

Pengaruh Suhu dan Ion Logam Terhadap Potensi Senyawa Kompleks Ditiokarbamat Sebagai Zat Aditif Pada Pelumas

Dian Ranggina¹, Zakiyah Darajat², Muhammad Arham Yunus³, Nurfiansyah⁴

¹Jurusan Teknik Kimia, Politeknik Negeri Ujung Pandang, Sulawesi Selatan, Indonesia
^{2,3,4}Jurusan Teknik Kimia, Politeknik Negeri Ujung Pandang, Sulawesi Selatan, Indonesia
dian.ranggina.dr@poliupg.ac.id

Abstract: *The ideal quality of lubricant can be obtained by adding additives. One of the functions of additives in lubricants is to maintain viscosity against temperature changes. Dithiocarbamate complexes with heavy metals have very low solubility in water so that dithiocarbamate compounds have great potential as additives in lubricants. This research was conducted in an effort to determine the effect of temperature (40 °C and 100 °C) on the viscosity of the lubricant and metal ions (Mn²⁺, Fe³⁺, Co²⁺) in the synthesis of dithiocarbamate complex compounds on their potential as additives in lubricants. This compound was synthesized by in situ method and to measure and compare the viscosity of the lubricant before and after the addition of the complex compound as an additive. The results showed that complex compounds from N-ethylisopropylidithiocarbamate ligands could be synthesized with metal ions Mn(II), Fe(III) and Co(II). Where is the synthesis of complex compounds obtained yields Mn(II)-N-ethylisopropylidithiocarbamate amounted to 49.59%, Fe(III)-N-Ethylisopropylidithiocarbamate of 41.81%, and Co(II)-N-Ethylisopropylidithiocarbamate by 64.12%. From the results of the characterization of the viscosity test, it can be seen that temperature and metal ions in complex compounds affect their potential effectiveness as additives in lubricants. Of the three complex compounds it is more effective at 100 °C than 40 °C, where metal ions Mn (II) are more effective than Fe(III) and Co (II).*

Keywords: *Lubricants, additives, metal ions, temperature, dithiocarbamate.*

Abstrak: Kualitas pelumas yang ideal dapat diperoleh dengan cara penambahan zat aditif. Salah satu fungsi zat aditif dalam pelumas yaitu mempertahankan viskositas terhadap perubahan suhu. Kompleks ditiokarbamat dengan logam berat mempunyai kelarutan yang sangat rendah dalam air, sehingga senyawa ditiokarbamat sangat berpotensi sebagai zat aditif dalam pelumas. Penelitian ini dilakukan dalam upaya mengetahui pengaruh suhu (40 °C dan 100 °C) terhadap viskositas pelumas dan ion logam (Mn²⁺, Fe³⁺, Co²⁺) dalam sintesis senyawa kompleks ditiokarbamat terhadap potensinya sebagai zat aditif dalam pelumas. Senyawa ini disintesis dengan metode in situ dan untuk mengukur dan membandingkan viskositas pelumas sebelum dan sesudah penambahan senyawa kompleks sebagai zat aditif. Uji viskositas dilakukan dengan menggunakan alat kinematic viscosity bath pada temperatur 40 °C dan 100 °C dengan mengukur waktu alir sampel pada viskometer. Hasil penelitian menunjukkan bahwa senyawa kompleks dari ligan N-etilisopropilditiokarbamat dapat disintesis dengan ion logam Mn(II), Fe(III) serta Co(II). Dimana sintesis senyawa kompleks diperoleh rendemen Mn(II)-N-etilisopropilditiokarbamat sebesar 49,59%, Fe(III)-N-Etilisopropil ditiokarbamat sebesar 41,81%, dan Co(II)-N-Etilisopropilditiokarbamat sebesar 64,12%. Dari hasil karakterisasi uji viskositas, dapat diketahui bahawa suhu dan ion logam dalam senyawa kompleks mempengaruhi keefektifan potensinya sebagai zat aditif dalam pelumas. Dari ketiga senyawa kompleks tersebut lebih efektif pada suhu 100 °C daripada 40 °C, dimana ion logam Mn (II) lebih efektif dibandingkan Fe(III) dan Co (II).

Kata kunci : pelumas, zat aditif, ion logam, suhu, ditiokarbamat

Pendahuluan

Selama ini kendaraan bermotor telah banyak meringankan pekerjaan manusia dalam mobilitas sehari-hari, sehingga produksi kendaraan bermotor dari tahun ketahun mengalami peningkatan. Seiring dengan meningkatnya penggunaan kendaraan bermotor, mengakibatkan gesekan setiap perangkat mesin mengalami peningkatan, suhu mesin akan meningkat, dan mengakibatkan terjadinya keausan (*wear*) pada perangkat mesin, sehingga apabila tidak dirawat

secara teratur akan membuat mesin menjadi cepat rusak. Hal ini dapat merugikan masyarakat dari segi ekonomis, waktu dan lingkungan (Madliyani, *et al.*, 2019).

Pelumas merupakan minyak yang dibutuhkan oleh mesin kendaraan bermotor untuk melumasi komponen-komponen mesin, yang berfungsi untuk mencegah kontak langsung antar komponen yang saling bergesekan, serta mendistribusikan panas dari ruang bakar ke komponen mesin lainnya. Mengontrol suhu dalam komponen mesin merupakan fungsi terpenting dalam sistem pelumasan. Kenaikan suhu dapat menurunkan indeks viskositas pelumas, hal ini terjadi karena ikatan molekul semakin lemah seiring meningkatnya suhu mesin. Pelumas dengan viskositas yang rendah akan menurunkan aktivitas pada saat mesin sedang bekerja. Dan apabila menggunakan pelumas dengan indeks viskositas yang terlalu tinggi akan menurunkan efisiensi mesin, akibat gaya tahanan pelumas terhadap komponen yang bergerak semakin besar. Sehingga pemilihan pelumas yang memiliki kekentalan yang sesuai baik pada suhu tinggi maupun rendah menjadi pertimbangan yang sangat penting (Prasetya, *et al.*, 2014).

Kualitas pelumas yang ideal dapat diperoleh bukan hanya secara purifikasi tetapi juga dengan cara penambahan zat aditif. Aditif yang diberikan ini dapat menentukan mutu suatu pelumas yang akan digunakan, hal ini karena bahan aditif tersebut dapat merubah sifat kimia maupun sifat fisik dari bahan dasar suatu pelumas. Zat aditif dalam pelumas berfungsi untuk meningkatkan ketahanan terhadap oksidasi, mempertahankan viskositas terhadap perubahan suhu, sebagai pembersih (*detergent/dispersion additives*), mencegah terjadinya korosi dan keausan pada mesin. Zat aditif dapat bekerja secara optimal di dalam pelumasan apabila larut dengan baik dan sempurna, tidak larut dan tidak bereaksi dengan pelarut yang mengandung air, memiliki penguapan yang rendah, stabil baik terhadap hidrolisis dan pengaruh suhu yang tinggi, serta tidak memiliki bau yang mengganggu (Ranggina, *et al.*, 2023) dan (Srivyas & Charoo, 2019).

Salah satu cara untuk membuat zat aditif yaitu dengan mensintesis ion logam sehingga membentuk senyawa kompleks yang memiliki potensi sebagai aditif dalam pelumas. Senyawa ditiokarbamat, merupakan sebuah analog dari karbamat, dimana kedua atom oksigen digantikan oleh atom belerang, dapat digunakan sebagai ligan ketika logam ditambahkan kedalamnya. Senyawa ini mudah bereaksi dengan logam unsur transisi seperti tembaga, besi, kobalt dan nikel dan akan membentuk kompleks oktahedral (Hendrati, *et al.*, 2018). Kompleks ditiokarbamat dengan logam berat mempunyai kelarutan yang sangat rendah dalam air, sehingga senyawa ditiokarbamat sangat berpotensi digunakan sebagai zat aditif dalam pelumas. Pembentukan lapisan MoS₂ (Molibdenum ditiokarbamat) pada permukaan logam dapat mengurangi gesekan sehingga dapat meningkatkan efisiensi bahan bakar kendaraan bermotor. Penggunaan Mo-metilenbisditio- ditiokarbamat yang ditambahkan Zn-DTP dapat berfungsi sebagai antiaus

(Lu, *et al.*, 2018) dan (Yue, *et al.*, 2014). Pelumas yang mengandung senyawa N, N-dihidrocarbilyditiokarbamat yang diturunkan dari eter dapat berfungsi sebagai aditif *anti-wear/* antioksidan. Senyawa ditiokarbamat juga dapat meningkatkan kelarutan aditif, tahan terhadap tekanan ekstrim, meningkatkan stabilitas termal dan oksidatif, mengurangi gesekan, antikorosi, anti oksidan pada temperatur tinggi dan rendah (Ranggina, *et al.*, 2023).

Penelitian ini dilakukan dalam upaya mengetahui pengaruh suhu dan ion logam dalam sintesis senyawa kompleks ditiokarbamat terhadap potensinya sebagai zat aditif dalam pelumas. Adapun senyawa kompleks yang digunakan yaitu Mn(II)-N-Etilisopropil-dtc, Fe(III) -N-Etilisopropil-dtc, Co(II)-N-Etilisopropil-dtc. Variabel ion logam dilakukan berdasarkan pada perbedaan muatan dan jari- jari atom dari ketiga ion logam transisi. Penggunaan ligan N-Etilisopropil ditiokarbamat didasarkan karena kelarutan senyawa kompleks dalam air sangat dipengaruhi oleh jenis gugus alkil, R yang berikatan dengan ligan ditiokarbamat. Dan untuk mengetahui bagaimana pengaruh penambahan zat aditif dalam pelumas, maka dilakukan pengukuran indeks viskositas pada rentang suhu 40 °C dan 100 °C.

Metode

Bahan dan Alat Penelitian

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah: N-Etilisopropilamin, Karbon Disulfida (CS₂), MnSO₄.H₂O, FeCl₃.6H₂O, CoCl₂.6H₂O, etanol 96%, etanol p.a, akuades, kertas saring Whatman 42, mesran SAE 20W-50, aseton. Sedangkan alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah alat-alat gelas yang umum dipakai di laboratorium, neraca analitik, desikator, cawan petri, oven, pemanas listrik, *magnetic stirrer*, viskositas kinematik ASTM D. 445.

Sintesis Senyawa Kompleks Ditiokarbamat

MnSO₄. H₂O sebanyak 0,3374 gram, FeCl₃.6H₂O sebanyak 0,5406 gram, CoCl₂. 6H₂O sebanyak 0,4759 gram (2 mmol), masing- masing dilarutkan dengan 10 mL akuades sambil dipanaskan. Sedangkan N-etilisopropilamin sebanyak 0,5229 gram (6 mmol) dilarutkan dalam 10 mL etanol 96 %. Larutan amin ditambahkan dengan CS₂ (0,36 mL (6 mmol) dalam 10 mL etanol 96 %) secara perlahan- lahan pada suhu 15 °C, kemudian diaduk selama 15 menit.

Larutan ligan N-etilisopropilditiokarbamat yang terbentuk kemudian ditambahkan dengan masing- masing larutan logam dan selama 30 menit. Campuran senyawa kompleks kemudian disaring. Endapan dimasukkan dalam desikator dan filtrat didiamkan. Kemudian dilakukan direkristalisasi dengan menggunakan etanol p.a. Kristal yang diperoleh (senyawa kompleks yang terbentuk) dikeringkan dalam desikator selama beberapa hari.

Uji Zat Aditif pada Pelumas

Uji zat aditif pelumas dilakukan dengan melakukan uji viskositas kinematik dilakukan pada

suhu 40 °C dan 100 °C. Sebelum uji viskositas, ketiga senyawa kompleks ditiokarbamat ditimbang masing- masing sebesar 0.05 gram (0,1%); 0.08 gram (0.16 %) dan 0,1 gram (0.20%) dilarutkan dengan 50 mL aseton. Ketiga larutan dari masing – masing senyawa kompleks dimasukkan kedalam pipa kapiler, *kinematic viscosity bath* sekitar 30 menit dan diukur waktu alir sampelnya.

Hasil Dan Pembahasan

Sintesis Senyawa Kompleks Ditiokarbamat

Sintesis senyawa kompleks ditiokarbamat pada penelitian ini, dilakukan dengan mereaksikan ion logam Mn^{2+} , Fe^{3+} , dan Co^{2+} dengan ligan N-etilisopropilditiokarbamat. Ligan tersebut disintesis terlebih dahulu dengan mereaksikan N-etilisopropilamin sebanyak 0,5229 gram (6 mmol) dengan larutan CS_2 sebanyak 0,36 mL (6 mmol) dengan menggunakan pelarut etanol.

Senyawa kompleks Mn(II)-N- Etiliso-propilditiokarbamat yang dihasilkan berwarna coklat sebanyak 0,4037 gram dan rendamen yang diperoleh adalah sebesar 49,59%. Senyawa kompleks Fe(III)-N-etilisopropilditiokarbamat yang dihasilkan berwarna hijau tua sebanyak 0,3415 gram dan rendamen yang diperoleh adalah sebesar 41,87%. Senyawa kompleks Co(II)-N-Etilisopropilditiokarbamat yang dihasilkan berwarna hitam sebanyak 0,5269 gram dan rendamen yang diperoleh adalah sebesar 64,12%.

Uji Viskositas Zat Aditif Pada Pelumas

Salah satu karakteristik yang sangat penting dari pelumas adalah viskositas, sehingga dalam upaya mengetahui potensinya dari ketiga senyawa kompleks ditiokarbamat yang telah disintesis sebagai zat aditif dalam pelumas, maka dilakukan uji viskositas. Kekentalan atau viskositas adalah ukuran kekentalan fluida yang menyatakan besar kecilnya gesekan di dalam fluida. Baik tidaknya suatu pelumas bekerja dalam mesin sangat ditentukan oleh tingkat kekentalan pelumas. Pengujian kekentalan ini dilakukan dengan mengukur dan membandingkan tingkat kekentalan menggunakan alat *kinematic viscosity bath* pada temperatur 40 °C dan 100 °C, dengan mengukur waktu alir sampel pada viscometer, baik sebelum dan sesudah penambahan senyawa kompleks sebagai zat aditif.

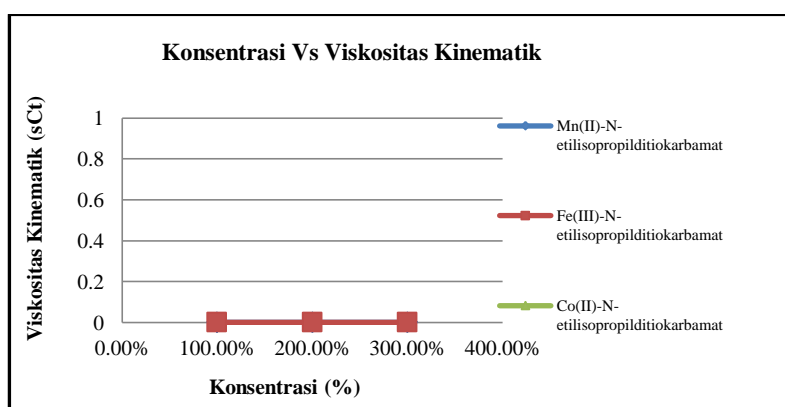
Uji Viskositas Pada Suhu 40 °C

Hasil pengukuran viskositas kinematik pada suhu 40 °C ditunjukkan pada Tabel 1. Dan hubungan antara perubahan konsentrasi masing- masing zat aditif dalam pelumas dengan nilai viskositas ditunjukkan pada Gambar 1.

Tabel 1. Uji Viskositas Pada Suhu 40 °C

No.	Nama Senyawa	Konsentrasi (%)	Viskositas (cSt)
1.	Standar	Standar	128,46
2.	Mn(II)-N-etilisopropilditiokarbamat	0,10	103,18
		0,16	57,32
		0,20	98,80
3.	Fe(III)-N-etilisopropilditiokarbamat	0,10	135,55
		0,16	70,49
		0,20	89,60
4.	Co(II)-N-etilisopropilditiokarbamat	0,10	73,46
		0,16	99,05
		0,20	103,69

Tabel 1. memperlihatkan nilai viskositas dari pelumas sebelum dan setelah penambahan zat aditif dalam pelumas. Nilai viskositas kinematik pelumas sebelum penambahan zat aditif adalah 128,46 cSt. Setelah ditambahkan dengan masing- masing senyawa kompleks sebagai zat aditif dengan konsentrasi yang bervariasi, nilai viskositas yang diperoleh lebih kecil dari pelumas tanpa zat aditif. Maka dapat disimpulkan bahwa senyawa kompleks yang telah disintesis tidak efektif sebagai zat aditif dalam pelumas pada suhu 40 °C, hal ini dipengaruhi oleh ikatan koordinasi antara logam dengan ligan ditiokarbamat tidak mudah terputus pada suhu yang rendah.



Gambar 1. Uji Viskositas Pada Suhu 40 °C

Uji Viskositas Pada Suhu 100 °C

Hasil pengukuran viskositas kinematik pada suhu 100 °C, memperlihatkan nilai viskositas kinematik dari pelumas sebelum penambahan zat aditif adalah sebesar 14,04 cSt. Dan setelah ditambahkan dengan masing- masing senyawa kompleks sebagai zat aditif, nilai viskositas

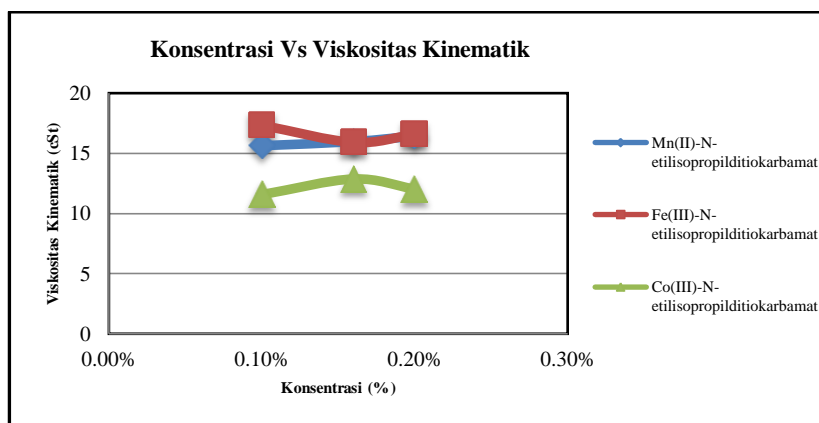
kinematik dari kompleks, Mn(II)-N-etilisopropilditiokarbamat dan Fe(III)-N-etilisopropilditiokarbamat mengalami peningkatan. Untuk kompleks Mn(II)-N-etilisopropilditiokarbamat adalah sebesar 15,63 cSt, 15,97 cSt, dan 16,42 cSt. Untuk kompleks Fe(III)-N-etilisopropil ditiokarbamat adalah sebesar 17,32 cSt, 15,90 cSt, dan 16,57 cSt. Berbeda halnya untuk kompleks Co(II)-N-etilisopropilditiokarbamat, yang tidak mengalami peningkatan, nilai viskositas yang diperoleh lebih kecil dari nilai standarnya, yaitu 11,56 cSt, 12,86 cSt, dan 12,06 cSt. Hasil pengukuran viskositas kinematik pada suhu 100 °C ditunjukkan pada Tabel 2.

Tabel 2. Uji Viskositas Pada Suhu 100 °C

No.	Nama Senyawa	Konsentrasi (%)	Viskositas (cSt)
1.	Standar	Standar	14,04
2.	Mn(II)-N-etilisopropilditiokarbamat	0,10	15,63
		0,16	15,97
		0,20	16,42
3.	Fe(III)-N-etilisopropilditiokarbamat	0,10	17,32
		0,16	15,90
		0,20	16,57
4.	Co(II)-N-etilisopropilditiokarbamat	0,10	11,56
		0,16	12,86
		0,20	12,06

Berdasarkan grafik hasil pengukuran viskositas kinematik yang ditunjukkan pada Gambar 2. dapat disimpulkan bahwa nilai viskositas kinematik dari kompleks Mn(II)-N-etilisopropilditiokarbamat lebih baik dari kompleks lainnya, yang mempunyai kecenderungan naik seiring dengan kenaikan konsentrasi. Hal ini dipengaruhi oleh adanya perbedaan ukuran dari masing-masing ion logam kompleks, yang mempengaruhi panjang ikatan. Semakin panjang ikatan dalam molekul, mengakibatkan ikatan logam dengan ligan terbentuk semakin renggang sehingga mudah terputus sehingga dapat meningkatkan nilai viskositas dari pelumas (Siskayanti dan Kosim, 2018).

Hasil karakterisasi senyawa kompleks logam Mn(II), Fe(III) serta Co(II) dengan ligan N-etilisopropilditiokarbamat dapat dijadikan sebagai zat aditif pada pelumas dan ketiga kompleks lebih efektif pada suhu 100 °C, dimana kompleks Mn(II)-N-etilisopropilditiokarbamat lebih efektif daripada kompleks Fe(III)-N-Etilisopropilditiokarbamat dan Co(II)-N-Etilisopropilditiokarbamat.



Gambar 2. Uji Viskositas Pada Suhu 100 °C

Dari Tabel 1, 2 dan Gambar 1, 2 menunjukkan bahwa nilai viskositas kinematik dari ketiga senyawa kompleks, sebagai zat aditif dalam pelumas, mengalami penurunan seiring dengan kenaikan suhu. Viskositas adalah resistensi alir dari suatu fluida, atau gaya tarik menarik antar molekul. Saat suhu minyak pelumas naik, molekul-molekul pada minyak pelumas bergerak semakin cepat, sehingga ikatan antar molekulnya makin lemah dan menyebabkan viskositas pelumas turun sehingga minyak pelumas semakin encer (Prasetyowati, 2015 dan Syahdanni, 2018).

Kesimpulan

Hasil penelitian menunjukkan bahwa senyawa kompleks dari ligan N-ethylisopropil ditiokarbamat dapat disintesis dengan ion logam Mn(II), Fe(III) serta Co(II). Dimana sintesis senyawa kompleks Mn(II)-N-ethylisopropil ditiokarbamat, Fe(III)-N-ethylisopropil ditiokarbamat, dan Co(II)-N-ethylisopropil ditiokarbamat diperoleh rendemen berturut-turut sebesar 49,59%, 41,81%, dan 64,12%.

Dari hasil karakterisasi uji viskositas, dapat diketahui pengaruh suhu dan ion logam dalam senyawa kompleks Mn(II)-N-ethylisopropil ditiokarbamat, Fe(III)-N-ethylisopropil ditiokarbamat dan Co(II)-N-ethylisopropil ditiokarbamat. Diperoleh dari ketiga senyawa kompleks tersebut lebih efektif pada suhu 100 °C daripada 40 °C, dimana ion logam Mn (II) lebih efektif dibandingkan Fe(III) dan Co (II) untuk dijadikan sebagai zat aditif dalam pelumas.

Ucapan Terima Kasih

Penulis mengucapkan terima kasih kepada PT. Pertamina (Persero) Instalasi TBBM Makassar, yang telah memberikan kesempatan untuk melakukan uji viskositas sampel dalam penelitian ini.

Referensi

- Hendrati, D., Purnamasari, E.S., Effendi, S., & Wyantuti, S. (2018). Pemantapan Proses Sintesis Ligan Dibutilditiokarbamat (DBDTK) Sebagai Pengekstrak Logam Gadolinium (Gd) Berdasarkan Desain Eksperimen. *ALCHEMY Jurnal Penelitian Kimia*. 14(2). 219-235.
- Lu, R., Shiode, S., Tani H., Tagawa, N., & Koganezawa, S. (2018). A Study on the tribofilm Growth and Tribological Properties of Tribofilms Formed from Zinc Dialkyl Dithiophosphate (ZDDP) and Molybdenum Dialkyl Dithiocarbamate (MoDTC). *Tribology Online*. 13(3). 157-165.
- Madliyani, M. S., Nugraheni, I. K., & Artika, K. D. (2019). Pengaruh Variasi Pelumas Dan Kecepatan Mesin terhadap Suhu Mesin Pada Sepeda Motor 150 CC. *Elemen*, 6(2), 114-120.
- Prasetya, S., Hartono, P., & Rahardjo Artono. (2014). Pengaruh Penambahan Zat Aditif Pada Oli Scooter Matic Terhadap Perubahan Temperatur Dalam Pemanasan Mesin. *Jurnal Teknik Mesin*. 3(2). 58-63.
- Prasetyowati, R. (2015). Uji Viskositas Pemakaian Pelumas Mesin Kendaraan Bermotor. *J.Sains Dasar*. 4(1). 42-48.
- Ranggina, D., Raya, I., & Junianti, F. (2023). Sintesis Senyawa Kompleks Mn(II) N-Etilisopropilditiokarbamat Sebagai Zat Aditif Pada Bahan Pelumas. *Teknologi Kimia Mineral*. 2(1). 47-52.
- Siskayanti, R., & Kosim, M., E. (2017). Analisis Pengaruh Bahan Dasar terhadap Indeks Viskositas Pelumas Berbagai Kekentalan. *Jurnal Rekayasa Proses*. 11(2). 94-100.
- Srivyas, P., D., & Charoo, M.S. (2019). Effect of Lubricants Additive: Use and Benefit. *Materials Today: Proceedings*. 18. 4773-4781.
- Syahdanni, L.R. A. (2018). Studi Eksperimen Pengaruh Temperatur dan Viskositas Pelumas Terhadap Performa Kendaraan Transmisi Manual (Honda Sonic 150R), *Jurnal Teknik ITS*. 7(2). 61-66.
- Yue, W., Liu, C., Fu, Z., Wang, C., Huang, H., & Liu, J. (2014). Effects Of Molybdenum Dithiocarbamate And Zinc Dialkyl Dithiophosphate Additives On Tribological Behaviors Of Hydrogenated Diamond-Like Carbon Coatings. *Materials and Design*. 64. 601-607.