

OPTIMASI RASIO ZINK STEARAT SEBAGAI SABUN LOGAM DAN PALM FATTY ACID DISTILLATE (PFAD) PADA PEMBUATAN PELUMAS PADAT (GREASE)

Moridho¹, Risa Imelza², Sukmawati³, Pratiwi Putri Lestari⁴
^{1,2,3}Jurusan Teknik Kimia – Institut Teknologi Medan
mo.ridho80@gmail.com

Abstrak : *Palm Fatty Acid Distillate (PFAD) mempunyai potensi yang cukup tinggi untuk digunakan sebagai bahan baku pembuat produk-produk oleokimia salah satunya untuk pelumas padat. Pelumas padat adalah padatan atau semi padatan campuran pelumas dengan bahan pengental yang berfungsi mengurangi gesekan atau keausan antara dua bidang atau permukaan yang saling bersinggungan atau bergesekan. Penelitian ini bertujuan menentukan rasio perbandingan optimum antara zink stearat dan Palm Fatty Acid Distillate (PFAD) dalam pembuatan pelumas padat (grease) berbasis minyak sawit yang memiliki karakteristik mendekati pelumas padat komersial sesuai dengan SNI 06-7069-8-2005. Bahan yang digunakan adalah Palm Fatty Acid Distillate (PFAD), Zink Oksida, Asam Stearat, Gliserol, Fenol, Kalium Hidroksida, Etanol dan Asam Klorida. Alat yang digunakan adalah hotplate, beaker gelas, buret, erlenmeyer, neraca analitik, gelas ukur, stirrer, mixer, statif, klem, thermometer, piknometer dan spatula. Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan diperoleh pelumas padat optimum yang mendekati padat komersial sesuai dengan SNI 06-7069-8-2005 yaitu pada komposisi R5 yaitu rasio perbandingan PFAD : sabun logam zink stearat = 75% : 25%. Diperoleh densitas 0,83 gr/ml, titik leleh (droping point) 95°C untuk tingkat mutu NLGI-GA, penetrasi 33 mm/10 dengan nilai konsistensi NLGI >6.*

Kata Kunci : *NLGI, PFAD, Pelumas Padat, Zink Stearat.*

Abstract : *Palm Fatty Acid Distillate (PFAD) has a high enough potential to be used as a raw material for making oleochemical products, one of which is for solid lubricants. Solid lubricant is a solid or semi-solid mixture of a lubricant with a thickening agent whose function is to reduce friction or wear between two fields or surfaces that intersect or rub against each other. This study aims to determine the optimum ratio between zinc stearate and Palm Fatty Acid Distillate (PFAD) in the manufacture of palm oil based grease which has the characteristics of approaching commercial solid lubricants according to SNI 06-7069-8-2005. The materials used are Palm Fatty Acid Distillate (PFAD), Zinc Oxide, Stearic Acid, Glycerol, Phenol, Potassium Hydroxide, Ethanol and Hydrochloric Acid. The tools used are hotplate, glass beaker, burette, erlenmeyer, analytical balance, measuring cup, stirrer, mixer, stative, clamp, thermometer, pycnometer and spatula. Based on the research that has been done, the optimum solid lubricant which is close to commercial solids is in accordance with SNI 06-7069-8-2005, namely on the composition of R5, that is the ratio of PFAD: zinc metal stearate soap = 75%: 25%. A density of 0.83 gr / ml, a dropping point of 95oC was obtained for the NLGI-GA quality level, 33 mm / 10 penetration with an NLGI consistency value > 6.*

Keywords : *NLGI, PFAD, Solid Lubricants, Zinc Stearate.*

1. PENDAHULUAN

Pelumas merupakan fluida yang berfungsi untuk melindungi beberapa komponen mesin yang bekerja, sehingga pelumas tersebut dapat memberikan efek positif bagi alat dan mesin, yaitu dapat mencegah keausan akibat gesekan antara komponen yang satu dengan komponen lainnya.

Umumnya pelumas yang banyak dijumpai di pasaran dibuat dari minyak bumi atau *petroleum base oil*. Dengan makin menipisnya cadangan minyak bumi maka makin sedikit pula bahan baku dasar pembuatan minyak pelumas yang dapat mencukupi kebutuhan di Indonesia. Hal ini diprediksi dapat mengakibatkan kelangkaan pelumas dipasaran atau makin mahalnya minyak pelumas akibat impor dari luar negeri.

Umumnya minyak pelumas tersebut disintesis dari ester asam lemak dengan rantai karbon pada kisaran diatas, sehingga mempunyai peluang untuk dikembangkan sebagai bahan baku minyak pelumas (Herawan, 2004).

Pelumas padat dapat dibuat dari *Palm Fatty Acid Distillate* (PFAD) dengan sabun logam sebagai pengentalnya, diperoleh hasil optimum pelumas berbasis nabati ini yang mendekati dengan pelumas komersial pada komposisi pencampuran antara sabun logam : PFAD yaitu 95% : 5% yang memiliki nilai konsistensi NLGI 3 (Sukmawati, 2012).

Pelumas padat dapat dibuat dari sabun logam campuran Na-Ca dan *Palm Fatty Acid Distillate* (PFAD), diperoleh hasil optimum pelumas berbasis nabati yang mendekati dengan pelumas komersial pada komposisi pencampuran antara sabun logam : PFAD yaitu 80% : 20% yang memiliki nilai konsistensi NLGI 6 (Sukmawati, 2015).

Pemanfaatan minyak sawit dalam pembuatan pelumas padat adalah sebagai bahan pengganti pada komponen *base oil*

dan bahan pengental. Jenis minyak sawit yang digunakan adalah PFAD.

PFAD adalah hasil samping dari proses pemurnian minyak sawit mentah. Sampai saat ini pemanfaatan PFAD masih sangat terbatas, yaitu digunakan sebagai bahan baku pembuatan sabun berkualitas rendah (Darmoko, 2003). Karakteristik PFAD dipengaruhi oleh tiga parameter dasar yaitu titik didih, panas spesifik, dan panas laten dari asam lemak (Bernardini, 1985).

Tabel 1. Karakteristik PFAD

Parameter	Rata-rata
Asam lemak bebas (sebagai C16 : 0% berat)	83,3
Kadar air (%berat)	0,08
Bahan tidak tersabunkan (%berat)	2,5
Bilangan penyabunan	198

(Sumber: Swern, 1982)

Secara umum produk-produk minyak kelapa sawit memiliki beberapa keunggulan dibandingkan dengan produk-produk sejenis yang berasal dari bahan-bahan sintesis, yaitu :

1. Secara kimiawi bersifat dapat diuraikan oleh mikroorganisme pengurai, sehingga tidak polutan terhadap lingkungan.
2. Secara medis tidak mengganggu kesehatan manusia sebagai konsumen akhir,
3. Tersedia dalam jumlah mencukupi sesuai tingkat kebutuhan.

Pelumas padat adalah padatan atau semi padatan campuran pelumas dengan bahan pengental yang berfungsi mengurangi gesekan atau keausan antara dua bidang atau permukaan yang saling bersinggungan atau bergesekan (Hartono, 1991). Pelumas padat juga berfungsi sebagai media pembawa panas keluar, serta untuk mencegah karat pada bagian mesin.

Kemampuan pelumasan pelumas padat tergantung pada bahan baku utama (*base oil*) serta pengentalnya. Pengental dapat diidentikan dengan serat yang dapat menyerap dan kemudian melepaskannya kekomponen yang dilumasi. Sebagai molekul pengental terserap kepermukaan logam yang dilumasi, yang bertujuan untuk mencegah kontak langsung antar komponen. Sifat fisik pelumas padat yang utama ada dua, yaitu penetrasi/konsistensi (*consistency*) dan titik leleh (*dropping point*).

a. Penetrasi / konsistensi.

Pengukurannya menggunakan alat khusus yang dinamakan *One Quarter Scale Cone Equipment*. Untuk penggolongan penetrasi ini telah oleh NLGI, seperti yang telah dijelaskan sebelumnya, dimana makin kecil nomor NLGI, maka makin lunak pelumas padatnya.

b. Titik leleh (*dropping point*)

Titik leleh adalah temperatur pada saat pelumas padat mulai mencair. Titik leleh digunakan untuk *quality control* dan pengenalan pelumas padat. Titik leleh tidak menunjukkan batasan maksimum temperatur kerjanya. Pada umumnya temperature kerja pelumas padat jauh lebih rendah dari titik lelehnya.

Seperti halnya kekentalan pada pelumas, untuk pelumas padat dinyatakan dengan kekerasan (*consistency*).

Pengelompokannya ditentukan oleh *National Lubricating Grease Institute* (NLGI) yang membagi kekerasan pelumas padat menjadi 9 tingkat kekerasan, dari tingkat kekerasan 000 sampai 6, seperti ditunjukkan pada Tabel 2. Makin besar angka NLGI, makin keras pelumas padatnya.

Tabel 2. Tingkat Kekerasan Pelumas Padat Menurut NLGI

NLGI	ASTM D-217	
	Penetrasi Pada 25 ⁰ C (0,1 mm)	Konsistensi
000	445-475	Semi cair
00	400-430	Semi cair
0	355-385	Semi cair
1	310-340	Lembut
2	265-295	Grease
3	220-250	Semi padat
4	175-205	Semi padat
5	130-160	Semi padat
6	85-115	Keras

(Sumber: Scott D. Henry, 1987)

Ada beberapa tingkat mutu NLGI yaitu GA, GB, dan GC, dimana penggunaan pelumas padat tingkat mutu NLGI itu berbeda-beda. Hal ini disebabkan spesifikasi karakteristik dan parameter unjuk kerja pelumas padat untuk tingkat mutu NLGI GA, GB, dan GC berbeda. Penggunaan pelumas padat dari masing-masing spesifikasi katakarakteristik dan parameter unjuk kerja untuk tingkat mutu NLGI GA,GB, dan GC dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Klasifikasi Mutu Pelumas NLGI Berdasarkan Kinerjanya Menurut ASTM D5950, SNI 06-7069-8-2005

Klasifikasi NLGI	Kriteria mutu pelumas menurut ASTM D4950
NLGI GA	Digunakan untuk bantalan gelinding, baik pada kendaraan penumpang, truk, dan kendaraan atau mesin lain dengan beban ringan. Mampu bekerja pada suhu operasi antara -20 ⁰ C sampai 70 ⁰ C. Kemampuan lainnya yang lebih spesifik untuk klasifikasi GA tidak diperlukan.

Klasifikasi NLGI	Kriteria mutu pelumas menurut ASTM D4950
NLGI GB	Digunakan untuk bantalan gelinding, mesin-mesin industri yang bertugas sedang, bantalan roda pada kendaraan penumpang, truk, dan kendaraan atau mesin lain dengan beban ringan sampai sedang. Mampu bekerja pada suhu operasi antara -20°C sampai 120°C
NLGI GC	Digunakan untuk bantalan luncur, bantalan roda pada kendaraan penumpang, truk, dan kendaraan atau mesin lain dengan beban ringan sampai berat. Mampu bekerja pada suhu operasi antara -20°C sampai 160°C bahkan bisa mencapai 200°C

Karakteristik tipikal lain dari dari pelumas padat dapat dilihat dari jenisnya, yaitu jenis sabun (*soap*) atau bukan dari sabun (*non soap*). Sabun yang dimaksud adalah sabun mekanik atau sabun logam. Pada umumnya pelumas padat adalah minyak mineral yang dipadatkan dengan sabun logam.

Dilihat dari sabun yang digunakan, secara umum pelumas padat dapat digolongkan kedalam lima jenis:

a. Dasar Aluminium (Al)

Sabun logam yang menggunakan bahan dasar aluminium mempunyai sifat lembek, halus, dan transparan, serta mempunyai ketahanan terhadap air. Jenis sabun logam ini sangat baik untuk kondisi temperatur kerja $< 50^{\circ}\text{C}$.

b. Dasar Kalsium (Ca)

Sabun logam yang menggunakan bahan dasar kalsium mempunyai sifat

lembek, halus, dan tahan terhadap air. Jenis sabun logam ini sangat baik untuk kondisi temperatur kerja $< 50^{\circ}\text{C}$.

c. Dasar Natrium (Na)

Sabun logam yang menggunakan bahan dasar natrium mempunyai sifat agak berurat/serat dan dapat mencegah karat dengan baik, tetapi mudah larut dalam air. Jenis sabun ini sangat baik untuk kondisi temperatur kerja $< 100^{\circ}\text{C}$.

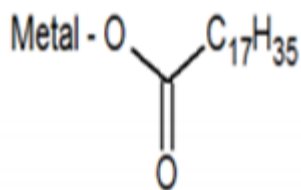
d. Dasar Litium (Li)

Sabun logam yang menggunakan bahan dasar litium mempunyai sifat lembek dan halus, mantap dalam pemakaian, serta tahan terhadap air. Jenis sabun logam ini sangat baik untuk kondisi temperatur kerja $< 150^{\circ}\text{C}$.

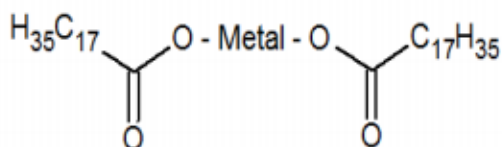
e. Logam Stearat

Logam Stearat adalah sabun. Mereka telah banyak digunakan di sektor industri khususnya digunakan sebagai pelapis pelumas untuk karet yang tidak dikeringkan. Biasanya, mereka adalah seng, kalsium, dan magnesium Stearate. Seng stearat lebih umum digunakan untuk saat ini. Secara umum, stearat dianggap sebagai garam. Garam ini adalah senyawa logam dengan asam lemak yang diturunkan dari minyak juga berasal dari hewan atau tumbuhan. Asam yang umum digunakan adalah asam stearat yang mengandung rantai C18. Garam ini, atau sabun dari asam stearat terbentuk dengan mengganti hidrogen karboksilat oleh logam untuk menghasilkan garam. (Hallstar, 2005). Selain itu, sabun logam juga biasa digunakan sebagai bahan tambahan pada pelumas padat, pelumas padat disini berfungsi sebagai bahan pengental (meningkatkan viskositas)

pelumas padat dan sebagai bahan aditif.



Gambar 1. Karboksilat Menggantikan Hidrogen



Gambar 2. Struktur Kimia Logam Stearat

Seng stearat tidak larut dalam pelarut polar, tetapi lebih mudah larut dalam senyawa aromatik dan hidrokarbon terklorinasi ketika dipanaskan. Area aplikasi utamanya adalah industri plastik dan karet di mana mereka digunakan sebagai agen pelepas dan pelumas yang dapat dengan mudah dimasukkan. Sifat kejelasan dan stabilitas panas yang luar biasa dari grade stearat seng yang jernih membuatnya sangat cocok untuk benturan dan Kristal polystyrene kelas dan polimer bening lainnya. Industri cat dan pelapis menggunakan stearat seng untuk suspensi pigmen dan untuk meningkatkan kemampuan menggiling dan anyaman.

Industri bangunan menggunakan bubuk, diendapkan Seng stearat sebagai agen hidrofobik untuk plester. Seng stearat hanya dapat diamati ketika vulcanizate perlahan didinginkan dan difusi ke permukaan karet dapat terjadi. Namun demikian, amina sebagai akselerator produk dekomposisi akan kompleks dan melarutkan seng, sehingga seng stearat tidak muncul di permukaan vulcanizate. Tetapi ketika bersentuhan dengan uap air,

dasar yang tidak larut seng stearat dapat terbentuk dan mekar. (Ho, 2008).

Pelumas padat non sabun adalah pelumas padat yang menggunakan bahan dasar bukan sabun, seperti yang menggunakan silikon yang biasanya digunakan untuk pemakaian sabun tinggi. Informasi karakteristik tipikal pelumas padat komersial ditampilkan pada Tabel 4

Tabel 4. Informasi Pelumas Padat Komersial

Komponen	Karakteristik
NLGI No.	2
Tipe sabun	NaOH
Konsistensi	Lembut
Penetrasi pada T 25 ⁰ C	270-310
Titik leleh, ⁰ C	118
Warna	Coklat

(Sumber: Anonimous, 1998)

2. METODE PENELITIAN

Bahan – bahan yang digunakan dalam penelitian, yaitu : Bahan baku PFAD, ZnO, Asam Stearat

Variabel-variabel proses yang digunakan antara lain :

a. Variabel Tetap

Temperatur pengadukan sintesis zink stearat 140 ⁰C, Temperatur pengadukan pembuatan pelumas padat 120 ⁰C, Waktu pengadukan sintesis zink stearat 2 jam, Waktu pengadukan pembuatan pelumas padat 4 jam, Kecepatan pengadukan 650 rpm

b. Variabel Berubah

Variasi rasio Sabun Logam Zink Stearat : PFAD yaitu 5 : 95 (R1); 10 : 90 (R2); 15 : 85 (R3); 20 : 80 (R4); dan 25 : 75 (R5) % Berat.

Analisa yang dilakukan terhadap sabun logam dan pelumas padat yang dihasilkan :

- a. Sabun Logam
 - Penentuan kandungan basa bebas.
 - Bahan tidak tersabunkan.
- b. Pelumas padat
 - Densitas
 - Penetrasi
 - Titik leleh
 - NLGI

Bahan yang digunakan adalah *Palm Fatty Acid Distillate* (PFAD), zink oksida, asam stearat, gliserol, fenol, kalium hidroksida, etanol dan asam klorida.

Alat yang digunakan adalah hotplate, beaker gelas, buret, erlenmeyer, neraca analitik, gelas ukur, stirrer, mixer, statif, klem, thermometer, piknometer dan spatula.

HASIL DAN PEMBAHASAN

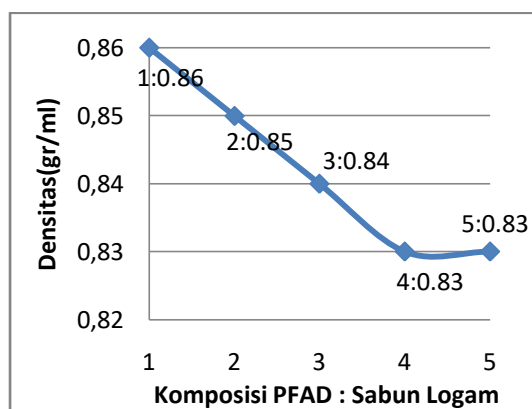
Tabel 5 Kandungan Basa Bebas dan Bahan Tidak Tersabunkan Pada Sabun Logam

Sampel	Basa Bebas (%)	Bahan Tidak Tersabunkan (%)
Sabun Logam	0	0,616

Tabel 3.2. Hasil pengujian karakteristik pelumas padat

No	Komposisi (%) (PFAD : Sabun Logam)	Densitas (gr/ml)	Penetrasi 25 °C ASTM D 217	Dropping Point ASTM D 566	NLGI Grade ASTM D 217	Warna
1	95 : 5	0,86	37	96	>6	Cokelat
2	90 : 10	0,85	36	87	>6	Cokelat
3	85 : 15	0,84	35	92	>6	Cokelat
4	80 : 20	0,83	45	88	>6	Cokelat
5	75 : 25	0,83	33	95	>6	Cokelat
6	Pelumas komersial	0,82	240	118	3	Cokelat

Densitas



Gambar 3. Hubungan Komposisi PFAD- Sabun Logam Dengan Densitas

Keterangan :

Komposisi % PFAD : Sabun logam Zink Stearat

Komposisi 1 = 95 % : 5 %

Komposisi 2 = 90 % : 10 %

Komposisi 3 = 85 % : 15 %

Komposisi 4 = 80 % : 20 %

Komposisi 5 = 75 % : 25 %

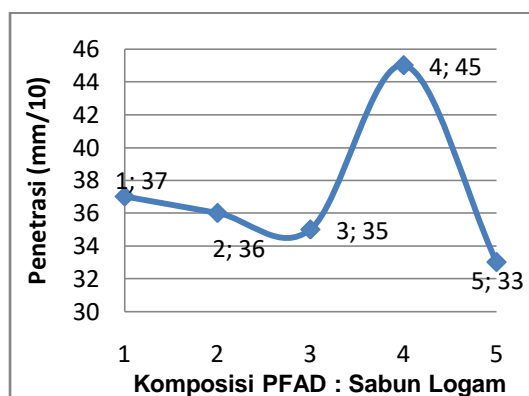
Gambar 3 tersebut merupakan grafik hubungan komposisi (PFAD : Sabun logam Zink Stearat) terhadap densitas, menunjukkan kenaikan densitas. Dimana pada komposisi 1 (satu) (95% : 5%) diperoleh densitas sebesar 0,86 gr/ml ;

komposisi 2 (dua) (90% : 10%) diperoleh densitas sebesar 0,85 gr/ml, komposisi 3 (tiga) (85% : 15%) diperoleh densitas sebesar 0,84 gr/ml ; komposisi 4 (empat) (80% : 20%) diperoleh densitas sebesar 0,83 gr/ml ; dan komposisi 5 (lima) (75% : 15%) diperoleh densitas sebesar 0,83 gr/ml.

Hal ini disebabkan karena semakin menurunnya komposisi sabun logam dan meningkatnya komposisi PFAD mengakibatkan kenaikan terhadap densitas pelumas. Kondisi ini sesuai dengan teori dimana densitas dari pelumas padat komersial yaitu 0,82 gr/ml.

Dari hasil pengujian yang dilakukan, dapat dikatakan bahwa antara pelumas padat berbasis minyak sawit yang telah dibandingkan dengan pelumas padat komersial sebagai pembanding memiliki densitas yang relatif sama yaitu berkisar antara 0,83 – 0,86 gr/ml, sedangkan pelumas padat komersial memiliki densitas sebesar 0,82 gr/ml.

Penetrasi



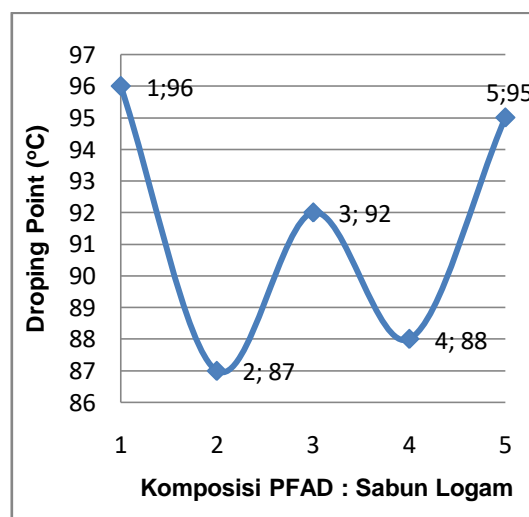
Gambar 4. Hubungan Komposisi PFAD-Sabun Logam Dengan Penetrasi

Gambar 4 grafik hubungan komposisi (sabun logam : bahan baku) terhadap nilai penetrasi, menunjukkan penurunan dan kenaikan nilai penetrasi. Dimana pada komposisi 1 (satu) (95% : 5%) diperoleh penetrasi sebesar 37 mm/10 ; komposisi 2 (dua) (90% : 10%) diperoleh penetrasi

sebesar 36 mm/10 ; komposisi 3 (85% : 15%) diperoleh penetrasi sebesar 35 mm/10 ; komposisi 4 (85% : 20%) diperoleh penetrasi sebesar 45 mm/10, dan komposisi 5 (55% : 45%) diperoleh penetrasi sebesar 33 mm/10.

Hal ini disebabkan karena disebabkan karena semakin menurunnya komposisi sabun logam dan meningkatnya komposisi PFAD mengakibatkan penurunan terhadap nilai penetrasi pelumas. Kondisi ini tidak sesuai dengan tingkat kekerasan pelumas padat menurut NLGI. Dimana pada komposisi 1, dengan nilai penetrasi 37 mm/10 termasuk kedalam NLGI >6, komposisi 2 dengan nilai penetrasi 36 mm/10 termasuk kedalam NLGI >6, komposisi 3 dengan nilai penetrasi 35 mm/10 termasuk kedalam NLGI >6, komposisi 4 dengan nilai penetrasi 45 mm/10 termasuk kedalam NLGI >6, komposisi 5 dengan nilai penetrasi 33 mm/10 termasuk kedalam NLGI >6.

Titik Leleh Pelumas Padat



Gambar 5. Hubungan Komposisi PFAD-Sabun Logam Dengan Titik Leleh Pelumas Padat

Gambar 3.3 grafik hubungan komposisi (sabun PFAD : Sabun logam Zink Starat) terhadap titik leleh (*dropping point*), menunjukkan penurunan titik leleh. Dimana pada komposisi 1 (satu) (95% : 5%) diperoleh titik leleh sebesar 96 °C, komposisi 2 (dua) (90% : 10%) diperoleh

titik leleh sebesar 87 °C, komposisi 3 (tiga) (85% : 15%) diperoleh titik leleh sebesar 92 °C, komposisi 4 (empat) (80% : 20%) diperoleh titik leleh sebesar 88 °C, dan komposisi 5 (lima) (55 % : 45 %) diperoleh titik leleh sebesar 95°C. Semakin menurunnya komposisi sabun logam dan meningkatnya komposisi PFAD mengakibatkan penurunan terhadap titik leleh.

Namun pada setiap sampel mengalami kenaikan dan penurunan *dropping point*. Kondisi tersebut sesuai dengan teori yang menyatakan bahwa batas minimum titik leleh yang diizinkan untuk pelumas padat yaitu 80 °C, dimana semakin tinggi titik leleh yang dimiliki oleh suatu pelumas padat maka semakin baik ketahanannya dalam mempertahankan kondisi fisik pelumas padat, sehingga pelumas padat yang mempunyai titik leleh tinggi tidak akan cepat mencair dan umur pemakaian meningkat. Hasil ini sesuai dengan spesifikasi karakteristik dan parameter unjuk kerja pelumas padat untuk tingkat mutu NLGI GA, SNI 06- 7069- 8- 2005.

KESIMPULAN

Kondisi optimum pelumas padat (*grease*) yang mendekati pelumas padat komersial sesuai dengan SNI 06-7069-8-2005 diperoleh pada Variasi PFAD : zink stearat = 75% : 25% dengan nilai densitas 0,83 gr/ml, titik leleh (*dropping point*) 95 °C untuk tingkat mutu NLGI-GA dan penetrasi 33 mm/10 dengan nilai konsistensi NLGI >6.

DAFTAR PUSTAKA

- Anonimous. 1998. *Klasifikasi Grease*, www. NLGI Classification System. html.
- Bernardini, E. 1985. *Oilseeds, Oils and Fats* Volume II. Oil, Publishing House Via L. Lilio, 19, Roma.
- Chua, W.K. 2014. *Synthesis of Palm-Based Zinc Soap For Compounding in Rubber Product*. Universitas Malaya. Malaysia.
- Darnoko, Siahaan, D.N. Eka, Elishabeth, J. 2003. *Teknologi Pengolahan Kelapa*.
- Garnida, 2002, *Pelumas dan Pelumasan Mesin Diesel dalam situs Sawit dan Produk Turunannya*, Pusat Penelitian Kelapa Sawit, Medan.
- Hartono, Anton, J, 1991, *Lekuk-Liuk-Liuk Pelumas*. Andi Offset. Yogyakarta.
- Herawan, T., Yuliasari, R.G., Purboyo, Handaka. 2004. *Studi Pendahuluan Pemanfaatan Asam Lemak Jarak Destilat Sebagai Bahan Baku Minyak Dasar Pelumas*. Pusat Penelitian Minyak Jarak, Bandung.
- Ho, K.P. 2000. *Understanding bloom. Performance Additives Sdn. Bhd, Malaysia*. Struktol rubber handbook. Struktol Inc, Germany.
- Nadasdi, Tim, T. 2002. *Lubricating Grease Fundamentals, dalam advanced Technical Workshop 17 April 2002 Exxon Mobil Research and Engineering*. Lhokseumawe.
- Terry, D.H. 1955. *A Symposium Of The Soap, Detergents And Sanitary Chemical Products Devision Of The Chemical Specialties Manufacturers Association*.
- Sukmawati, 2015. *Optimasi Rasio Sabun Campura (Na-Ca) pada Pembuatan Pelumas padat Biodegradable (Grease) dan Palm Fatty Acid Distillate (PFAD)*. ITM. Medan.
- Sukmawati, dkk. 2012. *Optimasi Rasio Palm Fatty Acid Destilate (PFAD) dan Sabun Logam Pada Pembuatan Pelumas Padat (grease) Biodegradable*. ITM. Medan.