

# **PENGARUH MULTI FEEDSTOCK 1 BIODIESEL DAN MULTI FEEDSTOCK 2 BIODIESEL TERHADAP UNJUK KERJA FOUR STROKE DIESEL ENGINE MENGGUNAKAN VARIASI PISTON CHAMBER**

**Ahmad Rifqul Muzakki, Edi Haryono, S.T., M.T., Lely Pramesti, S.T., M.T.**

*Program studi D4 Teknik Permesinan Kapal  
Email: ahmadrifqul@student.ppns.ac.id*

*Abstract - Petroleum fuel is one of the fuels that is always used in combustion motors, especially in diesel engines so that abiotic natural resources are limited. Petroleum makes natural resources depleted, while transportation facilities and industrial activities are declining. One of them, the use of diesel, which is an abiotic natural resource that continuously in the transportation sector will one day run out, so the thing that needs to be considered is the alternative fuel that can be made, namely biodiesel. Biodiesel is a renewable fuel and is generally made from biological sources (vegetable and animal) and is environmentally friendly. Raw materials from biodiesel that can be used are palm oil, olive oil, canola oil, hazelnut oil, and castor seed oil. In this research I will classify these raw materials into 2 compositions of multi-feedstock.biodiesel. The first is Multi-feedstock 1 biodiesel contained from palm oil, olive oil and canola oil. Meanwhile, Multi-Feedstock 2 biodiesel contains palm oil, hazelnut oil, and castor seed oil. The two Multi-feedstock compositions will then be mixed with HSD (Pertamina Dex) so that they become B20, B35, and B100 fuel which will then be tested on Four Stroke Diesel Engines with different piston variations. Which later in this study will test with a flat piston chamber then continue using the LSCS piston chamber. For lamp loading, it uses 1000 watt and also data capture using engine rotation variations of 900 rpm, 950 rpm, 1000 rpm, and 1050 rpm.*

---

**Keyword:** multi-feedstock 1 biodiesel and multi-feedstock 2 biodiesel, diesel engine, fuel mixture, piston variations, performance.

---

## **Nomenclature**

<b>Cos <math>\phi</math></b>	Power Faktor
<b>P</b>	Daya
<b>V</b>	Tegangan
<b>T</b>	Torsi
<b>Gsfc</b>	Nilai konsumsi bahan bakar
<b>RPM</b>	Putaran mesin

## **1. PENDAHULUAN**

Dalam dunia industrilisasi seperti sekarang ini, energi merupakan salah satu kebutuhan yang sangat diperlukan. Hal ini dikarenakan energi merupakan komponen yang dapat melancarkan proses industry. Salah satu sumber energi tersebut adalah bahan bakar yang berbahan fosil (Mariyamah, 2017). Tetapi sumber energi ini sudah semakin sedikit ketersediaannya di muka bumi ini, karena merupakan sumber energi yang tidak dapat diperbarui. Biodiesel adalah bahan bakar minyak (BBM) yang dibuat dari bahan nabati berupa lemak atau minyak untuk digunakan pada mesin genset diesel, mobil atau otomotif lainnya. Biodiesel termasuk bahan energi yang

dapat diperbaharui, karena dapat ditanam pada areal kehutanan, pertanian, lahan rakyat dan lain-lain. Biodiesel merupakan salah satu bentuk perubahan biomassa yang dapat mensubstitusi BBM yang dihasilkan melalui proses transesterifikasi (Kolo dkk., 2016). Biodiesel, umumnya dibuat melalui suatu proses kimia yang disebut reaksi transesterifikasi atau esterifikasi, yaitu suatu reaksi senyawa ester dan alkohol dengan menggunakan suatu katalisator (Devita, 2015). Pada tahun 2020 perkembangan biodiesel di Indonesia memiliki peran strategis dan memberikan pengaruh positif dalam berbagai aspek tentunya ini menjadikan Indonesia sebagai pionir dalam pemanfaatan biodiesel B30. Pengembangan biodiesel tidak akan berhenti pada B30 saja, karena kementerian ESDM berencana untuk meningkatkan tingkat pencampuran lebih tinggi lagi. Adapun ketentuan kewajiban minimal pemanfaatan biodiesel sebagai bahan bakar campuran yaitu 30% atau B30 sesuai dengan Peraturan ESDM Nomor 12 Tahun 2015. Mengacu pada proyeksi penyaluran Biosolar

tahun 2022 sebesar 36.475.050 kiloliter (kL), serta asumsi pertumbuhan permintaan/demand sebesar 3%, diperkirakan penjualan Biosolar di tahun 2023 akan mencapai angka 37.567.411 kL. Adapun estimasi kebutuhan Biodiesel untuk mendukung implementasi B35 sebesar 13.148.594 kL, atau meningkat sekitar 19% dibandingkan alokasi tahun 2022 sebesar 11.025.604 kL. Hal ini telah dipertimbangkan kesiapannya baik dari pasokan, distribusi, dan infrastruktur penunjang.

Pada penelitian ini, peneliti akan membagi menjadi 2 *Multi-feedstock* biodiesel. Mengapa dinamakan *Multi-feedstock*? Karena pencampuran 3 bahan untuk dijadikan biodiesel yang menjadi satu kesatuan biasa dinamakan *Multi-feedstock biodiesel*. Tujuan daripada penelitian ini yaitu untuk memperoleh pengaruh *multi-feedstock* terhadap unjuk kerja mesin diesel empat langkah dengan menggunakan variasi piston yang berbeda pada mesin, yaitu *flat piston chamber* dan *LSCS piston chamber*. Pada eksperimen kali ini, prosentase terhadap biodiesel sebesar 20% (B20), 35% (B35), dan 100% (B100) serta menggunakan putaran mesin 900 rpm, 950 rpm, 1000 rpm dan 1050 rpm pada pembebanan 1000 watt. Pengujian ini menggunakan mesin diesel dong feng 180a

## 2. METODOLOGI .

### 2.1.1 Start

Mulai pengerjaan proposal tugas akhir ini dilaksanakan sebagai persiapan awal sebelum tugas akhir. Pengerjaan tugas akhir itu sendiri dimulai pada Januari 2023.

### 2.1.2 Studi Literatur

Studi literatur dilaksanakan dari beberapa sumber ilmu, seperti tugas akhir senior, *website di internet*, siaran pers Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral, jurnal dan bimbingan arahan dari dosen pembimbing tugas akhir.

### 2.1.3 Identifikasi masalah

Tahap identifikasi dan perumusan masalah bertujuan untuk menghimpun kerangka pemikiran peneliti terhadap masalah yang akan dianalisis. Identifikasi masalah pada penelitian ini adalah untuk membandingkan performa four stroke diesel engine antara *Multi-Feedstock 1 biodiesel* dan *Multi-Feedstock 2 biodiesel* dengan menggunakan *Flat Piston Chamber* dan *LSCS Piston Chamber* terhadap unjuk kerja *four stroke diesel engine*.

### 2.1.4 Pra eksperimen

Pra-eksperimen dilakukan untuk mengetahui unjuk kerja dari motor diesel dengan menggunakan bahan bakar solar (pertamina dex) dan menyiapkan *Flat Piston Chamber* dan *LSCS Piston Chamber*. Diharapkan data yang dihasilkan dari percobaan ini dapat digunakan sebagai data pembanding dengan data yang dihasilkan pada eksperimen dengan B20, B35 dan B100.

### 2.1.5 Pembuatan biodiesel

Biodiesel dari Minyak Kelapa Sawit, Minyak Canola, Minyak Zaitun, Minyak Kemiri, dan Minyak Biji Jarak. Untuk komposisi *multi-feedstock 1* biodiesel yang terdiri dari biodiesel minyak kelapa sawit, biodiesel minyak zaitun dan biodiesel minyak Canola dengan perbandingan 1 : 1 : 1. Untuk komposisi *multi-feedstock 2* biodiesel yang terdiri dari biodiesel minyak kelapa sawit, biodiesel minyak kemiri, dan biodiesel minyak biji jarak dengan perbandingan 1 : 1 : 1. Ketiga jenis biodiesel tersebut dari masing-masing *multi-feedstock 1* dan *multi-feedstock 2* biodiesel melalui proses esterifikasi lalu dilanjutkan dengan proses transesterifikasi.

Proses esterifikasi dilakukan dengan memanaskan minyak nabati menggunakan hot plate hingga mencapai suhu diatas 55°C. Setelah suhu tercapai, minyak nabati dicampur dengan campuran methanol dengan H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>. Perbandingan antara minyak nabati dengan methanol sebesar 5 : 1 dan digunakan H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> sebesar 1% dari berat minyak nabati. Proses reaksi berlangsung selama 2 jam dengan RPM pengadukan konstan pada suhu 55°C.

Langkah – Langkah transesterifikasi sama dengan proses esterifikasi, yang membedakan adalah transesterifikasi dengan esterifikasi terdapat pada katalis yang digunakan pada proses transesterifikasi berupa katalis basa. Digunakan soda api sebesar 1,5% dari berat minyak sebagai katalis pada proses transesterifikasi. Campuran yang telah direaksikan kemudian didiamkan selama kurang lebih 24 jam agar tercipta lapisan antara gliserol dan biodiesel. Biodiesel kemudian dipisahkan dengan gliserol untuk dilakukan proses pencucian/pemurnian.

### 2.1.6 Pembuatan B20, B35, dan B100

Pembuatan bahan bakar yang mencampurkan biodiesel Minyak Kelapa Sawit, Minyak Zaitun, dan Minyak Canola dicampur 1 : 1 : 1 (*Multi-Feedstock 1 biodiesel*) dengan minyak solar. Sementara mencampurkan Biodiesel Minyak Kelapa Sawit, Minyak Biji Jarak, dan Minyak Kemiri dicampur 1 : 1 : 1 (*Multi-Feedstock 2 biodiesel*) dengan minyak solar. Prosentase pencampuran meliputi 20%

*Multi-Feedstock 1 / 2 biodiesel* 80% minyak solar , 35% *Multi-Feedstock 1 / 2 biodiesel* 65% minyak solar (B35) dan 100% *Multi-Feedstock 1 / 2 biodiesel* dengan 0% minyak solar (B100).

### 2.1.7 Analisa karakteristik bahan bakar

Analisa karakteristik *Multi-Feedstock 1 biodiesel* dan *Multi-Feedstock 2 biodiesel* dilakukan setelah bahan bakar campuran B20, B35 dan B100 pada masing-masing *Multi-Feedstock* yang telah dibuat. Analisa karakteristik tersebut dilakukan untuk mengetahui besar titik nyala, viskositas, densitas, angka setana dan nilai kalor dari tiap-tiap prosentase masing-masing *Multi-Feedstock*.

### 2.1.8 Pengambilan data

Setelah dilakukan analisa karakteristik pencampuran bahan bakar pada masing-masing *Multi-Feedstock* baik 1 maupun 2 dengan solar menjadi B20, B35, dan B100. maka langkah selanjutnya yaitu pengujian terhadap four stroke marine diesel engine dengan menggunakan *Flat Piston Chamber* dan *Lateral Swirl Combustion System (LSCS) Piston Chamber*. Pencatatan dari hasil pengujian yang digunakan sebagai bahan untuk menjawab masalah yang telah disebutkan. digunakan untuk mencatat hasil pengujian.

### 2.1.9 Perhitungan daya, torsi, dan gsfc

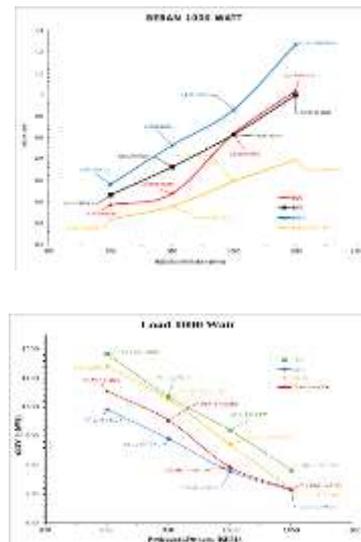
Dalam tahap ini dilakukan perhitungan yang bersumber dari data yang telah diperoleh dari hasil pengujian pencampuran bahan bakar solar dengan *Multi-Feedstock 1 biodiesel* dan pencampuran bahan bakar solar dengan *Multi-Feedstock 2 biodiesel* pada unjuk kerja *four stroke marine diesel engine* dengan menggunakan *Flat Piston Chamber* dan *LSCS Piston Chamber* yang berbeda untuk mendapatkan hasil daya, torsi dan *gsfc* yang kemudian dibuat grafik.

### 2.1.10 Finish

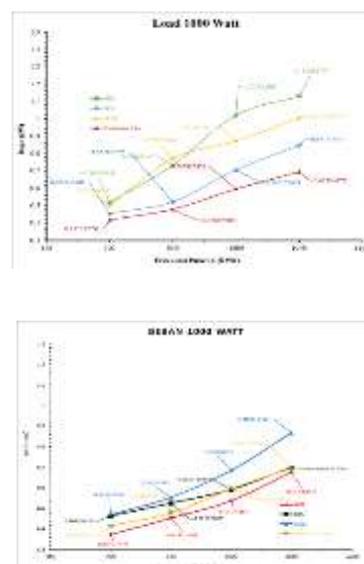
## 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

### 3.1 Perhitungan Daya MFB 1 dan MFB 2 biodiesel flat piston dan lscs daya 1000 watt

#### A. 1000 WATT



Gambar 3.1 Grafik daya mfb 1 dan mfb 2 flat piston



Gambar 3.2 Grafik daya mfb 1 dan mfb 2 lscs piston

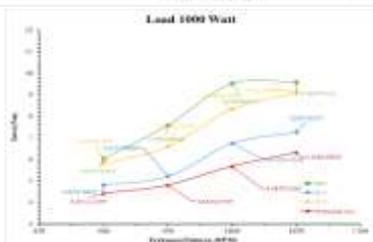
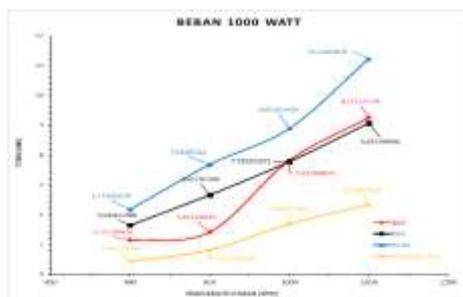
Pada gambar 3.1 merupakan grafik daya pada beban 1000 Watt untuk MFB 1 dan MFB 2 keempat bahan bakar yang diuji flat piston. Pada MFB 1, B100 mempunyai daya tertinggi yaitu 1,2346 kW. Pada RPM 1000, B20 dan B35 mempunyai daya yang hampir sama yaitu sebesar 0,816 kW dan 0,8147 kW. Bahan bakar B20 mempunyai daya tertinggi daripada B35, yaitu sebesar 1,018 kW. Pada MFB 2, B100 mempunyai daya paling tinggi yaitu sebesar 0,868 kW pada RPM 1050. Bahan bakar pertamina dex dan B35 mempunyai daya yang hampir sama

pada RPM 100, yaitu sebesar 0,596 kW dan 0,592 kW. Pada MFB 2, bahan bakar B20 mempunyai daya yang relative lebih kecil dibandingkan B35, B100, dan Pertamina Dex, mana B20 mempunyai daya yang paling tinggi hanya 0,677 kW.

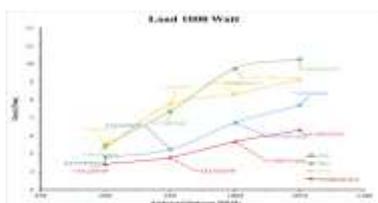
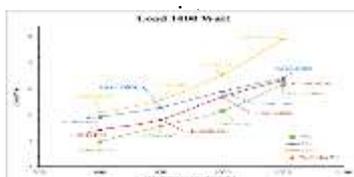
Pada gambar 4.10 merupakan grafik daya pada beban 1000 Watt untuk MFB 1 dan MFB 2 keempat bahan bakar yang diuji lscs piston. Pada MFB 1, B20 mempunyai daya tertinggi yaitu 1,056 kW. Untuk B100 mempunyai daya tertinggi sebesar 1,002 kW. Pada bahan bakar B35 mempunyai daya tertinggi daripada pertamina dex, yaitu sebesar 0,799 kW. Pada MFB 2, B20 mempunyai daya paling tinggi yaitu sebesar 1,

### 3.2 Perhitungan Torsi MFB 1 dan MFB 2 flat piston dan lscs piston daya 1000 watt

#### A. 1000 WATT



Gambar 3.3 Grafik torsi mfb 1 dan mfb 2 flat



Gambar 3.4 Grafik torsi mfb 1 dan mfb 2 lscs piston

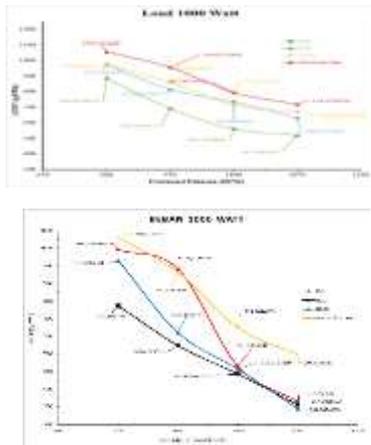
Pada dambar 3.3. menunjukkan grafik torsi pada beban 1000 watt untuk keempat bahan bakar

yang diuji untuk variasi rpm 900, rpm 950, rpm 1000 dan rpm 1050 pada MFB 1 dan MFB 2 flat piston. Pada grafik MFB 1, didapatkan torsi tertinggi pada campuran bahan bakar B100 yaitu 11,22820676 Nm pada rpm 1050. Untuk campuran B20 torsi yang di hasikan lebih tinggi di dibandingkan B35 yang mana B20 menghasilkan torsi sebesar 9,262325443 Nm di rpm 1050 sedangkan untuk bahan bakar B35 menghasilkan torsi sebesar 9,073298393 Nm di rpm 1050. Dari keempat bahan bakar pertamina dex yang menghasilkan torsi paling rendah yaitu 6,328625629 Nm di rpm 1050. Pada grafik MFB 2, didapatkan torsi tertinggi pada campuran bahan bakar B100 yaitu 7,8963 Nm pada rpm 1050. Untuk campuran B35 torsi yang di hasikan lebih tinggi di dibandingkan pertamina dex yang mana B35 menghasilkan torsi sebesar 6,3891 Nm di rpm 1050 sedangkan untuk bahan bakar pertamina dex menghasilkan torsi sebesar 6,3286 Nm di rpm 1050. Dari keempat bahan bakar B20 yang menghasilkan torsi paling rendah yaitu 6,15976 Nm di rpm 1050.

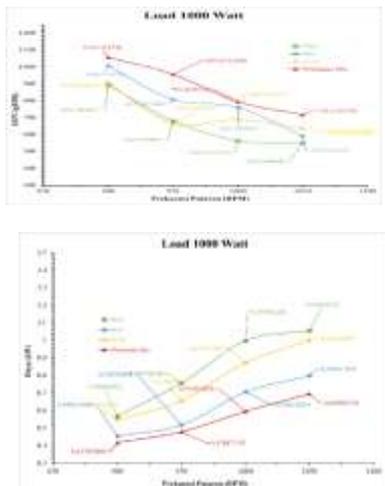
Pada dambar 3.4. menunjukan grafik torsi pada beban 1000 watt untuk keempat bahan bakar yang diuji untuk variasi rpm 900, rpm 950, rpm 1000 dan rpm 1050 pada MFB 1 dan MFB 2 Lscs Piston. Pada grafik MFB 1, didapatkan torsi tertinggi pada campuran bahan bakar B20 yaitu 9,602574 Nm pada rpm 1050. Untuk campuran B100 torsi yang di hasikan lebih tinggi di dibandingkan B35 yang mana B100 menghasilkan torsi sebesar 9,1111 Nm di rpm 1050 sedangkan untuk bahan bakar B35 menghasilkan torsi sebesar 7,26872 Nm di rpm 1050. Dari keempat bahan bakar pertamina dex yang menghasilkan torsi paling rendah yaitu 6,328625 Nm di rpm 1050. Pada grafik MFB 2, didapatkan torsi tertinggi pada campuran bahan bakar B20 yaitu 10,283071 Nm pada rpm 1050. Untuk campuran B100 torsi yang di hasikan lebih tinggi di dibandingkan B35 yang mana B100 menghasilkan torsi sebesar 9,141345 Nm di rpm 1050 sedangkan untuk bahan bakar B35 menghasilkan torsi sebesar 7,711043 Nm di rpm 1050. Dari keempat bahan bakar pertamina dex yang menghasilkan torsi paling rendah yaitu 6,328625 Nm di rpm 1050.

### 3.3 Perhitungan Gsfc mfb 1 dan mfb 2 flat piston dan lscs piston daya 1000 watt

#### A. 1000 WATT



Gambar 3.5 grafik gsfc mfb 1 dan mfb 2 flat piston



Gambar 3.6 grafik gsfc mfb 1 dan mfb 2 lscs piston

Pada gambar 3.5 merupakan grafik *gsfc* setiap bahan bakar MFB 1 dan MFB 2 pada beban 1000 wat dan pada variasi rpm 900, rpm 950, rpm 1000, rpm 1050. Pada MFB 1, bahan bakar B100 campuran biodiesel memiliki *gsfc* paling rendah sebesar 544,9484099 gr/kWh pada rpm 1050. Untuk campuran biodiesel B35 memiliki *gsfc* paling rendah dibandingkan B20, untuk campuran bahan bakar B35 didapatkan hasil *gsfs* yaitu 555,5712425 gr/kWh pada rpm 1050 sedangkan untuk bahan bakar B20 di dapatkan hasil *gsfc* yaitu 564,5885553 gr/kWh. Pada rpm 1050 sedangkan untuk pertamina dex didapatkan hasil pengujian yang paling tinggi 699,3141336gr/kWh pada rpm 1050. Pada MFB 2, bahan bakar B35 campuran biodiesel memiliki *gsfc* paling rendah sebesar 713,1029503 gr/kWh

pada rpm 1050. Untuk campuran biodiesel B100 memiliki *gsfc* paling rendah dibandingkan Pertamina dex, untuk campuran bahan bakar B100 didapatkan hasil *gsfs* yaitu 716,2768468 gr/kWh pada rpm 1050 sedangkan untuk bahan bakar pertamina dex di dapatkan hasil *gsfc* yaitu 716,3705759 gr/kWh pada rpm 1050. Sedangkan untuk B20 didapatkan hasil pengujian yang paling tinggi 782,3192299 gr/kWh pada rpm 1050.

Pada gambar 4.24 merupakan grafik *gsfc* setiap bahan bakar MFB 1 dan MFB 2 pada beban 1000 wat dan pada variasi rpm 900, rpm 950, rpm 1000, rpm 1050. Pada MFB 1, bahan bakar B20 campuran biodiesel memiliki *gsfc* paling rendah sebesar 517,906152 gr/kWh pada rpm 1050. Untuk campuran biodiesel B35 memiliki *gsfc* paling rendah dibandingkan B100, untuk campuran bahan bakar B35 didapatkan hasil *gsfs* yaitu 628,5477066 gr/kWh pada rpm 1050 sedangkan untuk bahan bakar B100 di dapatkan hasil *gsfc* yaitu 666,6715429 gr/kWh. Pada rpm 1050 sedangkan untuk pertamina dex didapatkan hasil pengujian yang paling tinggi 716,3705759 gr/kWh pada rpm 1050. Pada MFB 2, bahan bakar B20 campuran biodiesel memiliki *gsfc* paling rendah sebesar 549,1244943 gr/kWh pada rpm 1050. Untuk campuran biodiesel B35 memiliki *gsfc* paling rendah dibandingkan B100, untuk campuran bahan bakar B35 didapatkan hasil *gsfs* yaitu 590,5921075 gr/kWh pada rpm 1050 sedangkan untuk bahan bakar B100 di dapatkan hasil *gsfc* yaitu 634,6915259 gr/kWh pada rpm 1050. Sedangkan untuk Pertamina dex didapatkan hasil pengujian yang paling tinggi 716,3705759 gr/kWh pada rpm 1050.

#### 4. KESIMPULAN

1. Pada pengujian daya, perbandingan daya tertinggi pada MFB 1 dan MFB 2 baik Flat Piston maupun Lscs Piston. Pada pembebanan 1000 Watt, B100 MFB 1 Flat mendapatkan Daya Terbesar yaitu sebesar 1,234605816 Kw.
2. Pada pengujian torsi, perbandingan MFB 1 dan MFB 2 dari Flat Piston dan Lscs Piston pada pembebanan 1000 watt, MFB 1 B100

pada Flat piston mendapatkan Torsi terbesar sebesar 11,2282 Nm.

3. Pada pengujian Gsf, perbandingan MFB 1 dan MFB 2 dari Flat Piston dan Lscs Piston, GSFC terendah pada penggabungan Gsf terendah pada masing-masing rpm (900 rpm, 950 rpm, 1000, 1050 rpm). Pada beban 1000 Watt, MFB 1 B20 LSCS mempunyai GSFC terendah yaitu sebesar 571,906152 gr/kWh

## 5. UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih kepada Allah SWT, telah melancarkan penulis untuk menyelesaikan jurnal ini. Dan tak lupa, saya ucapkan terima kasih kepada orang tua saya karena beliau telah mensupport selalu setiap kegiatan saya. Serta terima kasih kepada Bapak Edi Haryono S.T, M.T dan Ibu Lely Pramesti S.T, M.T selaku dosen pembimbing yang telah melancarkan dan memberikan ilmunya kepada saya.

## 7. PUSTAKA

- Arlene, A. (2013). Ekstraksi Kemiri Dengan Metode Soxhlet Dan Karakterisasi Minyak Kemiri. 2(2), 6–10.
- Esdm.go.id (2019). Program Mandatory Biodiesel 30% (B30). Diakses pada 1 Februari 2023, dari <https://ebtke.esdm.go.go.id/post/2019/12/19/2434/faq.program.mandatori.biodiesel.30.b30>.
- Ebtke.esdm.go.id (2021). Inovasi Produksi Biodiesel Berbasis Tanaman Jarak Pagar. Diakses pada 1 Februari 2023, dari: <https://ebtke.esdm.go.id/post/2021/02/18/2797/inovasi.produksi.biodiesel.berbasis.tanaman.jarak.pagar#:~:text=Biji%20jarak%20pagar%20mengandung%20rendemen,Penelitian%20Tanaman%20Pemanis%20dan%20Serat>
- Kolo, S. M. D., Siburian, R. A. F., & Lulan, T. Y. K. (2016). Produksi Biodiesel dari Minyak Biji Jarak Pagar (*Jatropha curcas* L.). *Jurnal Pendidikan Biologi*, 1(1), 6–8.
- Moch. Setyadi, Mashudi, E. S. (2003). *Studi pembuatan minyak bio-diesel jarak*. 226–233.
- Purnomo, V., Hidayatullah, A. S., In'am, A. J., Prastuti, O. P., Septiani, E. L., & Herwoto, R. P. (2020). Biodiesel From *Jatropha* Oil With Subcritical Methanol Transesterification. 14(2), 73–79.