

## **PENGARUH KEBERSIHAN BAHAN BAKAR DENGAN MODIFIKASI PADA *PURIFIER FUEL OIL* TERHADAP UNJUK KERJA MOTOR BAKAR KAPAL**

**Jonathan Matthaeus<sup>1</sup>, Harto Tanujaya<sup>2</sup>, Steven Darmawan<sup>3</sup>**

Program Studi Teknik Mesin Universitas Tarumanagara

e-mail : [jonathan.515190050@stu.untar.ac.id](mailto:jonathan.515190050@stu.untar.ac.id), [hartotan@ft.untar.ac.id](mailto:hartotan@ft.untar.ac.id), [stevend@ft.untar.ac.id](mailto:stevend@ft.untar.ac.id)

### **ABSTRACT**

*Fuel cleanliness and purity is one of the factors that affect the efficiency and performance of an engine. The fuel used in this study is diesel type B30 and is used to run tugboat type main propulsion engine. In every process of bunkering or refueling ships, fuel is often found mixed with water, containing sand, silt and other sediments which can cause a decrease in performance and damage to engine components such as injectors. So that an auxiliary engine is used to filter fuel, namely a fuel oil purifier. However, the performance of the purifier was less than optimal due to the large amount of water and sand content, so a modification process was carried out, namely the addition of a separator filter component which became the basis of the research. Initially, the fuel went through 2 filtration processes and with a modification process, it became 3 times the filtration process to ease the performance of the fuel oil purifier and the fuel consumed by the main engine became clearer. Before the modification process, the engine indicator power was 1593 HP with an effective power of 1600 HP, while after the modification the engine power increased with the indicator power to 1606 HP and the effective power was 1620 HP.*

**Keywords :** *Main Engine, Purifier Fuel Oil, Filter, Fuel Oil*

### **ABSTRAK**

Kebersihan dan kemurnian bahan bakar merupakan salah satu faktor yang mempengaruhi efisiensi dan performa suatu mesin. Bahan bakar yang digunakan dalam penelitian ini adalah solar tipe B30 dan digunakan untuk menjalankan mesin penggerak utama tipe kapal tunda. Dalam setiap proses bunkering atau pengisian bahan bakar kapal sering dijumpai bahan bakar yang bercampur dengan air, mengandung pasir, lumpur dan endapan lainnya yang dapat menyebabkan penurunan performa dan kerusakan komponen mesin seperti injektor. Sehingga digunakan mesin bantu untuk menyaring bahan bakar yaitu fuel oil purifier. Namun kinerja purifier tersebut kurang optimal karena kandungan air dan pasirnya yang besar, sehingga dilakukan proses modifikasi yaitu penambahan komponen filter separator yang menjadi dasar penelitian. Awalnya bahan bakar melewati 2 proses filtrasi dan dengan proses modifikasi menjadi 3 kali proses filtrasi untuk memudahkan kinerja fuel oil purifier dan bahan bakar yang dikonsumsi mesin induk menjadi lebih jernih. Sebelum proses modifikasi, tenaga indikator mesin sebesar 1593 HP dengan daya efektif 1600 HP, sedangkan setelah dilakukan modifikasi tenaga mesin bertambah dengan tenaga indikator menjadi 1606 HP dan daya efektif 1620 HP.

**Kata Kunci :** *Mesin Penggerak Utama, Purifier Fuel Oil, Filter, Bahan Bakar*

## **1. PENDAHULUAN**

Jenis bahan bakar baik berbentuk cair ataupun gas yang dikonsumsi oleh mesin diatas suatu kapal sudah seharusnya harus dalam keadaan bersih dan terbebas dari kandungan material lain seperti air, lumpur, pasir maupun sampah kecil yang ikut terbawa pada saat pengisian bahan bakar. Hal tersebut perlu diperhatikan karena dapat menjadi salah satu faktor yang mempengaruhi performa mesin dalam pengoperasiannya, sehingga diperlukan analisis lebih lanjut mengenai cara untuk membersihkan bahan

bakar yang dapat dimulai dari tangki induk, tangki *settling*, tangki harian, hingga bahan bakar dikonsumsi oleh *main engine* kapal. [1]

*Purifier fuel oil* berfungsi sebagai pemisah antara bahan bakar dengan unsur-unsur lain seperti air dan kotoran menggunakan prinsip kerja gaya gravitasi dibantu dengan gaya sentrifugal menggunakan putaran kecepatan tinggi dimana berat jenis suatu kotoran akan mengendap dan tersaring pada bagian *bowl* dan bahan bakar yang sudah tersaring akan mengalir melalui pipa menuju tangki harian. Tetapi, pada praktik nyata kinerja proses purifikasi bahan bakar tersebut sering ditemukan hal yang tidak berjalan sesuai dengan teori yang ada. Kasus yang umum dan sering terjadi di atas kapal adalah bahan bakar yang dalam penggunaannya masih mengandung komponen air dan lumpur yang ikut terbawa ke dalam filter bahan bakar yang terdapat di dalam *main engine* sebelum dikonsumsi oleh mesin. [2]



Gambar 1. *Purifier Fuel Oil*

Permasalahan yang timbul dalam Unjuk Kerja Motor Bakar Kapal dengan Penambahan Filter Separator pada *Purifier Fuel Oil* ini adalah untuk membandingkan performa mesin dan hasil purifikasi bahan bakar sebelum ditambahkan filter separator dengan sesudah ditambahkan filter separator.

Dalam penelitian ini dibuat batasan masalah dengan tujuan untuk tetap menjaga fokus penelitian. Adapun batasan penelitiannya antara lain adalah *purifier* yang digunakan adalah *purifier fuel oil* dari *main engine* milik kapal tunda jenis *tugboat*, filter separator yang digunakan adalah filter dengan ukuran kerapatan 30 micron, dan bahan bakar yang digunakan adalah solar jenis B30.

Tujuan yang ingin dicapai dalam penelitian ini antara lain adalah agar bahan bakar yang dihasilkan dari proses purifikasi sebelum masuk ke dalam tangki harian menjadi lebih bersih, meningkatkan daya, efisiensi, dan performansi yang dihasilkan oleh *main engine*, mencegah kerusakan komponen mesin yang diakibatkan oleh kotornya bahan bakar terutama pada injektor.

Manfaat yang diharapkan didapat dari penelitian ini dapat berupa manfaat teknis dan ekonomis, manfaat teknis yang diharapkan adalah memaksimalkan hasil purifikasi bahan bakar menjadi lebih bersih, hasil pembakaran dan gas buang menjadi lebih sempurna, peningkatan pada daya dan performa mesin untuk menunjang operasional kapal. Sedangkan manfaat ekonomis yang diharapkan untuk juga dapat menunjang biaya operasional pada kapal adalah pemakaian filter bahan bakar pada *main engine* kapal menjadi lebih lama dan tidak perlu terlalu sering diganti dan penghematan pada penggantian komponen injektor dan *nozzle* pada mesin.

Untuk mengukur performansi *main engine* sebelum dan sesudah dilakukan modifikasi dapat dilakukan dengan memperhatikan beberapa indikator seperti daya keluaran, daya efektif, efisiensi thermal efektif, dan konsumsi bahan bakar spesifik yang diperoleh dengan mengutip persamaan yang juga digunakan dalam kajian jurnal ilmiah dengan judul Pengaruh Tekanan Pompa Bahan Bakar Tekanan Tinggi Terhadap Kinerja Mesin. [3]

**Daya Indikator (Ni)**

Daya indikator adalah daya yang dihasilkan didalam silinder.

$$Ni = \frac{P \cdot 10^4 \cdot \left(\frac{\pi}{4} D^2 L\right) \cdot n \cdot z \cdot i}{60 \times 75} \dots\dots\dots(1) [3]$$

Dimana :

- P = Tekanan indikator didalam silinder (kgf/cm<sup>2</sup>)
- D = Diameter silinder (m)
- L = Panjang langkah piston (m)
- n = Kecepatan poros (rpm)
- z = Jumlah silinder
- i = Koefisien langkah

**Daya Efektif (Ne)**

Daya efektif adalah daya yang dihasilkan oleh mesin diesel, yaitu yang dikeluarkan melalui poros mesin.

$$Ne = \frac{2\pi n}{60} T \frac{1}{75} \dots\dots\dots(2) [3]$$

Dimana :

- T = Torsi (N.m)
- n = Putaran poros (rpm)

**Efisiensi Thermal Efektif**

Efisiensi yang menunjukkan kemampuan mesin diesel dalam menghasilkan daya efektif dari nilai kalor yang dihasilkan selama proses pembakaran.

$$Nte = \frac{Ne \times 632}{Gbb \times Hb} \dots\dots\dots(3) [3]$$

Dimana :

- Gbb = Jumlah bahan bakar yang dikonsumsi (kg/jam)
- Ne = Daya efektif (hp)
- Hb = Nilai kalor bahan bakar (kcal/kg)

**Konsumsi Bahan Bakar Spesifik**

Konsumsi bahan bakar spesifik adalah jumlah bahan bakar yang diperlukan untuk menghasilkan daya efektif.

$$Be = \frac{362}{Hb \times Nte} \dots\dots\dots(4) [3]$$

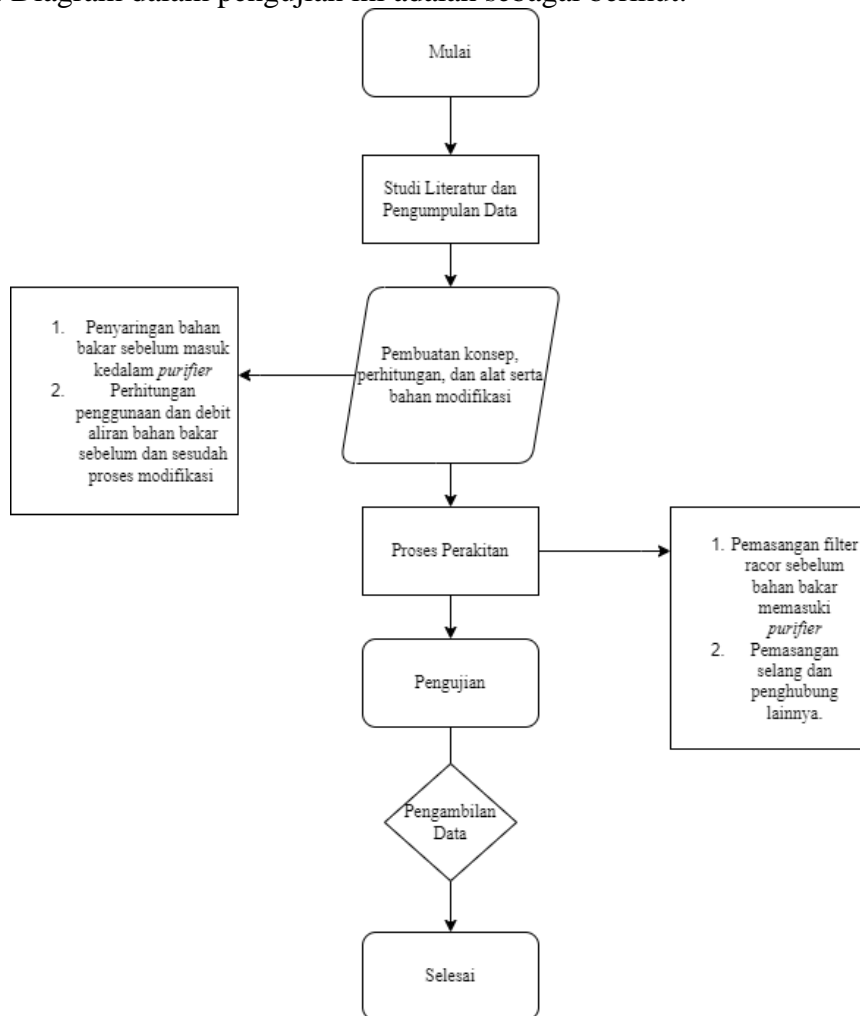
Dimana :

- Hb = Nilai kalor bahan bakar (kcal/kg)
- Nte = Efisiensi thermal efektif (%)

**2. METODOLOGI PENELITIAN**

Metode penelitian yang digunakan pada pengujian ini adalah dengan mengetahui pengaruh modifikasi penambahan komponen filter separator terhadap daya, efisiensi,

dan performansi *engine*. Sebelum dilakukan pengujian maka dibuat terlebih dahulu diagram alir yang digunakan sebagai pedoman langkah-langkah dalam melakukan penelitian. Diagram dalam pengujian ini adalah sebagai berikut.



Gambar 2. Diagram Alir Pengujian

Penelitian dilakukan dengan pengambilan data dilapangan yaitu dengan mengukur laju daya kapal sebelum dilakukan modifikasi, kemudian dilakukan proses penambahan komponen berupa filter separator tambahan untuk mengukur seberapa besar pengaruh kebersihan bahan bakar terhadap perubahan permorma yang diamali oleh *main engine*.

Selain diagram alir yang sudah dipersiapkan, diperlukan juga alat dan bahan yang digunakan dalam penelitian ini antara lain adalah selang hidrolis, rumah filter separator, klem pipa, *fitting* pipa, dan *fuel filter separator*.



Gambar 3. Selang Hidrolik

Selang hidrolik digunakan sebagai sambungan untuk rumah filter separator untuk meminimalisir penggunaan pengelasan untuk mencegah terjadinya kebakaran diatas kapal.



Gambar 4. Rumah Filter Separator Tipe G1000

Rumah filter separator yang digunakan memiliki tinggi 55,9cm, lebar 17,8cm, kedalaman 15,2cm dan berat 4,5kg dengan spesifikasi tambahan mampu menahan laju aliran hingga 681 liter/jam.



Gambar 5. Klem pipa

Klem piipa digunakan sebagai pengikat sambungan rumah filter separator dengan instalasi pipa untuk meminimalisir penggunaan pengelasan didalam kamar mesin kapal.

Gambar 6. *Fitting* Pipa

Sambungan *fitting* pipa yang akan digunakan memiliki ukuran drat luar  $\frac{1}{2}$  inch, panjang 5 cm, lebar dan tinggi 2,5 cm.



Gambar 7. Filter Separator

Filter separator yang akan digunakan dalam penelitian ini adalah filter dengan ukuran kerapatan 30 micron.

### 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Detail spesifikasi mesin penggerak utama (*main engine*) kapal tunda yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut :

Merk	: Niigata
Type	: 6L26HLX <i>inline 4-cycle marine diesel engine</i>
Diameter silinder	: 260 mm
Panjang langkah	: 350 mm
Daya	: 1600 Hp (1192 kW)
Putaran	: 750 rpm
Jumlah silinder	: 6

Setelah melakukan pengujian terhadap kapal yang telah beroperasi sebelum dan sesudah menggunakan filter separator tambahan, didapatkan data sebagai berikut :

Tabel 1. Data Hasil Pengujian

Data	Satuan	Hasil Pengujian	
		Tanpa Filter Separator	Filter Separator 30 Micron
Tekanan Injektor	Kgf/cm <sup>2</sup>	315	318
Putaran	Rpm	750	750

Torsi	N.m	14988	15177
Tekanan Indikator Rata-rata	Kgf/cm <sup>2</sup>	17,15	17,36
Konsumsi Bahan Bakar	Kg/h	229	232

Perhitungan Unjuk Kerja Mesin

1. Tanpa Filter Separator

**Daya Indikator (Ni)**

$$Ni = \frac{P \cdot 10^4 \cdot \left(\frac{\pi}{4} D^2 L\right) \cdot n \cdot z \cdot i}{60 \times 75}$$

Dimana :

$$P = 17,15 \text{ Kgf/cm}^2 \quad n = 750 \text{ rpm}$$

$$D = 0,26 \text{ m} \quad z = 6$$

$$L = 0,35 \text{ m} \quad I = 1/2$$

Sehingga dapat diperoleh :

$$Ni = \frac{17,15 \times 10^4 \times \left[\frac{\pi}{4} \times (0,26)^2 \times 0,35\right] \times 750 \times 6 \times 1/2}{60 \times 75} = 1593 \text{ hp}$$

**Daya Efektif (Ne)**

$$Ne = \frac{2\pi \times n}{60} \times T \times \frac{1}{75}$$

Dimana :

$$T = 14988 \text{ N.m} = 1528 \text{ Kgf.m}$$

$$n = 750 \text{ rpm}$$

Sehingga dapat diperoleh :

$$Ne = \frac{2\pi \times 750}{60} \times 1528 \times \frac{1}{75} = 1600 \text{ hp}$$

**Efisiensi Thermal Efektif**

$$n_{te} = \frac{Ne \times 632}{G_{bb} \times h_b}$$

Dimana :

$$Ne = 1600 \text{ hp} \quad h_b \text{ (nilai kalor bahan bakar)} = 10340 \text{ kcal/kg}$$

$$G_{bb} = 229 \text{ kg/h}$$

Sehingga dapat diperoleh :

$$n_{te} = \frac{1600 \times 632}{229 \times 10340} \times 100\% = 42,7\%$$

**Konsumsi Bahan Bakar Spesifik**

$$b_e = \frac{632}{h_b \times n_{te}}$$

Dimana :

$$h_b = 10340 \text{ kcal/kg}$$

$$n_{te} = 42,7\%$$

Sehingga dapat diperoleh :

$$b_e = \frac{632}{10340 \times 42,7\%} = 0,1432 \text{ kg/hp/h} = 14,32 \text{ g/hp.h}$$

2. Filter 30 Micron

**Daya Indikator (Ni)**

$$Ni = \frac{P \cdot 10^4 \cdot \left(\frac{\pi}{4} D^2 L\right) \cdot n \cdot z \cdot i}{60 \times 75}$$

Dimana :

$$P = 17,36 \text{ Kgf/cm}^2 \quad n = 750 \text{ rpm}$$

$$D = 0,26 \text{ m} \quad z = 6$$

$$L = 0,35 \text{ m} \quad I = \frac{1}{2}$$

Sehingga dapat diperoleh :

$$Ni = \frac{17,36 \times 10^4 \times \left[\frac{\pi}{4} \times (0,26)^2 \times 0,35\right] \times 750 \times 6 \times \frac{1}{2}}{60 \times 75} = 1606 \text{ hp}$$

2. Daya Efektif (Ne)

$$Ne = \frac{2\pi \times n}{60} \times T \times \frac{1}{75}$$

Dimana :

$$T = 15177 \text{ N.m} = 1547 \text{ Kgf.m}$$

$$n = 750 \text{ rpm}$$

Sehingga dapat diperoleh :

$$Ne = \frac{2\pi \times 750}{60} \times 1547 \times \frac{1}{75} = 1620 \text{ hp}$$

**Efisiensi Thermal Efektif**

$$n_{te} = \frac{Ne \times 632}{G_{bb} \times h_b}$$

Dimana :

$$Ne = 1620 \text{ hp} \quad h_b \text{ (nilai kalor bahan bakar)} = 10340 \text{ kcal/kg}$$

$$G_{bb} = 232 \text{ kg/h}$$



Sehingga dapat diperoleh :

$$n_{te} = \frac{1620 \times 632}{232 \times 10340} \times 100\% = 42,78\%$$

**Konsumsi Bahan Bakar Spesifik**

$$b_e = \frac{632}{h_b \times n_{te}}$$

Dimana :

$$h_b = 10340 \text{ kcal/kg}$$

$$n_{te} = 42,78\%$$

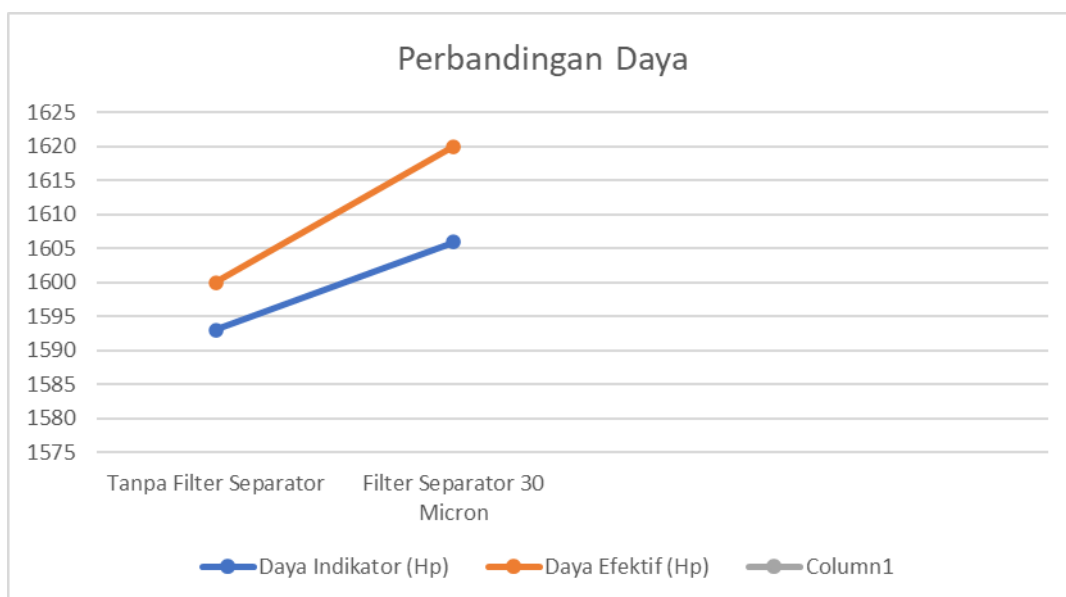
Sehingga dapat diperoleh :

$$b_e = \frac{632}{10340 \times 42,78\%} = 0,1428 \text{ kg/hp/h} = 14,28 \text{ g/hp.h}$$

Tabel 2. Hasil Perhitungan

Kinerja Mesin	Satuan	Tanpa Filter Separator	Filter Separator 30 Micron
Daya Indikator	Hp	1593	1606
Daya Efektif	Hp	1600	1620
Efisiensi Thermal Efektif	%	42,70	42,78
Konsumsi Bahan Bakar Spesifik	g/hp.h	14,32	14,28

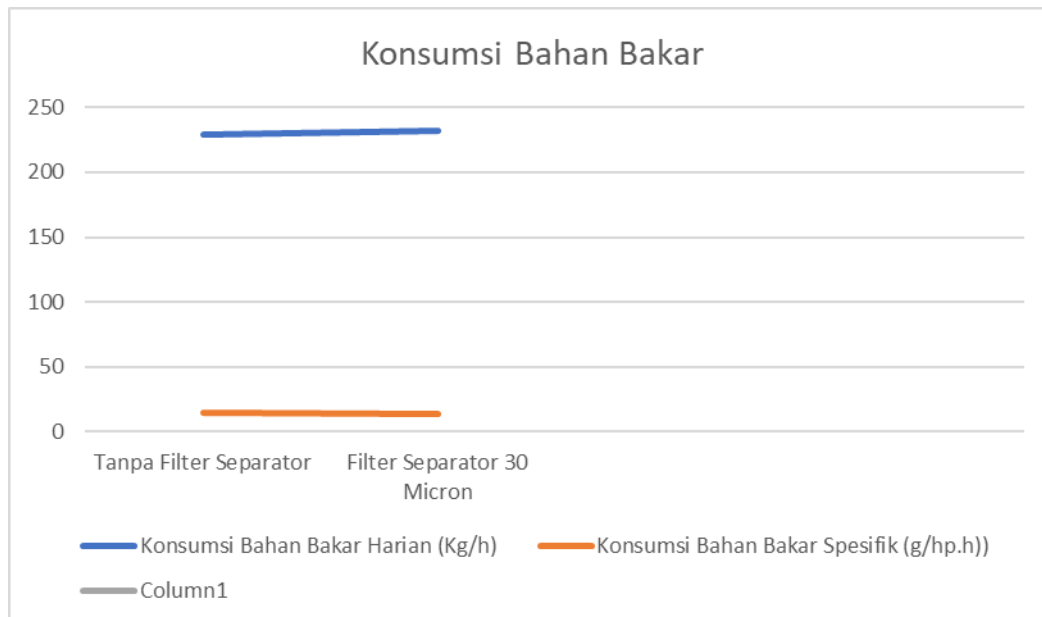
Grafik 1. Perbandingan Daya Indikator dan Daya Efektif



Dari grafik 1 dapat dilihat bahwa daya indikator dan daya efektif yang dihasilkan mengalami kenaikan dari sebelum menggunakan filter separator tambahan

dengan setelah menggunakan filter separator tambahan. Daya indikator naik dari 1593 Hp menjadi 1606 Hp dan daya efektif naik dari 1600 Hp menjadi 1620 Hp.

Grafik 2. Konsumsi Bahan Bakar



Dari grafik 2 dapat dilihat bahwa konsumsi bahan bakar harian meningkat akibat daya yang dihasilkan oleh *main engine* juga meningkat dari 229 kg/h sebelum menggunakan filter tambahan menjadi 232 kg/h setelah menggunakan filter tambahan. Hal ini berbanding terbalik dengan konsumsi bahan bakar spesifik yang dikonsumsi oleh *main engine* dimana sebelum menggunakan filter tambahan untuk menghasilkan daya 1 Hp setiap jamnya membutuhkan 14,32 g/hp.h menjadi 14,28 g/hp.h yang berarti konsumsi bahan bakar justru menjadi lebih irit.

Kebersihan dan kemurnian bahan bakar yang dikonsumsi oleh *main engine* kapal berpengaruh terhadap kinerja mesin tersebut. Karena mengacu pada konsep neraca massa yaitu dengan berkurangnya campuran air yang ikut dibawa oleh bahan bakar menyebabkan penguapan bahan bakar menjadi lebih cepat karena massa jenis yang lebih rendah sehingga pembakaran menjadi lebih sempurna dan tenaga yang dihasilkan oleh mesin kapal dapat bertambah.

#### 4. KESIMPULAN

Dari hasil penelitian dan perhitungan yang sudah dilakukan dapat diperoleh beberapa hal seperti dengan berkurangnya kandungan air yang dibawa oleh bahan bakar menyebabkan kenaikan pada tekanan indikator silinder dari 17,15 kgf/cm<sup>2</sup> sebelum ditambahkan filter separator menjadi 17,36 kgf/cm<sup>2</sup> setelah ditambahkan filter separator. Karena daya indikator dalam silinder naik, maka daya indikator yang dihasilkan oleh mesin juga ikut meningkat dari 1593 Hp menjadi 1606 Hp, hal tersebut juga mengakibatkan peningkatan pada daya efektif dari 1600 Hp menjadi 1620 Hp. Kenaikan daya yang dihasilkan oleh *engine* juga mengakibatkan nilai efisiensi thermal naik dari 42,70% menjadi 42,78%. Manfaat yang diperoleh dari naiknya efisiensi thermal efektif menyebabkan mesin lebih irit dalam pemakaian bahan bakar. Sebelum penambahan filter separator, untuk menghasilkan kerja 1 Hp dalam waktu 1 jam adalah

14,32 g/hp.h sedangkan setelah menggunakan filter separator tambahan bahan bakar yang digunakan turun menjadi 14,28 g/hp.h.

## 5. DAFTAR PUSTAKA

- [1] F. Elo Luku, Adnan and Agustina, "Analisis Proses Purifikasi Fuel Oil Di KM Banyuwangi," *Politeknik Ilmu Pelayaran Makassar*, vol. 03, pp. 1-22, 2019.
- [2] P. Senda, T. Tona and J. Michael Lewar, "Analisis Tidak Normalnya Proses Purifikasi Pada Fuel Oil Purifier Di Kapal MT. Gas Melawi," *Venus*, vol. 09, pp. 35-47, 2021.
- [3] S. E. Susilowati and D. Sumardiyanto, "Pengaruh Tekanan Pompa Bahan Bakar Tekanan Tinggi Terhadap Kinerja Mesin," *Jurnal Kajian Teknik Mesin*, vol. 3, no. 2, pp. 98-105, 2018.