

PENGARUH KECEPATAN ALIRAN AIR DAN MASSA CAMPURAN MEDIA FILTRASI TERHADAP KADAR POLUTAN HASIL PENGOLAHAN AIR LIMBAH

Jane Seva Anwar Muhardi^{1,*}, Nurhadi²

^{1,2} Program Studi Teknik Otomotif Elektronik, Jurusan Teknik Mesin, Politeknik Negeri Malang
Jl. Soekarno Hatta 9 Malang

*Email Korespondensi: nurhadi@polinema.ac.id

Submitted : 14 Juli 2022; Revision : 26 September 2022; Accepted : 3 Oktober 2022

ABSTRAK

Pencucian komponen mesin dan cuci tangan mekanik merupakan sumber air limbah pada bengkel otomotif. Oli pada air limbah mengandung logam berat dan termasuk dalam kategori Bahan Berbahaya dan Beracun (B3), air limbah bengkel otomotif juga mengandung *Total Suspended Solid* (TSS) yang dapat menurunkan kualitas air sehingga membahayakan ekosistem air apabila tidak diolah terlebih dahulu. Berdasarkan latar belakang permasalahan tersebut dibuatlah instalasi separator air dan oli (*grease trap*) dilengkapi filter rambut dan arang tempurung kelapa. Penelitian dengan cara menganalisis pengaruh kecepatan aliran dan massa campuran media filtrasi terhadap kadar polutan air limbah. Tujuan penelitian yaitu untuk mengetahui efektivitas alat pengolahan limbah pada tiap kecepatan aliran air dan variasi massa media filtrasi. Jenis penelitian yang digunakan adalah eksperimen semu. Penelitian dimulai dengan mengidentifikasi dan merumuskan masalah, pada proses penelitian minyak yang bercampur dengan air diolah menggunakan *grease trap* dengan pengaturan kecepatan aliran menggunakan pompa, sedangkan untuk menurunkan kandungan TSS memanfaatkan bahan alami berupa rambut dan arang tempurung kelapa sebagai media filtrasi. Variabel bebas kecepatan aliran diatur pada kecepatan 30 liter/menit, 20 liter/menit, dan 10 liter/menit, serta rasio massa media filtrasi dengan perbandingan massa rambut banding arang yaitu 750:1000, 500:2000, dan 250:3000. Data kandungan air limbah setelah melalui pengolahan di analisis menggunakan teknik *two-way Anova*. Berdasarkan uji *two-way anova* interaksi variable yang paling efektif terjadi pada kecepatan aliran 10 liter/menit dan rasio massa media filtrasi 750:1000 dihasilkan rata rata kandungan minyak sebesar 0,095 % dengan persentase penurunan 90% dan TSS sebesar 12,5 mg/l dengan persentase penurunan 80%.

Kata kunci : *Grease trap*, filtrasi, air limbah, minyak, TSS.

ABSTRACT

Washing hands mechanics and machine components are sources of wastewater in automotive workshops. Oil in wastewater contains heavy metals and is included in the category of hazardous and toxic materials, and automotive workshop wastewater also contains Total Suspended Solid (TSS), which can reduce water quality so that it endangers the water ecosystem if it is not treated first. Based on these problems' background, a water and oil separator (grease trap) was installed with a hair filter and coconut shell charcoal. They analyzed the research flow velocity and mass of the mixture of filtration media on the levels of pollutants in wastewater. The purpose of the study was to determine the effectiveness of the waste treatment equipment at each water flow velocity and variations in the mass of the filtration media. The type of research used is quasi-experimental. The research begins by identifying and formulating problems; in the research process, oil mixed with water is treated using a grease trap with a flow speed regulation using a pump, while to reduce the TSS content, natural ingredients such as hair and coconut shell charcoal are used as filtration media. The Independent variable flow rate was set at speeds of 30 liters/minute, 20 liters/minute, and 10 liters/minute. As well as the ratio of the mass of the filtration media to the ratio of hair mass to charcoal, namely 750:1000, 500:2000, and 250:3000. The wastewater content data after going through processing were analyzed using the two-way Anova. Based on the two-way Anova test, the most effective variable interaction occurred at a flow rate of 10 l/min and a mass ratio of 750:1000

filtration media, resulting in average oil content of 0.095 % with a percentage reduction of 90% and a TSS of 12.5 mg/l with 80% decrease percentage.

Keywords : Grease trap, filtration, wastewater, Oil, TSS.

PENDAHULUAN

Peningkatan kebutuhan akan kendaraan bermotor sebagai alat transportasi berbanding lurus dengan peningkatan jumlah penduduk. Jumlah kendaraan bermotor mengalami peningkatan dari tahun 2018-2019 berdasarkan data yang di terbitkan oleh Badan Pusat Statistik Kota Malang pada bulan Februari 2021, pada data statistik juga menunjukkan bahwa sektor perdagangan dan reparasi kendaraan bermotor mendominasi dalam perekonomian Kota Malang (Utami, 2021). Kegiatan reparasi kendaraan bermotor memiliki potensi dampak negatif pada lingkungan sekitar, salah satunya yaitu air limbah. Pada materi sosialisasi perencanaan pembangunan IPAL untuk kegiatan bengkel yang dikeluarkan oleh Dinas Lingkungan Hidup Kota Surabaya dijelaskan bahwa air limbah bengkel otomotif juga mengandung padatan tidak terlarut dalam air atau *Total Suspended Solid* (TSS) yang dapat menimbulkan endapan lumpur. Maka dari itu perlu dilakukan pengolahan terhadap air limbah hasil aktivitas bengkel otomotif sebelum dibuang, agar memenuhi baku mutu air limbah.

Berdasarkan latar belakang permasalahan tersebut penelitian dilakukan dengan cara mengukur efektivitas alat pengolahan air limbah bengkel otomotif berupa instalasi separator air dan oli (*grease trap*) dilengkapi bak filtrasi. Minyak (oli dan bahan bakar) yang tercampur dengan air diolah dengan menggunakan *grease trap*, sedangkan untuk menurunkan kandungan TSS memanfaatkan bahan alami yang mudah didapatkan berupa limbah rambut dan arang tempurung kelapa sebagai media filtrasi. Sequeira dalam (Akhmadi and Suharno, 2017) menjelaskan bahwa komponen keratin dan bagian korteks merupakan mikrofibril lalu rongga dari bagian medulla dari rambut manusia dapat menangkap dan mengikat jenis lemak atau minyak. Arang tempurung kelapa merupakan bahan terbaik yang dapat dibuat menjadi karbon aktif karena arang tempurung kelapa memiliki mikropori yang banyak, kadar abu yang rendah, kelarutan dalam air yang tinggi dan reaktivitas yang tinggi (Rosmala, 2019) pemilihan kedua bahan ini di agar mempermudah pemilik bengkel otomotif berskala kecil untuk memanfaatkan instalasi pengolahan air limbah ini, sehingga air limbah yang telah melalui proses pengolahan dapat memenuhi baku mutu air limbah yang berlaku. Perbedaan penelitian ini dengan penelitian sebelumnya terletak pada metode yang di gunakan, dimana pada penelitian kali ini menggunakan dua metode pengolahan, yaitu dengan memanfaatkan *grease trap* dan proses filtrasi, selain itu pada penelitian ini menggunakan media filtrasi berupa arang tempurung kelapa dan limbah rambut yang mudah didapatkan masyarakat. Pada penelitian ini *grease trap* yang di gunakan dalam proses pengolahan limbah dilengkapi dengan rangkaian monitoring kualitas air yang merupakan suatu kebaruan ipteks untuk mempermudah dalam mengontrol kualitas air setelah melalui proses pengolahan.

METODE

Jenis penelitian yang digunakan adalah eksperimen semu (*Quais Eksperimental*). Penelitian dilakukan dengan mengolah air limbah bengkel otomotif dengan memanfaatkan *grease trap* dan selanjutnya proses filtrasi, Pada *grease trap* terdapat variabel bebas berupa variasi kecepatan aliran (liter/menit), perbedaan kecepatan didapatkan dengan cara memvariasikan tegangan input pompa saluran masuk pada *grease trap* dengan memanfaatkan dimmer motor DC, pada penelitian ini aliran air limbah diatur pada kecepatan 30 l/menit, 20 l/menit, dan 10 l/menit. Pada proses filtrasi akan dilakukan variasi pada perbandingan massa (gr) limbah rambut dan tempurung kelapa sebagai media filtrasi,

Perbandingan massa rambut dan arang pada tiap kecepatan aliran secara berturut-turut yaitu 500g : 1500g, 1000g : 1000g, dan 1000g : 500g.

Variabel terikat dalam penelitian ini yaitu kandungan air hasil filtrasi berupa minyak dan TSS. Output yang di harapkan dari penelitian yaitu penurunan pada kadar minyak dan TSS setelah melalui proses pemisahan minyak dan filtrasi agar sesuai dengan baku mutu air limbah. Metode eksperimen semu dipilih untuk mengetahui pengaruh variabel bebas terhadap variabel terikat.

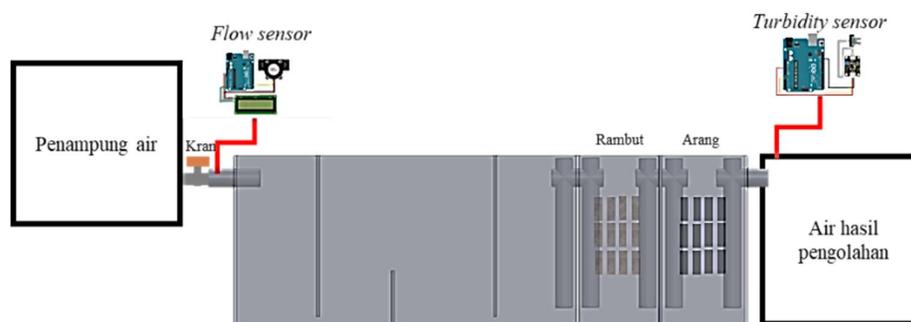
Tabel data hasil analisis kandungan air limbah setelah melalui pengolahan selanjutnya dikonversi menjadi bentuk grafik dengan menggunakan Microsoft Excel, selanjutnya membandingkan grafik tiap kecepatan aliran dan perbandingan massa media filtrasi. Data dalam tabel diolah menggunakan metode *Analysis of Variant Two-Way* (Anova dua arah) untuk menentukan kesimpulan dari penelitian dan kombinasi dua variabel bebas berupa kecepatan aliran (liiter/menit) dan rasio massa media filtrasi(gr) yang menghasilkan nilai minimum kandungan minyak dan TSS.

Pembuatan Jadwal

Jadwal penelitian dimulai dari tahap awal hingga akhir penelitian dirancang dalam waktu 7 bulan. Penelitian ini dimulai dengan mengidentifikasi masalah dengan cara studi literatur dan studi lapangan, kemudian merumuskan masalah, selanjutnya mempersiapkan alat dan bahan untuk melaksanakan proses pengambilan data, pengambilan data kandungan polutan pada air limbah dilakukan sebelum dan setelah proses pengolahan. Data yang sudah didapatkan kemudian diolah menjadi grafik untuk dianalisis, selanjutnya data kandungan polutan di uji menggunakan metode *two-way anova* untuk menarik kesimpulan.

Pembuatan desain dan penentuan material

Pada penelitian ini proses pengolahan air limbah bengkel otomotif menggunakan instalasi *grease trap* yang dilengkapi dengan komponen elektronik sebagai monitoring air. Berikut ini adalah pengaturan peralatan penelitian.



Gambar 1. Instalasi *Grease Trap*

HASIL DAN PEMBAHASAN

Dalam proses pengolahan air limbah menggunakan *grease trap* memanfaatkan pompa untuk mengalirkan air limbah, pada pompa ditambahkan dimmer untuk mengatur kecepatan aliran dengan mengatur putaran motor, *flow sensor* digunakan untuk pengukuran kecepatan aliran. Sekat vertikal pada *grease trap* berfungsi untuk memperlambat aliran, ketika terjadi perlambatan aliran minyak yang memiliki masa jenis

lebih rendah daripada air akan terangkat ke atas, dan terperangkap oleh sekat, selanjutnya air akan terus mengalir dan sisa minyak yang masih lolos akan terperangkap oleh sekat selanjutnya. Pada dua sekat terakhir terdapat filter rambut dan arang tempurung kelapa untuk menangkap sisa minyak yang masih terbawa dan menurunkan kandungan TSS. Pada akhir proses terdapat pengukuran tingkat kekeruhan air hasil pengolahan dengan memanfaatkan *turbidity sensor* untuk mengetahui apabila media filtrasi sudah mencapai titik jenuh dan perlu di lakukan penggantian.



Gambar 2. Instalasi *Grease trap*

Berikut ini merupakan nilai dari kandungan minyak dan TSS pada air limbah sebelum dan setelah melalui proses pengolahan dengan menggunakan *grease trap*.

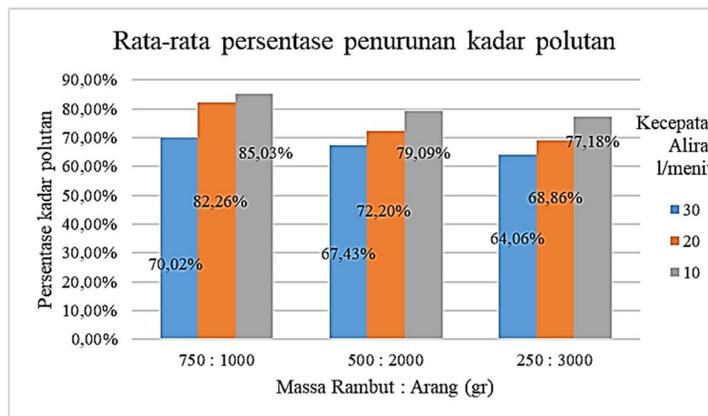
Tabel 1. Nilai kandungan polutan pada air limbah setelah pengolahan

Kecepatan Aliran (liter/menit)	Rasio Massa Rambut:Arang (gram)	Kadar Polutan	
		Minyak (%)	TSS (mg/l)
30	750 : 1000	0,23%	21,38
	500 : 2000	0,24%	23,88
	250 : 3000	0,25%	27,25
20	750 : 1000	0,10%	14,94
	500 : 2000	0,18%	21,38
	250 : 3000	0,20%	24,25
10	750 : 1000	0,086%	12,56
	500 : 2000	0,094%	18,56
	250 : 3000	0,11%	20,25
Sebelum Pengolahan		0,87%	83,25

Selanjutnya menentukan persentase penurunan kandungn polutan air limbah antara sebelum dan sesudah pengolahan. Persentasi penurunan kandungan polutan air limbah adalah seperti pada Tabel 2. Adapun grafik pengaruh kecepatan aliran dan rasio massa media filtrasi terhadap persentase penurunan kadar polutan air limbah setelah melalui proses pengolahan adalah seperti pada Gambar 3. Pada grafik tersebut menggambarkan semakin rendah kecepatan aliran maka rata rata presentase penurunan kadar polutan dalam air hasil pengolahan semakin tinggi. Dan ketika massa rambut pada perbandingan di turunkan presentase penurunan kadar polutan dalam air hasil pengolahan semakin rendah.

Tabel 2. Persentase penurunan kandungan polutan pada air limbah setelah pengolahan

Kecepatan Aliran (liter/menit)	Rasio Massa Rambut:Arang (gram)	persentase penurunan kadar polutan		Rata- rata persentase penurunan
		Minyak	TSS	
30	750 : 1000	73,9%	66,1%	70,02%
	500 : 2000	72,8%	62,0%	67,43%
	250 : 3000	71,2%	56,9%	64,06%
20	750 : 1000	87,9%	76,6%	82,26%
	500 : 2000	79,0%	65,4%	72,20%
	250 : 3000	76,5%	61,2%	68,86%
10	750 : 1000	90,1%	80,0%	85,03%
	500 : 2000	89,1%	69,0%	79,09%
	250 : 3000	87,9%	66,5%	77,18%



Gambar 3. Grafik rata-rata persentase penurunan kandungan polutan

Selanjutnya dilakukan analisis statistik *two-way anova* untuk uji validitas, menentukan apakah kecepatan aliran dan massa berpengaruh terhadap kandungan polutan air limbah, dan juga uji signifikansi, untuk mengetahui apakah variable bebas berpengaruh secara signifikan dalam penelitian. Uji validitas dilakukan dengan menganalisis output anova dengan melihat nilai F hitung dan F tabel. Apabila F hitung > F tabel maka H1 diterima dan H0 di tolak atau variabel bebas mempengaruhi variabel terikat, sedangkan ketika F hitung < F tabel maka H1 di tolak dan H0 diterima atau variabel bebas tidak berpengaruh terhadap variabel terikat. Uji signifikansi dilakukan dengan membandingkan taraf signifikansi ($\alpha = 5\% / 0,05$) dengan P-value pada output anova. Apabila P-value $\geq 0,05$ maka variabel bebas tidak berpengaruh signifikan terhadap variabel terikat, apabila P-value $\leq 0,05$ maka variabel bebas berpengaruh signifikan terhadap variabel terikat. Hasil anova dua arah pada hasil nilai kandungan minyak dan TSS adalah seperti pada Tabel 3 dan Tabel 4.

Pada Tabel 3, Anova dua arah F adalah F hitung dan F crit adalah F tabel. Berdasarkan hasil anova dua arah pada tabel 3 dan 4 dilakukan uji validitas pengaruh kecepatan aliran dan massa terhadap kandungan polutan air limbah, untuk kandungan minyak dan TSS terhadap kecepatan aliran diperoleh nilai nilai F hitung > F tabel, maka variabel kecepatan aliran berpengaruh terhadap kandungan polutan air limbah. Kandungan minyak dan TSS terhadap massa media filtrasi diperoleh F hitung > F tabel, maka variabel massa media filtrasi berpengaruh terhadap kandungan polutan air limbah. Selanjutnya kandungan minyak terhadap interaksi kecepatan aliran dan rasio massa media filtrasi juga

diperoleh F hitung $>$ F tabel, maka interaksi antara kecepatan aliran dan rasio massa media filtrasi berpengaruh terhadap kandungan polutan pada air limbah.

Tabel 3 Hasil anova dua arah nilai kandungan minyak

ANOVA						
Source of Variation	SS	df	MS	F	P-value	F crit
Massa	0,023489	2	0,0117444	16,515625	0,011667646	6,94427
Kecepatan aliran	0,030956	2	0,0154778	21,765625	0,007082091	6,94427
Error	0,002844	4	0,0007111			
Total	0,057289	8				

Tabel 4 Hasil anova dua arah nilai kandungan TSS

ANOVA						
Source of Variation	SS	df	MS	F	P-value	F crit
Massa	269,7995	2	134,8997396	15,09148	0,0001	3,554557146
Kecepatan aliran	224,3932	2	112,1966146	12,55164	0,0004	3,554557146
Massa*Kecepatan aliran	16,73177	4	4,182942708	0,467953	0,7585	2,927744173
Within	160,8984	18	8,938802083			
Total	671,8229	26				

Uji signifikansi dilakukan dengan membandingkan taraf signifikansi ($\alpha = 0,05$) dan P -value pada Tabel 3 dan 4. Untuk kandungan minyak dan TSS terhadap kecepatan aliran P -value $\leq 0,05$, berarti kecepatan aliran berpengaruh secara signifikan terhadap kandungan polutan air limbah. Untuk kandungan minyak dan TSS terhadap rasio massa media filtrasi menghasilkan nilai P -value $\leq 0,05$, berarti variable massa berpengaruh secara signifikan terhadap kandungan polutan air limbah. Selanjutnya kandungan minyak terhadap interaksi kecepatan aliran dan rasio massa media filtrasi juga diperoleh P -value $\leq 0,05$, yang berarti interaksi kecepatan aliran dan rasio massa media filtrasi berpengaruh secara signifikan terhadap kandungan polutan air limbah. Penurunan kandungan minyak dapat terjadi karena ketika kecepatan aliran rendah menyebabkan terjadinya pemisahan antara minyak dan air sehingga minyak akan terhalang sekat *grease trap* dan air akan terus mengalir. Pada rambut komponen keratin merupakan mikrofibril, lalu rongga dari bagian medulla dari rambut dapat menyaring dan mengikat jenis minyak atau lemak, rambut juga memiliki sifat adsorpsi, dan salah satu adsorben logam yang baik, sehingga ketika massa rambut ditambah, efektivitas penurunan polutan air limbah juga bertambah. Selanjutnya di lakukan uji komparasi untuk mengetahui variabel yang paling efektif dalam proses pengolahan. Interaksi diantara kecepatan aliran dan massa media filtrasi yang paling efektif dalam menurunkan kadar polutan yaitu pada kecepatan aliran 20 dan 10 l/menit dengan rasio massa rambut dan rang tempurung kelapa 750:1000g. Pada kondisi tersebut dihasilkan rata rata kandungan minyak sebesar 0,095 % dari yang sebelum di olah 0,87% dalam 50 ml air sampel dengan persentase penurunan 90% dan TSS sebelum di olah sebesar 83,25 mg/l menjadi 12,5 mg/l dengan persentase penurunan 80%.

DAMPAK DAN MANFAAT

Manfaat yang diperoleh dengan adanya penelitian ini yaitu menghasilkan alat pengolahan limbah bengkel otomotif dengan memanfaatkan bahan alami dan mudah didapat kan, sehingga memungkinkan untuk dipergunakan oleh bengkel skala kecil atau UMKM. Dengan adanya alat pengolah air limbah dapat menambah nilai guna limbah rambut dan tempurung kelapa. Dampak adanya penelitian ini yaitu meningkatkan kepedulian pembaca terhadap lingkungan, karena pada penelitian ini memberikan

informasi mengenai kandungan polutan air limbah yang dapat mencemari lingkungan serta cara mengolahnya untuk meminimalisir kandungan polutan sebelum dibuang.

KESIMPULAN

Berdasarkan uji validitas dan uji signifikansi yang telah dilakukan, kecepatan aliran dan perbandingan massa media filtrasi berpengaruh secara signifikan terhadap kadar polutan pada air hasil pengolahan limbah. Ketika terjadi penurunan kecepatan aliran menyebabkan terjadinya penurunan pada kandungan minyak dan TSS. Perbandingan massa rambut dan arang sebagai media filtrasi yang efektif dalam menurunkan kandungan minyak dan TSS yaitu 750 : 1000 g. Kecepatan aliran dan massa media filtrasi yang paling efektif dalam menurunkan kadar polutan yaitu pada kecepatan aliran 20 dan 10 l/menit dengan rasio massa rambut dan arang tempurung kelapa 750:1000g. Pada kondisi tersebut dihasilkan rata rata kandungan minyak sebesar 0,095 % dengan persentase penurunan 90% dan TSS sebesar 12,5 mg/l dengan persentase penurunan 80%.

UCAPAN TERIMA KASIH

Dengan terselesaikannya artikel ini, kami sampaikan terimakasih kepada Politeknik Negeri Malang yang telah memeberikan kesempatan untuk melaksanakan penelitian dan Kementerian Pendidikan, Kebudayaan, Riset, dan Teknologi Direktorat Jendral Pendidikan Vokasi Indonesia yang telah memberikan pendanaan dalam penelitian ini. Kami berharap semoga artikel ini bermanfaat.

REFERENSI

- Akhmadi, Z. & Suharno, S. (2017). Efektivitas Limbah Rambut Dalam Menurunkan Kadar Minyak Oli Pada Air Limbah Bengkel. *Jurnal Vokasi Kesehatan*, 3, 17-21.
- Baidhowi, U. (2021). Pengaruh Kondisi Permukaan Jari Terhadap Waktu Respon Starter Mobil Dengan Sistem Fingerprint Berbasis Arduino Uno. *Tugas Akhir*, Politeknik Negeri Malang, Malang.
- Budiman, J. Y., Muningsar, J., & Sutresno, A. (2020). Investigasi Difusi pada Sistem Urinari untuk Gangguan Fungsi Ginjal Model Empat Kompartemen Menggunakan Metode Monte Carlo. *JFA (Jurnal Fisika dan Aplikasinya)*, 16(1), 24-28.
- Dinas Lingkungan Hidup. (2019). *Pengelolaan Air Limbah Kegiatan Bengkel*. Surabaya.
- Kadaria, A. A. I. A. U. (2017). Pengolahan Limbah Cair Cuci Tangan Bengkel Menggunakan Tiga Tahap Pengolahan Oil Catcher, Filtrasi Dan Fitoremediasi. *Jurnal Teknologi Lingkungan Lahan Basah*, 5(1), 35-42.
- Kararina, M., & Rezaniasyfiradayati, S. (2020). Penggunaan bahan Alami Sebagai Penurunan Kadar BOD Pada Limbah Cair Tahu. *Skripsi*, Universitas Muhammadiyah Surakarta.
- Kautsar, M., Isnanto, R. R., & Widiyanto, E. D. (2015). Sistem Monitoring Digital Penggunaan dan Kualitas Keckeruhan Air PDAM Berbasis Mikrokontroler ATmega328 Menggunakan Sensor Aliran Air dan Sensor Fotodiode. *Jurnal Teknologi dan Sistem Komputer*, 3(1), 79-86.
- Maharani, V. S. (2017). Studi Literatur: Pengolahan Minyak dan Lemak Limbah Industri. *Skripsi*, Institut Teknologi Sepuluh Nopember.
- Nadeak, R. F. S. (2019). Penentuan Kadar Total Suspended Solid (TSS), Total Dissolve Solid (TDS), dan Klor Bebas pada Air Limbah di Balai Teknik Kesehatan Lingkungan dan Pengendalian Penyakit (BTKLPP), *Skripsi*, Universitas Sumatra Utara.

-
- Palilingan, S. C., Pungus, M., & Tumimomor, F. (2019). Penggunaan Kombinasi Adsorben Sebagai Media Filtrasi Dalam Menurunkan Kadar Fosfat Dan Amonia Air Limbah Laundry. *Fullerene Journal of Chemistry*, 4(2), 48-53.
- Pradana, T. D., Suharno, S., & Apriansyah, A. (2018). Pengolahan Limbah Cair Tahu Untuk Menurunkan Kadar TSS Dan BOD. *Jurnal Vokasi Kesehatan*, 4(2), 56.
- Qiram, I. (2017). Pengaruh Jumlah Sekat Vertikal Dan Debit Aliran Terhadap Viskositas Oli Pada Separator Air Oli. *Dinamika Teknik Mesin*, 7.
- Rosmala, F. (2019). Efektivitas Berat Arang Tempurung Kelapa Terhadap Penurunan Kandungan Biochemical Oxygen Demand, Chemical Oxygen Demand Dan Total Suspended Solid Limbah Cair Pabrik Tahu Di Desa Balokang. *Jurnal Kesehatan Mandiri Aktif*, 2, 43-51.
- Utami, S. W. (2021). Kota Malang Dalam Angka 2021. In: *Municipality*, B.-S. O. M. (Ed.). Malang: ©Bps Kota Malang.
- Winoko, Y.A. and Wicaksono, A.G., (2021). Aktifasi Tempurung Kelapa Untuk Mereduksi Emisi Gas Buang Motor Bakar. *Rang Teknik Journal*, 4(1), pp.104-108.