat banyak bantuan, motivasi dan dukungan dari orang-orang disekitar penulis. Untuk itu, penulis ingin mengucapkan terima kasih kepada pihak – pihak berikut :

1. Kepada kedua orang tua dan keluarga yang lebih banyak memberikan semangat, doa, dukungan, dorongan dan materil agar dapat menyelesaikan laporan ini.
2. Bapak Dr. Hary Pradiko, ST., MT., Selaku Dosen Pembimbing I yang telah selalu sabar dalam membimbing dan banyak memberikan masukan serta arahan yang sangat membantu penulis dalam menyelesaikan laporan ini.
3. Bapak Dr. Lili Mulyatna, ST., MT., Selaku Dosen Pembimbing II yang telah selalu sabar dalam membimbing dan banyak memberikan masukan serta arahan yang sangat membantu penulis dalam menyelesaikan laporan ini.

4. Bapak-Ibu Dosen Program Studi Teknik Lingkungan Universitas Pasundan yang telah senantiasa memberikan ilmu pengetahuan yang bermanfaat bagi penulis selama masa perkuliahan.
5. Nanda Firmansyah atas dukungan kepada penyusun dari perkuliahan hingga pengerjaan tugas akhir.
6. Kartika, Nadhira, Monica, dan teman-teman seperjuangan Teknik Lingkungan 2018 yang selalu berjuang dan berdiskusi mengenai perkuliahan ataupun hal-hal lainnya, terimakasih atas kesan, terimakasih sudah mewarnai masa perkuliahan ini dengan special.

Penulis menyadari bahwa masih banyak kekurangan yang menyangkut isi maupun kerangka penulisan. Maka dari itu penulisan menerima kritik dan saran yang sifatnya membangun demi **sempurnanya** pembuatan laporan selanjutnya. Semoga laporan ini dapat **bermanfaat** bagi kita semua.



Bandung, 21 Oktober 2024

Nisa Arifa Nurfadhilah

DAFTAR ISI

ABSTRAK	i
ABSTRACT	ii
KATA PENGANTAR.....	iii
DAFTAR ISI.....	v
DAFTAR TABEL.....	viii
DAFTAR GAMBAR.....	ix
BAB I LATAR BELAKANG	I-1
1.1 Latar Belakang	I-1
1.2 Maksud dan Tujuan.....	I-2
1.3 Ruang Lingkup.....	I-3
1.4 Manfaat Penelitian.....	I-3
1.5 Sistematika Penulisan.....	I-4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	II-1
2.1 Limbah Cair Cuci Kendaraan.....	II-1
2.2 Karakteristik Limbah Cair Cuci Kendaraan	II-1
2.3 Deterjen	II-4
2.4 Pengolahan Air Limbah Menggunakan Media Berbutir	II-4
2.4.1 Adsorpsi	II-4
2.4.2 Filtrasi	II-5
2.4.3 Media Filtrasi.....	II-7
2.5 Penyisihan TSS dalam Air Limbah.....	II-8
2.6 Zeolit	II-8
2.6.1 Zeolit Sintetik	II-10
2.6.2 Zeolit Alam.....	II-10
2.6.3 TNZ (<i>Treated Natural Zeolit</i>).....	II-12
2.7 Karbon Aktif.....	II-13
2.7.1 Struktur Fisik Karbon Aktif.....	II-14
2.7.2 Sifat Kimia Karbon Aktif	II-15

2.8 Penelitian Terdahulu.....	II-15
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	III-1
3.1 Metodologi Penelitian	III-1
3.2 Studi Literatur	III-1
3.3 Tahap Penelitian.....	III-2
3.4 Persiapan Penelitian	III-3
3.4.1 Persiapan Alat.....	III-3
3.4.2 Persiapan Bahan.....	III-5
3.4.3 Persiapan Air Limbah Buatan.....	III-5
3.4.4 Desain Reaktor.....	III-5
3.4.5 Persiapan Media Filter	III-6
3.5 Pelaksanaan Penelitian	III-7
3.5.1 Variasi Debit.....	III-7
3.5.2 Variasi Media Zeolit dan Karbon Aktif.....	III-7
3.5.3 Variasi Posisi Media.....	III-8
3.5.4 Variasi Konsentrasi Sabun.....	III-10
3.6 Pemeriksaan Kualitas Air Sampel.....	III-10
3.6.1 Pemeriksaan TSS.....	III-10
3.6.2 Pemeriksaan COD	III-11
3.7 Analisis dan Pembahasan.....	III-12
3.7.1 Penyajian Tabel dan Grafik.....	III-12
3.7.2 Analisis Data.....	III-13
BAB IV PENGUMPULAN DATA DAN ANALISIS.....	IV-1
4.1 Penelitian Utama	IV-1
4.2 Air Bekas Buatan	IV-1
4.3 Penentuan Debit Aliran dan Volume Tabung	IV-2
4.4 Penyisihan COD dan TSS Variasi Debit dan Waktu Kontak.....	IV-5
4.4.1 Penyisihan Nilai COD Media Karbon Aktif.....	IV-6
4.4.2 Penyisihan Nilai TSS Media Karbon Aktif	IV-8
4.4.3 Penyisihan Nilai COD Media Zeolit.....	IV-10
4.4.4 Penyisihan Nilai TSS Media Zeolit	IV-12
4.5 Penyisihan COD dan TSS Variasi Posisi Media.....	IV-14

4.5.1 Penyisihan COD Variasi Posisi Media Karbon Aktif ke Zeolit dan Zeolit ke Karbon Aktif.....	IV-14
4.5.2 Penyisihan TSS Variasi Posisi Media Karbon Aktif ke Zeolit dan Zeolit ke Karbon Aktif.....	IV-17
4.6 Penyisihan COD dan TSS Variasi Konsentrasi Sabun.....	IV-19
4.6.1 Penyisihan COD Variasi Konsentasi Sabun Pencucian besar dan Pencucian Kecil	IV-19
4.6.2 Penyisihan TSS Variasi Konsentasi Sabun Pencucian Besar dan Pencucian Kecil	IV-22
4.6.3 Penambahan Waktu Pengolahan Pada Pencucian Besar Variasi Konsentrasi Sabun	IV-24
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	V-1
5.1 Kesimpulan.....	V-1
5.2 Saran.....	V-2
DAFTAR PUSTAKA	



BAB I

LATAR BELAKANG

1.1 Latar Belakang

Untuk memperluas lapangan pekerjaan, pemerintah mengupayakannya dengan cara mendorong usaha-usaha kecil agar dapat berkembang dan menyerap tenaga kerja. Salah satu usaha kecil yang berkembang di masyarakat adalah usaha pencucian kendaraan bermotor.

Meningkatnya jumlah kendaraan bermotor menyebabkan keberadaan jasa pencucian kendaraan bermotor kian meningkat. Peningkatan tersebut dapat menyebabkan penurunan kualitas lingkungan. Hal ini disebabkan karena air bekas pencucian kendaraan yang langsung dibuang ke badan air tanpa adanya pengolahan terlebih dahulu. Jika limbah tersebut dibuang dalam jumlah besar, maka kadar *Chemical Oxygen Demand* (COD) dan *Total Suspended Solid* (TSS) pada badan air akan meningkat dan mengakibatkan dampak-dampak seperti *self-purification* dari perairan yang tercemar zat tersebut menjadi menurun.

Limbah yang dihasilkan dari pencucian kendaraan ini memiliki konsentrasi COD berkisar antara 141-1019 mg/l berdasarkan beberapa hasil pengukuran karakteristik air limbah dari tempat pencucian kendaraan. Menurut Peraturan Menteri Lingkungan Hidup Republik Indonesia No.5 Tahun 2014 tentang Baku Mutu Limbah Cair bagi kegiatan Industri Sabun, Deterjen, dan Produk Minyak Nabati kadar maksimum COD adalah 180 mg/l (harahap, 2020).

Salah satu cara yang dapat dilakukan untuk mengatasi dampak buruk yang ditimbulkan dari limbah cair pencucian kendaraan adalah dengan melakukan pengolahan menggunakan metode filtrasi. Menurut (Sulistiyanti, 2018), metode yang paling efektif dalam pengolahan limbah cair hasil pencucian kendaraan pada usaha *Doorsmeer* adalah dengan metode filtrasi dan adsorpsi. Metode filtrasi adalah proses penyaringan yang pada prosesnya terjadi pembuangan padatan tersuspensi pada air melewati media berpori. Filtrasi adalah proses pengolahan dengan cara memisahkan zat padat dari fluida dengan memanfaatkan media berpori untuk

menghilangkan koloid dan material tersuspensi serta zat lainnya yang ada pada limbah. Filtrasi adalah bagian yang terpenting dari pengolahan air limbah dan efektif untuk menyisihkan bahan, warna, bau, rasa, logam berat juga mampu menghilangkan bakteri, Menurut (Said, 2005 dalam Selfia, 2022). Tujuan proses filtrasi untuk menghilangkan partikel tersuspensi dan koloid dengan penyaringan menggunakan media filter (Selfia, 2022). Media filter yang akan digunakan pada penelitian ini yaitu zeolit dan karbon aktif. Dengan menggunakan media ini diharapkan dapat mengurangi konsentrasi pada parameter COD dan TSS dan yang terdapat pada limbah cuci kendaraan.

Zeolit merupakan material yang memiliki banyak kegunaan. Zeolit telah banyak diaplikasikan sebagai adsorben, penukar ion, dan sebagai katalis. Zeolit adalah mineral kristal alumina silika tetrahedral berpori yang mempunyai struktur kerangka tiga dimensi, terbentuk oleh tetrahedral $[\text{SiO}_4]^{4-}$ dan $[\text{AlO}_4]^{5-}$ yang saling terhubung oleh atom-atom oksigen sedemikian rupa, sehingga membentuk kerangka tiga dimensi terbuka yang mengandung kanal-kanal dan rongga-rongga, yang di dalamnya terisi oleh ion-ion logam, biasanya adalah logam-logam alkali atau alkali tanah dan molekul air yang dapat bergerak bebas (Cheetam, 1992).

Sedangkan karbon aktif merupakan senyawa amorf yang dihasilkan dari bahan-bahan yang mengandung karbon atau arang yang diperlakukan secara khusus untuk mendapatkan daya adsorpsi yang tinggi. Karbon aktif dapat mengadsorpsi gas dan senyawa-senyawa kimia tertentu atau sifat adsorpsinya selektif, tergantung pada besar atau volume pori-pori dan luas permukaan. Daya serap karbon aktif sangat besar, yaitu 25 - 100% terhadap berat karbon aktif (Darmawan, 2008).

Berdasarkan uraian di atas, maka untuk mengetahui efektifitas penggunaan zeolit dan karbon aktif dalam penelitian limbah cucian kendaraan sebagai media penyisihan polutan pencemaran air, terutama parameter COD dan TSS.

1.2 Maksud dan Tujuan

Maksud dari penelitian ini adalah:

Mengetahui kinerja reaktor dalam pengolahan air limbah cucian kendaraan bermotor dengan menggunakan media zeolite dan karbon aktif .

Tujuan dari penelitian ini antara lain:

1. Merancang reaktor sederhana pengolahan air limbah cuci kendaraan dengan menggunakan media karbon aktif dan zeolit dengan aliran *downflow*.
2. Mengetahui efisiensi penyisihan COD dan TSS dengan debit dan waktu kontak yang optimum.
3. Memeriksa nilai penyisihan COD dan TSS dengan beberapa variasi seperti variasi media, variasi posisi media, dan variasi konsentrasi sabun.
4. Mengetahui

1.3 Ruang Lingkup

Adapun ruang lingkup dari penelitian ini adalah:

1. Air limbah yang digunakan adalah air limbah artifisial.
2. Pada penelitian ini yang diteliti adalah kinerja dari reaktor dalam penyisihan parameter COD dan TSS.
3. Media penyisihan air bekas cucian kendaraan buatan yang digunakan adalah zeolit termodifikasi dengan ukuran butir 1 mm, sedangkan filter karbon aktif menggunakan butiran dengan diameter > 3 mm.
4. Sistem reaktor yang digunakan adalah kontinu dengan pengaliran menggunakan pompa.
5. Tabung reaktor penyisihan air bekas cucian kendaraan berbentuk silinder terdiri dari 2 unit yang masing-masing berisi media zeolit dan media karbon aktif. Kolom reaktor berdiameter 10 cm dan berketinggian media 100 cm.
6. Parameter yang akan diuji adalah parameter kimia COD (*Chemical Oxygen Demand*) dan *Total Suspended Solid* (TSS)

1.4 Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian adalah dapat memberikan manfaat untuk upaya mengurangi penggunaan air untuk mencuci kendaraan dan membantu dalam mengurangi pencemaran lingkungan.

1.5 Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan dibahas dalam tiap bab yakni, sebagai berikut :

BAB I PENDAHULUAN

Berisikan tentang Latar Belakang permasalahan dari limbah cuci kendaraan, Maksud dan Tujuan dilakukannya penelitian, Ruang Lingkup, dan Sistematika Penulisan.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Berisikan teori-teori yang menunjang penelitian tentang limbah cuci kendaraan dengan bersumber pada literatur dan jurnal serta penelitian-penelitian terdahulu.

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

Berisikan daftar alat dan bahan yang digunakan, diagram alir penelitian, metode pengumpulan data penyisihan COD dan TSS, dan metode analisa data yang digunakan dalam penelitian disajikan dalam bentuk tabel dan grafik.

BAB IV PENGUMPULAN DATA DAN ANALISIS

Pada bab ini menjelaskan mengenai data dan hasil yang diperoleh dari penyisihan COD dan TSS limbah cuci kendaraan yang telah dilakukan,

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

Menyajikan kesimpulan hasil penelitian limbah cuci kendaraan dan saran yang berguna bagi penelitian selanjutnya.

DAFTAR PUSTAKA

- Afifah, Wardah Nurul. 2022. *Sebaran Pencemaran Logam Berat Kadmium (Cd) dan Total Suspended Solid (TSS) Pada Badan Air sungai Opak di Sekitar TPA Piyungan, Bantul*. Skripsi Program Sarjana. Universitas Islam Indonesia.
- Andani, D. E.,. 2019. *Daur Ulang Air Bekas Cucian Kendaraan Menggunakan Reaktor Karbon Aktif Sistem Batch*. Skripsi Program Sarjana. Universitas Pasundan.
- Andili, Alqadri, E., dan Tuhu Agung. 2021. *Pengelolaan Limbah Cair Jasa Pencucian Kendaraan Dengan Metode Elektrokoagulasi*. Jurnal Teknik Lingkungan. Vol 2, No. 1, 2021. Universitas Pembangunan Nasional Veteran Jawa Timur.
- Apriyani, Nani. 2017. *Penurunan Kadar Surfaktan dan Sulfat Dalam Limbah Laundry*. Jurnal Media Ilmiah Teknik Lingkungan, Vol. 2, No. 1, Februari 2017. Universitas Muhamadiyah Palangkaraya.
- Apriani, Ratih Suci, dan Putu wesen. 2010. *Penurunan Salinitas Air Payau Dengan Menggunakan Resin Penukar Ion*. Jurnal UPN Jatim Repository.
- Asadiya, A., dan Nieke, K.,. 2018. *Pengolahan Air Limbah Domestik Menggunakan Proses Aerasi, Pengendapan, dan Filtrasi Media Zeolit-Arang*. Jurnal Teknik ITS, Vol. 7, No. 1 pp. 18-22.
- Atikalidia, Melissa., Dkk. 2022. *Penyisihan Chemical Oxygen Demand (COD) dan Produksi Biogas Limbah Cair Pabrik Kelapa Sawit dengan Bioreaktor Hibrid Anaerob Bermedia Cangkang Sawit*. Jurnal Universitas Riau.
- Atriza, V. 2018. *Penyisihan Zat Warna Napthol Pada Limbah Cair Batik dengan metode adsorpsi menggunakan adsorben tanah liat dan regenerasinya*. Tesis Program Magister, Institut Teknologi Bandung.
- Effendi, Y. 2009. *Analisa Perancangan Mesin Filtrasi air Minum Untuk Rumah Tangga*. Skripsi Program Sarjana. Universitas Mecubuana.
- Faradila, Rafida., Haryono, S. H., dan Abdul, S.,. 2023. *Rekayasa Pengolahan Air Limbah Domestik dengan Metode Kombinasi Filtrasi Untuk Menurunkan*

- Tingkat Polutan Air*. Jurnal Kesehatan Lingkungan, Vol. 22, No. 3, 2023. Universitas Diponegoro.
- Harahap, Muhammad Ghozali. 2020. *Penentuan Arah Aliran, Waktu Kontak dan Rangkaian Media Pada Pengolahan Air Limbah Cucian Kendaraan Menggunakan Reaktor Filter Zeolit dan Kabon Aktif*. Universitas Pasundan.
- Iqbal, Muhammad., Sorasuh Wadiana, dkk, 2023. *Pengolahan Limbah Cair Pencucian Kendaraan Dengan Menggunakan Metode Kombinasi Adsorpsi Dan Filtrasi*. Jurnal Teknologi Lingkungan Lahan Basah. Vol 11, No. 2, 2023: 493-499. Universitas Tanjungpura.
- Kalensun, A. G., Dkk. 2012. *Isoterm Adsorpsi Toluena Pada Arang Aktif Strobilus Pinus (Pinus Merkuri)*. Jurnal FMIPA Universitas Sam Ratulangi.
- Kamila, Najwa Lala. 2022. *Analisis Konsentrasi Surfaktan dan Logam Besi (Fe) Serta Mangan (Mn) dalam Limbah cuci Kendaraan dan Air Permukaan di Kecamatan Ngaglik*. Skripsi Program Sarjana. Universitas Islam Indonesia.
- Kusumawardani, Yustika., Sri, S., dan Soehartono, 2019. *Potensi dan Pengaruh Batang Pisang Sebagai Media Filter Pada Pengolahan Air Limbah Pencucian Kendaraan Bermotor*. Jurnal Presipitasi. Vol 16, No. 3, 2019: 196-204.
- Masthura., dan Ety Jumiaty. 2017. *Peningkatan Kualitas Air Menggunakan Metode Elektrokoagulasi dan Filter Karbon*. Jurnal Ilmu Fisika dan Teknologi, Vol. 1, No. 2, 2017, 1-6. UIN Sumatra Utara, Medan.
- Muin, Z. Direktur PT. Muin Bangun Persada. 2019. *Komunikasi Personal*. Natanael, C. L., Ermawati, E. E., and Harvono. 2016. *Liquid waste processing MIPA's canteen uses natural zeolite and silica sand*. Department of Seminar Nasional Kimia Fakultas MIPA Jatinangor Indonesia. hal.240-244.
- Nugroho, W., dan Purwoto, S. 2013. *Removel Klorida, TDS, dan Besi pada Air Payau melalui Penukaran Ion dan Filtrasi Campuran Zeolit Aktif dengan Karbon aktif*. Jurnal Teknik Lingkungan, Universitas Adi Buana Surabaya.
- Pramita, Ayu, dan Eka Dyah, P. 2019. *Penurunan Bio Chemical Oxygen Demand (BOD) dan Total Suspended Solid (TSS) Pada Pengolahan Limbah Cair*

- Domestik Dengan Proses Anaerorobik Filter*. Journal of Research and Technology, Vol. 5 No. 1 Juni 2019. Politeknik Negri Cilacap.
- Prasetyo, Dedy., dan Mulyatna, L. 2018. *Penyisihan Fosfat (PO_4) Dalam Air Bekas Pencucian Motor Buatan Menggunakan Zeolit Termodifikasi Treated Natural Zeolite RA52 dan Karbon Aktif*. Skripsi Program Sarjana. Universitas Pasundan.
- Setiawan, F., Pradiko, H., dan Mulyatna, L. 2019. *Daur Ulang Air Bekas Pencucian Kendaraan Menggunakan Reaktor Konvigurasi Filter Zeolit Termodifikasi*. Skripsi Program Sarjana. Universitas Pasundan.
- Selintung, Mary., Syahrir, S., Dkk. 2012. *Studi Model Efektifitas Media Pasir Kuarsa Pada Proses Filtrasi Single Medium (Studi Kasus Sungai Tiroang)*. Universitas Hasanudin Makassar.
- Selfia, Meri. 2022. *Pengolahan Limbah Cair Pencucian Kendaraan dengan Sistem Filtrasi Menggunakan Filter Multimedia*. Skripsi Program Sarjana. Universitas Islam Negri Ar-Raniry.
- Suprihatin, Dkk. 2012. *Pengolahan Tersier Limbah Cair Industri Pangan dengan Teknik elektroagulasi Menggunakan Elektroda Stainless Steel*. E-Jurnal Agroindustri Indonesia, Vol. 1, No. 1, p 31-37, 2012. Kampus IPB Bogor.
- Syarif, T., Rosela, A., dan Sabara, Z., 2021. *Optimalisasi Penggunaan Zeolit Dalam Proses Penyerapan Sulfur Pada Limbah Sabun*. Journal of chemical Process Engineering, Vol. 6 No. 2 (2021). Universitas Muslim Indonesia.
- Tandy, Edward., Hamidah Harahap, dan Ismail F.H. 2012. *Kemampuan adsorben Limbah Lateks Karret Alam Terhadap Minyak Pelumas Dalam Air*. Jurnal Teknik Kimia USU, Vol. 1 No. 2 2012. Kampus USU Medan.
- Taufiq, Muhammad. 2020. *Unjuk Kerja reaktor Ecological Floating BED (EFB) Dengan Penambahan Media Penyangga Spons Poliuretan Untuk Penyisihan Padatan Tersuspensi (TSS) dan Padatan Terlarut (TDS) Pada Air Limbah Greywater*. Skripsi Program Sarjana. Universitas Islam Indonesia.
- Widiyastuti, Sri., Antika Sepdian Sari. 2011. *Kinerja Pengolahan Air Bersih dengan Proses Filtrasi Dalam Mereduksi Kesadahan*. Jurnal Teknik, Vol. 09, No. 01, Januari 2011 – ISSN: 1412 – 1867. Universitas PGRI Adi Buana Surabaya.