

## PRODUKSI BASE OIL DARI OLI PELUMAS BEKAS DENGAN METODE EKTRAKSI MENGGUNAKAN PELARUT 1- BUTANOL

Alwathan<sup>1,\*</sup>, Harjanto<sup>2</sup>, Sirajuddin<sup>3</sup>, Zainal Arifin<sup>4</sup>, Fitriyana<sup>5</sup>, Halimah Istiqomah<sup>6\*\*</sup>, Nadya Regita Febrianti<sup>7\*\*</sup>  
<sup>1,2,3,4,5,6,7</sup> Jurusan Teknik Kimia, Politeknik Negeri Samarinda

### ABSTRACT

Used oil is one of the B3 wastes (hazardous and toxic materials) produced from mining activities, especially in East Kalimantan Province, which is the largest coal producer in Indonesia. B3 waste requires special treatment because it can pollute the environment if it is thrown away directly without any prior processing. In this research, the ratio of used oil: to solvent in the process of refining base oil from used oil was studied using the 1-butanol dissolution method with the aim of determining its effect on the viscosity and viscosity index of base oil so that it is possible to reuse it for making recycled oil. The variations used in this research were a dissolution ratio from 1:1 to 1:5 and a stirring speed of 500 rpm. Viscosity testing at a temperature of 100°C and viscosity index were carried out to determine the characteristics of the base oil obtained. The research results show that the best base oil viscosity and viscosity index are obtained when using a 2:1 ratio (solvent to used oil) with a viscosity index of 116.74 cSt, which meets the minimum marketed base oil viscosity index standard, namely (110 - 130) cSt, and the yield obtained was 72%.

**Keywords:** *Base oil, Extraction, 1-Butanol, Used Engine Oil.*

### ABSTRAK

Oli bekas merupakan salah satu limbah bahan berbahaya dan beracun (B3) yang dihasilkan dari kegiatan pertambangan, khususnya pada Provinsi Kalimantan Timur yang mana merupakan penghasil batubara terbesar di Indonesia. Limbah B3 memerlukan perlakuan khusus karena dapat mencemari lingkungan jika dibuang secara langsung begitu saja tanpa adanya pengolahan terlebih dahulu. Pada penelitian ini rasio oli bekas : pelarut dalam proses pemurnian minyak dasar (*base oil*) dari oli bekas diteliti menggunakan metode ekstraksi pelarut 1-butanol, dengan tujuan untuk mengetahui pengaruhnya terhadap viskositas dan viskositas indeks *base oil*, sehingga memungkinkan untuk dimanfaatkan kembali untuk pembuatan oli daur ulang. Variasi yang digunakan dalam penelitian ini adalah rasio pelarut dari 1:1 sampai dengan 1:5 dan kecepatan pengadukan 500 rpm. Pengujian viskositas pada suhu 100°C dan indeks viskositas dilakukan untuk mengetahui karakteristik *base oil* yang diperoleh. Hasil penelitian menunjukkan bahwa viskositas *base oil* dan indeks viskositas terbaik diperoleh saat menggunakan rasio 2:1 (pelarut : oli bekas) tersebut, dengan indeks viskositas adalah 116.74 cSt, sudah memenuhi standar indeks viskositas minimum *base oil* yang dipasarkan yaitu (110 – 130) cSt, dan rendamen yang diperoleh sebesar 72%.

**Kata Kunci:** *Base Oil, Ekstraksi, 1-Butanol, Oli Bekas.*

### 1. PENDAHULUAN

Minyak pelumas atau yang sering disebut oli mesin adalah bahan kimia berbentuk cair yang diaplikasikan di antara dua benda bergerak untuk mengurangi gaya gesekan. Indonesia memiliki kebutuhan minyak pelumas yang meningkat seiring dengan berkembangnya teknologi otomotif dan mesin industri. Meningkatnya kebutuhan penggunaan minyak pelumas akan meningkatkan jumlah limbah yang dihasilkan. Oli atau minyak pelumas sendiri adalah cairan yang dibutuhkan oleh kendaraan bermotor yang berperan untuk menjaga keawetan mesin dan menjadikan performa mesin tetap stabil saat digunakan terus menerus. Pada dasarnya minyak pelumas adalah *base oil* yang disuling dari minyak mentah atau disintesis di laboratorium dan ditambahkan zat aditif untuk meningkatkan kemampuan lubrikasinya, namun selama pemakaian, minyak pelumas mengalami perubahan yang disebut degradasi dan kontaminasi yang menjadikannya tidak efektif [1]. Sebagaimana yang diketahui menurut Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan Republik Indonesia Nomor 6 Tahun 2021 tentang Tata Cara dan Persyaratan Pengelolaan Limbah Bahan Berbahaya dan Beracun, limbah oli bekas merupakan limbah B3 (Bahan Berbahaya dan Beracun) yang masuk dalam kategori limbah cair B3 yang mudah meledak, mengandung logam berat dari mesin dan sisa residu yang dihasilkan bersifat korosif dan deposit yang berdampak bahaya bagi lingkungan dan manusia, baik secara langsung maupun tidak langsung. Untuk itu, perlu tindakan lebih lanjut perihal pengolahan dan pemanfaatan limbah oli bekas untuk

---

\* Korespondensi penulis: Alwathan, email [alwathan@polnes.ac.id](mailto:alwathan@polnes.ac.id)

\*\* Mahasiswa

menaikkan nilai ekonomi dari oli tersebut [2]. Salah satu contohnya adalah dengan memurnikan oli bekas menjadi *base oil* sehingga dapat dimanfaatkan kembali. Pengolahan yang tepat pada limbah oli bekas sangat dibutuhkan untuk mengurangi kerusakan lingkungan.

Pengolahan oli bekas ini merupakan salah satu alternatif dalam rangka efisiensi dan penghematan konsumsi minyak bumi, juga dapat mengurangi pencemaran. Daur ulang minyak pelumas dilakukan dengan cara memurnikan kembali kandungan dasar minyak pelumas (*base oil*) sehingga dapat digunakan lagi sebagai bahan dasar oli baru. *Base oil* terdiri dari senyawa parafin, naftenat dan aromatic, senyawa tersebut diproduksi dari fraksi minyak bumi dengan destilasi pada suhu didih 300°C dan 400°C. *Base oil* bisa didapatkan dengan dua cara, yang pertama dengan mengolah dari minyak bumi (*crude oil*), sedangkan yang kedua dengan mengolah dari sisa penggunaan oli bekas[3]. Pada dasarnya minyak pelumas (oli) merupakan zat kimia yang digunakan pada kendaraan bermotor yang berguna untuk mengurangi keausan pada mesin. Umumnya oli terdiri dari minyak dasar (*base oil*) yang dicampur dengan beberapa bahan tambahan kimia yang sesuai dengan kebutuhan dan tugas spesifikasinya. Aditif ditambahkan untuk memenuhi persyaratan spesifikasi pelumasan. Setiap minyak pelumas terdiri dari satu jenis aditif atau hampir 30% berat aditif [4]. Selama penggunaan, minyak pelumas akan mengalami perubahan sifat kimia yang menjadikannya tidak efektif untuk penggunaan lebih lanjut [5]. Salah satu metode yang digunakan dalam pengolahan oli bekas menjadi *base oil* adalah dengan ekstraksi pelarut. Istilah ekstraksi pelarut mengacu pada distribusi zat terlarut antar dua fase cair yang tidak dapat bercampur dalam kontak satu sama lain, yaitu dua fase zat terlarut. Ekstraksi pelarut banyak digunakan dalam industri kimia untuk menghasilkan senyawa kimia murni mulai dari obat-obatan dan biomedis hingga organik dan logam berat, dalam kimia dan dalam pemurnian limbah dan lingkungan [6]. Keunggulan dari metode ekstraksi adalah potensi penghematan biaya dan waktu, metode ini telah menggantikan metode acid & clay sebagai metode pilihan untuk meningkatkan stabilitas oksidatif, viskositas, serta karakteristik minyak pelumas dasar. Minyak dasar yang diperoleh dari ekstraksi pelarut memiliki kualitas yang baik dan mengandung lebih sedikit kontaminan [7].

Pelarut yang banyak digunakan untuk ekstraksi minyak karena kelarutannya yang baik antara lain n-butanol, n-heksana, etil asetat, dan kloroform. Namun pelarut yang baik tidak hanya dapat melarutkan minyak, akan tetapi juga tersedia dalam jumlah banyak, harga yang ekonomis, dan memiliki tingkat keamanan yang baik. Pelarut dari golongan alkana, alcohol, dan keton adalah pelarut paling populer dalam pemulihan minyak dasar, digunakan sebagai pelarut tunggal atau pelarut komposit. Pelarut ini harus memiliki kemurnian yang sangat tinggi karena kotoran di dalamnya mempengaruhi proses ekstraksi, pemilihan pelarut didasarkan atas beberapa faktor seperti berat molekul tinggi, kelarutan, kemudahan pembentukan flok, serta kemudahan perolehan kembali pelarut. Kemampuan pelarut untuk membentuk flok dari minyak pelumas tergantung pada parameter kelarutan [8].

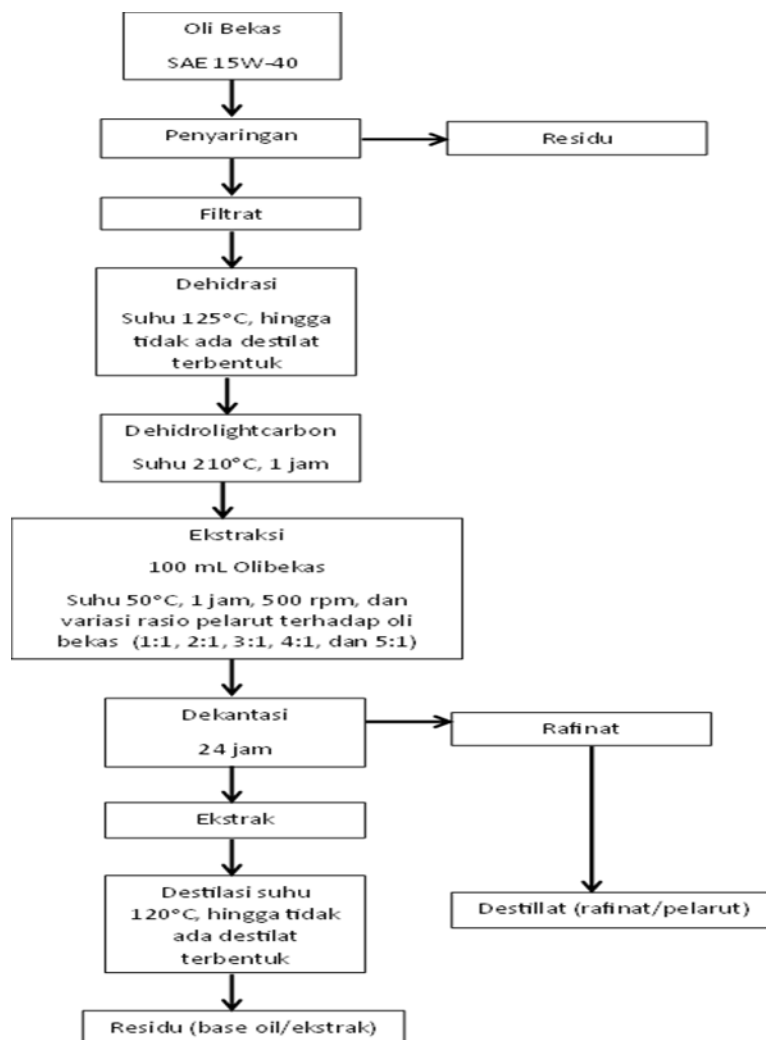
Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh rasio pelarut dengan oli bekas pada proses ekstraksi, dimana dalam penelitian ini dititikberatkan pada parameter jumlah % rendemen *base oil* yang diperoleh, karakteristik viskositas dan indeks viskositas. Manfaat dari penelitian ini ialah untuk mengurangi angka pencemaran yang disebabkan oleh keberadaan limbah oli mesin, dan untuk menghasilkan *base oil* sebagai bahan baku pembuatan minyak pelumas.

## 2. METODE PENELITIAN

Persiapan bahan baku untuk tahap ekstraksi dimulai dengan mempersiapkan bahan baku sampel oli bekas. Bahan baku yang digunakan untuk pembuatan *base oil* adalah oli yang merupakan jenis dari SAE 15 W – 40. Untuk penyaringan agar terpisah dari partikel padatan tersuspensi menggunakan kertas saring dengan sistim vakum. Kemudian dilakukan proses dehidrasi dengan memanaskan oli bekas pada suhu 125°C selama 1 jam. Sampel oli bekas kemudian dihilangkan senyawa hidrokarbon ringannya dengan distilasi vakum selama 1 jam dengan suhu 210°C. Oli bekas yang diperoleh diekstrak menggunakan pelarut 1-butanol dengan variasi rasio pelarut : oli yaitu 1:1 sampai dengan 1:5, kemudian diendapkan selama 24 jam sehingga terpisah fasa ekstrak yang mengandung *base oil* dan rafinat yang mengandung lumpur. Ekstrak *base oil* tersebut kemudian dipisahkan dari rafinatnya. Ekstrak kemudian didestilasi untuk memurnikan *base oil* dari pelarut 1-butanol dengan distilasi pada suhu 119,5°C. *Base oil* yang dihasilkan dianalisis meliputi densitas, viskositas suhu 40°C, viskositas pada suhu 100°C, dan indeks viskositas. Adapun prosedur penelitian dapat digambarkan dengan desain eksperimen Tabel 1, dan diagram alir Gambar 1.

Tabel 1. Desain eksperimen ekstraksi oli bekas menggunakan pelarut 1-butano

No.	Sampel Oli Bekas (mL)	Pelarut 1-Butanol (mL)	Parameter Uji
1		100	Visikositas 40°C dan 100°C
2	100	200	Indeks visikositas
3		300	
4		400	
5		500	



Gambar 1. Diagram alir ekstraksi oli bekas

### 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

*Society of Automotive Engineer* (SAE) merupakan salah satu asosiasi yang mengatur standarisasi berbagai bidang, termasuk bidang rancang desain teknik. Salah satu standarisasi yang dibentuk adalah viskositas atau standar untuk mengidentifikasi tingkat kekentalan oli. Ketika membeli oli baru kemudian digunakan dalam jangka waktu tertentu, maka akan habis masa pakainya disebabkan tidak lagi efektif secara fungsi dalam melakukan pelumasan, ketika oli tersebut telah habis masa pakai maka umumnya dibuang atau tidak digunakan lagi sehingga disebut sebagai oli bekas. Oli bekas merupakan campuran kompleks minyak pelumas yang telah mengalami kerusakan disebabkan gesekan dengan dinding mesin. Namun demikian oli bekas tersebut dapat dimanfaatkan untuk dijadikan *base oil* melalui teknik ekstraksi.

*Base oil* merupakan bahan dasar pembuatan oli yang mengandung ratusan hingga ribuan senyawa hidrokarbon tetapi juga mengandung sedikit nitrogen dan sulfur. Hidrokarbon yang terkandung sebagian besar adalah campuran dari hidrokarbon rantai lurus dan hidrokarbon rantai bercabang (alkana), sikloalkana, dan hidrokarbon aromatic [9]. Salah satu parameter penting untuk mengetahui kualitas base oil adalah viskositas. Berikut adalah hasil analisa yang dilakukan untuk mengetahui viskositas pada oli bekas sebagai bahan baku sebagaimana Tabel 2.

Tabel 2. Standar Acuan

No.	Sampel	Visikositas (cSt)		Indeks Viskositas (cSt)	Sumber
		40°C	100°C		
1	Oli Bekas	103.1011	14.0611	125.6874	Analisa Awal (ASTM D – 445 / 2270)
2	SAE 15 W – 40	108	14.7	140	Analisa Awal (ASTM D – 445 / 2270)
3	Base Oil	16 - 30	2.5 - 4	110 - 130	SNI 7069.5:2012, and infinitygalaxy.org □ (ASTM D – 445 / 2270)

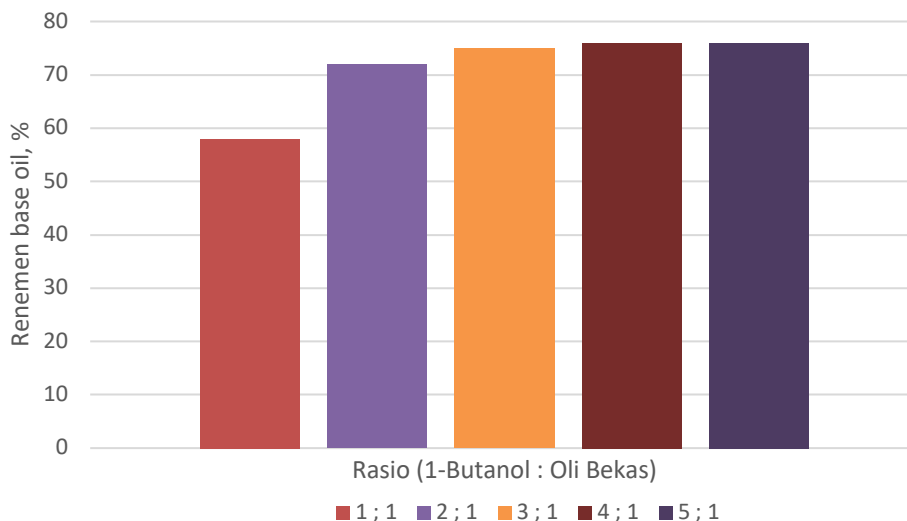
Berdasarkan Tabel 2, data pengamatan dilakukan terhadap tiga jenis oli yaitu yang pertama adalah oli segar yang digunakan sebagai acuan yaitu tipe SEA 15 W – 40. Selanjutnya yang kedua adalah oli bekas yang digunakan sebagai sampel dari tipe SEA 15 W – 40, oli jenis inilah yang digunakan pada industri alat berat setelah oli tersebut habis masa pakainya maka disebut sebagai oli bekas. Oli bekas yang berasal dari oli SAE 15 W – 40 ini telah digunakan selama 2 bulan. Kemudian yang ketiga adalah *base oil* sebagai standar produk. Hasilnya menunjukkan terjadi perubahan viskositas, pada pengukuran viskositas 40°C viskositasnya menurun dari 108 cSt ke 103.1011 cSt, selanjutnya pada viskositas 100°C juga mengalami penurunan dari 14.7 cSt ke 14.0611 cSt hal yang sama juga didapat pada indeks viskositas yaitu dari 140 cSt turun menjadi 125.6874 cSt, perubahan viskositas ini mengindikasikan bahwa terjadi penurunan kemampuan pelumasan oli yang berakibat oli menjadi sedikit lebih encer, padahal untuk jenis ini, oli tipe SEA 15 W – 40 adalah oli yang memiliki kekentalan tinggi karena umumnya oli ini digunakan pada mesin kendaraan alat berat yang memerlukan kinerja yang lebih besar. Untuk menghasilkan oli yang sama dengan kondisi semula maka salah satu teknik yang dapat dilakukan adalah ekstraksi menggunakan pelarut, namun perlu diketahui hasil yang diperoleh dari proses ekstraksi pelarut ini tidak serta merta dapat disamakan dengan oli yang baru, sebab masih perlu pengolahan lanjutan, teknik ekstraksi pelarut ini hanya untuk memurnikan oli dari campuran logam atau pengotor yang terdeposit dalam oli bekas.

Adapun hasil dari proses ekstraksi yang dilakukan terhadap oli bekas dilakukan dengan variasi rasio terhadap pelarut, dalam penelitian ini jenis pelarut yang digunakan adalah 1- butanol, dengan melakukan variasi terhadap dosis pelarut akan diperoleh data yang menggambarkan kinerja pelarut, hal ini untuk mengetahui pengaruh dari rasio pelarut yang digunakan dalam proses ekstraksi, sebagai acuannya parameter yang digunakan adalah pada visikositas dan hasil rendemen yang diperoleh, yang hasilnya menunjukkan terdapat pengaruh yang sangat signifikan terhadap penggunaan pelarut 1-butanol, baik pada visikositas yang didapatkan maupun pada rendemen yang diperoleh, hal ini dapat dilihat pada Tabel 3 dan Gambar 2.

Tabel 3. Hasil Pengujian Visikositas berdasarkan variasi pelarut pada proses ekstraksi oli bekas

No	Rasio Pelarut : Oli	Visikositas (cSt)		Indeks Viskositas (cSt)
		40°C	100°C	
1	1:1	17.92	4.19	142.12
2	2:1	16.56	3.60	116.74
3	3:1	16.91	3.61	98.75
4	4:1	14.93	3.70	139.84
5	5:1	14.93	3.70	139.84

Berdasarkan Tabel 3 diperoleh bahwa semua perlakuan variasi menunjukkan bahwa rentang rasio variasi tidak signifikan mempengaruhi viskositas pada 40oC dan 100oC jika dikonfirmasi pada acuan *base oli* yang ditunjukkan pada Tabel 1. Perlu diketahui bahwa pengukuran viskositas suhu rendah dan tinggi dilakukan sebab mengacu pada kinerja oli dalam mesin, saat mesin bekerja, suhu di dalam mesin semakin lama akan semakin meningkat. Kenaikan suhu menyebabkan viskositas pelumas semakin menurun. Hal ini sangat mempengaruhi gesekan antara bagian mesin yang bergerak. Mengurangi gesekan antar logam yang dapat mengakibatkan keausan pada mesin diperlukan dengan menggunakan pelumas yang memiliki viskositas indeks tinggi [10]. Pengujian viskositas pelumas menggunakan metode ASTM D 445 mengamati waktu yang dibutuhkan untuk mengalirkan pelumas dalam kapiler pada suhu tertentu, sehingga didapatkan nilai viskositas kinematik pelumas 40°C dan 100°C, berdasarkan hasil temuan diperoleh indeks viskositas 40°C dan 100°C jika merujuk pada *base oil* Tabel 1 diperoleh hasil yang memenuhi standar [11]. Namun jika merujuk pada indeks viskositas terdapat hasil yang berbeda pengukuran indeks viskositas ini mengacu pada ASTM D-227 yang mana diperoleh nilai indeks viskositas yang masuk pada rentang *base oli* yang dipasarkan merujuk pada Tabel 1 yaitu 110 cSt – 130 cSt adalah pada rasio pelarut 2:1 dengan indeks viskositas yang diperoleh adalah 116.74cSt [12,13]. Hal ini menunjukkan bahwa pelarut 1-Butanol yang digunakan memiliki kinerja yang baik dalam melakukan ekstraksi *base oil* dari campuran oli bekas, proses ekstraksi ini dapat memisahkan oli dari sejumlah pengotor yang terlarut dalam oli, hal ini dapat dilihat dari terjadinya perubahan viskositas oli bekas menjadi *base oil* terutama pada indeks viskositas yaitu pada oli bekas indeks viskositas yang dimiliki adalah 125.687 cSt, sedangkan pada *base oil* atau oli hasil ekstraksi didapat indeks viskositas 116.74 cSt pada perbandingan pelarut 2 : 1. Indeks viskositas merupakan bilangan empiris yang menunjukkan sifat perubahan viskositas tersebut minyak pelumas terhadap perubahan suhunya. Minyak pelumas yang memiliki indeks viskositas lebih rendah adalah minyak pelumas dengan rentang perubahan viskositas yang lebih besar untuk perbedaan suhu yang sama. Minyak pelumas yang memiliki indeks viskositas tinggi, pelumasannya akan berlangsung lebih baik pada rentang perbedaan suhu yang lebih luas.



Gambar 2. Jumlah perolehan rendamen (%) berdasarkan variasi rasio pelarut pada proses ekstraksi

Berdasarkan Gambar 2, dapat dilihat bahwa semakin besar jumlah pelarut yang ditambahkan maka ekstrak yang diperoleh juga cenderung lebih banyak, namun pada rasio tertentu akan mengalami stagnasi sebagaimana data yang ditemukan pada Gambar 2 tersebut, yaitu ketika jumlah pelarut yang ditambahkan dimulai dari rasio 3 : 1 mulai menunjukkan kecenderungan hasil ekstrak atau perolehan rendemen yang konstan, ini menandakan bahwa kemampuan pelarut 1 – butanol telah mencapai kemampuan terbaik dalam mengekstrak base oil, ikatan hidrokarbon yang terdapat dalam 1 – butanol memiliki kecirian sifat yang sama dengan base oil yaitu, gugus non polar pada 1 - butanol lebih mendominasi dari pada gugus polarnya, sehingga dapat saling melarutkan dengan baik terhadap base oil yang diekstrak.[14,15]

#### 4. KESIMPULAN

Pada penelitian ini dapat disimpulkan bahwa variasi pelarut untuk jenis pelarut 1-butanol dapat digunakan perbandingan 2 : 1 (Pelarut : Oli bekas), hal ini dapat dilihat dari parameter uji yang diperoleh yaitu pada indeks viskositas dimana hasil yang diperoleh yaitu 116.74 cSt yaitu pada rentang base oli, disamping itu juga jika diamati dari rendamen ekstrak yang diperoleh sebesar 72% meskipun jumlah rendamannya tidak tidak sebaser pada rasio 4 : 1 dan 5 : 1, namun yang terpenting disini adalah viskositasnya yang harus terpenuhi lebih dulu karena parameter viskositas menunjukkan kualitas dari base oil yang dihasilkan.

#### 5. UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Pusat Penelitian dan Pengembangan Politeknik Negeri Samarinda yang telah membantu dalam proses penerbitan publikasi penelitian ini, dan juga kepada Laboratorium Teknik Kimia Politeknik Negeri Samarinda sebagai tempat penelitian.

#### 6. DAFTAR PUSTAKA

- [1] Oladimeji, T. E., Sonibare, J. A., Omoleye, J. A., Adegbola, A. A., & Okagbue, H. I., "Data on the treatment of used lubricating oil from two different sources using solvent extraction and adsorption," *Data in Brief*, 19, 2240–2252, 2018.
- [2] Muafi, S.M., Oktarini, Y., dan Karmel, R. E. M., "Analisis Pengelolaan Limbah Oli pada Aktivitas Operasional Penambangan Batu Gamping di Area Tambang Bukit Karang Putih PT Semen Padang , Batu Gadang , Padang , Sumatera Barat," *Journal 40 of Geomintech*. 7(1), 53–63, 2023
- [3] Adewole, B.Z., Olojede, O.J., Owolabi, A.H., dan Obisesan, R.O., "Characterization and Suitability of Reclaimed Automotive Lubricating Oils Reprocessed by Solvent Extraction Technology," *Awolowo*, 2019, <https://doi.org/10.3390/recycling4030031>
- [4] Naif, T. M., Rashid, S. A., Abdul Jabbar, M. F., " Treatment of Used Lubricant Oil by Solvent Extraction," *Iraqi Journal of Chemical Petroleum Engineering*, 23 (1), 43-50, 2022
- [5] Pratama, A.A., "Proses Pembuatan Minyak Pelumas Mineral Dari Minyak Bumi. Jurnal Kompetensi Teknik, 11(1), 19–24, 2019.
- [6] Altaee, T., Rashid, S.A. dan Abdul Jabbar, M.F., " Treatment of Used lubricant Oil by Solvent Extraction," *Iraqi Journal of Chemical and Petroleum Engineering*, 23(1). 43–50, 2022.
- [7] Boadu, K.O., Joel, F.O., Essumang, K.D., dan Evbuomwan, O.B., "A Review of Methods for Removal of Contaminants in Used Lubricating Oil," *Chemical Science International Journal*, 26(4), 1–11, 2019.
- [8] Oladimeji, T.E., Sonubare, J. A., Omoleye, J. A., Adegbola, A. A., dan Okagbue, H. I., "Data on The Treatment of Used Lubricating Oil from Two Different Sources Using Solvent Extraction and Adsorption," *Chemical Engineering Journal*, 19, 2240–2252, 2018
- [9] Speight, J. G., & Exall, D. I., "Refining used lubricating oils," *In Refining Used Lubricating Oils*. <https://doi.org/10.1201/b16745>
- [10] Mohammed, R. R., Ibrahim, I. A. R., Taha, A. H., & McKay, G., "Waste lubricating oil treatment by extraction and adsorption," *Chemical Engineering Journal*, 220, 343–351, 2013
- [11] ASTM D2270, "Standard Practice for Calculating Viscosity Index from Kinematic Viscosity at 40°C and 100°C," *Journal of Human Lactation*, 14(2), 147, 1998
- [12] ASTM. D445, " Standard Test Method for Kinematic Viscosity of Transparent and Opaque Liquids (and Calculation of Dynamic Viscosity)," 14(2), 6-7. [2], 2014
- [13] Infinity Galaxy, "Recycled Base Oil," *Diakses pada 17 Juli 2024*, <https://infinitygalaxy.org/product/recycled-base-oil/>. 2024
- [14] Manoj Gwalwanshi., Rajesh Kumar., Manish Kumar Chauhan, "A review on butanol properties, production and its application in internal combustion engines," *Materials today Proceedings*, volume 62, Part 12, Pages 6573-6577, 2022
- [15] W.R.d.S. Trindade et al, "Review on the characteristics of butanol, its production and use as fuel in internal combustion engines," *Renew. Sustain. Energy*, Volume 69, March 2017, Pages 642-651, 2017