



TUGAS AKHIR

PEMBUATAN SEMI BIO GREASE SEBAGAI PELUMAS ALTERNATIF PADA ALAT BERAT

Oleh:
MUHAMMAD MAKBUL
NRP. 3321231034

Dosen Pembimbing 1
Faizatur Rohmah, S.Si., M.Si.

Dosen Pembimbing 2
Laily Ulfyah, M.T.

PRODI D3 TEKNIK MESIN ALAT BERAT
JURUSAN REKAYASA MESIN DAN INDUSTRI
POLITEKNIK NEGERI MADURA
2026

HALAMAN PERNYATAAN KEASLIAN

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Muhammad Makbul
NRP : 33212301034
Program Studi : Teknik Mesin Alat Berat
Jurusan : Rekayasa Mesin Dan Industri
Tahun Akademik : 2025/2026

dengan ini menyatakan bahwa Tugas Akhir saya dengan judul **Pembuatan Semi Bio Grease Sebagai Pelumas Alternatif Pada Alat Berat** adalah original, belum pernah dibuat oleh pihak lain, dan bebas dari plagiarisme.

Bilamana pada kemudian hari ditemukan ketidaksesuaian dengan pernyataan ini, saya bersedia dituntut dan diproses sesuai dengan ketentuan yang berlaku.

Demikian pernyataan ini dibuat dengan sesungguhnya dan dengan sebenar-benarnya.

Sampang, 4 September 2026

Yang menyatakan,



Muhammad Makbul
NRP. 33212301

LEMBAR PERSETUJUAN SIDANG TUGAS AKHIR

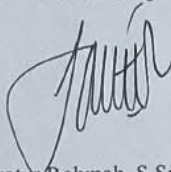
Judul Tugas Akhir : Pembuatan grease semi bio sebagai pelumas alternatif alat berat
Penulis : Muhammad Makbul
NRP : 33212301034
Jurusan : Rekayasa Mesin Dan Industri
Program Studi : Teknik Mesin Alat Berat

Tugas Akhir ini telah diperiksa dan disetujui untuk mengikuti Seminar Hasil Tugas Akhir.

Ditandatangani di Sampang,

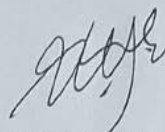
Menyetujui,

Pembimbing I



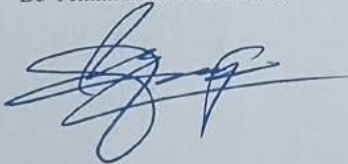
Faizatur Rohmah, S.Si., M.Si.
NIP. 199006062024212053

Pembimbing II



Laily Ulfiah, M.T.
NIP. 198608062014042002

Koordinator Program Studi
D3 Teknik Mesin Alat Berat



Mohammad Anas Fikri, S.T., M.T.
NIP. 197705222021211005

Koordinator TA
D3 Teknik Mesin Alat Berat



Faizatur Rohmah, S.Si., M.Si.
NIP. 199006062024212053

LEMBAR PENGESAHAN

PEMBUATAN SEMI BIO GREASE SEBAGAI PELUMAS ALTERNATIF PADA ALAT BERAT

Diajukan Untuk Memenuhi Salah Satu Syarat Memperoleh
Gelar Ahli Madya Teknik (A.Md. T.)
Pada
Jurusan Teknik Rekayasa Mesin Dan Industri Politeknik
Negeri Madura

OLEH:
Muhammad Makbul
NRP. 33212301034

Tugas Akhir ini telah disidangkan pada tanggal 29 Juli 2026
dan telah sesuai dengan ketentuan.

Disetujui Tim Penguji Tugas Akhir:

1. Faizatur Rohmah , S.Si., M.Si..... (Pembimbing I)
2. Laily Ulfiyah, M.T..... (Pembimbing II)
3. Amin Jakfar, S.T., M.T..... (Penguji I)
4. Lukman Hadiwijaya, S.T., M.T..... (Penguji II)
5. Auliana Diah Wilujeng, S.T., M.T..... (Penguji III)

Sampang, 25 Agustus

PEMBUATAN SEMI BIO GREASE SEBAGAI PELUMAS ALTERNATIF PADA ALAT BERAT

Nama : Muhammad Makbul
NRP : 33212301034
Dosen Pembimbing 1 : Faizatur Rohmah, S.Si., M.Si.
Dosen Pembimbing 2 : Laily Ulfyah, S.T., M.T.

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk membuat semi bio grease berbasis minyak sawit sebagai alternatif pelumas pada alat berat serta menentukan komposisi campuran asam stearat dan lithium hidroksida monohidrat ($\text{LiOH} \cdot \text{H}_2\text{O}$) yang menghasilkan konsistensi mendekati grease komersial. Penelitian dilakukan menggunakan metode eksperimen laboratorium melalui pembentukan sabun lithium (lithium stearate) sebagai thickener dengan variasi komposisi 10%, 12%, 20%, 27%, dan 30%. Setelah terbentuk grease, ditambahkan molybdenum disulfida (MoS_2), butylated hydroxytoluene (BHT), dan asam oleat sebagai aditif, kemudian dilakukan Cone Penetration Test dan uji korosi menggunakan larutan NaCl 4%. Hasil penelitian menunjukkan bahwa formulasi 30% menghasilkan karakteristik paling mendekati grease komersial dengan klasifikasi NLGI 2 serta memberikan perlindungan korosi yang lebih baik dibandingkan logam tanpa grease. Berdasarkan hasil tersebut, semi bio grease berbasis minyak sawit berpotensi digunakan sebagai alternatif pelumas pada alat berat.

Kata Kunci: Semi Bio Grease, Minyak Sawit, Lithium Stearate, Konsistensi Grease, NLGI 2, Alat Berat.

**PREPARATION OF SEMI BIO GREASE BASED ON
PALM OIL AS AN ALTERNATIVE LUBRICANT FOR
HEAVY EQUIPMENT**

Name : Muhammad Makbul
NRP : 33212301034
Supervisor 1 : Faizatur Rohmah, S.Si., M.Si.
Supervisor 2 : Laily Ulfiyah, S.T., M.T.

ABSTRACT

This study aimed to develop a palm oil-based semi-bio grease as an alternative lubricant for heavy equipment and determine the optimum composition of stearic acid and lithium hydroxide monohydrate ($\text{LiOH}\cdot\text{H}_2\text{O}$) to achieve consistency comparable to commercial grease. An experimental laboratory method was employed by producing lithium soap (lithium stearate) as the thickener with composition variations of 10%, 12%, 20%, 27%, and 30%. After grease formation, molybdenum disulfide (MoS_2), butylated hydroxytoluene (BHT), and oleic acid were added as additives, followed by the Cone Penetration Test and a corrosion test using a 4% NaCl solution. The results showed that the 30% formulation produced the closest characteristics to commercial grease, achieved NLGI Grade 2, and provided better corrosion protection than uncoated metal. Therefore, palm oil-based semi-bio grease has potential as an alternative lubricant for heavy equipment.

Keywords: *Semi-Bio Grease, Palm Oil, Lithium Stearate, Grease Consistency, NLGI Grade 2, Heavy Equipment.*

KATA PENGANTAR

Alhamdulillah segala puji syukur kepada Allah Yang Maha Esa yang telah memberi kekuatan, kemampuan, dan kesabaran kepada penulis, sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir ini dengan baik. Tujuan penulisan tugas akhir adalah memenuhi salah satu persyaratan bagi mahasiswa untuk dapat menyelesaikan pendidikan Diploma-3 Program Studi Teknik Mesin Alat Berat jurusan Rekayasa Mesin dan Industri di Politeknik Negeri Madura.

Dalam tugas akhir ini, penulis berperan sebagai editor telah mendapat pencerahan dari dosen pembimbing berdasarkan pencerahan tersebut, penulis menyusun laporan TA berjudul **“Pembuatan Semi Bio Grease Sebagai Pelumas Alternatif Pada Alat Berat”**

Laporan TA ini tidak akan selesai dengan baik tanpa bantuan, bimbingan, dan dorongan dari orang-orang yang berada di sekitar penulis. Oleh karena itu, penulis ingin mengucapkan terima kasih banyak kepada:

1. Yth. Ibu Laily Ulfiyah, S.T., M.T. selaku Direktur Politeknik Negeri Madura.
2. Yth. Bapak Mohammad Anas Fikri, S.T., M.T. selaku Ketua Jurusan Rekayasa Mesin dan Industri, Prodi D3 Teknik Mesin Alat Berat yang telah memberikan semangat, motivasi serta dukungan sehingga tugas akhir ini dapat selesai.
3. Yth. Bapak Amin Jakfar, S.T., M.T. selaku Sekretaris Jurusan.
4. Yth. Ibu Faizatur Rohmah, S.Si., M.Si. selaku koordinator Tugas Akhir Politeknik Negeri Madura sekaligus pembimbing 1.

-
5. Yth Ibu Laily Ulfyah, S.T., M.T. Selaku dosen pembimbing 2
 6. Para dosen dan tenaga kependidikan Politeknik Negeri Madura yang telah melayani mahasiswa selama penulis menempuh pendidikan di sini.
 7. Kedua orang tua saya Edy Siono dan Endang Yuliani. Terima kasih atas segala doa serta pengorbanan dan tulus kasih sayang yang telah diberikan kepada saya. Beliau mungkin sudah tidak berada di dunia ini, tapi doanya masih terus mengalir hingga saat ini.
 8. Kepada saudara saya, Siti Chusnul Chotimah. Terima kasih telah memberikan semangat, dukungan dan motivasi serta terima kasih telah senantiasa meluangkan waktunya untuk menjadi tempat dan pendengar terbaik penulis dapat menyelesaikan tugas akhir ini.
 9. Teman-teman Teknik Mesin Alat Berat atas dukungannya dan saran yang telah diberikan.

Sampang, 22 Januari 2026

Muhammad Makbul
NRP. 33212301034

DAFTAR ISI

HALAMAN PERNYATAAN KEASLIAN	i
LEMBAR PENGESAHAN.....	ii
ABSTRAK.....	iii
ABSTRACT.....	iv
KATA PENGANTAR.....	v
DAFTAR ISI	vii
DAFTAR TABEL.....	ix
DAFTAR GAMBAR.....	x
DAFTAR LAMPIRAN	xi
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah	4
1.3 Batasan Masalah	5
1.4 Tujuan	5
1.5 Manfaat	6
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	7
2.1 Penelitian Terdahulu.....	7
2.2 Excavator	19
2.3 Sistem Pelumasan pada Excavator	19
2.4 Grease sebagai Pelumas	20
2.5 Jenis-Jenis Grease	20
2.5.1 Jenis Grease Berdasarkan Warna	20
2.5.2 Jenis Grease Berdasarkan Skala Konsistensi (Kekentalan)	22
2.6 Bio Grease	24
2.7 Minyak Sawit sebagai Base Oil.....	24
2.8 Thickener dalam Grease.....	25
2.9 Proses Saponifikasi	25
2.10 Sabun Lithium sebagai Thickener	25
2.11 Aditif pada Grease	26
2.12 Uji Konsistensi.....	26
2.13 Uji Titik Tetes	27
2.14 Uji Laju Korosi	27
BAB III	29

METODOLOGI PENELITIAN	29
3.1 Diagram Alir Penelitian.....	29
3.2 Alat dan Bahan.....	30
3.2.1 Alat	30
3.2.2 Bahan.....	30
3.3 Prosedur Kerja	30
3.3.1 Pembentukan Thickener Sabun Lithium	31
3.3.2 Pembentukan Struktur Grease.....	33
3.3.3 Penambahan Aditif.....	34
3.3.4 Pendinginan dan Homogenisasi	35
3.3.5 Uji Ketahanan Korosi	35
3.3.6 Uji Ketahanan Aus.....	37
BAB IV	43
PEMBAHASAN	43
4.1 Tabel Pengamatan Hasil Sampel	43
4.1.1 Tabel Pengamatan	43
4.1.2 Pengamatan Sampel.....	46
4.2 Perhitungan Stoikiometri	47
4.3 Hasil Percobaan dan Pembahasan	48
4.4 Hasil Pengujian	50
4.4.1 Hasil Uji Konsistensi (<i>Cone Penetration Test</i>).....	51
4.4.2 Hasil Uji Ketahanan Terhadap Korosi.....	51
4.4.3 Hasil Uji Ketahanan Korosi	53
4.4.4 Perhitungan Uji Ketahanan Korosi	55
BAB V PENUTUP	61
5.1 Kesimpulan	61
5.2 Saran	62
DAFTAR PUSTAKA	63
LAMPIRAN.....	66
BIODATA PENULIS	68

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Penelitian Terdahulu	7
Tabel 2. 2 Jenis Grease berdasarkan warna	21
Tabel 2. 3 Jenis Grease berdasarkan konsistensi	23
Tabel 3. 1 Variasi Grease	31
Tabel 4. 1 Hasil Pengamatan	43
Tabel 4. 2 Hasil Pengamatan Karakteristik Semi-Bio Grease	46
Tabel 4. 3 Massa Molekul Senyawa yang Digunakan	48
Tabel 4. 4 Tekanan total tiap pengujian	60

DAFTAR GAMBAR

Gambar 3. 1 Diagram Alir.....	29
Gambar 3. 2 Pemanasan Minyak.....	32
Gambar 3. 3 Penambahan Asam Stearat.....	32
Gambar 3. 4 Penambahan $\text{LiOH} \cdot \text{H}_2\text{O}$	33
Gambar 3. 5 Pembentukan Grease	34
Gambar 3. 6 Penambahan Aditif	34
Gambar 3. 7 Sampel Grease	35
Gambar 3. 8 Penakaran Aquades.....	36
Gambar 3. 9 Penimbangan NaCl	36
Gambar 3. 10 Paku dalam Botol.....	37
Gambar 3. 11 Poros sebelum percobaan.....	38
Gambar 3. 12 Alat uji	39
Gambar 3. 13 Pengujian	39
Gambar 3. 14 Poros setelah pengujian	40
Gambar 4. 1 Hasil Uji Ketahanan Karat.....	52
Gambar 4. 2 Kondisi poros sebelum dan sesudah pengujian ..	53
Gambar 4. 3 Kondisi poros sebelum dan sesudah pengujian..	54
Gambar 4. 4 Kondisi poros sebelum dan sesudah pengujian ..	54
Gambar 4. 5 Alat uji	55
Gambar 4. 6 Pembagian mekanisme tuas	56
Gambar 4. 7 Dimensi poros.....	56
Gambar 4. 8 Massa poros	57
Gambar 4. 9 Dimensi plat	57
Gambar 4. 10 Massa plat.....	57
Gambar 4. 11 Diagram gaya tuas 1	58
Gambar 4. 12 Dimensi tuas 2	58
Gambar 4. 13 Massa tuas 2	58

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Hasil Lab Uji Kekentalan, dan Uji Titik Tetes Grease	67
--	----

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Perkembangan teknologi di bidang alat berat memiliki peranan yang sangat penting dalam menunjang berbagai sektor, khususnya konstruksi, pertambangan, perkebunan, dan infrastruktur. Alat berat dirancang untuk membantu pekerjaan yang tidak dapat dilakukan secara efisien oleh tenaga manusia, baik dari segi kapasitas beban, ketelitian, maupun durasi kerja. Selain digunakan di dunia industri, alat berat juga dimanfaatkan sebagai sarana pembelajaran di lingkungan pendidikan tinggi, terutama pada program studi yang berkaitan dengan teknik mesin dan alat berat.

Dalam pengoperasiannya, alat berat terdiri atas berbagai komponen mekanis yang bekerja pada kondisi beban tinggi, gesekan yang terus-menerus, serta lingkungan kerja yang berat. Kondisi tersebut menyebabkan setiap komponen memerlukan sistem pelumasan yang baik agar mampu bekerja secara optimal. Pelumasan berfungsi untuk mengurangi gesekan antar permukaan logam, meminimalkan keausan, membantu pelepasan panas, serta melindungi komponen dari korosi sehingga umur pakai komponen menjadi lebih panjang dan biaya perawatan dapat ditekan.

Pelumas padat atau grease merupakan salah satu jenis pelumas yang banyak digunakan pada alat berat, terutama pada komponen seperti bearing, pin, bushing, pivot, dan sambungan mekanis lainnya yang bekerja dengan beban tinggi serta gerakan berulang. Dibandingkan pelumas cair, grease memiliki kemampuan melekat yang lebih baik pada permukaan logam sehingga mampu memberikan perlindungan pelumasan dalam

jangka waktu yang lebih lama, terutama pada komponen yang sulit dijangkau atau bekerja pada kondisi terbuka.

Pelumas padat atau grease merupakan jenis pelumas yang sangat umum digunakan pada alat berat, terutama pada komponen yang mengalami gerakan osilasi dan menerima beban tinggi, seperti pin, bushing, bearing, dan berbagai sambungan mekanis. Grease mampu bertahan pada posisi pelumasan lebih lama dibandingkan pelumas cair sehingga sesuai digunakan pada komponen yang bekerja di lingkungan terbuka. Umumnya, grease yang digunakan pada alat berat masih berbasis minyak mineral. Meskipun memiliki performa pelumasan yang baik, grease berbasis minyak mineral memiliki kelemahan berupa ketergantungan pada sumber daya tak terbarukan serta potensi pencemaran lingkungan apabila terjadi kebocoran atau pembuangan grease bekas yang tidak terkontrol [1].

Seiring meningkatnya kesadaran terhadap isu lingkungan dan keberlanjutan, pengembangan pelumas ramah lingkungan menjadi perhatian dalam bidang teknik mesin dan tribologi. Salah satu pendekatan yang banyak dikembangkan adalah pembuatan bio grease, yaitu grease yang menggunakan base oil dari minyak nabati. Minyak nabati memiliki sifat biodegradable, toksisitas rendah, serta berasal dari sumber daya terbarukan. Beberapa penelitian di Indonesia menunjukkan bahwa minyak nabati, khususnya yang berbasis sawit, berpotensi digunakan sebagai bahan dasar biopelumas dan grease dengan karakteristik fisik serta tribologi yang memadai [2].

Minyak sawit dipilih sebagai base oil dalam penelitian ini karena ketersediaannya yang melimpah di Indonesia, harga yang relatif terjangkau, serta kemudahan dalam pengolahan.

Minyak sawit memiliki kandungan asam lemak dominan seperti asam oleat dan asam palmitat yang berperan dalam membentuk lapisan pelumas yang stabil pada permukaan logam. Beberapa penelitian menunjukkan bahwa minyak sawit dan fraksi turunannya memiliki viskositas dan kemampuan pelumasan yang baik sehingga berpotensi digunakan sebagai bahan dasar grease ramah lingkungan [3].

Untuk menghasilkan grease dengan konsistensi semi-padat, diperlukan bahan pengental (thickener) yang berfungsi membentuk struktur jaringan di dalam base oil. Salah satu jenis thickener yang paling umum digunakan adalah sabun lithium. Grease berbasis sabun lithium dikenal memiliki stabilitas mekanik yang baik, titik leleh relatif tinggi, serta ketahanan yang cukup baik terhadap beban dan temperatur kerja, sehingga banyak diaplikasikan pada sistem pelumasan mesin dan alat berat [4].

Selain base oil dan thickener, kinerja grease juga sangat dipengaruhi oleh penggunaan bahan aditif. Aditif ditambahkan untuk meningkatkan sifat anti-wear, stabilitas oksidasi, dan perlindungan terhadap korosi. Molybdenum Disulfide (MoS_2) digunakan sebagai aditif anti-wear karena kemampuannya membentuk lapisan pelindung pada permukaan logam dan menurunkan tingkat keausan pada kondisi gesekan tinggi [5]. Untuk menjaga stabilitas grease berbasis minyak nabati terhadap oksidasi, digunakan aditif antioksidan berupa Butylated Hydroxytoluene (BHT) yang berfungsi menghambat reaksi oksidasi selama penyimpanan dan pemakaian [6]. Selain itu, asam oleat (oleic acid) digunakan sebagai corrosion inhibitor karena mampu membentuk lapisan adsorpsi pada permukaan logam sehingga dapat menurunkan laju korosi serta tetap sejalan dengan konsep pelumas ramah lingkungan [7].

Dalam konteks pembelajaran di kampus, permasalahan pelumasan tidak hanya berkaitan dengan aspek lingkungan, tetapi juga ketersediaan pelumas. Keterbatasan anggaran atau keterlambatan pengadaan dapat menyebabkan grease komersial belum tersedia pada saat praktikum berlangsung. Kondisi ini berpotensi menghambat proses pembelajaran. Oleh karena itu, pembuatan grease secara mandiri dalam skala laboratorium kampus dapat menjadi alternatif sementara yang aplikatif. Selain menjaga keberlangsungan kegiatan praktikum, kegiatan ini juga memberikan nilai edukatif karena mahasiswa dapat mempelajari secara langsung proses formulasi grease dan fungsi masing-masing komponennya.

Berdasarkan uraian tersebut, penelitian ini berfokus pada pembuatan grease berbasis minyak sawit dengan thickener sabun lithium serta penambahan aditif MoS_2 , BHT, dan asam oleat. Grease yang dihasilkan diharapkan dapat digunakan sebagai alternatif pelumas sementara pada excavator kampus untuk mendukung kegiatan pembelajaran, sekaligus memberikan kontribusi dalam pengembangan pelumas ramah lingkungan.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang tersebut, maka rumusan masalah dalam penelitian ini adalah:

1. Bagaimana proses pembuatan semi bio grease berbasis minyak sawit dengan thickener sabun lithium pada skala laboratorium?
2. Bagaimana pengaruh variasi komposisi campuran asam stearat dan lithium hidroksida monohidrat ($\text{LiOH} \cdot \text{H}_2\text{O}$) terhadap konsistensi semi bio grease yang dihasilkan?
3. Apakah semi bio grease berbasis minyak sawit yang dihasilkan memiliki karakteristik yang layak digunakan

sebagai alternatif pelumas pada alat berat berdasarkan hasil uji konsistensi, uji titik tetes, uji ketahanan aus, dan uji ketahanan terhadap korosi?

1.3 Batasan Masalah

Agar penelitian lebih terarah dan tidak meluas, maka batasan masalah dalam penelitian ini adalah:

1. Pembuatan grease dilakukan pada skala laboratorium kampus.
2. Base oil yang digunakan adalah minyak sawit, sedangkan thickener yang digunakan adalah sabun lithium yang dibentuk dari reaksi asam stearat dan lithium hidroksida monohidrat ($\text{LiOH} \cdot \text{H}_2\text{O}$).
3. Variasi penelitian dilakukan pada komposisi campuran asam stearat dan $\text{LiOH} \cdot \text{H}_2\text{O}$ sebesar 10%, 12%, 20%, 27%, dan 30% dari total berat campuran.
4. Aditif yang digunakan meliputi molybdenum disulfida (MoS_2), butylated hydroxytoluene (BHT), dan asam oleat dengan komposisi yang sama pada setiap formulasi.
5. Pengujian grease dibatasi pada uji konsistensi (Cone Penetration Test), uji titik tetes (Dropping Point Test), dan uji ketahanan terhadap korosi.
6. Penelitian tidak membahas aspek ekonomi, umur pakai grease, maupun pengujian performa secara langsung pada alat berat.

1.4 Tujuan

Tujuan dari penelitian ini adalah:

1. Mengetahui proses pembuatan semi bio grease berbasis minyak sawit dengan thickener sabun lithium pada skala laboratorium.

2. Menganalisis pengaruh variasi komposisi campuran asam stearat dan lithium hidroksida monohidrat ($\text{LiOH} \cdot \text{H}_2\text{O}$) terhadap konsistensi semi bio grease yang dihasilkan.
3. Mengetahui karakteristik semi bio grease berbasis minyak sawit melalui uji konsistensi, uji titik tetes, uji ketahanan aus dan uji ketahanan terhadap korosi sebagai alternatif pelumas pada alat berat.

1.5 Manfaat

Manfaat yang diharapkan dari penelitian ini adalah:

1. Memberikan kontribusi akademis dalam pengembangan bio grease berbasis minyak sawit sebagai pelumas ramah lingkungan pada bidang teknik mesin dan tribologi.
2. Menjadi referensi pembelajaran bagi mahasiswa mengenai proses pembuatan grease serta peran base oil, thickener, dan aditif.
3. Menyediakan alternatif pelumas sementara yang dapat digunakan pada alat berat kampus untuk mendukung kelangsungan kegiatan praktikum.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Penelitian Terdahulu

Penelitian terdahulu disusun untuk memberikan gambaran umum mengenai penelitian-penelitian yang telah dilakukan sebelumnya dan memiliki keterkaitan dengan topik yang dibahas dalam tugas akhir ini. Penyajian penelitian terdahulu bertujuan untuk menunjukkan posisi penelitian yang dilakukan di antara penelitian sejenis, serta sebagai dasar dalam menentukan arah dan ruang lingkup penelitian. Ringkasan hasil penelitian terdahulu disajikan dalam bentuk tabel untuk memudahkan pemahaman terhadap fokus, metode, dan kesimpulan masing-masing penelitian.

Tabel 2. 1 Penelitian Terdahulu

No	Judul	Nama Penulis	Kesimpulan Penelitian
1.	Pembuatan Grease Dari Palm Fatty Acid Distillate (PFAD) dengan Variasi Komposisi Base Oil, Thickening Agent dan Asam Asetat Sebagai Zat Aditif	Pratiwi 2008 [8]	• Minyak sawit (PFAD) dapat diformulasikan menjadi grease melalui kombinasi base oil, thickening agent, dan aditif yang tepat. • Formulasi optimum menghasilkan grease dengan karakteristik

			fisik yang memenuhi standar SNI, ditunjukkan oleh nilai penetrasi dan dropping point yang sesuai. • Grease berbasis PFAD mampu mencapai kelas konsistensi NLGI 3, yang umum digunakan untuk aplikasi pelumasan komponen mekanis. • Hasil ini membuktikan bahwa minyak sawit layak dikembangkan sebagai alternatif bahan baku grease ramah lingkungan pengganti pelumas berbasis minyak mineral.
--	--	--	---

2.	Formulasi Gemuk Lumas Sabun Litium dengan Bahan Dasar Minyak Jarak	Ulfiati 2009[9]	• Penelitian oleh Ulfiati (2009) menunjukkan bahwa sabun litium merupakan thickener yang efektif dalam pembuatan gemuk lumas, yang dibentuk melalui reaksi saponifikasi antara lithium hidroksida (LiOH) dan asam lemak. Proses ini menghasilkan struktur sabun litium yang berperan sebagai kerangka utama pembentuk konsistensi grease. • Hasil penelitian membuktikan bahwa penggunaan lithium sebagai pengental mampu
----	---	--------------------	--

			menghasilkan gemuk lumas dengan konsistensi stabil, serta meningkatkan kemampuan grease dalam mempertahankan struktur pada kondisi operasi mekanis. Selain itu, gemuk lumas dengan thickener sabun litium menunjukkan karakteristik termal dan mekanis yang lebih baik dibandingkan beberapa jenis sabun logam lain, sehingga lebih sesuai untuk aplikasi pelumasan yang membutuhkan
--	--	--	---

			kestabilan dan keandalan. • Temuan ini memperkuat bahwa lithium hidroksida layak digunakan sebagai bahan pengental (thickener) dalam pembuatan grease, termasuk untuk grease berbasis minyak nabati, karena mampu membentuk struktur grease yang stabil dan fungsional.
3.	MoS ₂ Nanomaterials as Lubricant Additives	Lu 2023 [10]	• Penelitian oleh Lu dkk. (2023) menunjukkan bahwa MoS₂ (Molybdenum Disulfide) merupakan aditif pelumas yang efektif untuk meningkatkan

			performa tribologis grease dan minyak pelumas karena struktur kristalnya yang unik dengan lapisan-lapisan berikatan lemah yang mudah saling geser, sehingga efektif dalam mengurangi gesekan dan keausan antar permukaan yang bergesekan. • MoS₂ dikenal sebagai pelumas solid yang memiliki reputasi tinggi di bidang tribologi, karena dapat bertindak sebagai anti-wear agent dan friction-reducing additive dalam pelumas padat,
--	--	--	--

			cair, maupun grease, bahkan di bawah kondisi kerja ekstrem seperti suhu sangat tinggi atau lingkungan dengan tekanan tinggi. • Aplikasi MoS_2 dalam pelumas melibatkan pembentukan film pelindung tipis (tribofilm) pada permukaan logam yang bergesekan, yang membantu mengurangi kontak langsung logam-logam tersebut sehingga menurunkan laju keausan dan memperpanjang umur komponen. • Temuan ini memperkuat bahwa MoS_2
--	--	--	---

			adalah pilihan aditif fungsional yang layak digunakan dalam formulasi grease untuk meningkatkan ketahanan aus dan stabilitas pelumasan, terutama pada aplikasi mekanis yang membutuhkan performa tribologi tinggi.
4.	Analysis of the Effect of TBHQ and BHT Additives on Oxidation of Castor Oil	Rohmad 2023 [11]	• Penelitian oleh Rohmad dkk. (2023) menunjukkan bahwa BHT (butylated hydroxytoluene) memiliki kemampuan antioksidan yang lebih efektif dibandingkan TBHQ dalam menghambat

			proses oksidasi minyak pelumas. Hal ini ditunjukkan oleh kestabilan viskositas minyak yang lebih baik setelah perlakuan suhu tinggi pada sampel yang ditambahkan BHT. • Hasil penelitian juga memperlihatkan bahwa BHT mampu mempertahankan karakteristik fisik minyak pelumas lebih stabil dibandingkan antioksidan lain, sehingga memperlambat degradasi termal dan oksidatif yang umumnya menyebabkan
--	--	--	---

			penurunan performa pelumas. • Temuan ini menguatkan bahwa BHT merupakan aditif antioksidan yang lebih unggul dan layak digunakan dalam formulasi pelumas, termasuk grease, terutama untuk aplikasi yang membutuhkan ketahanan oksidasi dan stabilitas jangka panjang pada kondisi kerja bersuhu tinggi.
5.	Pengaruh Penambahan Asam Lemak Tak Jenuh Oleat pada Proses Pembuatan Biopelumas	Indriyani 2023 [12]	• Penelitian oleh Indriyani (2023) menunjukkan bahwa penambahan asam oleat berpengaruh signifikan

	dari Bahan Dasar Palm Kernel Oil (PKO)		terhadap peningkatan sifat fisik biopelumas berbasis minyak nabati, khususnya pada parameter densitas, viskositas kinematik, dan titik tuang. Hal ini menunjukkan bahwa asam oleat berperan aktif dalam memperbaiki karakteristik pelumasan minyak dasar. • Hasil penelitian juga memperlihatkan bahwa asam oleat mampu meningkatkan stabilitas viskositas biopelumas, sehingga pelumas yang dihasilkan
--	--	--	--

			lebih sesuai untuk aplikasi mekanis yang membutuhkan kestabilan sifat alir selama pengoperasian. Kondisi ini penting dalam formulasi pelumas yang digunakan pada sistem kerja dengan beban dan temperatur tertentu. • Temuan tersebut menguatkan bahwa asam oleat layak digunakan sebagai komponen atau aditif fungsional dalam formulasi pelumas berbasis minyak nabati, termasuk pada pengembangan semi bio-grease, karena
--	--	--	---

			kemampuannya dalam meningkatkan kualitas fisik pelumas dan mendukung performa pelumasan yang lebih baik.
--	--	--	--

2.2 Excavator

Excavator merupakan salah satu jenis alat berat yang paling umum digunakan, baik di sektor konstruksi, pertambangan, maupun pendidikan. Excavator bekerja menggunakan sistem hidrolik yang menggerakkan komponen utama seperti boom, arm, stick, dan bucket. Pada bagian tersebut terdapat banyak sambungan mekanis berupa pin dan bushing yang bekerja pada kondisi beban tinggi dan kecepatan relatif rendah.

Kondisi kerja tersebut menyebabkan kebutuhan akan pelumas yang mampu melekat dengan baik pada permukaan logam dan memberikan perlindungan jangka panjang. Oleh karena itu, grease menjadi jenis pelumas yang paling banyak digunakan pada sistem pelumasan excavator.

2.3 Sistem Pelumasan pada Excavator

Sistem pelumasan pada excavator berfungsi untuk mengurangi gesekan, mencegah keausan, serta melindungi komponen dari kerusakan akibat kontak langsung antar logam. Pelumasan yang tidak optimal dapat menyebabkan keausan dini dan menurunkan umur pakai komponen.

Grease digunakan pada titik-titik pelumasan terbuka seperti pin dan bushing karena mampu bertahan pada posisi pelumasan dan

tidak mudah terkontaminasi. Oleh sebab itu, karakteristik grease sangat menentukan keandalan sistem pelumasan excavator.

2.4 Grease sebagai Pelumas

Grease merupakan pelumas semi-padat yang tersusun atas base oil, thickener, dan aditif. Base oil berfungsi sebagai media pelumasan utama, thickener membentuk struktur semi-padat, sedangkan aditif meningkatkan performa dan daya tahan grease. Dibandingkan pelumas cair, grease memiliki keunggulan dalam mempertahankan posisinya pada area pelumasan [4].

Karakteristik grease sangat dipengaruhi oleh jenis bahan penyusunnya. Kombinasi base oil, thickener, dan aditif yang tepat akan menghasilkan grease dengan konsistensi dan performa yang sesuai dengan kebutuhan aplikasi.

2.5 Jenis-Jenis Grease

Grease merupakan pelumas semi-padat yang diformulasikan dari minyak dasar, bahan pengental, dan aditif tertentu, sehingga menghasilkan karakteristik fisik yang beragam. Perbedaan komposisi tersebut menyebabkan grease dapat diklasifikasikan berdasarkan ciri-ciri tertentu, seperti warna dan tingkat konsistensi. Klasifikasi ini bertujuan untuk memudahkan pemilihan grease yang sesuai dengan kondisi kerja dan peruntukannya pada sistem mekanis, khususnya dalam kegiatan pemeliharaan dan operasional peralatan industri serta alat berat [13].

2.5.1 Jenis Grease Berdasarkan Warna

Warna grease sering digunakan sebagai indikator awal dalam mengenali jenis grease dan kecenderungan aplikasinya, meskipun warna tidak dapat dijadikan sebagai parameter utama penentu kualitas pelumas. Warna grease dipengaruhi oleh jenis

minyak dasar, bahan pengental, serta aditif yang digunakan dalam proses formulasi. Dalam praktik pemeliharaan, pengelompokan grease berdasarkan warna digunakan untuk membantu teknisi menghindari kesalahan pemakaian grease pada komponen yang berbeda [13].

Beberapa grease memiliki warna khas yang berkaitan dengan karakteristik dan penggunaannya, seperti grease berwarna merah yang umum digunakan pada aplikasi beban dan temperatur tinggi, grease berwarna hijau untuk bearing tertentu, serta grease berwarna kuning hingga cokelat muda yang umumnya berasal dari minyak nabati atau grease serbaguna. Oleh karena itu, klasifikasi grease berdasarkan warna memberikan gambaran awal mengenai fungsi dan kecenderungan aplikasi grease tersebut [13].

Tabel 2. 2 Jenis Grease berdasarkan warna

Warna	Jenis	Fungsi	Aplikasi
Biru	Lithium Complex	General purpose, tahan suhu tinggi	Motor listrik, bantalan roda, mesin industri ringan
Merah	High Temperature EP Grease (Extreme Pressure)	Tahan tekanan & suhu tinggi	Bearing mesin berat, peralatan konstruksi
Hijau	Food Grade Grease (berbasis Aluminium Complex atau Polyurea)	Aman untuk kontak tidak langsung dengan makanan	Industri makanan & minuman

Kuning	Calcium-Based Grease	Tahan air, tidak cocok untuk suhu tinggi	Mesin pertanian, alat outdoor
Putih	Lithium atau Aluminium Complex	Bersih, non-staining	Peralatan rumah tangga, motor listrik kecil
Hitam	Molybdenum Disulfide (MoS ₂) Grease	Tahan tekanan ekstrem & beban kejut	Joint, pin, bushing, alat berat

Sumber : <https://www.monotaro.id/blog/panduan-produk/jenis-grease-berdasarkan-warna-material-kekentalan>

2.5.2 Jenis Grease Berdasarkan Skala Konsistensi (Kekentalan)

Selain warna, grease juga diklasifikasikan berdasarkan tingkat konsistensinya. Konsistensi grease menunjukkan tingkat kekentalan atau kekerasan grease yang berpengaruh terhadap kemampuannya untuk bertahan pada area pelumasan. Secara umum, klasifikasi konsistensi grease mengacu pada skala National Lubricating Grease Institute (NLGI), yang membagi grease ke dalam beberapa tingkat mulai dari grease sangat lunak hingga grease sangat keras [13].

Grease dengan konsistensi rendah biasanya digunakan pada sistem pelumasan terpusat atau aplikasi yang membutuhkan kemampuan alir lebih baik, sedangkan grease dengan konsistensi lebih tinggi diaplikasikan pada bearing terbuka, sambungan mekanis, serta komponen alat berat yang bekerja pada beban tinggi. Pemilihan grease berdasarkan

tingkat konsistensi yang tepat sangat penting untuk menjamin efektivitas pelumasan dan mencegah kegagalan pelumas selama proses operasi [13].

Tabel 2. 3 Jenis Grease berdasarkan konsistensi

Nilai NLGI 000 ke 6				
Nilai NLGI	Deskripsi Konsistensi	Penetrasi (ASTM D217)	Tekstur	Aplikasi Umum
000	Sangat cair (semi-fluid)	445–475	Seperti saus encer	Gearbox tertutup, sistem pelumasan otomatis
00	Cair	400–430	Seperti saus kental	Gearbox, bearing tertutup
0	Agak cair	355–385	Seperti margarin lembek	Sistem pelumasan sentralisasi
1	Lunak	310–340	Seperti mentega	Bearing, motor listrik
2	Konsistensi standar	265–295	Seperti selai kacang	Aplikasi umum bearing industri/otomotif
3	Agak keras	220–250	Seperti pasta gigi kental	Bearing vertikal, suhu tinggi

4	Keras	175–205	Seperti sabun padat lembek	Aplikasi khusus dengan beban berat
5	Sangat Keras	130–160	Padat	Kondisi ekstrem beban tinggi
6	Ekstra Keras	85–115	Sangat padat	Jarang digunakan, khusus industri berat

Sumber : <https://www.monotaro.id/blog/panduan-produk/jenis-grease-berdasarkan-warna-material-kekentalan>

2.6 Bio Grease

Bio grease merupakan grease yang menggunakan base oil dari sumber terbarukan seperti minyak nabati. Penggunaan bio grease bertujuan mengurangi dampak pencemaran lingkungan akibat pelumas berbasis minyak mineral. Minyak nabati memiliki sifat biodegradable dan toksisitas yang rendah sehingga lebih ramah lingkungan [6].

Beberapa penelitian menunjukkan bahwa bio grease mampu memberikan performa pelumasan yang cukup baik untuk aplikasi beban sedang. Dengan formulasi yang tepat, bio grease berpotensi digunakan sebagai alternatif grease konvensional, khususnya pada aplikasi pembelajaran di kampus.

2.7 Minyak Sawit sebagai Base Oil

Minyak sawit dipilih sebagai base oil karena ketersediaannya yang melimpah di Indonesia dan harga yang relatif terjangkau. Selain itu, minyak sawit memiliki stabilitas oksidasi yang lebih baik dibandingkan beberapa minyak nabati

lainnya. Kandungan asam lemak seperti asam oleat dan asam palmitat berperan dalam membentuk lapisan pelumas pada permukaan logam [1], [7].

Penelitian menunjukkan bahwa minyak sawit dan fraksi turunannya dapat dimanfaatkan sebagai bahan dasar pelumas dan grease dengan karakteristik viskositas yang sesuai [2].

2.8 Thickener dalam Grease

Thickener merupakan komponen yang berfungsi mengubah base oil menjadi struktur semi-padat. Thickener membentuk jaringan yang menahan base oil sehingga grease tidak mudah mengalir. Jenis thickener sangat mempengaruhi konsistensi, stabilitas mekanik, dan titik leleh grease [4].

Thickener yang umum digunakan antara lain sabun logam seperti lithium dan kalsium. Pemilihan thickener harus disesuaikan dengan kondisi kerja dan aplikasi grease.

2.9 Proses Saponifikasi

Saponifikasi merupakan reaksi kimia antara asam lemak dan basa logam yang menghasilkan sabun logam. Dalam pembuatan grease, sabun logam berfungsi sebagai thickener. Proses ini memerlukan pengendalian suhu dan waktu reaksi agar struktur sabun terbentuk secara sempurna [14].

Keberhasilan proses saponifikasi sangat mempengaruhi karakteristik akhir grease, termasuk homogenitas dan stabilitas struktur semi-padat.

2.10 Sabun Lithium sebagai Thickener

Sabun lithium merupakan salah satu thickener yang paling banyak digunakan dalam grease karena memiliki stabilitas mekanik yang baik dan titik leleh yang relatif tinggi. Grease berbasis sabun lithium mampu bekerja pada rentang temperatur yang lebih luas dibandingkan grease berbasis sabun kalsium [3].

Karakteristik tersebut menjadikan grease lithium banyak diaplikasikan pada mesin industri dan alat berat, termasuk excavator [15].

2.11 Aditif pada Grease

Aditif ditambahkan ke dalam grease untuk meningkatkan performa pelumasan dan perlindungan komponen. MOS_2 digunakan sebagai aditif anti-wear dan antioksidan karena mampu membentuk lapisan pelindung pada permukaan logam saat terjadi kontak gesek [10]. Asam oleat dan asam stearat berperan dalam mendukung pembentukan struktur sabun dan meningkatkan daya lekat grease [7].

Selain itu, BHT digunakan sebagai antioksidan untuk mencegah degradasi oksidatif pada base oil, sedangkan corrosion inhibitor berbasis asam lemak mampu melindungi permukaan baja dari korosi [16].

2.12 Uji Konsistensi

Uji konsistensi grease merupakan pengujian sifat fisik untuk menentukan tingkat kekerasan atau kelunakan grease yang berpengaruh terhadap kemampuan grease mempertahankan posisinya pada titik pelumasan dan membentuk film pelumas. Pengujian ini umumnya dilakukan menggunakan metode penetrasi kerucut (cone penetration test) sesuai standar ASTM D217, di mana kerucut standar dibiarkan menembus permukaan grease selama waktu tertentu, kemudian kedalaman penetrasi diukur dalam satuan 0,1 mm. Nilai penetrasi tersebut digunakan sebagai dasar penentuan grade konsistensi menurut National Lubricating Grease Institute (NLGI), yang mengklasifikasikan grease dari sangat lunak hingga sangat keras. Secara umum, grease dengan grade NLGI 2 hingga NLGI 3 merupakan konsistensi yang paling banyak digunakan pada aplikasi industri dan otomotif karena mampu

memberikan keseimbangan antara kestabilan mekanis dan kemampuan pelumasan yang baik [17] [18].

2.13 Uji Titik Tetes

Uji titik tetes merupakan pengujian untuk menentukan suhu maksimum di mana grease mulai kehilangan struktur semi-padatnya dan berubah menjadi fase cair. Pengujian ini digunakan sebagai indikator ketahanan grease terhadap temperatur tinggi, khususnya untuk aplikasi yang bekerja pada kondisi panas. Metode uji titik tetes umumnya dilakukan berdasarkan standar ASTM D566 atau ASTM D2265, di mana sampel grease dipanaskan secara bertahap hingga tetesan pertama jatuh dari cawan uji. Semakin tinggi nilai titik tetes, menunjukkan bahwa grease memiliki stabilitas termal yang lebih baik dan mampu mempertahankan struktur pelumasnya pada suhu operasi yang lebih tinggi. Parameter ini penting dalam pengembangan grease karena berkaitan langsung dengan keamanan dan keandalan pelumasan pada komponen mekanis [19] [20].

2.14 Uji Laju Korosi

Uji laju korosi pada grease bertujuan untuk mengevaluasi kemampuan grease dalam melindungi permukaan logam dari serangan korosi, khususnya akibat kelembapan, oksidasi, atau reaksi kimia dengan lingkungan. Pengujian ini umumnya dilakukan menggunakan standar ASTM D1743 untuk menilai karakteristik pencegahan karat pada grease, atau ASTM D130 untuk melihat tingkat korosivitas grease terhadap logam tembaga. Hasil uji dinyatakan berdasarkan tingkat perubahan visual atau tingkat korosi pada spesimen logam setelah kontak dengan grease dalam kondisi tertentu. Pengujian laju korosi menjadi penting karena grease yang baik tidak hanya berfungsi sebagai pelumas,

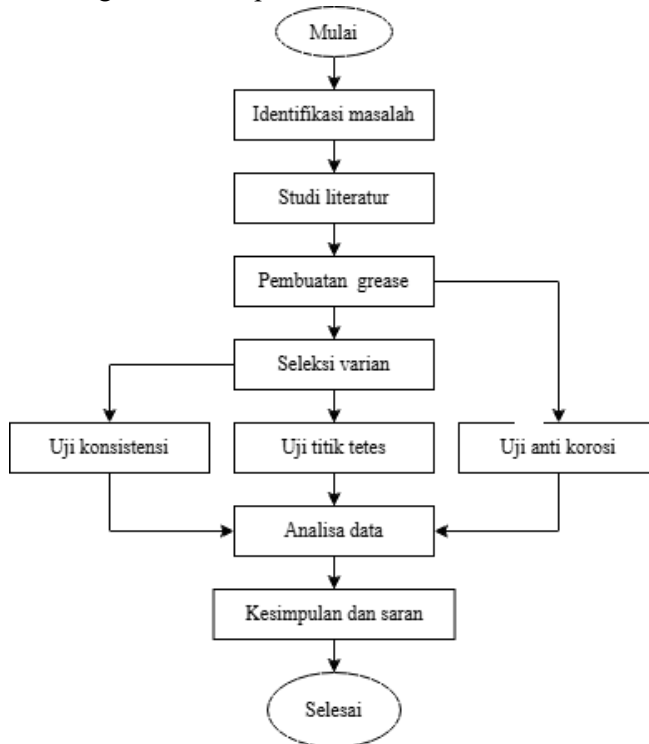
tetapi juga sebagai pelindung permukaan logam, sehingga mampu memperpanjang umur pakai komponen dan menjaga keandalan sistem mekanis [21] [22].

BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Diagram Alir Penelitian

Gambar 3.1 berikut ini merupakan diagram alir penelitian yang merupakan tahapan dari pembuatan semi bio grease sebagai alternatif pelumas excavator.



Gambar 3. 1 Diagram Alir

3.2 Alat dan Bahan

Pembuatan tugas akhir ini memerlukan beberapa alat dan bahan sebagai pendukung dalam proses pembuatan alat tersebut. Adapun alat dan bahan yang digunakan adalah sebagai berikut:

3.2.1 Alat

1. Hot plate dengan pengatur suhu
2. Beaker glass
3. Gelas ukur
4. Termometer gun
5. Pengaduk mekanik atau pengaduk manual
6. Timbangan digital

3.2.2 Bahan

1. Minyak sawit sebagai base oil
2. Asam stearat
3. Lithium Hydroxide Monohydrate ($\text{LiOH} \cdot \text{H}_2\text{O}$)
4. Molybdenum Disulfide (MoS_2)
5. Corrosion inhibitor (asam oleat)
6. Antioksidan (BHT)
7. Botol plastik
8. Garam (NaCl)
9. Paku

3.3 Prosedur Kerja

Prosedur kerja pada penelitian ini meliputi proses pembuatan grease berbasis minyak sawit dengan menggunakan sabun lithium sebagai bahan pengental (thickener), serta penambahan aditif fungsional. Formulasi grease dibuat dalam beberapa variasi komposisi yang meliputi variasi perbandingan minyak dasar dan thickener, serta variasi penambahan aditif. Rincian variasi komposisi grease yang digunakan dalam penelitian ini disajikan pada Tabel 3.1 Variasi Formulasi

Grease. Seluruh tahapan penelitian dilaksanakan menggunakan peralatan laboratorium yang tersedia di lingkungan kampus.

Tabel 3. 1 Variasi Grease

Variasi	Variabel control			Variabel tetap		
	Minyak sawit	Asam stearat	LiOH. H ₂ O	MoS ₂	BHT	Asam Oleat
V1	88%	8,775 %	1,25%	1%	0,5%	0,5%
V2	86%	10,5%	1,5%	1%	0,5%	0,5%
V3	78%	17,5%	2,5%	1%	0,5%	0,5%
V4	71%	23,625 %	3,375 %	1%	0,5%	0,5%
V5	68%	26,25 %	3,75%	1%	0,5%	0,5%

Untuk perbandingan asam stearat dengan LiOH.H₂O akan dijelaskan lebih detail di bab 4.

3.3.1 Pembentukan Thickener Sabun Lithium

Proses pembentukan thickener merupakan tahapan utama dalam pembuatan semi-bio grease. Pada tahap ini dilakukan reaksi saponifikasi antara asam stearat dan lithium hidroksida monohidrat (LiOH·H₂O) sehingga terbentuk sabun lithium (lithium stearate) yang berfungsi sebagai bahan pengental (thickener). Tahapan proses pembentukan thickener ditunjukkan pada Gambar 3.2 sampai Gambar 3.4.



Gambar 3. 2 Pemanasan Minyak

Gambar 3.2 menunjukkan proses pemanasan minyak sawit menggunakan hot plate hingga mencapai suhu sekitar 60–70 °C. Pemanasan dilakukan untuk menurunkan viskositas minyak sehingga mempermudah proses pencampuran bahan berikutnya serta menghasilkan campuran yang lebih homogen.



Gambar 3. 3 Penambahan Asam Stearat

Pada Gambar 3.3 terlihat proses penambahan asam stearat ke dalam minyak sawit yang telah dipanaskan. Asam stearat ditambahkan secara bertahap sambil dilakukan pengadukan hingga seluruh padatan meleleh dan larut sempurna. Tahap ini bertujuan agar asam stearat dapat bereaksi secara optimal dengan lithium hidroksida pada proses saponifikasi.



Gambar 3. 4 Penambahan $\text{LiOH}\cdot\text{H}_2\text{O}$

Gambar 3.4 menunjukkan proses penambahan Lithium Hydroxide Monohydrate ($\text{LiOH}\cdot\text{H}_2\text{O}$) ke dalam campuran minyak sawit dan asam stearat. Penambahan dilakukan secara bertahap sambil diaduk secara terus-menerus agar reaksi saponifikasi berlangsung merata. Pada tahap ini mulai terbentuk sabun lithium (lithium stearate) yang ditandai dengan meningkatnya viskositas campuran sehingga menjadi dasar terbentuknya struktur grease.

3.3.2 Pembentukan Struktur Grease

Setelah proses pembentukan sabun lithium selesai, tahap berikutnya adalah pembentukan struktur grease. Pada tahap ini ditambahkan sisa minyak sawit ke dalam campuran sesuai dengan komposisi masing-masing formulasi. Penambahan minyak dasar dilakukan secara bertahap sambil campuran dipanaskan dan diaduk secara terus-menerus untuk memperoleh dispersi sabun lithium yang merata di dalam minyak.

Pemanasan dilanjutkan hingga suhu sekitar 140–170 °C. Selama proses tersebut terjadi peningkatan viskositas campuran secara bertahap hingga terbentuk struktur grease yang homogen. Dokumentasi proses pembentukan struktur grease ditunjukkan pada Gambar 3.5.



Gambar 3. 5 Pembentukan Grease

Berdasarkan Gambar 3.5, campuran mengalami perubahan dari fase cair menjadi semi padat akibat terbentuknya jaringan sabun lithium (*lithium stearate*) yang mampu mengikat minyak dasar. Pengadukan yang dilakukan secara terus-menerus membantu menghasilkan struktur grease yang homogen sebelum dilakukan penambahan aditif.

3.3.3 Penambahan Aditif

Setelah struktur grease terbentuk, dilakukan penambahan aditif untuk meningkatkan performa grease. Aditif yang digunakan terdiri atas molybdenum disulfida (MoS_2), butylated hydroxytoluene (BHT), dan asam oleat. Dokumentasi proses penambahan aditif ditunjukkan pada Gambar 3.6.



Gambar 3. 6 Penambahan Aditif

Gambar 3.6 menunjukkan proses penambahan molybdenum disulfida (MoS_2) ke dalam grease yang telah terbentuk. Penambahan dilakukan secara bertahap sambil dilakukan pengadukan hingga MoS_2 terdispersi secara merata. Setelah penambahan MoS_2 , selanjutnya ditambahkan BHT

sebagai antioksidan dan asam oleat sebagai *corrosion inhibitor*. Kedua aditif tersebut dicampurkan hingga seluruh komponen grease menjadi homogen.

3.3.4 Pendinginan dan Homogenisasi

Setelah seluruh proses pencampuran selesai, grease didinginkan secara bertahap hingga mencapai suhu ruang. Selama proses pendinginan dilakukan pengadukan ringan untuk menjaga homogenitas campuran serta meminimalkan kemungkinan terjadinya pemisahan minyak (oil separation). Setelah mencapai suhu ruang, grease dimasukkan ke dalam wadah penyimpanan dan diberi label sesuai dengan variasi komposisi, yaitu 10%, 12%, 20%, 27%, dan 30% campuran asam stearat dan $\text{LiOH} \cdot \text{H}_2\text{O}$.



Gambar 3. 7 Sampel Grease

Berdasarkan Gambar 3.7, seluruh formulasi semi-bio grease berhasil dibuat dengan karakteristik fisik yang berbeda sesuai variasi komposisi campuran asam stearat dan $\text{LiOH} \cdot \text{H}_2\text{O}$. Setelah proses pendinginan selesai, seluruh sampel disimpan dalam wadah tertutup dan diberi label untuk memudahkan identifikasi sebelum dilakukan pengamatan karakteristik fisik, pengujian konsistensi (Cone Penetration Test), dan pengujian ketahanan terhadap korosi.

3.3.5 Uji Ketahanan Korosi

Uji ketahanan terhadap korosi dilakukan untuk mengetahui kemampuan semi bio grease dalam melindungi permukaan logam dari serangan korosi. Pengujian menggunakan paku baja sebagai spesimen uji yang dilapisi

semi bio grease sesuai dengan masing-masing variasi formulasi, yaitu 10%, 12%, 20%, 27%, dan 30%. Sebagai pembanding, disiapkan satu buah paku tanpa pelapisan grease (kontrol). Media korosif yang digunakan berupa larutan aquades dengan penambahan NaCl 4%.

Sebelum pengujian dilakukan, media korosif dipersiapkan dengan menimbang aquades dan natrium klorida (NaCl) sesuai komposisi yang telah ditentukan. Selanjutnya, NaCl dilarutkan ke dalam aquades hingga tercampur secara homogen. Dokumentasi proses penakaran bahan ditunjukkan pada Gambar 3.8 dan Gambar 3.9.



Gambar 3. 8 Penakaran Aquades

Berdasarkan Gambar 3.8, aquades ditakar sesuai dengan volume yang dibutuhkan sebagai pelarut dalam pembuatan larutan uji korosi.



Gambar 3. 9 Penimbangan NaCl

Berdasarkan Gambar 3.9, natrium klorida (NaCl) ditimbang sesuai kebutuhan untuk memperoleh larutan NaCl dengan konsentrasi 4%. Larutan ini digunakan sebagai media

korosif untuk mempercepat proses terjadinya korosi pada spesimen uji.

Setelah media korosif selesai dibuat, paku yang telah dilapisi semi bio grease dimasukkan ke dalam botol berisi larutan NaCl 4% dengan posisi setengah terendam. Pengaturan posisi tersebut bertujuan agar sebagian permukaan paku berada di dalam larutan dan sebagian lainnya berada di atas permukaan larutan sehingga kondisi pengujian lebih mudah memicu terjadinya korosi. Seluruh sampel kemudian didiamkan selama waktu pengujian yang telah ditentukan dan selanjutnya diamati secara visual untuk mengetahui terbentuknya korosi pada masing-masing spesimen.

Dokumentasi pelaksanaan pengujian ditunjukkan pada Gambar 3.10.



Gambar 3. 10 Paku dalam Botol

Berdasarkan Gambar 3.10, seluruh spesimen telah ditempatkan pada botol yang berisi larutan NaCl 4% dengan posisi setengah terendam. Kondisi tersebut digunakan untuk membandingkan kemampuan masing-masing formulasi semi bio grease dalam melindungi permukaan logam dari korosi dibandingkan dengan sampel kontrol tanpa grease.

3.3.6 Uji Ketahanan Aus

Uji ketahanan aus dilakukan untuk mengetahui kemampuan semi bio grease dalam mengurangi gesekan pada

permukaan logam yang saling berkontak. Pengujian menggunakan alat uji yang terdiri dari dua buah poros (as), dimana satu poros diputar menggunakan motor listrik dan poros lainnya diberikan beban secara bertahap hingga motor berhenti berputar. Penilaian dilakukan berdasarkan besarnya beban yang mampu ditahan oleh sistem. Semakin besar beban yang mampu ditahan sebelum motor berhenti, maka semakin baik kemampuan grease dalam mengurangi gesekan pada permukaan kontak.

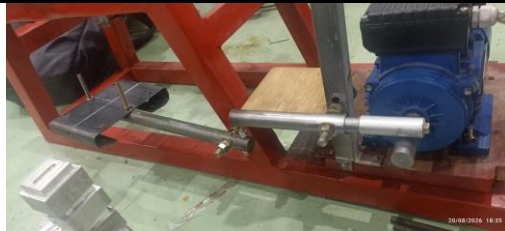
Sebelum pengujian dilakukan, kondisi awal poros diamati dan didokumentasikan untuk memastikan bahwa spesimen yang digunakan berada dalam kondisi baik. Dokumentasi kondisi awal poros ditunjukkan pada Gambar 3.11.



Gambar 3. 11 Poros sebelum percobaan

Berdasarkan Gambar 3.11, permukaan poros masih dalam kondisi baik dan belum menunjukkan kerusakan yang dapat mempengaruhi hasil pengujian.

Sebelum proses pengujian dimulai, alat uji dipersiapkan dan diperiksa untuk memastikan seluruh komponen dapat berfungsi dengan baik. Dokumentasi alat uji yang digunakan ditunjukkan pada Gambar 3.12.



Gambar 3. 12 Alat uji

Berdasarkan Gambar 3.12, alat uji terdiri dari dua poros yang saling bersentuhan, motor listrik sebagai penggerak utama, dan sistem pembebanan yang digunakan selama proses pengujian.

Setelah spesimen dipasang dan pelumas diaplikasikan sesuai variasi pengujian, mesin dijalankan hingga salah satu poros berputar. Beban kemudian diberikan secara bertahap hingga motor tidak mampu mempertahankan putarannya dan akhirnya berhenti. Dokumentasi proses pengujian ditunjukkan pada Gambar 3.13.



Gambar 3. 13 Pengujian

Pengujian dilakukan dengan memberikan beban secara bertahap pada poros hingga motor berhenti berputar. Beban maksimum yang mampu ditahan dicatat sebagai hasil pengujian.

Setelah pengujian selesai dilakukan, poros dilepas dari alat uji dan didokumentasikan kembali untuk mengetahui kondisi permukaan setelah mengalami proses gesekan dan

pembebanan. Dokumentasi kondisi poros setelah pengujian ditunjukkan pada Gambar 3.14.



Gambar 3. 14 Poros setelah pengujian

Berdasarkan Gambar 3.14, kondisi permukaan poros setelah pengujian digunakan sebagai dokumentasi hasil pelaksanaan pengujian pada masing-masing variasi pelumas.

Pengujian dilakukan sebanyak tiga kali untuk masing-masing variasi, yaitu tanpa grease, menggunakan semi bio grease hasil pembuatan, dan menggunakan grease milik kampus sebagai pembanding. Hasil pengujian menunjukkan bahwa pada kondisi tanpa grease motor berhenti pada beban sebesar 14 kg. Pada penggunaan semi bio grease hasil pembuatan, motor mampu menahan beban hingga 21 kg, sedangkan pada penggunaan grease milik kampus motor mampu menahan beban hingga 24 kg.

Perbedaan hasil tersebut menunjukkan bahwa penggunaan grease mampu mengurangi gesekan antara kedua poros sehingga sistem dapat menahan beban yang lebih besar sebelum motor berhenti berputar. Semi bio grease hasil pembuatan mampu meningkatkan kemampuan menahan beban sebesar 7 kg dibandingkan kondisi tanpa grease. Meskipun masih berada di bawah grease kampus, selisih beban maksimum yang mampu ditahan hanya sebesar 3 kg, sehingga dapat disimpulkan bahwa semi bio grease hasil pembuatan memiliki

kemampuan pelumasan yang cukup baik dan mendekati performa grease pembanding.

Halaman ini sengaja di kosongkan

BAB IV

PEMBAHASAN

4.1 Tabel Pengamatan Hasil Sampel

4.1.1 Tabel Pengamatan

Pengamatan dilakukan selama proses pembuatan semi-bio grease mulai dari pemanasan minyak sawit hingga tahap pendinginan produk. Setiap tahapan diamati untuk mengetahui perubahan karakteristik campuran yang terjadi akibat proses penyabunan (saponifikasi) dan penambahan bahan aditif. Hasil pengamatan tersebut disajikan pada Tabel 4.1.

Tabel 4. 1 Hasil Pengamatan

Tahap Proses	Suhu (°C)	Hasil Pengamatan	Dokumentasi
Minyak sawit dipanaskan	60	Minyak berwarna kuning jernih dan viskositas mulai menurun.	
Penambahan asam stearate	70	Asam stearat meleleh sempurna dan tercampur homogen dengan minyak sawit.	

Penambahan larutan LiOH	120	Campuran mulai keruh dan terjadi reaksi penyabunan.	
Pemanasan akhir	170	Terbentuk grease dengan tekstur lembut dan homogen.	
Penambahan MoS ₂ , BHT, dan asam oleat	80-170	Warna berubah menjadi abu-abu kehitaman dan tercampur merata.	
Pendinginan	Suhu ruang	Grease mengeras secara bertahap dan memiliki tekstur semi padat.	

Berdasarkan Tabel 4.1, proses pembuatan semi-bio grease pada setiap sampel menunjukkan tahapan yang sama,

mulai dari pemanasan minyak sawit, penambahan asam stearat, penambahan larutan lithium hidroksida (LiOH), hingga penambahan aditif dan proses pendinginan. Perbedaan antar sampel hanya terletak pada komposisi bahan yang digunakan, sedangkan tahapan pembuatannya dilakukan dengan prosedur yang sama.

Pada tahap awal, minyak sawit dipanaskan hingga suhu 80°C untuk menurunkan viskositas sehingga mempermudah pencampuran bahan. Selanjutnya, asam stearat ditambahkan pada suhu sekitar 90 °C hingga meleleh dan tercampur secara homogen dengan minyak sawit. Setelah penambahan larutan LiOH pada suhu 100 °C, campuran mulai berubah menjadi keruh sebagai indikasi terjadinya reaksi saponifikasi antara asam stearat dan LiOH. Pemanasan kemudian dilanjutkan hingga suhu 150–170 °C sehingga campuran mengalami peningkatan viskositas dan secara bertahap membentuk grease dengan tekstur yang homogen.

Setelah grease terbentuk, dilakukan penambahan aditif berupa molybdenum disulfida (MoS_2), butylated hydroxytoluene (BHT), dan asam oleat. Penambahan MoS_2 menyebabkan perubahan warna grease menjadi abu-abu kehitaman, sedangkan penambahan BHT dan asam oleat tidak menunjukkan perubahan fisik yang signifikan. Selanjutnya, seluruh m didinginkan hingga mencapai suhu ruang sehingga terbentuk grease dengan tekstur semi padat. Pengamatan selama proses pembuatan menunjukkan bahwa setiap sampel berhasil terbentuk sesuai tahapan yang direncanakan, sedangkan pengaruh perbedaan komposisi terhadap karakteristik grease akan dibahas pada subbab hasil pengujian dan pembahasan berikutnya.

4.1.2 Pengamatan Sampel

Setelah seluruh formulasi semi-bio grease selesai dibuat, dilakukan pengamatan terhadap karakteristik fisik masing-masing sampel. Pengamatan ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh variasi persentase campuran asam stearat dan lithium hidroksida monohidrat ($\text{LiOH} \cdot \text{H}_2\text{O}$) terhadap karakteristik semi-bio grease yang dihasilkan. Parameter yang diamati meliputi tekstur, tingkat kekentalan, homogenitas, serta bentuk grease secara visual. Hasil pengamatan karakteristik masing-masing sampel disajikan pada Tabel 4.2.

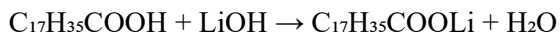
Tabel 4. 2 Hasil Pengamatan Karakteristik Semi-Bio Grease

Sampel	Karakteristik Hasil	Dokumentasi
V1	Tekstur encer menyerupai mayones, masih mudah mengalir dan belum menyerupai grease komersial.	
V2	Tekstur sedikit lebih kental dibandingkan sampel A, namun masih tergolong lunak dan mudah berubah bentuk.	

V3	Tekstur semi padat, homogen, dan memiliki karakteristik yang mendekati grease komersial NLGI 2.	
V4	Tekstur padat, homogen, dan memiliki bentuk yang menyerupai grease komersial NLGI 2.	
V5	Tekstur paling kental, berbentuk menyerupai sabun, namun memiliki kekentalan yang paling mendekati grease komersial secara umum.	

4.2 Perhitungan Stoikiometri

Perhitungan stoikiometri dilakukan untuk menentukan kebutuhan lithium hidroksida monohidrat ($\text{LiOH} \cdot \text{H}_2\text{O}$) terhadap asam stearat pada proses pembentukan sabun lithium (lithium stearat) sebagai bahan pengental (thickener) semi-bio grease. Reaksi saponifikasi yang terjadi dapat dituliskan sebagai berikut.



Berdasarkan persamaan reaksi tersebut, perbandingan mol antara asam stearat dan LiOH adalah 1 : 1. Massa molekul masing-masing senyawa disajikan pada Tabel 4.3.

Tabel 4. 3 Massa Molekul Senyawa yang Digunakan

Senyawa	Rumus Kimia	Massa Molekul (g/mol)
Asam stearate	$C_{18}H_{36}O_2$	284,48
Lithium hidroksida	LiOH	23,95

Pada penelitian ini digunakan $LiOH \cdot H_2O$ dengan kadar LiOH sebesar 56,5%, sehingga setiap 1 gram $LiOH \cdot H_2O$ mengandung:

$$1 \times 56,5\% = 0,565 \text{ gram LiOH}$$

Massa asam stearat yang dapat bereaksi dengan 0,565 gram LiOH dihitung sebagai berikut.

Berdasarkan hasil perhitungan tersebut diperoleh bahwa 1 gram $LiOH \cdot H_2O$ dengan kadar LiOH 56,5% mampu bereaksi secara stoikiometri dengan 6,71 gram asam stearat. Dengan demikian, kebutuhan $LiOH \cdot H_2O$ untuk setiap formulasi dapat dihitung menggunakan perbandingan tersebut sehingga jumlah basa yang digunakan sesuai dengan jumlah asam stearat yang direaksikan.

Perhitungan stoikiometri ini digunakan sebagai dasar dalam menentukan komposisi $LiOH \cdot H_2O$ pada masing-masing sampel semi-bio grease yang dibuat, sehingga proses pembentukan sabun lithium dapat berlangsung secara optimal.

4.3 Hasil Percobaan dan Pembahasan

Berdasarkan hasil pengamatan pada Tabel 4.2, variasi persentase campuran asam stearat dan $LiOH \cdot H_2O$ memberikan

pengaruh yang signifikan terhadap karakteristik semi-bio grease yang dihasilkan. Semakin tinggi persentase campuran asam stearat dan $\text{LiOH} \cdot \text{H}_2\text{O}$, semakin banyak sabun lithium (lithium stearat) yang terbentuk sehingga meningkatkan konsistensi dan kekentalan grease.

Pada formulasi 10% (Sampel A), grease yang dihasilkan memiliki tekstur encer menyerupai mayones dan masih mudah mengalir. Kondisi ini menunjukkan bahwa jumlah thickener yang terbentuk belum cukup untuk membangun struktur jaringan grease yang mampu menahan minyak dasar. Akibatnya, grease memiliki konsistensi yang rendah dan belum sesuai dengan karakteristik grease komersial.

Peningkatan komposisi menjadi 12% (Sampel B) menghasilkan grease yang sedikit lebih kental dibandingkan sampel A. Hal ini menunjukkan bahwa penambahan jumlah thickener mulai meningkatkan kemampuan grease dalam mengikat minyak dasar. Meskipun demikian, tekstur grease masih tergolong lunak sehingga belum menyerupai grease komersial.

Pada formulasi 20% (Sampel C) diperoleh grease dengan tekstur semi padat, homogen, dan memiliki karakteristik yang mendekati grease komersial NLGI 2. Hal ini menunjukkan bahwa jumlah sabun lithium yang terbentuk telah cukup untuk membentuk struktur tiga dimensi yang mampu mengikat minyak dasar secara lebih efektif. Oleh karena itu, formulasi ini dipilih sebagai sampel untuk dilakukan pengujian konsistensi menggunakan metode penetrasi.

Formulasi 27% (Sampel D) menghasilkan grease dengan tekstur yang lebih padat dan bentuk yang semakin menyerupai grease komersial NLGI 2. Peningkatan jumlah thickener menyebabkan struktur grease menjadi lebih kuat

sehingga mampu mempertahankan bentuknya dengan lebih baik dibandingkan formulasi sebelumnya.

Sementara itu, formulasi 30% (Sampel E) menghasilkan grease dengan tekstur paling kental di antara seluruh sampel. Secara visual, bentuknya mulai menyerupai sabun akibat tingginya kandungan sabun lithium yang terbentuk. Meskipun demikian, dari segi kekentalan formulasi ini merupakan yang paling mendekati karakteristik grease komersial pada umumnya. Kondisi tersebut menunjukkan bahwa peningkatan kadar thickener mampu meningkatkan konsistensi grease, namun penggunaan dalam jumlah yang terlalu tinggi dapat menyebabkan tekstur menjadi terlalu padat sehingga berpotensi mengurangi kemudahan aplikasi pada sistem pelumasan.

Secara keseluruhan, hasil pengamatan menunjukkan bahwa peningkatan persentase campuran asam stearat dan $\text{LiOH} \cdot \text{H}_2\text{O}$ berbanding lurus dengan peningkatan konsistensi semi-bio grease. Hal ini sesuai dengan teori bahwa sabun lithium berfungsi sebagai thickener yang membentuk jaringan serat (fibrous network) untuk mengikat minyak dasar, sehingga semakin banyak sabun lithium yang terbentuk, semakin tinggi pula kekentalan dan kemampuan grease mempertahankan bentuknya. Berdasarkan hasil tersebut, dapat disimpulkan bahwa variasi komposisi thickener merupakan faktor utama yang memengaruhi karakteristik fisik semi-bio grease yang dihasilkan.

4.4 Hasil Pengujian

Pengujian dilakukan untuk mengetahui karakteristik semi-bio grease yang telah dibuat, meliputi pengujian konsistensi menggunakan metode Cone Penetration Test serta pengujian ketahanan terhadap korosi. Pengujian konsistensi

bertujuan untuk mengetahui klasifikasi grease berdasarkan standar National Lubricating Grease Institute (NLGI), sedangkan pengujian ketahanan korosi bertujuan untuk mengevaluasi kemampuan grease dalam melindungi permukaan logam dari lingkungan korosif.

4.4.1 Hasil Uji Konsistensi (*Cone Penetration Test*)

Uji konsistensi dilakukan menggunakan metode Cone Penetration Test terhadap formulasi 30% campuran asam stearat dan $\text{LiOH} \cdot \text{H}_2\text{O}$. Formulasi ini dipilih karena berdasarkan hasil pengamatan visual memiliki kekentalan yang paling mendekati grease komersial dibandingkan formulasi lainnya.

Berdasarkan hasil pengujian, formulasi grease 30% memperoleh klasifikasi NLGI 2. Klasifikasi tersebut menunjukkan bahwa grease memiliki konsistensi semi padat yang sesuai untuk berbagai aplikasi pelumasan, terutama pada bantalan gelinding (rolling bearing), bantalan luncur (plain bearing), serta berbagai komponen mesin yang bekerja pada kondisi operasi normal hingga sedang.

Hasil ini menunjukkan bahwa peningkatan persentase campuran asam stearat dan $\text{LiOH} \cdot \text{H}_2\text{O}$ mampu menghasilkan struktur sabun lithium yang cukup kuat untuk mengikat minyak dasar sehingga menghasilkan grease dengan konsistensi yang memenuhi klasifikasi NLGI 2. Dengan demikian, formulasi 30% dapat dikatakan berhasil menghasilkan semi-bio grease yang memiliki karakteristik mendekati grease komersial.

4.4.2 Hasil Uji Ketahanan Terhadap Korosi

Pengujian ketahanan terhadap korosi dilakukan untuk mengetahui kemampuan semi-bio grease dalam melindungi permukaan logam terhadap lingkungan yang bersifat korosif. Pengujian dilakukan dengan mengoleskan grease secara merata pada permukaan paku, kemudian paku dimasukkan ke dalam

bottle yang berisi larutan aquades dan NaCl 4%. Posisi paku dibuat setengah terendam agar sebagian permukaan berada pada fase cair dan sebagian lainnya berada pada fase udara, sehingga kondisi tersebut dapat mempercepat terjadinya korosi.

Pengujian dilakukan terhadap enam sampel yang terdiri atas lima paku yang dilapisi semi-bio grease sesuai variasi formulasi serta satu paku tanpa grease sebagai sampel kontrol.



Gambar 4. 1 Hasil Uji Ketahanan Karat

Berdasarkan hasil pengujian, paku tanpa lapisan grease mengalami korosi paling besar dibandingkan seluruh sampel lainnya. Hal tersebut disebabkan karena permukaan logam secara langsung berkontak dengan larutan NaCl sehingga ion klorida (Cl^-), air, dan oksigen dapat mempercepat terjadinya reaksi korosi.

Sebaliknya, seluruh paku yang dilapisi semi-bio grease menunjukkan ketahanan korosi yang lebih baik. Lapisan grease mampu menghambat kontak langsung antara permukaan logam dengan media korosif sehingga proses oksidasi pada permukaan logam dapat dikurangi. Hal ini menunjukkan bahwa semi-bio grease yang dibuat mampu berfungsi sebagai lapisan pelindung (protective barrier) terhadap lingkungan yang mengandung ion klorida.

Berdasarkan hasil pengamatan secara keseluruhan, seluruh formulasi semi-bio grease mampu memberikan perlindungan terhadap korosi yang lebih baik dibandingkan paku tanpa grease. Hal ini menunjukkan bahwa semi-bio grease berbahan dasar minyak sawit dengan penambahan asam stearat, lithium hidroksida monohidrat ($\text{LiOH} \cdot \text{H}_2\text{O}$), molybdenum disulfida (MoS_2), butylated hydroxytoluene (BHT), dan asam oleat memiliki kemampuan sebagai lapisan pelindung permukaan logam terhadap lingkungan korosif. Munculnya korosi pada sebagian kecil area paku lebih dipengaruhi oleh kondisi selama pengujian yang menyebabkan lapisan grease tidak menutupi permukaan logam secara sempurna, sehingga bukan merupakan indikasi menurunnya kemampuan grease dalam menghambat korosi.

4.4.3 Hasil Uji Ketahanan Korosi

Hasil uji ketahanan aus diamati melalui perubahan kondisi permukaan poros sebelum dan sesudah pengujian pada tiga variasi pelumasan, yaitu tanpa grease, semi bio grease, dan grease pembanding dari kampus. Dokumentasi dilakukan untuk membandingkan tingkat keausan yang terjadi pada setiap spesimen.



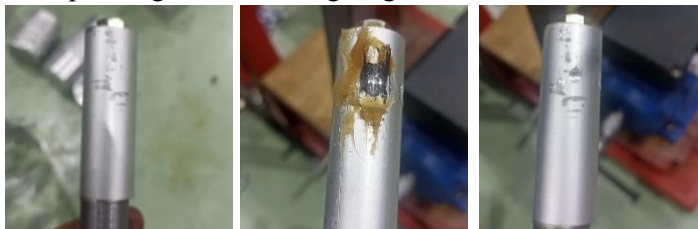
Gambar 4. 2 Kondisi poros sebelum dan sesudah pengujian

Berdasarkan Gambar 4.2, spesimen tanpa grease mengalami keausan paling besar. Bekas gesekan terlihat jelas pada area kontak dan permukaan poros mengalami pengurangan material akibat terjadinya kontak langsung antar logam tanpa adanya lapisan pelumas.



Gambar 4. 3 Kondisi poros sebelum dan sesudah pengujian

Hasil pengujian menunjukkan bahwa semi bio grease mampu mengurangi tingkat keausan dibandingkan spesimen tanpa grease. Bekas gesekan masih terlihat, namun pengikisan material relatif lebih kecil. Setelah grease dibersihkan, permukaan poros masih tampak cukup baik dengan goresan yang lebih tipis sehingga menunjukkan adanya perlindungan selama proses gesekan berlangsung.



Gambar 4. 4 Kondisi poros sebelum dan sesudah pengujian

Pada pengujian ini diperoleh tingkat keausan yang paling rendah. Bekas gesekan pada permukaan poros terlihat lebih tipis dibandingkan semi bio grease. Setelah grease dibersihkan,

terlihat adanya perubahan warna kehitaman (gosong) pada daerah kontak. Warna tersebut menunjukkan terjadinya peningkatan temperatur akibat gesekan, namun pengikisan material tetap relatif kecil sehingga grease kampus memberikan perlindungan permukaan yang sedikit lebih baik.

4.4.4 Perhitungan Uji Ketahanan Korosi

Uji ketahanan aus dilakukan untuk mengetahui kemampuan semi bio grease dalam mengurangi gaya gesek pada dua poros yang saling berkontak. Alat uji terdiri dari dua buah poros, yaitu poros penggerak yang diputar oleh motor listrik dan poros pembebanan yang bekerja sebagai tuas (jungkat-jungkit). Pada ujung poros pembebanan dipasang satu buah plat sebagai tempat peletakan beban. Beban ditambahkan secara bertahap hingga motor berhenti berputar. Semakin besar beban yang mampu ditahan, maka semakin baik kemampuan grease dalam mengurangi gesekan.

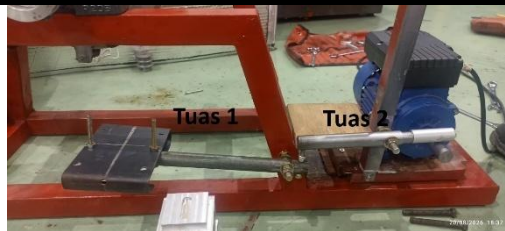
Alat uji ketahanan aus ditunjukkan pada Gambar 4.5.



Gambar 4. 5 Alat uji

Berdasarkan Gambar 4.5, sebelum beban ditambahkan telah terdapat gaya tekan awal yang berasal dari berat poros pembebanan dan berat plat wadah beban. Kedua komponen tersebut menghasilkan gaya normal pada poros uji melalui mekanisme tuas.

Supaya lebih mudah dilakukan penghitungan mekanisme tuas akan dibagi menjadi 2 yaitu tuas 1 dan tuas 2.



Gambar 4. 6 Pembagian mekanisme tuas

Untuk perhitungan ini akan digunakan 2 rumus yaitu persamaan gaya normal dan kesetimbangan momen.

Rumus gaya normal

$$W = m \times g$$

Rumus kesetimbangan tuas

$$F = \frac{W \times L1}{L2}$$

*ket: W = berat (N)

m = massa (kg)

g = gravitasi (m/s^2)

F = gaya (N)

L1 = jarak gaya ke poros (m)

L2 = jarak poros ke pin/motor (m)

Berikut ini adalah dokumentasi berat serta dimensi dari plat dudukan beban dan poros tuas 1.



Gambar 4. 7 Dimensi poros



Gambar 4. 8 Massa poros



Gambar 4. 9 Dimensi plat



Gambar 4. 10 Massa plat

Dari data diatas dapat dicari beratnya.

Berat poros.

$$W_{poros} = 0,750 \times 9,8$$

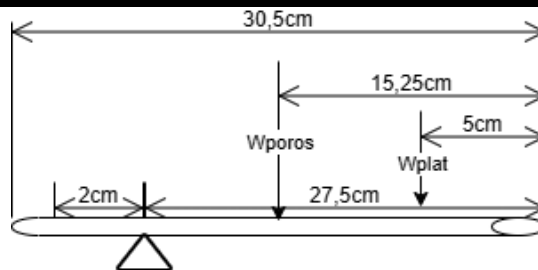
$$W_{poros} = 7,350N$$

Berat plat

$$W_{plat} = 0,373 \times 9.8$$

$$W_{plat} = 3,655N$$

Selanjutnya dihitung gaya yang mempengaruhi tuas, berikut diagram gaya tuas1.



Gambar 4. 11 Diagram gaya tuas 1

Gaya tidak diletakkan di ujung poros melainkan pada pin yang terhubung ke tuas 2.

$$F_{pin} = \frac{7,350 \times 12,25 + 3,655 \times 22,5}{2}$$

$$F_{pin} = \frac{172,275}{2}$$

$$F_{pin} = 86,14N$$

Selanjutnya adalah massa dan dimensi tuas2



Gambar 4. 12 Dimensi tuas 2



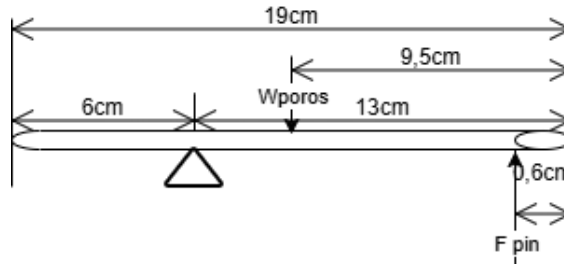
Gambar 4. 13 Massa tuas 2

Dari data diatas dapat dihitung berat poros.

$$W_{poros} = 0,398 \times 9,8$$

$$W_{poros} = 3,9N$$

Selanjutnya dihitung gaya pada titik yang bergesekan dengan as motor, berikut diagram gaya tuas 2.



Dari data diatas gaya yang menekan as motor dapat dihitung

$$F = \frac{86,14 \times 12,4 - 3,9 \times 3,5}{6}$$

$$F = \frac{1054,49}{6}$$

$$F = 175,75N$$

Setelah diperoleh gaya tekan awal dari mekanisme tuas 1 dan tuas 2, selanjutnya dilakukan perhitungan tekanan total yang diterima oleh poros uji pada setiap variasi pembebanan. Tekanan total merupakan gabungan antara gaya tekan awal alat dengan gaya tambahan yang berasal dari beban yang diletakkan pada plat pembebanan.

Pada alat uji ini, beban tidak bekerja secara langsung pada poros yang bergesekan, melainkan diteruskan melalui mekanisme tuas sehingga menghasilkan penggandaan gaya. Oleh karena itu, setiap massa beban terlebih dahulu dikonversi menjadi gaya, kemudian dikalikan dengan faktor perbandingan tuas untuk memperoleh gaya tekan aktual pada permukaan kontak poros. Persamaan perhitungan tekanan total ditunjukkan pada Persamaan berikut.

$$F_{total} = 175,75 + \frac{W \times 12,4 \times 22,5}{6 \times 2}$$

$$F_{total} = 175,75 + W \times 23,25$$

*ket: F_{total} = tekanan total (N)

W = berat beban (N)

Untuk hasil perhitungan tiap pengujian akan disajikan pada tabel berikut.

Tabel 4. 4 Tekanan total tiap pengujian

No.	Kondisi poros	Massa beban	Tekanan total
1	Tanpa pelumasan	14 kg	3.365,65 N
2	Dilumasi semi-bio grease	21 kg	4.960,6 N
3	Dilumasi grease dari kampus	24 kg	5.644,15 N

Berdasarkan hasil perhitungan tekanan total, setiap variasi beban menghasilkan gaya tekan yang berbeda pada permukaan kontak poros sesuai dengan mekanisme penggandaan gaya oleh sistem tuas. Nilai tekanan tersebut selanjutnya digunakan sebagai acuan dalam membandingkan kemampuan masing-masing pelumas terhadap keausan yang terjadi selama pengujian. Hasil perhitungan menunjukkan bahwa semi bio grease yang dibuat mampu memberikan performa yang cukup baik, dengan tingkat ketahanan aus yang mendekati grease komersial sebagai pelumas pembanding yang digunakan di kampus.

BAB V

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan mengenai pembuatan semi bio grease sebagai alternatif pelumas pada alat berat, maka dapat diambil beberapa kesimpulan sebagai berikut.

1. Berdasarkan hasil penelitian, semi bio grease berbasis minyak sawit berhasil dibuat pada skala laboratorium melalui proses saponifikasi antara asam stearat dan lithium hidroksida monohidrat ($\text{LiOH}\cdot\text{H}_2\text{O}$). Proses diawali dengan pemanasan minyak sawit, kemudian penambahan asam stearat dan $\text{LiOH}\cdot\text{H}_2\text{O}$ hingga terbentuk sabun lithium sebagai thickener. Setelah struktur grease terbentuk, ditambahkan aditif MoS_2 , BHT, dan asam oleat, kemudian dilakukan pendinginan dan pengadukan hingga diperoleh grease yang homogen.
2. Variasi komposisi campuran asam stearat dan $\text{LiOH}\cdot\text{H}_2\text{O}$ memengaruhi konsistensi grease yang dihasilkan. Semakin tinggi kadar campuran pada grease semakin kental pula hasil akhir dari grease yang dibuat. Formulasi 30% menghasilkan konsistensi yang paling mendekati grease komersial.
3. Hasil uji menunjukkan bahwa formulasi 30% termasuk dalam klasifikasi NLGI 2. Seluruh formulasi juga mampu memberikan perlindungan terhadap korosi yang lebih baik dibandingkan paku tanpa grease.

Dengan demikian, semi bio grease berbasis minyak sawit yang dihasilkan memiliki potensi untuk digunakan sebagai alternatif pelumas pada alat berat.

5.2 Saran

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, terdapat beberapa saran yang dapat menjadi masukan untuk penelitian selanjutnya, yaitu sebagai berikut.

1. Perlu dilakukan optimasi komposisi campuran asam stearat dan $\text{LiOH} \cdot \text{H}_2\text{O}$ untuk memperoleh konsistensi grease yang lebih baik.
2. Perlu dilakukan pengujian lebih lanjut pada komponen alat berat untuk mengetahui performa semi bio grease pada kondisi kerja yang sebenarnya.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] A. H. Nasution *et al.*, “Sintesis Pelumas Biodegradable dari Limbah Minyak Goreng,” *SINERGI Polmed*, vol. 6, no. 1, 2025.
- [2] A. H. Nasution *et al.*, “Laju Korosi Baja Karbon Ringan pada Biopelumas,” *SINERGI Polmed*, vol. 6, no. 1, 2025.
- [3] R. Mang and W. Dresel, *Lubricants and Lubrication*, Wiley-VCH, 2023.
- [4] G. E. Totten, *Handbook of Lubrication and Tribology*, CRC Press, 2022.
- [5] S. Zhang *et al.*, “Effect of Nano Additives on Grease Tribological Properties,” *Tribology International*, 2021.
- [6] A. Suryani *et al.*, “Pembuatan Bio Pelumas dari Olein,” *Jurnal Teknik*, 2023.
- [7] S. R. J. Saunders and M. Forsyth, “Fatty Acid Based Corrosion Inhibitors for Steel Surfaces,” *Industrial Lubrication and Tribology*, 2018.
- [8] R. I. Pratiwi, R. Junaidi, dan A. Meidinariasty, “Pembuatan Grease dari Palm Fatty Acid Distillate (PFAD) dengan Variasi Komposisi Base Oil, Thickening Agent dan Asam Asetat sebagai Zat Aditif,” *Jurnal Serambi Engineering*, vol. 8, no. 4, pp. 6370–6377, 2023.
- [9] R. Ulfiati, “Formulasi Gemuk Lumas Sabun Litium dengan Bahan Dasar Minyak Jarak,” *Lembaran Publikasi Minyak dan Gas Bumi (LEMIGAS)*, vol. 43, no. 3, pp. 137–144, 2009.

-
- [10] Z. Lu, Q. Lin, Z. Cao, W. Li, J. Gong, Y. Wang, K. Hu, and X. Hu, “MoS₂ Nanomaterials as Lubricant Additives: A Review,” *Lubricants*, vol. 11, no. 12, p. 527, 2023, doi: 10.3390/lubricants11120527.
- [11] S. N. Rohmad, A. M. H. Syah Lubis, A. U. Rahmah, I. C. P. Utomo, dan A. Yulianto, “Analysis of the Effect of TBHQ and BHT Additives on Oxidation of Castor Oil,” *Proceedings of the 6th Mechanical Engineering, Science and Technology International Conference (MEST 2022)*, pp. 283–288, 2023.
- [12] B. Indriyani, “Pengaruh Penambahan Asam Lemak Tak Jenuh Oleat pada Proses Pembuatan Biopelumas dari Bahan Dasar Palm Kernel Oil (PKO),” *Chemical Engineering Journal Storage*, vol. 3, no. 5, 2023.
- [13] Monotaro Indonesia, “Jenis Grease Berdasarkan Warna, Material, dan Kekentalan,” *Monotaro Blog*, 2023. [Online]. Available: <https://www.monotaro.id/blog/panduan-produk/jenis-grease-berdasarkan-warna-material-kekentalan>.
- [14] A. Adiwibowo *et al.*, “Proses Saponifikasi Sabun Logam,” *Jurnal Konversi*, 2022.
- [15] NLGI, *Grease Guide*, National Lubricating Grease Institute, 2020.
- [16] A. K. Sharma *et al.*, “Corrosion Inhibitors in Lubricants,” *Journal of Materials Engineering*, 2020.
- [17] National Lubricating Grease Institute (NLGI), *Grease Consistency Classification*, Kansas City, USA
- [18] ASTM International, *ASTM D217 – Standard Test Methods for Cone Penetration of Lubricating Grease*, West Conshohocken, PA, USA.

- [19] ASTM International, *ASTM D566 – Standard Test Method for Dropping Point of Lubricating Grease*, West Conshohocken, PA, USA.
- [20] ASTM International, *ASTM D2265 – Standard Test Method for Dropping Point of Lubricating Grease Over Wide Temperature Range*, West Conshohocken, PA, USA.
- [21] ASTM International, *ASTM D1743 – Standard Test Method for Determining Corrosion Preventive Properties of Lubricating Greases*, West Conshohocken, PA, USA.
- [22] ASTM International, *ASTM D130 – Standard Test Method for Detection of Copper Corrosion from Petroleum Products*, West Conshohocken, PA, USA.

Halaman ini sengaja di kosongkan



Tugas Akhir TMAB

LAMPIRAN

Lampiran 1. Hasil Lab Uji Kekentalan, dan Uji Titik Tetes Grease

	PT PETROLAB SERVICES Independent Laboratory	ANALYSIS REPORT No. 023341NEO/NOV18/26			
Customer Name	POLITEKNIK NEGERI MADURA	Unit No/SN	:		
Address	Jl. Raya Taddan Km. 4 Taddan, Camplong-Sampang, Kabupaten Sampang, 69213.	Eng. Type/Model	:		
For Customer	POLITEKNIK NEGERI MADURA	Sample Name	:	NOT GIVEN (NEW)	
Eng Location	:	Typical	:		
Test Detail		Overall Analysis Result			
Lab Number	02276/O/G/26				
Sample Date					
Receive Date	2026-07-27				
Analysis Date	2026-07-30				
Report Date					
Hours on Oil					
Hours on Unit	NOT GIVEN (NEW)				
Sample Name					
No	Parameter	Unit	Method	Result	Typical
1	Base Oil Viscosity on Grease ¹ at 40°C	cSt	ASTM D445-21e2	42.80	
2	Dropping Point ²	°C	ASTM D2265	172	
3	Cone Penetration by Lubrication Grease Worked Penetration at 77°F (25°C)	mm	ASTM D217-21a	257	
	NLGI Number			2	

Remark

Catatan : Data analisa hanya berlaku untuk sample yang diuji di laboratorium PT. Petrolab Services. Pengaduan tidak dilayani setelah 30 hari dari tanggal report di terbitkan.

Report tidak boleh dipergunakan tanpa persetujuan tertulis dari laboratorium.

Notes : N=Normal, B=Attention, C=Urgent, D=Severe.

¹ Di luar ruang lingkup Akreditasi

² Parameter Subcontract



Manager Teknis

Endriastuti, S.Si

PSI Formulir/45-02

PT Petrolab Services
Jl Pisangan Lama III No 38 - Jakarta Timur 13230, Telp: +62 21 2968 8694, Fax: +62 21 2968 8693
customerservice@petrolab.co.id, http://www.petrolab.co.id

Page 1 of 1

BIODATA PENULIS

Muhammad Makbul dilahirkan di Pasuruan, 10 Juni 2005. Anak dari Bapak Edy Siono dan Ibu Endang Yuliani. Penulis merupakan anak ke dua dari dua bersaudara. Penulis mulai menuntut ilmu di SDIT AL-FAIZIN pada tahun (2011-2017), melanjutkan ke SMPN 1 SAMPANG pada tahun (2017-2020), dan melanjutkan ke SMAN 1 SAMPANG pada tahun (2020-2023). Pada tahun 2023 penulis melanjutkan ke jenjang perguruan tinggi di Politeknik Negeri Madura Jurusan Rekayasa Mesin dan Industri, Program Studi D3 Teknik Mesin Alat Berat selama 3 tahun (2023-2026). Selama menempuh ilmu di Politeknik Negeri Madura, penulis bergabung sebagai pengurus Himpunan Mahasiswa Teknik Mesin Alat Berat pada periode (2024-2025). Serta penulis aktif mengikuti Program Ormawa Membangun Negeri 2024. Sebagai salah satu syarat memperoleh gelar Ahli Madya Teknik (A.Md.T.), penulis menyusun Tugas Akhir berjudul "Pembuatan Semi Bio Grease Sebagai Pelumas Alternatif Pada Alat Berat". Penulis berharap karya ini dapat memberikan manfaat bagi pengembangan ilmu pengetahuan serta menjadi referensi dalam pengembangan alat bantu perawatan alat berat di lingkungan pendidikan.