

Rancang Bangun Alat Filterasi Limbah Minyak Pelumas (Oli Bekas) Menggunakan Pasir Zeolit, Karbon Aktif Dan Membran Keramik

Muhammad Rinaldy Kusnadi^{1*}, Iwan Nugraha Gusniar², & Kardiman³

^{1,2,3}Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Singaperbangsa
Jl. HS. Ronggowaluyo, Teluk jambe Timur, Karawang-Jawa Barat, 41361

*E-mail: rinaldykusnadi@gmail.com

ABSTRACT

The increasing use of motor vehicles, the greater the amount of engine oil consumption. Engine oil cannot be used continuously due to frictional force on the engine, so engine oil is purified. Unused engine oil can pollute the environment because it is categorized as B3 waste. Used engine oil has a higher metal content than new engine oil. The reduction in metal content can be done by using a filtration column containing zeolite and activated carbon with a filtration column height of 20 cm from each media. Besides filtering also used separation by using a ceramic membrane. In the use of filtration columns filtering used oil using zeolite and activated carbon after that continued using a ceramic membrane, before the used oil is heated at a temperature of 70⁰ C then flowed on the ceramic membrane. In this research, a decrease in levels of aluminum (Al), iron (Fe), manganese (Mn), copper (Cu), and zinc (Zn) was obtained.

Keywords: Metals, Filtration Column, Ceramic Membrane, Used Engine Oil.

PENDAHULUAN

Meningkatnya jumlah Industri di Indonesia maupun Negara luar, menyebabkan semakin banyak limbah oli atau oli bekas. Sesuai dengan Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 18 Tahun 1999, oli bekas termasuk Limbah Bahan Berbahaya dan Beracun (B3) dari sumber yang tidak spesifik. Minyak pelumas atau oli merupakan sejenis cairan kental yang berfungsi sebagai pelicin, pelindung, pembersih [1,2]. mencegah terjadinya benturan antar logam pada bagian dalam mesin seminimal mungkin. Setelah pemakaian selama beberapa waktu performanya menjadi berkurang sehingga disebut dengan oli bekas [3]. Oli bekas memiliki sifat yang tidak dapat larut dalam air yang akan menyebabkan pencemaran air, selain itu oli juga mudah terbakar.

Limbah adalah buangan yang dihasilkan dari suatu proses produksi baik industri maupun domestik (home industri) yang dapat merusak lingkungan apabila tidak dilakukan pengolahan lebih lanjut, oleh karena itu perlu dilakukan pengolahan limbah agar dapat dijadikan sebagai bahan bakar alternatif pada kompor dan memiliki nilai jual. Beberapa cara untuk melakukan pengolahan limbah oli bekas yaitu dengan Kolom Filtrasi yang merupakan metode pembersihan partikel suatu fluida dengan melewatkannya pada medium penyaringan, dimana padatan akan terendapkan. Fluida yang di filtrasi dapat berupa cairan atau gas aliran yang lolos dari saringan. Filtrasi merupakan alternatif yang digunakan untuk menghilangkan kandungan logam pada oli bekas.

Media tersebut diantaranya Karbon aktif bentuk granular/tidak beraturan dengan ukuran 0,2 – 5 mm. Jenis ini umumnya digunakan dalam aplikasi fasa cair dan gas. Beberapa aplikasi dari jenis ini digunakan untuk: pemurnian emas, pengolahan air, air limbah dan air tanah. Pemurni pelarut dan penghilang bau busuk. Pasir *Zeolite* sebagai *Ion Exchanger* juga telah lama diketahui dan digunakan sebagai penghilang polutan kimia selain itu pasir aktif merupakan jenis pasir silika yang diolah dengan bahan kimia dan merupakan bahan padat yang biasa digunakan untuk menyaring air karena mampu menetralkan zat kandungan besi, mangan dan sulfida yang berlebih dalam air.

Membran keramik suatu media yang memiliki pori – pori molekuler yang memiliki ketebalan tertentu bersifat permeabel. Partikel yang mempunyai ukuran lebih besar pada pori-pori membran akan tertahan sedangkan partikel yang memiliki ukuran lebih kecil akan menembus dinding

membran, filtrasi menggunakan membran selain berfungsi sebagai sarana pemisahan juga berfungsi sebagai sarana pemurnian dari suatu larutan yang dilewatkan dari larutan tersebut [4].

Oleh karena itu untuk mengatasi pencemaran limbah oli bekas dibutuhkan teknologi media kolom filtrasi dan membran, diharapkan dengan menggunakan rangkaian teknologi ini dapat menurunkan kadar logam sehingga mendekati oli baru.

TINJAUAN PUSTAKA

Pelumas (Oli)

Pelumas atau oli merupakan sejenis cairan kental yang berfungsi sebagai pelicin, pelindung, dan pembersih bagi bagian dalam mesin. Kode pengenalan oli adalah berupa huruf SAE yang merupakan singkatan dari Society of Automotive Engineers. Selanjutnya angka yang mengikuti dibelakangnya, menunjukkan tingkat kekentalan oli tersebut. SAE 40 atau SAE 15W-50, semakin besar angka yang mengikuti kode oli menandakan semakin kentalnya oli tersebut [5].

Sedangkan huruf W yang terdapat dibelakang angka awal, merupakan singkatan dari winter. SAE 15W50, berarti oli tersebut memiliki tingkat kekentalan SAE 10 untuk kondisi suhu dingin dan SAE 50 pada kondisi suhu panas. Dengan kondisi seperti ini, oli akan memberikan perlindungan optimal saat mesin start pada kondisi ekstrim sekalipun. Sementara itu dalam kondisi panas normal, idealnya oli akan bekerja pada kisaran angka kekentalan 40-50 menurut standar SAE [6].

Kolom Filtrasi

Filtrasi merupakan metode pembersih partikel satuan fluida dengan melewatkannya pada medium penyaringan, yang dimana padatan akan terendapkan [7]. Fluida yang difiltrasi dapat berupa cairan atau gas aliran yang lolos dari saringan bisa berupa cairan dan padatan. Filtrasi merupakan alternatif yang digunakan untuk menghilangkan kandungan logam pada oli bekas. Pada penelitian ini digunakan zeolite, pasir aktif dan karbon aktif.

Membran Keramik

Keramik adalah suatu bentuk dari tanah liat yang telah mengalami proses pembakaran. Keramik memiliki karakteristik yang memungkinkan dapat digunakan dalam berbagai aplikasi yang meliputi kapasitas yang baik, konduktivitas panas rendah, tahan korosi, keras, kuat namun agak rapuh. Disamping karakteristik tersebut, keramik juga memiliki sifat kelistrikan yang meliputi insulator, semikonduktor, sifatnya dapat magnetik dan non magnetik. Umumnya senyawa keramik lebih stabil dalam lingkungan termal dan kimia dibandingkan elemennya. Bahan baku keramik yang umumnya dipakai adalah felspar, ball clay, kwarsa, kaolin dan air. Kelebihan membran keramik terletak pada stabilitas termalnya terhadap senyawa kimia, degradasi biologis ataupun mikroba. Sifat-sifatnya menunjukkan keunggulan bila dibandingkan dengan membran yang terbuat dari senyawa polimer, dan relatif mudah untuk dibersihkan dengan cleaning agent. Ketahanan terhadap zat kimia menyebabkan membran keramik banyak digunakan pada processing makanan, produk bioteknologi dan farmasi [8].

Selain membutuhkan lahan yang tidak terlalu luas, keunggulan membran yang lain terdapat pada material bahan baku membran. Material bahan baku membran sangat bervariasi sehingga mudah diadaptasikan pemakaiannya salah satunya adalah silika. Silika merupakan bahan yang menarik untuk penggunaan bahan baku membran anorganik karena struktur silikanya relative stabil dalam rentang temperature yang luas hingga 1000 °C [9].

Kekurangan membran keramik terutama timbul dari proses preparasinya dimana sangat sulit mencapai kualitas produk akhir yang reproducible. Hal ini karena pada dasarnya sifat brittle dari membran keramik membuatnya lebih mahal daripada sistem membran polimer. Selain itu harga sistem membran meningkat signifikan seiring dengan meningkatnya kebutuhan sifat-sifat produk, antara lain porositas, ukuran pori, reproducibility, dan reliability. Kekurangan teknologi membran lainnya adalah fluks dan selektivitas, karena pada proses membran umumnya terjadi fenomena fluks berbanding terbalik dengan selektivitasnya. Semakin tinggi fluks seringkali berakibat menurunnya

selektivitas dan sebaliknya. Sedangkan hal yang diinginkan dalam proses berbasis membran adalah mempertinggi fluks dan selektivitas [10].



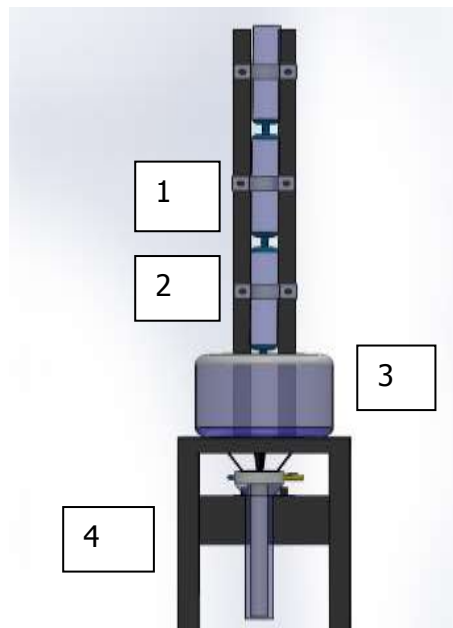
Gambar 1. Membran Keramik (Sumber: Dokumentasi Pribadi)

HASIL DAN PEMBAHASAN

Waktu dan Tempat Penelitian

Perancangan dan pembuatan alat dilakukan di rumah pribadi serta pengujian kandungan logam pada ketiga sample (oli bekas sebelum filtrasi, oli bekas setelah filtrasi) di Laboratorium Institut Teknologi Bandung. Sampel limbah oli diambil dari bengkel motor.

Desain Alat Filtrasi



Gambar 2. Desain Alat Filtrasi (Sumber: Dokumentasi Pribadi)

Penjelasan Desain:

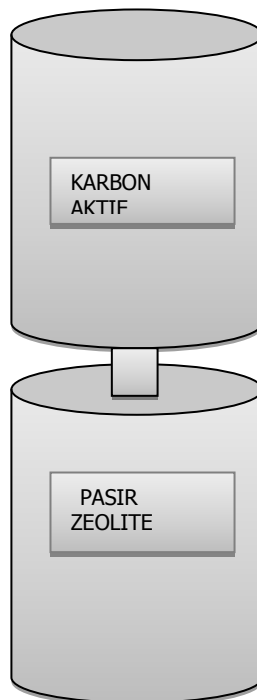
1. Pada nomor 1 dan 2 merupakan kolom filtrasi dengan tinggi 80 cm yang berisi media filtrasi

Copyright©2021 Jurnal Rekayasa Material, Manufaktur dan Energi. This is an open access article under the CC-BY-SA licence (<https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/>).

- karbon aktif dan zeolite
2. Pada nomoar 3 merupakan *Reservoir* untuk menampung oli bekas hasil filtrasi, lalu dialirkan oleh pompa menuju membran keramik.
 3. Selang, untuk mengalirkan oli menuju membran keramik.
 4. Dan nomor 4 adalah *Housing Filter* yang berisi Membran keramik, berfungsi untuk menghilangkan kandungan logam pada oli bekas yang tersisa

Alat dan Bahan Yang Digunakan

1. Alat Yang Digunakan
 - Membran Keramik
 - *Catridge Filter RO*
 - Pompa *Dc 12 Volt*
 - *Ceramic Water Filter*
 - *Housing Filter*
 - *Reservoir*
 - *Valve*
 - Selang
2. Bahan Yang Digunakan
 - Limbah oli bengkel
 - Karbon Aktif
 - Zeolit
3. Sketsa Rancangan Filtrasi



Gambar 3. Sketsa Rancangan Filtrasi (Sumber: Dokumentasi Pribadi)

Pada bagian filtrasi tahapan medianya seperti gambar diatas:

- Karbon Aktif
- Zeolite

4. Proses Pemisahan Kandungan Logam



Gambar 4. Proses Pemisahan Logam (Sumber: Dokumentasi Pribadi)

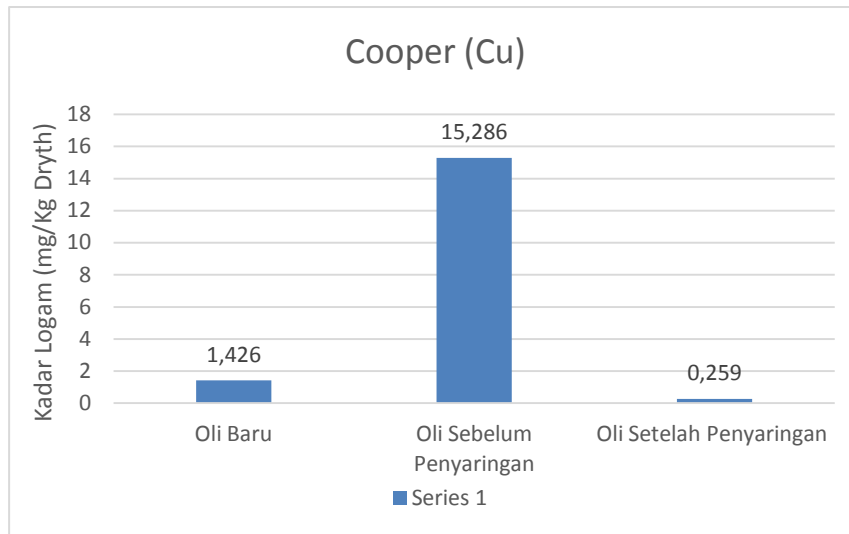
Pada penggunaan kolom filtrasi, kolom berisi zeolit, pasir aktif dan karbon aktif dengan tinggi masing-masingnya yaitu : 20cm, 20cm. Oli bekas dimasukkan ke dalam kolom filtrasi dari atas, kemudian dengan gaya gravitasi oli bekas akan mengalir ke bawah melewati media yang berada pada kolom filtrasi. Pada saat oli bekas telah mencapai bagian bawah kolom filtrasi, kemudian oli bekas keluar dan di tampung ke dalam reservoir. Setelah *reservoir* 1 penuh, dibuka *valve* sebagai pengatur laju aliran dan oli bekas mengalir menuju membran keramik, sebelumnya membran keramik dialirkan dengan air agar proses filtrasi untuk oli bekas tidak terlalu tersumbat. Oli bekas mengalir melewati membran keramik yang akan memisahkan kadar logam yang tersisa pada oli bekas. Setelah melakukan proses dengan menggunakan membran, dialirkan kembali dengan air sebagai media pembersih peralatan yang terkena oli. Kemudian sampel dimasukkan ke dalam botol sampling untuk dilakukan pengujian analisa kandungan logam Al, Fe, Cu, Mn dan Zn.

Hasil Pengujian

Setelah proses filtrasi dilakukan terdapat hasil perubahan fisik berupa warna pada oli bekas dan nyala api yang lebih cepat dibandingkan sebelum filtrasi.

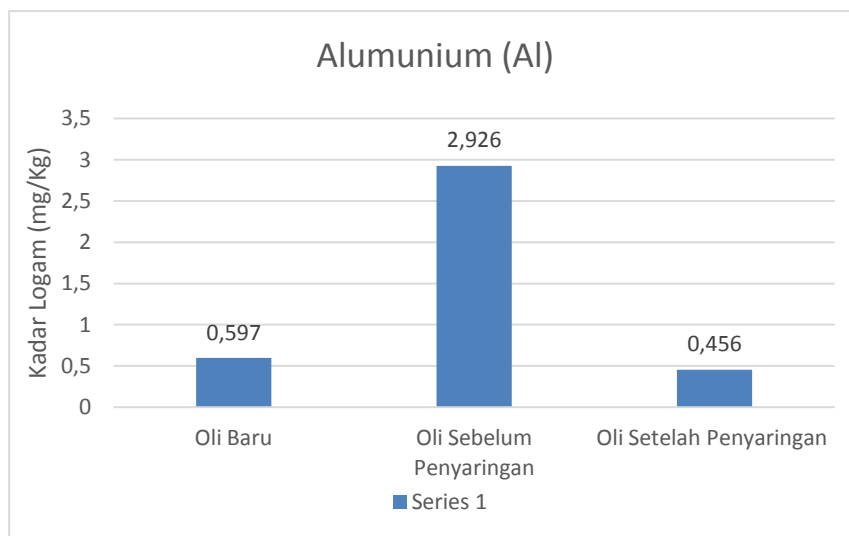
Tabel 1. Hasil Analisa Logam

No	Sample	Al	Fe	Mn	Zn	Cu
A	Oli Baru AHM	0,597	1,734	0,218	0,315	1,426
B	Oli Bekas	2,926	76,769	3,434	20,359	15,286
C	Oli Setelah Penyaringan	0,456	0,332	0,469	0,246	0,259



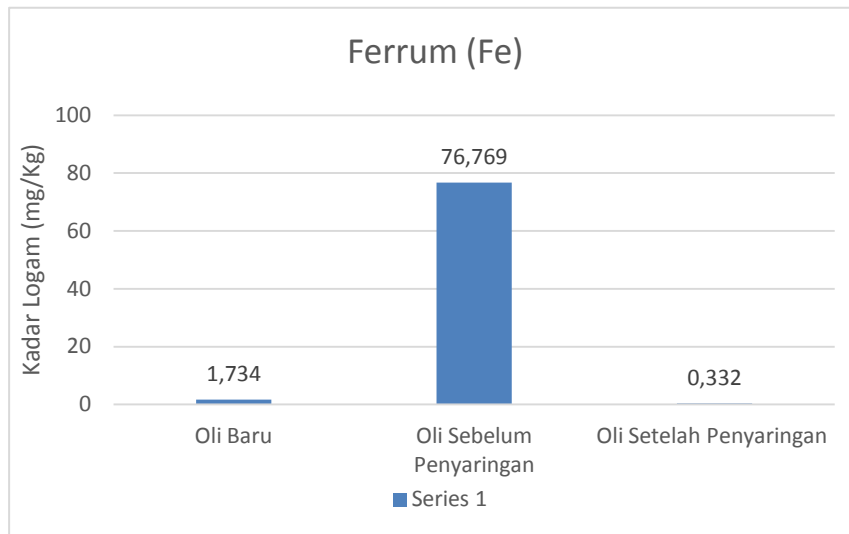
Gambar 5. Diagram Logam *Copper* (Sumber: Dokumentasi Pribadi)

Logam Cu pada pengujian yang telah dilakukan mengalami penurunan yang cukup drastis, yang mulanya kandungan logam pada oli bekas sebelum penyaringan 15,286 mg/kg dryht kemudian turun menjadi 0,259 mg/kg dryht.



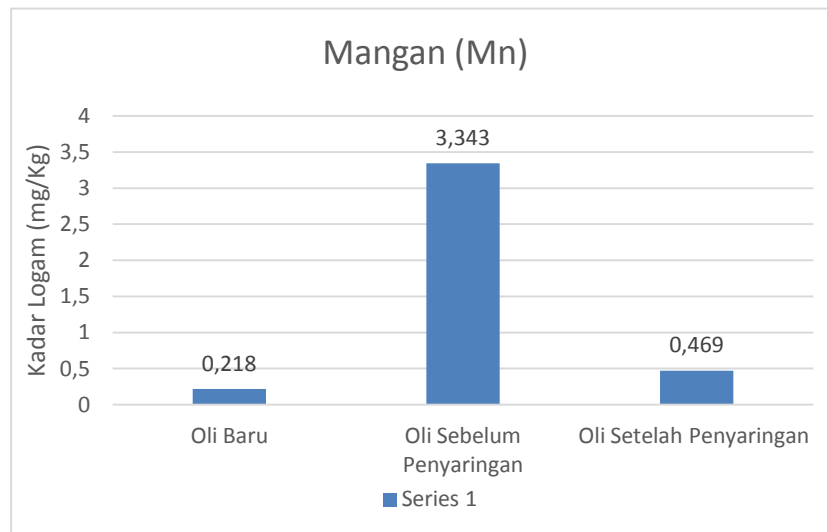
Gambar 6. Diagram Logam *Alumunium* (Sumber: Dokumentasi Pribadi)

Logam Al pada pengujian yang telah dilakukan mengalami penurunan, yang mulanya kandungan logam pada oli bekas sebelum penyaringan 2,926 mg/kg dryht kemudian turun menjadi 0,456 mg/kg dryht.



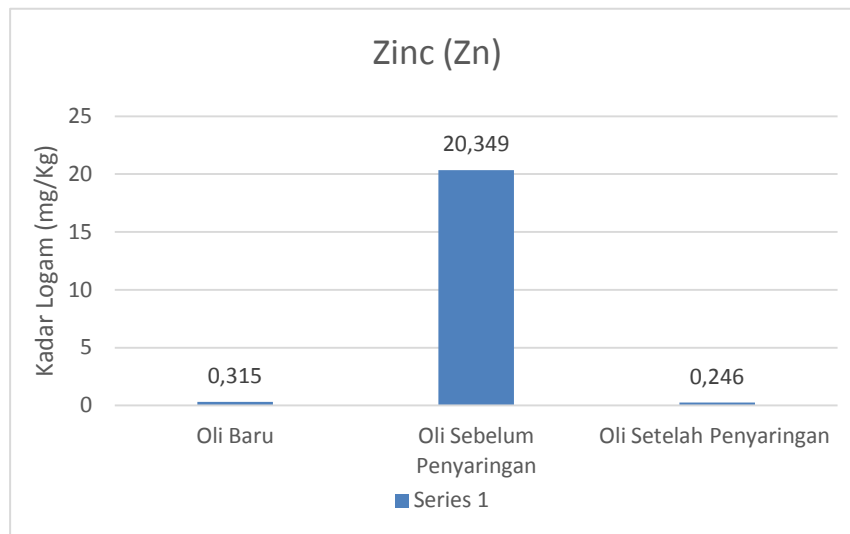
Gambar 7. Diagram Logam *Ferrum* (Sumber: Dokumentasi Pribadi)

Logam Fe pada pengujian yang telah dilakukan mengalami penurunan yang sangat drastis, yang mulanya kandungan logam pada oli bekas sebelum penyaringan 76,769 mg/kg dryht kemudian turun menjadi 0,332 mg/kg dryht



Gambar 8. Diagram Logam *Mangan* (Sumber: Dokumentasi Pribadi)

Logam Mn pada pengujian yang telah dilakukan mengalami penurunan, yang mulanya kandungan logam pada oli bekas sebelum penyaringan 3,434 mg/kg dryht kemudian turun menjadi 0,469 mg/kg dryht.



Gambar 9. Diagram Logam Zinc (Sumber: Dokumentasi Pribadi)

Logam Zn pada pengujian yang telah dilakukan mengalami penurunan yang cukup drastis, yang mulanya kandungan logam pada oli bekas sebelum penyaringan 20,359 mg/kg dryht kemudian turun menjadi 0,246 mg/kg dryht.

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

- Pengelolaan oli bekas bisa menggunakan alat/teknologi dari rangkaian kolom filtrasi dan membran sebagai pengelolaan yang ramah lingkungan
- Perubahan warna dari hitam pekat menjadi tidak hitam pekat.
- Dari awal pengaliran oli bekas menggunakan sistem gravitas menuju *Reservoir*, lalu dialirkan dengan pompa DC dengan *flow rate* 12 L/min didapat hasil keluaran dengan waktu 120 menit.
- Kekentalan oli bekas sebelum filtrasi dan sesudah filtrasi menerangkan bahwa kandungan logam pada oli bekas tidak mempengaruhi kekentalan pada oli bekas.
- Dilihat pada hasil analisa logam yang telah dilakukan, kolom filtrasi dan membran keramik berpengaruh pada pengurangan kadar logam pada oli bekas berupa (Fe, Mn, Zn, Cu dan Al).
- Hasil penelitian ini menerangkan bahwa rangkaian kolom filtrasi dan membran keramik baik dalam penurunan kadar logam pada oli bekas.

Saran

- Untuk peneliti selanjutnya disarankan menggunakan membran dengan jumlah atau ukuran yang lain agar dapat menjadi perbandingan kadar logam mendekati oli baru.
- Untuk peneliti selanjutnya disarankan menggunakan pompa yang *flow rate* nya lebih dari 12L/min.
- Untuk peneliti selanjutnya disarankan dilakukan pengujian dan perhitungan alat yang lebih efektif dan efisien untuk Filtrasi.
- Untuk peneliti selanjutnya disarankan menggunakan membran selain membran keramik.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] A. R. Nasution, Z. Fuadi, I. Hasanuddin, and R. Kurniawan, "Effect of vegetable oils as cutting fluid on wear of carbide cutting tool insert in a milling process," *IOP Conf. Ser. Mater. Sci. Eng.*, vol. 796, no. 1, 2020, doi: 10.1088/1757-899X/796/1/012001.
- [2] A. R. Nasution, Affandi., and Z. Fuadi, "Pengaruh Cairan Pendingin Terhadap Kekasaran Permukaan Benda Kerja Pada Proses Face Milling," *J. Rekayasa Mater. Manufaktur dan Energi*, vol. 3, no. 1, pp. 16–22, 2019, doi: doi.org/10.30596/rmme.v3i1.4524.
- [3] A. Supriyanto, Alimuddin, and Bohari, "Analisis Logam Fe , Cu , Pb , Dan Zn Dalam Minyak Pelumas Baru Dan Bekas Menggunakan X-Ray Fluorescence," *J. At.*, vol. 03, no. 1, pp. 1–5, 2018.
- [4] P. Susmanto, J. P. S, and A. Rumaiza, "Pengolahan Air Rawa Menjadi Air Bersih di Daerah Timbangan Indralaya (-3,201341 LS 104,6513881 BT) Menggunakan Membran Ultrafiltrasi," *Pros. Semin. Nas. Avoer VI, Univ. Sriwij. 30 - 31 Oktober 2014*, 2014, [Online]. Available: <http://eprints.unsri.ac.id/id/eprint/5328>.
- [5] A. Anggita and H. -, "Aplikasi Serat Optik Sebagai Sensor Kekentalan Oli Mesran Sae 20W-50 Berbasis Perubahan Temperatur," *J. Fis. Unand*, vol. 4, no. 3, pp. 239–246, 2015, doi: 10.25077/jfu.4.3.
- [6] A. Rahman, "Uji Pemakaian Pelumas Mesran SAE 40 Pada Sistim Transimisi Kotak Roda Gigi Mesin Bubut Maximat V13," *Ind. Res. Work. Natl. Semin.*, vol. 2, pp. 978–980, 2012.
- [7] A. Kuncoro, S. Wisnugroho, L. Perekayasaan, T. Kelautan, M. Diesel, and F. Blaster, "Filter Blaster Untuk Mengurangi Pencemaran Pada Air Laut Di Perairan Semarang," no. September, pp. 120–130, 2017.
- [8] S. Nasir *et al.*, "Perangkat Ultrafiltrasi Untuk Pengolahan Air Sumur Bor Menjadi Air Bersih Di Kelurahan Sukajadi," no. November, pp. 18–19, 2020.
- [9] M. Dahlan, A. Setiawan, and A. Rosyada, "Pemisahan Oli Bekas dengan Menggunakan Kolom Filtrasi dan Membran Keramik Berbahan Baku Zeolit dan Lempung," *J. Tek. Kim. Univ. Sriwij.*, vol. 20, no. 1, pp. 38–45, 2014.
- [10] S. Nasir, F. Dina, and I. M. A. Dewata, "Kinerja membran keramik berbasis tanah liat, zeolit dan serbuk besi dalam penurunan kadar fenol," *J. Tek. Kim.*, vol. 19, no. 3, pp. 31–37, 2013.