

COMPARE ANALYSIS ENGINE BIODIESEL B-10 AND BIODIESEL B-20 USING DIESEL FUEL BIOCID

Gunawan Hidayat^{1*} dan Iskandar Zulkarnaen²

¹Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Jakarta

²Prodi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Jakarta

*Corresponding author: gunawan.hidayat@umj.ac.id

Abstract. Scarcity of crude oil which occur encouraged researcher to develop alternative fuel sources as a substitute for diesel. Based on these thoughts then performed testing diesel engine Komatsu HD785-7 by using biodiesel fuel B-10, B-20 and B-20 with an additive. On this test the fuel will tested to know the performance of each other fuel by measuring parameters is power, torque, and fuel consumption. The research methods is experimental testing that using engine test bench as testing unit. From the test is getting results average power produced by biodiesel B-10 amounted to 707.82528 kW, biodiesel B-20 with additive is produced 695.86131 kW of power, the power produced by biodiesel B-20 with additive is below than biodiesel B-10 that is around 2 % below that. But, the fuel consumption pattern about biodiesel B-20 with additive is more economic around 6% were compared to biodiesel B-20 fuel consumption pattern, the average value of the specific fuel consumption is 0.23176 kg/kWh that is below than 0.24667 kg/kWh. It's means the biodiesel B-20 with additive is have fuel consumption pattern almost equals to biodiesel B-10 fuel consumption pattern, the specific value of the specific fuel consumption biodiesel B-10 is 0.23267 kg/kWh.

Abstrak. Kelangkaan akan bahan bakar minyak (BBM) yang terjadi mendorong dilakukannya penelitian untuk mengembangkan sumber bahan bakar alternatif lain sebagai pengganti solar. Berdasarkan pemikiran tersebut maka dilakukan pengujian mesin *diesel* Komatsu HD785-7 dengan menggunakan bahan bakar biodiesel B-10, B-20, dan B-20 dengan tambahan additive. Pada pengujian ini ketiga bahan bakar diuji untuk mengetahui performa masing-masing dengan parameter ukur berupa daya, torsi, dan konsumsi bahan bakar. Adapun metode penelitian yang digunakan dengan cara uji eksperimental menggunakan engine test bench sebagai alat uji. Dari hasil pengujian maka didapatkan hasil daya rata-rata yang dihasilkan engine berbahan bakar biodiesel B-10 sebesar 707.82528 kW, dan daya yang dihasilkan engine berbahan bakar biodiesel B-20 dengan additive adalah 695.86131 kW, daya yang dihasilkan engine berbahan bakar biodiesel B-20 dengan additive lebih kecil sekitar 2 % dibanding daya yang dihasilkan engine berbahan bakar biodiesel B-10. Namun konsumsi bahan bakar biodiesel B-20 dengan tambahan additive lebih hemat 6 % dibanding konsumsi bahan bakar biodiesel B-20 tanpa additive, dengan nilai konsumsi bahan bakar spesifik sebesar 0.23176 kg/kWh lebih kecil dari 0.24667 kg/kWh. Hal tersebut berarti biodiesel B-20 dengan tambahan additive mampu menyaingi pola konsumsi bahan bakar biodiesel B-10 yang memiliki nilai konsumsi bahan bakar spesifik sebesar 0.23267 kg/kWh.

Kata kunci: Komatsu HD 785-7, Biodiesel, Diesel Fuel Biocide.

© 2019. BKSTM-Indonesia. All rights reserved

Pendahuluan

Bahan bakar jenis solar berasal dari minyak bumi yang keberadaannya semakin lama semakin menipis, sehingga *biodiesel* merupakan solusi alternatif sebagai penggantinya. *Biodiesel* merupakan bahan bakar yang terdiri dari campuran *mono-alkyl ester* dari rantai panjang asam lemak, yang dipakai sebagai alternatif bahan bakar mesin *diesel* yang terbuat dari sumber terbarukan seperti minyak sayur atau lemak hewan ^[10]. Di Indonesia melalui peraturan menteri energi dan sumber daya

mineral Republik Indonesia nomor 12 tahun 2015 kebijakan mandatori *biodiesel* dipercepat dari B-10 tahun 2014 menjadi B-15 tahun 2015 dan meningkat menjadi B-20 tahun 2016. *Biodiesel* B-10 merupakan bahan bakar untuk mesin *diesel* dengan komposisi 10% *biodiesel* dan 90% solar, B-15 dengan komposisi 15% *biodiesel* dan 85% solar, dan B-20 dengan komposisi 20% *biodiesel* dan 80% solar.

Kebijakan tersebut merupakan kebijakan pembangunan nasional yang harus di patuhi oleh

setiap perusahaan yang menjadi konsumen bahan bakar mesin *diesel* di Indonesia, oleh sebab itu perusahaan harus mempersiapkan berbagai aspek yang berkaitan dengan perubahan konsumsi energi tersebut. Salah satu diantara aspek-aspek tersebut adalah aspek teknis yang harus menjamin perubahan konsumsi bahan bakar tersebut tidak menurunkan performa mesin demi kelancaran proses produksi di suatu perusahaan. Dalam penelitian ini yang menjadi objek penelitian adalah mesin *diesel* pada unit *dump truck* Komatsu HD785-7 yang sebelumnya telah menggunakan bahan bakar *biodiesel* B-10 dan ingin di rubah menjadi *biodiesel* B-20 yang ditambah *additive*. Zat *additive* yang digunakan dalam penelitian ini adalah *diesel fuel biocide* dengan merk dagang Biobor JF.

Penambahan *diesel fuel biocide* tersebut dilakukan mengingat perubahan komposisi *biodiesel* yang sebelumnya hanya 10 % menjadi 20 % memberikan dampak negatif berupa resiko oksidasi menjadi dua kali lipat lebih besar dari sebelumnya, hal tersebut terjadi karena pada dasarnya *biodiesel* bersifat lebih rentan terhadap oksidasi dibanding bahan bakar *diesel* konvensional, jika dibiarkan hal tersebut mampu menyebabkan korosi, *filter* rusak, dll. Selain itu *biodiesel* juga memiliki kandungan energi yang lebih rendah dibanding bahan bakar *diesel* konvensional^[11].

Metode Penelitian

Metode pengumpulan data yang akan dilakukan pada penelitian ini adalah dengan cara uji eksperimental menggunakan *power test dynamometer*, dimana *biodiesel* B-10, B-20, dan B-20 dengan *additive* sebagai variabel terikat. *rpm engine* sebagai variabel kontrol dan kemudian torsi, daya, dan konsumsi bahan bakar sebagai variabel bebas.

Hasil dan Pembahasan

Hasil pengukuran yang dilakukan pada engine berbahan bakar *biodiesel* B-10 disajikan dalam bentuk tabel di bawah ini.

Tabel 1. Hasil Pengukuran Engine Berbahan Bakar Biodiesel B-10.

| Putaran Engine (rpm) | Torsi (kg.m) | Laju Aliran Bahan Bakar (kg/h) |
|----------------------|--------------|--------------------------------|
| 1300 | 498 | 156.21 |
| 1400 | 489 | 162.74 |
| 1500 | 486 | 171.03 |
| 1600 | 480 | 173.39 |
| 1700 | 477 | 175.81 |
| 1800 | 449 | 183.38 |
| 1900 | 438 | 181.16 |
| 2000 | 367 | 172.20 |
| 2100 | 260 | 140.14 |
| 2200 | 151 | 98.7 |

Dengan hasil pengukuran di atas maka dapat dilakukan perhitungan daya menggunakan persamaan 1. perhitungan :

498 kg.m = 4883.71170 N.m maka :

$$P_B = \frac{2 \pi 1300}{60} 4883.71170 = 664,847.42138 \text{ Watt}$$

Ini berarti daya mekanik yang memutar poros engkol atau biasa disebut dengan daya poros yang dihasilkan dari pembakaran *biodiesel* B-10 sebesar 664.84742 kW.

Konsumsi bahan bakar spesifik juga dapat diketahui dengan menggunakan persamaan 2.

$$S_{fc} = \frac{156.21000 \cdot 10^3}{664,847.42138} = 0.23496 \text{ kg/kW.h}$$

Yang berarti pada keadaan tersebut, untuk menghasilkan daya mekanik sebesar 1 kW.h dibutuhkan sekitar 0.23496 kg *biodiesel* B-10.

Berdasarkan tabel 2.3 pada bab landasan teori, *biodiesel* B-10 diketahui memiliki LHV sebesar : 42260 kJ/kg.

Maka efisiensi thermal brake dapat dicari menggunakan persamaan 13.

Contoh Perhitungan :

$$\eta_B = \frac{664.84742}{156.21000 \cdot 42260} 3600 = 36.25652 \%$$

Yang berarti dari 100 % energi yang terkandung dalam *biodiesel* B-10, hanya 36.25652 % yang

berubah menjadi daya mekanik, dimana sekitar 63.7 % daya terbuang karena adanya rugi-rugi mekanis dan rugi-rugi panas.

Dengan proses perhitungan seperti yang telah dicontohkan di atas, maka didapatkan hasil sebagai berikut :

Tabel 2. Performa Engine Berbahan Bakar Biodiesel B-10.

| Putaran Engine (rpm) | Torsi (kg.m) | Laju Aliran Bahan Bakar (kg/h) |
|----------------------|--------------|--------------------------------|
| 1300 | 486 | 158.00000 |
| 1400 | 484 | 163.00000 |
| 1500 | 480 | 172.60000 |
| 1600 | 471 | 177.40000 |
| 1700 | 465 | 178.91000 |
| 1800 | 443 | 186.00000 |
| 1900 | 428 | 185.00000 |
| 2000 | 330 | 167.80000 |
| 2100 | 241 | 141.40000 |
| 2200 | 149 | 114.00000 |

Dari hasil percobaan dapat disimpulkan bahwa diesel engine pada HD 785-7, dengan bahan bakar biodiesel B-10 menghasilkan :

Daya maksimal sebesar 854.62778 kW pada putaran engine 1900 rpm.

Torsi maksimal yang mampu dihasilkan sebesar 498 kg.m setara dengan 4883.71170 N.m pada 1300 rpm.

Konsumsi bahan bakar minimal adalah 98.77 kg/h pada 2200 rpm.

Efisiensi thermal brake tertinggi sebesar 40.35023 % didapat pada putaran 1700 rpm dengan daya sebesar 832.75374 kW, dan torsi sebesar 477 kg.m, dengan konsumsi bahan bakar 175.81000 kg/h. Dimana pada keadaan ini setiap 0.21112 kg bahan bakar mampu menghasilkan daya sebesar 1 kW.h. Sedangkan bila dilihat secara rata-rata, maka :

Daya rata-rata didapat sebesar 707.82528 kW
 Torsi rata-rata yang didapat sebesar 409.5 kg.m
 Konsumsi bahan bakar rata rata sebesar :
 161.48300 kg/h = 2.69138 kg/min
 Dan Efisiensi rata-rata sebesar : 36.89860 %

Tabel 3. Hasil Pengukuran Engine Berbahan Bakar Biodiesel B-20.

| Putaran Engine (rpm) | Daya (kW) | Konsumsi Bahan Bakar Spesifik (kg/kW.h) | Efisiensi Thermal Brake (%) |
|----------------------|-----------|---|-----------------------------|
| 1300 | 664.84742 | 0.23496 | 36.25652 |
| 1400 | 703.04996 | 0.23148 | 36.80145 |
| 1500 | 748.64654 | 0.22845 | 37.28873 |
| 1600 | 788.69759 | 0.21984 | 38.74891 |
| 1700 | 832.75374 | 0.21112 | 40.35023 |
| 1800 | 829.98098 | 0.22094 | 38.55575 |
| 1900 | 854.62778 | 0.21198 | 40.18720 |
| 2000 | 753.78129 | 0.22845 | 37.28938 |
| 2100 | 560.71469 | 0.24993 | 34.08418 |
| 2200 | 341.15279 | 0.28952 | 29.42367 |

Dengan proses perhitungan yang sama dengan proses perhitungan pada poin 4.1 maka didapatkan hasil sebagai berikut :

Tabel 4. Performa Engine Berbahan Bakar Biodiesel B-20.

| Putaran Engine (rpm) | Daya (kW) | Konsumsi Bahan Bakar Spesifik (kg/kW.h) | Efisiensi Thermal Brake (%) |
|----------------------|-----------|---|-----------------------------|
| 1300 | 648.82700 | 0.24352 | 35.33317 |
| 1400 | 695.86131 | 0.23424 | 36.73211 |
| 1500 | 739.40399 | 0.23343 | 36.85970 |
| 1600 | 773.90951 | 0.22923 | 37.53595 |
| 1700 | 811.80396 | 0.22039 | 39.04158 |
| 1800 | 818.88992 | 0.22714 | 37.88117 |
| 1900 | 835.11573 | 0.22153 | 38.84058 |
| 2000 | 677.78699 | 0.24757 | 34.75458 |
| 2100 | 519.73939 | 0.27206 | 31.62620 |
| 2200 | 336.63421 | 0.33865 | 25.40763 |

Daya maksimal sebesar 835.11573 kW pada putaran engine 1900 rpm.

Torsi maksimal yang mampu dihasilkan sebesar 486 kg.m pada 1300 rpm.

Konsumsi bahan bakar minimal adalah 114 kg/h pada 2200 rpm.

Efisiensi thermal brake tertinggi sebesar 39.04158 % didapat pada putaran 1700 rpm dengan daya sebesar 811.80396 kW, dan torsi sebesar 465 kg.m,

dengan konsumsi bahan bakar 178.91000 kg/h. Dimana pada keadaan ini setiap 0.22039 kg bahan bakar mampu menghasilkan daya sebesar 1 kW.h. Sedangkan bila dilihat secara rata-rata, maka :
 Daya rata-rata didapat sebesar 685.79720 kW
 Torsi rata-rata yang didapat sebesar 397.7 kg.m
 Konsumsi bahan bakar rata rata sebesar 164.41100 kg/h = 2.740183333 kg/min
 Dan Efisiensi rata-rata sebesar : 35.40127 %

Dengan menambahkan zat additive berupa *diesel fuel biocide* bermerek dagang Biobor JF, dengan perbandingan campuran sesuai dengan ajuran pembuatnya yaitu 1 ons untuk setiap 80 gallon solar / biodiesel. Maka didapatkan hasil pengujian sebagai berikut :

Tabel 5. Engine Berbahan Bakar Biodiesel B-20 + Additive.

| Putaran Engine (rpm) | Torsi (kg.m) | Laju Aliran Bahan Bakar (kg/h) |
|----------------------|--------------|--------------------------------|
| 1300 | 490 | 162.10000 |
| 1400 | 487 | 165.00000 |
| 1500 | 482 | 168.90000 |
| 1600 | 479 | 172.00000 |
| 1700 | 477 | 174.90000 |
| 1800 | 445 | 176.50000 |
| 1900 | 430 | 180.60000 |
| 2000 | 343 | 167.00000 |
| 2100 | 249 | 136.70000 |
| 2200 | 150 | 87.00000 |

Dengan proses perhitungan yang sama maka didapatkan hasil sebagai berikut :

Tabel 6. Performa Engine Berbahan Bakar Biodiesel B-20 + Additive

| Putaran Engine (rpm) | Daya (kW) | Konsumsi Bahan Bakar Spesifik (kg/kW.h) | Efisiensi Thermal Brake (%) |
|----------------------|-----------|---|-----------------------------|
| 1300 | 654.16714 | 0.24780 | 34.72294 |
| 1400 | 700.17450 | 0.23566 | 36.51179 |
| 1500 | 742.48484 | 0.22748 | 37.82411 |
| 1600 | 787.05447 | 0.21854 | 39.37197 |
| 1700 | 832.75374 | 0.21003 | 40.96733 |
| 1800 | 822.58694 | 0.21457 | 40.10033 |
| 1900 | 839.01814 | 0.21525 | 39.97279 |
| 2000 | 704.48769 | 0.23705 | 36.29675 |
| 2100 | 536.99215 | 0.25457 | 33.79950 |

Daya maksimal sebesar 839.01814 kW pada putaran engine 1900 rpm.

Torsi maksimal yang mampu dihasilkan sebesar 490 kg.m setara dengan 4805.25850 N.m pada 1300 rpm.

Konsumsi bahan bakar minimal adalah 87 kg/h pada 2200 rpm.

Efisiensi thermal brake tertinggi sebesar 40.96733 % didapat pada putaran 1700 rpm dengan daya sebesar 832.75374 kW, dan torsi sebesar 477 kg.m, dengan konsumsi bahan bakar 174.9 kg/h. Dimana pada keadaan ini setiap 0.21003 kg bahan bakar mampu menghasilkan daya sebesar 1 kW.h.

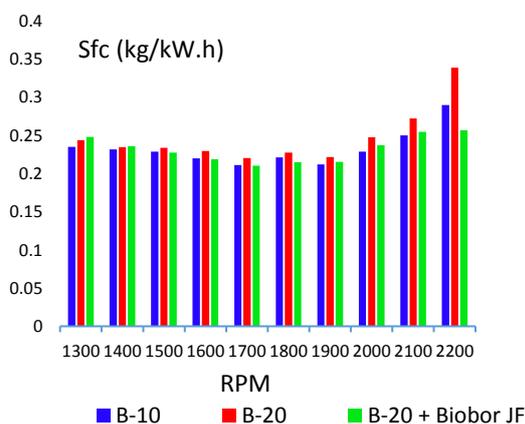
Sedangkan bila dilihat secara rata-rata, maka :

Daya rata-rata didapat sebesar 695.86131 kW

Torsi rata-rata yang didapat sebesar 403.2 kg.m

Konsumsi bahan bakar rata rata sebesar 159.07000 kg/h = 2.651166667 kg/min

Dan Efisiensi rata-rata sebesar : 37.30837 %



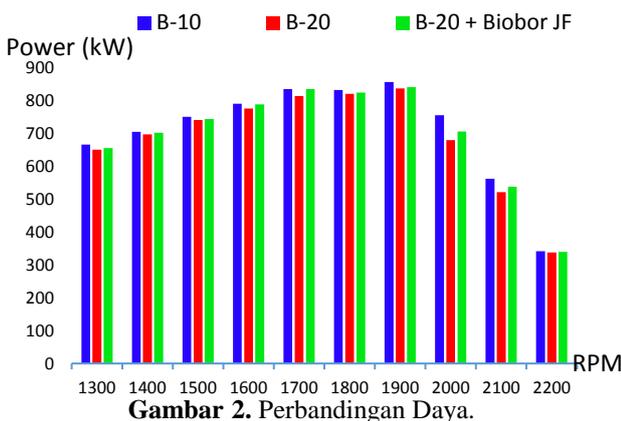
Gambar 4.1. Konsumsi Bahan Bakar Spesifik.

Pada grafik di atas dapat dilihat adanya perbedaan daya yang dihasilkan oleh engine dengan bahan bakar yang berbeda. Engine berbahan bakar biodiesel B-10 rata-rata menghasilkan daya mekanik sebesar 707,82528 kW, sedangkan engine berbahan bakar biodiesel B-20 menghasilkan daya mekanik rata-rata sebesar 685,79720 kW yang berarti hanya 97 % dari daya yang dihasilkan jika menggunakan bahan bakar biodiesel B-10.

Sedangkan engine berbahan bakar biodiesel B-20 + additive menghasilkan daya mekanik rata-rata sebesar 695,86131 kW yang berarti 98 % dari daya yang dihasilkan jika menggunakan bahan bakar biodiesel B-10.

Perubahan daya yang signifikan terjadi pada putaran mesin 2000 dan 2100 rpm, namun secara menyeluruh dapat disimpulkan penambahan zat *additive diesel fuel bioxide* tidak memberikan pengaruh yang signifikan terhadap daya yang dihasilkan oleh diesel engine. Dengan demikian juga dapat dipastikan tidak ada perubahan yang signifikan pada torsi yang dihasilkan, perbandingan torsi dapat dilihat pada grafik di bawah ini.

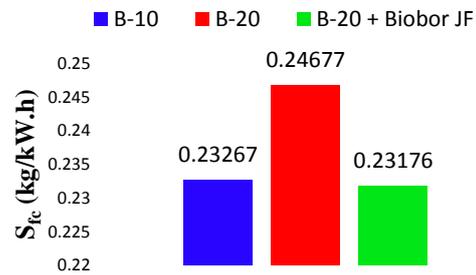
Walaupun tidak terjadi perubahan yang signifikan pada daya yang dihasilkan oleh engine, namun terjadi perubahan pada pola konsumsi bahan bakar yang berdampak terhadap berubahnya nilai konsumsi bahan bakar spesifik.



Gambar 2. Perbandingan Daya.

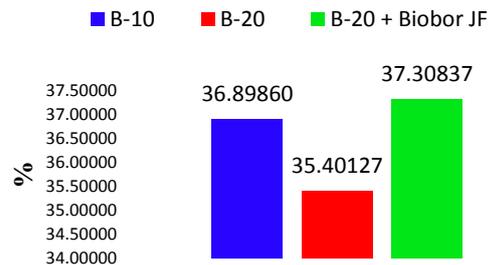
Pada tabel di atas, bila diperhatikan biodiesel dengan tambahan additive lebih boros daripada yang lainnya di putaran mesin 1300 dan 1400 rpm. Tapi semakin tinggi putaran mesin, biodiesel dengan additive cenderung menunjukkan dampak yang signifikan terhadap penghematan bahan bakar. Bila konsumsi bahan bakar spesifik antara

ketiganya dibandingkan secara rata-rata maka akan terlihat :



Gambar 3. Konsumsi Bahan Bakar Spesifik Rata-Rata.

Grafik diatas menunjukkan secara rata-rata biodiesel B-20 dengan tambahan additive lebih hemat untuk digunakan, sekitar 6 % lebih hemat daripada biodiesel B-20 tanpa additive, dan mampu menyaingi biodiesel B-10 dalam hal konsumsi bahan bakar spesifik, dan pada akhirnya hal tersebut juga berdampak pada efisiensi yang mampu tercapai.



Gambar 4. Efisiensi Thermal Brake Rata-Rata.

Kesimpulan

Daya yang dihasilkan engine berbahan bakar biodiesel B-20 dengan tambahan additive tidak mampu menandingi daya yang dihasilkan engine berbahan bakar biodiesel B-10. Secara rata-rata daya yang dihasilkan engine berbahan bakar biodiesel B-10 adalah 707.82528 kW, dan daya yang dihasilkan engine berbahan bakar biodiesel B-20 dengan additive adalah 695.86131 kW, daya yang dihasilkan engine berbahan bakar biodiesel B-20 dengan additive lebih kecil sekitar 2 % dibanding daya yang dihasilkan engine berbahan bakar biodiesel B-10.

Namun konsumsi bahan bakar biodiesel B-20 dengan tambahan additive lebih hemat sekitar 6 % dibanding konsumsi bahan bakar biodiesel B-20 tanpa additive, dengan konsumsi bahan bakar spesifik sebesar 0.23176 kg/kWh lebih kecil dari

0.24667 kg/kWh. Hal tersebut berarti biodiesel B-20 dengan tambahan additive mampu menyaingi pola konsumsi bahan bakar biodiesel B-10 yang memiliki nilai konsumsi bahan bakar spesifik sebesar 0.23267 kg/kWh.

Dengan demikian perubahan kelas bahan bakar tersebut mengakibatkan daya rata-rata yang dihasilkan turun sebesar 2%. Namun pola konsumsi bahan bakar yang mampu menyaingi bahan bakar sebelumnya mengakibatkan penghematan biaya sekitar 6.5 % yaitu \$ 0.177 USD / kWh lebih murah daripada \$ 0.189 USD / kWh.

Referensi

- [1] Arismunandar, W. *Penggerak Mula Motor Bakar Torak* : Penerbit ITB Bandung, 1988.
- [2] Arismunandar, W dan Tsuda, K., *Motor Diesel Putaran Tinggi*, Pradnya Paramita, Jakarta, 1976.
- [3] Priambodo, B dan Maleev, V.L., *Operasi dan Pemeliharaan Mesin Diesel*, Penerbit Erlangga, 1991.
- [4] Schulz, Erich. J, *Diesel Mechanics*, Second Edition-McGraw-Hill Book Company, 1976.
- [5] Manual Book of HD785-7 7001 Series, Komatsu.
- [6] Ginting, J dan Sudiarto, F., *Kajian Eksperimental Pengaruh Catalytic Converter dan Supercharger terhadap unjuk kerja mesin dengan Bahan bakar biodiesel*, Tugas Sarjana Departemen Teknik Mesin Fakultas Teknik USU, 2007.
- [7] Hendriarto, Ardhita, dkk., 2014, "*Analisa Perbandingan Penggunaan Bahan Bakar Solar Dengan Biodiesel B10 Terhadap Performansi Engine Cummins QSK 45 C*", Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknologi Industri Universitas Balikpapan, 04:26-32.
- [8] Liza Devita., 2015, "*Biodiesel Sebagai Bioenergi Alternatif dan Prospektif*", Sekolah Tinggi Penyuluhan Pertanian Medan, 09:23-26.
- [9] Rahim, A., 2008, "*Pengujian Emisi Gas Buang Pada Mesin Diesel Yang Menggunakan Bahan Bakar Biodiesel Dan Bahan Bakar Solar*", Universitas Mercubuana, 06:08-11.
- [10] <https://id.wikipedia.org/wiki/Biodiesel>
- [11] <http://www.indoenergi.com>
- [12] https://id.wikipedia.org/wiki/Rudolf_Diesel
- [13] <http://www.pertamina.com>
- [14] <http://www.biodiesel.org>
- [15] B. Tesfa, R. Mishra, F. Gu, and N. Powles, "*Prediction models for density and viscosity of biodiesel and their effects on fuel supply system in CI engines*," *Renewable Energy*, vol. 35, no. 12, pp. 2752-2760, Dec. 2010.