

STUDI ANALISA PENDINGIN UDARA BERBASIS TERMoeLEKTRIK PADA AIR INTAKE ENGINE KAPAL NELAYAN 10 GT

Nova Alfian, Alam Baheramasyah

Departemen Teknik Sistem Perkapalan
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
E-mail: Novaalfian7@gmail.com

ABSTRAK

Nelayan di Indonesia masih memiliki banyak permasalahan-permasalahan yang terkait dengan kesejahteraan. Salah satunya adalah permasalahan masih mahal nya harga bbm bersubsidi dan borosnya pemakaian solar terhadap engine kapal yang akibatnya pengeluaran untuk bahan bakar akan semakin besar pula. Borosnya pemakaian solar diakibatkan karena performa engine tidak maksimal. salah satunya adalah kondisi udara yang masuk ke ruang bakar. Pada penelitian ini, dirancang alat pendingin udara berbasis termoelektrik dengan tujuan agar udara yang masuk ke ruang bakar mengalami penurunan temperatur. Dengan demikian maka kerapatan partikel udara akan semakin meningkat. Sehingga diharapkan bahwa campuran udara dan bahan bakar semakin baik dan akan terjadi peningkatan performa engine. Beberapa parameter pengujian yang diukur diantaranya daya motor, torsi motor, konsumsi bahan bakar, efisiensi thermal dan BMEP. Dari hasil penelitian ini di variasikan dalam 3 kondisi suhu, yaitu 24°,20°,16°. Maka dihasilkan konsumsi bahan bakar dari suhu normal SFOC mengalami penurunan terbesar 8% pada temperatur 24°, penurunan 15% pada temperature 20°, penurunan 22% pada temperatur 16°. Sehingga nelayan dapat melakukan penghematan biaya sebesar Rp 6.712.814,00 pada tahun ke 2.

Kata Kunci : *Konsumsi Bahan Bakar, Nelayan, Performa Engine, Termoelektrik*

Pendahuluan

Nelayan merupakan salah satu profesi terbesar di Indonesia. Mengingat 2/3 wilayahnya adalah berupa lautan. 7,9 km² dan terdiri 13.667 pulau sehingga negara ini memiliki sebutan negara maritim. Potensi sumber daya alam kita sangatlah kaya. Ikan laut Indonesia sebesar 6,5 juta ton pertahun tersebar di perairan wilayah Indonesia dan perairan Zona Ekonomi Eksklusif Indonesia (ZEEI) yang terbagi dalam sembilan wilayah perairan utama Indonesia, yakni wilayah perairan Selat Malaka, wilayah perairan Laut Jawa, wilayah perairan Selat Makasar, wilayah perairan Laut Banda, wilayah perairan laut Arafuru, wilayah perairan Teluk Tomini, wilayah perairan Hidia bagian Barat Sumatera, wilayah perairan Hindia bagian Selatan Pulau Jawa dan wilayah perairan Laut Cina Selatan. Dari seluruh potensi sumber daya tersebut, guna menjaga keberlanjutan stok ikan jumlah tangkapan dibatasi jumlahnya, yakni sebesar 5,12 juta ton per tahun.

Tetapi dibalik itu masih banyak permasalahan-permasalahan yang terkait dengan terkait potensi laut kita. Banyak masyarakat yang belum dapat memaksimalkan kekayaan yang dimiliki bangsanya. Sebagian besar yang memanfaatkan potensi laut kita adalah masyarakat yang berprofesi sebagai nelayan. Mereka lah yang membuat kita dapat menikmati hasil laut berupa ikan. Namun kehidupannya tidak sebanding dengan perjuangannya selama menjadi nelayan. Banyak faktor yang menjadi *problem* nelayan dalam aktifitas melautnya sehingga kehidupan para nelayan bisa dibilang memprihatinkan. Diantaranya adalah masalah performa kapal dan naik turunnya harga bbm bersubsidi yang terus menjadi momok bagi nelayan. Belum lagi kendala borosnya pemakaian solar terhadap *engine* kapal. Sehingga

hal tersebut juga menjadi penyebab para nelayan mengeluarkan dana lebih untuk menanganinya.

Permasalahan tersebut memiliki banyak relevansi dengan berbagai penyebab, baik itu dari segi kondisi komponen *engine*, bahan bakar, dan kondisi udara. melalui penelitian ini, penulis melakukan penelitian mengenai keterkaitan antara performa *engine* dan kondisi udara masuk pada *engine*. Kondisi udara masuk ini bertujuan untuk memperbaiki kualitas udara yang mengacu pada prinsip termodinamik bahwa semakin rendah temperature udara maka semakin rapat ikatan partikel atau sebaliknya semakin tinggi temperatur maka semakin renggang ikatan antar partikel. Sehingga kerapatan partikel udara juga akan mengikat banyak partikel oksigen didalamnya.

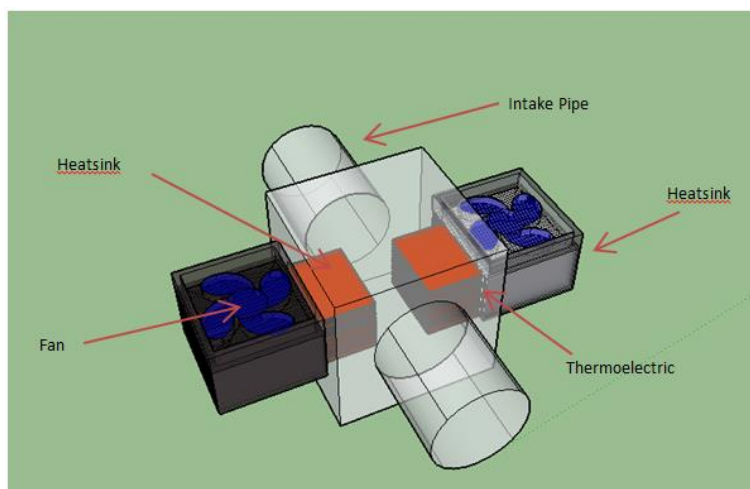
Pada penelitian ini dilakukan pengkondisian (pendinginan) udara pada *air intake engine* dengan menggunakan termoelektrik *cooler*. Udara pada suhu yang lebih rendah diharapkan dapat berpengaruh pada kondisi campuran udara dan bahan bakar saat terjadi pembakaran. Sehingga akan terjadi peningkatan performa *engine* dan dapat menurunkan konsumsi bahan bakar. Selain itu nantinya dilakukan perbandingan pengeluaran biaya antara penggunaan operasional *engine* dalam keadaan suhu *intake* normal dengan *engine* keadaan suhu *intake* didinginkan.

MATERI DAN METODE

Metode yang digunakan penulis dalam penelitian ini yaitu dengan metode penelitian eksperimen, yaitu dengan melakukan pengujian alat pendingin udara termoelektrik. Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui perbedaan hasil performa dan biaya antara *engine* dalam kondisi normal dengan *engine* menggunakan penurunan suhu input. Sebelum melakukan proses eksperimen, terdapat beberapa tahap yang harus disiapkan seperti desain dan manufaktur sistem pendingin serta pengkondisian suhu pada air intake.

A. Desain dan Manufaktur Sistem Pendingin

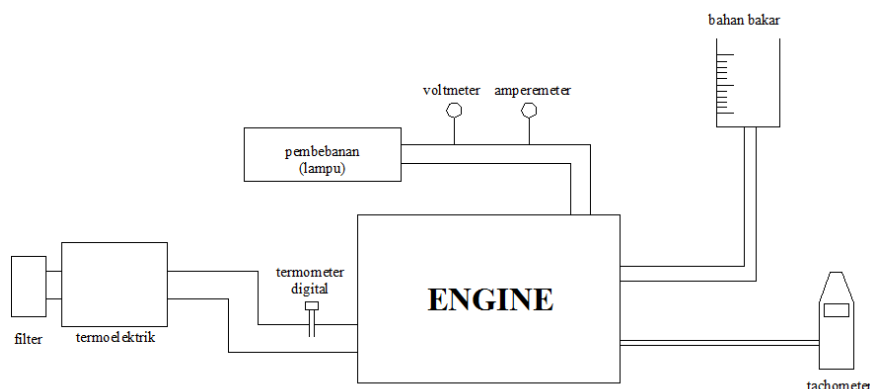
Beberapa data diperlukan untuk melakukan estimasi ukuran terhadap komponen yang dapat dibuat. Motor diesel yang dapat dimodifikasi memiliki diameter *intake manifold* 34,25mm. Termoelektrik dengan spesifikasi 6A, 12 volt dan dimensi 40 mm x 40mm. Membuat *box* dari plat dengan ukuran 10cm x 10cm, Pemasangan heatsink bagian dalam *box* dengan menggunakan lem. Kemudian pemasangan termoelektrik pada bagian plat yang sudah dilubangi sesuai ukuran dari termoelektrik. Menambahkan pasta termal pada termoelektrik untuk penyaluran kalor terdistribusi pada *heatsink*. pemasangan *heatsink* pada sisi luar *box* dan ditambahkan *fan* kecil untuk mengeluarkan panas dari termoelektrik yang disalurkan melalui heatsink. Setelah perakitan selesai, maka selanjutnya adalah percobaan pengukuran temperatur dari termoelektrik.



Gambar 2.1. Desain Modifikasi Air Intake

B. Pengkondisian Suhu Pada Air Intake

Pada tahap ini dilakukan proses *setting* pada mesin diesel, alat modifikasi pendingin *air intake* dan peralatan-peralatan untuk proses pengujian. Pengujian ini menggunakan mesin **SANHAI Md 180** Setelah itu, mesin dihubungkan pada dinamometer sebagai alat uji performa. *Output* dinamometer dihubungkan pada lampu dengan variasi pembebanan 0 hingga 5000 watt. *Buret* juga disiapkan sebagai pengukur SFOC pada masing-masing pembebanan yang diterima oleh mesin. Berikut gambar *engine set up* yang akan dirancang. Setelah semua sudah dipersiapkan, Kemudian alat modifikasi intake dipasang pada engine untuk persiapan uji eksperimen. Selanjutnya dilakukan pengkondisian variasi 3 suhu dengan cara memberi arus listrik yang berbeda yaitu, 4A, 5A dan 6A. sehingga didapatkan 3 variasi suhu yang dihasilkan sistem pendingin



Gambar 2.2 Engine Set – up
 Tabel 2.1 hasil variasi 3 suhu

Arus listrik	Suhu
4 A	24°
5 A	20°
6 A	16°

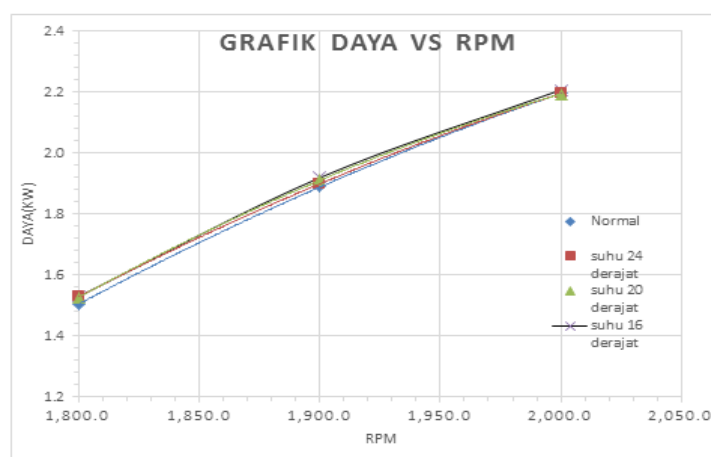
C. Uji Eksperimen

Eksperimen ini dilakukan setelah tahap-tahap sebelumnya sudah terlaksana. Eksperimen ini menggunakan mesin **Sanhai Md180** yang berada di Laboratorium *Power Plant* FTK ITS. Tujuan dari dilakukan sebuah eksperimen ini dimana diharapkan sebuah hasil performa *engine* yang baik yang ditinjau dari :

- Daya Motor
- SFOC
- BMEP
- Effisiensi *Thermal*
- Torsi

HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Performa Motor Diesel

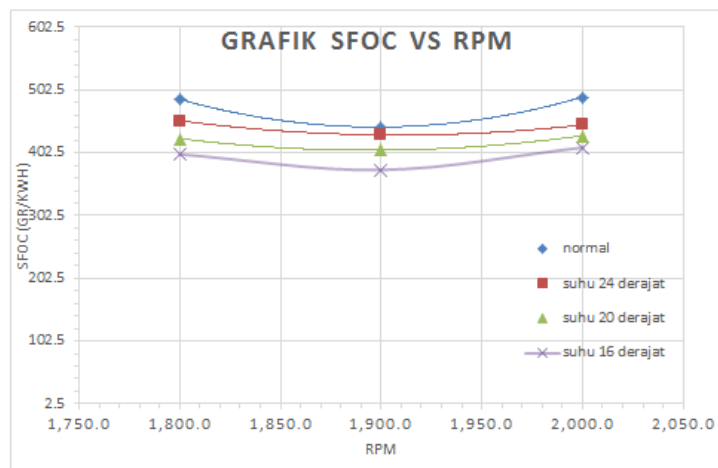


Gambar 3.1 Grafik Daya vs Rpm

Gambar 3.1 merupakan grafik perbandingan performansi Power terhadap RPM dengan menggunakan 3 variasi suhu yang dihasilkan oleh pendingin termoelektrik Grafik diatas merupakan nilai dari 100% power. Nilai ini didapat dari titik SFOC paling rendah yang telah dijelaskan pada grafik-grafik sebelumnya. Pada grafik diatas terlihat tidak mengalami perubahan power yang signifikan setelah *air intake* didinginkan. Power meningkat hanya sekitar 1% pada tiap RPM dan pada tiap variasi suhu 16°,20° dan 24°.

Pada RPM 1800 terjadi peningkatan power yang berawal dari suhu normal 1,505 kw menjadi 1,529 kw pada suhu 24°, 1,527 kw pada suhu 20° dan 1,530 kw pada suhu 16°. Pada RPM 1900 terjadi peningkatan power yang berawal dari suhu normal 1,889 kw menjadi 1,900 kw pada suhu 24°, 1,910 kw pada suhu 20° dan 1,920 kw pada suhu 16°. Pada RPM 2000 terjadi fluktuatif power yang berawal dari suhu normal 2,196 kw tetap 2,196 kw pada suhu 24°, menjadi 2,194 kw pada suhu 20°, dan 2,207 kw pada suhu 16°

Jadi peningkatan daya terbesar terjadi pada RPM 1900 yaitu dari 1,889 KW pada suhu normal ke 1,920 kw lebih besar 3 % pada suhu 16° dibanding suhu normal. tetapi power terbesar yang dihasilkan oleh *engine* yaitu pada RPM 2000 dan pada suhu 16° yaitu 2,207 kw. Dari keseluruhan analisa, memberikan kesimpulan bahwa penurunan suhu *air intake* memberikan nilai power yang lebih baik dibandingkan dengan suhu normal

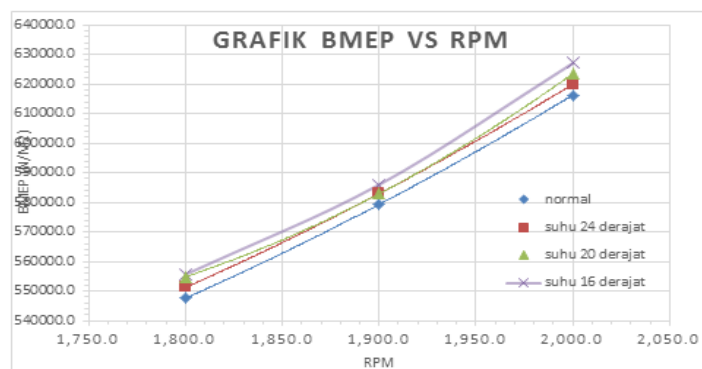


Gambar 3.2 Grafik SFOC vs RPM

Gambar 3.2 merupakan grafik perbandingan performansi SFOC terhadap RPM dengan menggunakan 3 variasi suhu yang dihasilkan oleh pendingin termoelektrik. Dari grafik diatas terjadi perubahan yang signifikan terhadap konsumsi bahan bakar apabila terjadi pendinginan pada *air intake*.

Pada RPM 1800, Dari suhu normal SFOC berada pada 487 gr/kwh menjadi 453 gr/kwh dengan penurunan 8% pada suhu 24°, 424 gr/kwh dengan penurunan 15% pada suhu 20°, 400gr/kwh dengan penurunan 22% pada suhu 16°. Pada RPM 1900, Dari suhu normal SFOC berada pada 443 gr/kwh menjadi 430 gr/kwh dengan penurunan 3% pada suhu 24°, 406 gr/kwh dengan penurunan 9% pada suhu 20°, 375gr/kwh dengan penurunan 18% pada suhu 16°. Pada RPM 2000, Dari suhu normal SFOC berada pada 491 gr/kwh menjadi 446 gr/kwh dengan penurunan 10% pada suhu 24°, 429 gr/kwh dengan penurunan 14% pada suhu 20°, 410gr/kwh dengan penurunan 20% pada suhu 16°.

Maka penurunan terbesar pada konsumsi bahan bakar terjadi pada RPM 1800 yaitu dari 487 gr/kwh pada suhu normal ke 400 gr/kwh menurun 22% pada suhu 16°. Dengan meningkatkan suhu yang masuk ke ruang bakar akan berdampak terhadap penurunan laju pengkonsumsian bahan bakar sebagaimana ditunjukkan pada gambar 6. Hal ini pada dasarnya diakibatkan karena dengan meningkatkan suhu dan tekanan udara yang masuk ke ruang bakar tersebut maka bahan bakar akan cenderung menjadi lebih mudah untuk terbakar karena waktu yang dibutuhkan untuk mencapai kondisi penyalanya sendiri menjadi lebih singkat dan bahan bakar yang dibutuhkan akan menjadi lebih sedikit.

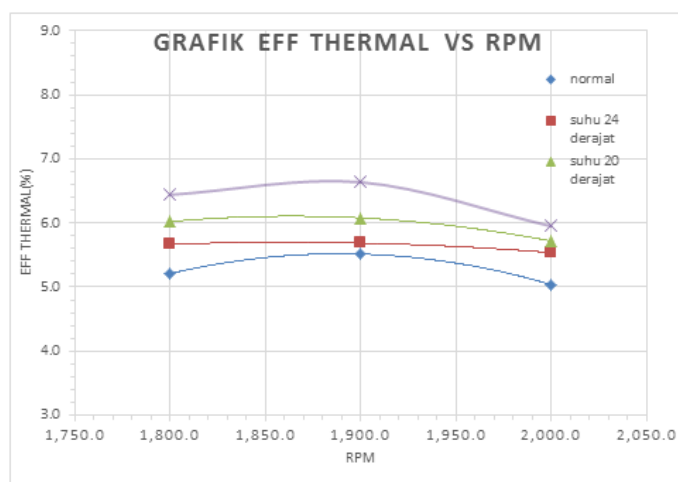


Gambar 3.3 Grafik BMEP vs RPM

Gambar 3.3 merupakan grafik perbandingan performansi BMEP terhadap RPM dengan menggunakan 3 variasi suhu yang dihasilkan oleh pendingin termoelektrik. Pada grafik diatas terlihat tidak mengalami perubahan kenaikan BMEP yang signifikan setelah *air intake* didinginkan.. BMEP meningkat hanya sekitar 1% pada tiap RPM dan pada tiap variasi suhu 16°,20° dan 24°.

Pada RPM 1800 terjadi peningkatan BMEP yang berawal dari suhu normal 55879 N/m² menjadi 56249 N/m² pada suhu 24°, 56619 N/m² pada suhu 20° dan 56702 N/m² pada suhu 16°. Pada RPM 1900 terjadi peningkatan BMEP yang berawal dari suhu normal 59112 N/m² menjadi 59479 N/m² pada suhu 24°, 59479 N/m² pada suhu 20° dan 59798 N/m² pada suhu 16°. Pada RPM 2000 terjadi peningkatan BMEP yang berawal dari suhu normal 62884 N/m² menjadi 63251 N/m² pada suhu 24°, menjadi 63619 N/m² pada suhu 20°, dan 63987 N/m² pada suhu 16°

Jadi peningkatan BMEP terbesar terjadi pada RPM 2000 yaitu dari 62884 N/m² ke 63987 N/m² kw lebih besar 2 % pada suhu 16° dibanding suhu normal dan merupakan hasil BMEP terbesar yang dihasilkan oleh *engine* Dari keseluruhan analisa, memberikan kesimpulan bahwa penurunan suhu *air intake* memberikan nilai BMEP yang lebih baik dibandingkan dengan suhu normal.



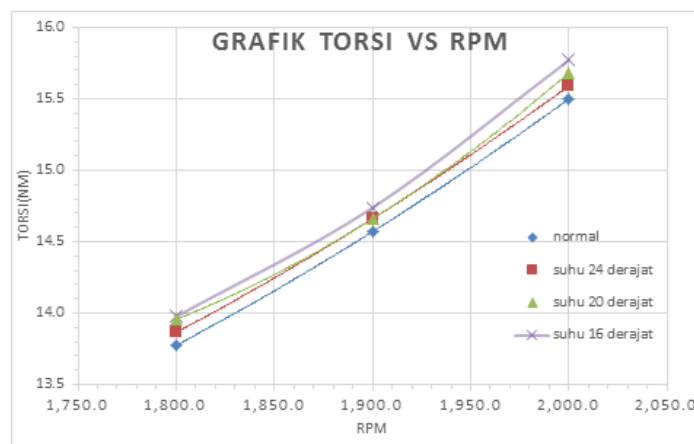
Gambar 3.4 Efisiensi Thermal vs RPM

Gambar 3.4 merupakan grafik perbandingan performansi Efisiensi Termal terhadap RPM dengan menggunakan 3 variasi suhu yang dihasilkan oleh pendingin termoelektrik. Dan bisa terlihat perbedaan cukup signifikan apabila menurunkan suhu pada *air intake*.

Pada RPM 1800 Dari suhu normal Efisiensi termis berada pada 5,2% menjadi 5,6% dengan peningkatan 9% pada suhu 24°, 6,0% dengan peningkatan 16% pada suhu 20°, 6,4% dengan peningkatan 24% pada suhu 16°. Pada RPM 1900 dari suhu normal Efisiensi termis berada pada 5,5% menjadi 5,6% dengan peningkatan 3% pada suhu 24°, 6,0% dengan peningkatan 10% pada suhu 20°, 6,6% dengan peningkatan 20% pada suhu 16°. Pada RPM 2000 dari suhu normal Efisiensi termis berada pada 5,0% menjadi 5,5% dengan peningkatan 10% pada suhu 24°, 5,7% dengan peningkatan 13% pada suhu 20°, 5,9% dengan peningkatan 18% pada suhu 16°.

Itu dikarenakan efisiensi termis menyatakan besarnya pemanfaatan kalor yang dihasilkan dari pembakaran bahan bakar untuk diubah menjadi kerja mekanis, maka

terdapat suatu hubungan yang signifikan antara kerja mekanis yang dinyatakan dengan daya motor yang dihasilkan, laju konsumsi bahan bakar dengan efisiensi termis. Peningkatan daya motor dengan meningkatkan suhu dengan penurunan laju konsumsi bahan bakar akan meningkatkan efisiensi termis dari motor.



Gambar 3.5 Grafik Torsi vs RPM

Gambar 3.5 merupakan grafik perbandingan performansi torsi terhadap RPM dengan menggunakan 3 variasi suhu yang dihasilkan oleh pendingin termoelektrik. Pada grafik diatas terlihat tidak mengalami perubahan kenaikan torsi yang signifikan setelah *air intake* didinginkan.. torsi meningkat hanya sekitar 1% pada tiap RPM dan pada tiap variasi suhu 16°, 20° dan 24°.

Pada RPM 1800 terjadi peningkatan torsi yang berawal dari suhu normal 13,774 Nm menjadi 13,865 Nm pada suhu 24°, 13,957 Nm pada suhu 20° dan 13,997 Nm pada suhu 16°. Pada RPM 1900 terjadi peningkatan torsi yang berawal dari suhu normal 14,571 Nm menjadi 14,662 Nm pada suhu 24°, 14,662 Nm pada suhu 20° dan 14,740 Nm pada suhu 16°. Pada RPM 2000 terjadi peningkatan torsi yang berawal dari suhu normal 15,501 Nm tetap 15,592 Nm pada suhu 24°, menjadi 15,682 Nm pada suhu 20°, dan 15,773 Nm pada suhu 16°

Jadi peningkatan torsi terbesar terjadi pada RPM 2000 yaitu dari 15,501 Nm ke 15,771 Nm lebih besar 2 % pada suhu 16° dibanding suhu normal dan merupakan hasil terbesar yang dihasilkan oleh *engine*. Dari keseluruhan analisa, memberikan kesimpulan bahwa penurunan suhu air intake memberikan nilai torsi yang lebih tinggi dibandingkan dengan suhu normal.

B. Analisa Ekonomi

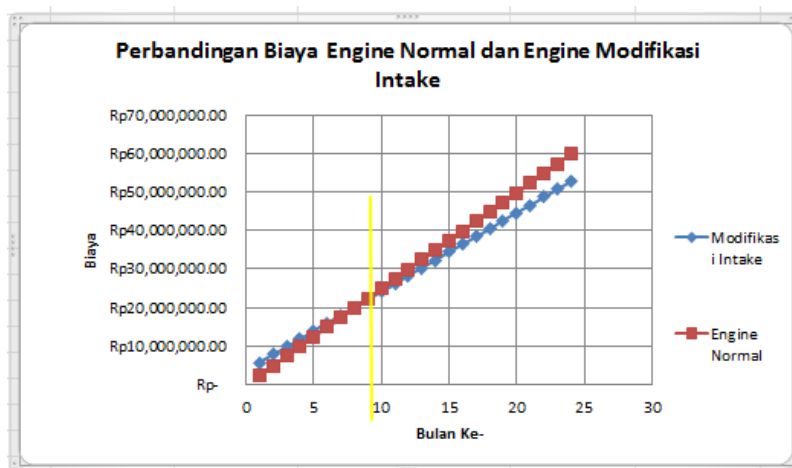
Dari hasil eksperimen pengujian performa maka didapatkan perbedaan antara *engine* tanpa dilakukan pendinginan *air intake* dengan *engine* yang dilakukan pendinginan *air intake*. Sehingga dari perbedaan tersebut dilakukan perbandingan dari segi ekonomi terutama pada konsumsi bahan bakar dan pengeluaran keseluruhan operasional kapal dalam jangka waktu tertentu. Data yang dibandingkan adalah *engine* pada suhu normal dengan *engine* pada suhu 16°. Dikarenakan pada suhu 16° merupakan hasil terbaik dari pengujian dibanding dengan suhu lainnya.

Berikut adalah perbandingan kebutuhan bahan bakar per hari pada *engine* saat kondisi normal dan *engine* saat *intake* didinginkan.

Table 3.1 Perbandingan kebutuhan bahan bakar

	Kebutuhan Bahan bakar (liter per hari)	
	Suhu Normal	Suhu 16°
RPM 1800	10	8
RPM 1900	10	8
RPM 2000	12	10

Pada tabel 3.1 menjelaskan bahwa kebutuhan bahan bakar terdapat selisih 2 liter per hari antara *air intake engine* pada suhu normal dengan *air intake engine* pada suhu 16°



Gambar 3.6. Grafik perbandingan biaya operasional Engine normal dan Modifikasi Intake

Berdasarkan gambar 3.6 dapat diketahui bahwa pada bulan ke 9 penggunaan modifikasi *intake* akan menyamai biaya dari *engine* normal dari keseluruhan operasional kapal. Untuk itu mulai bulan ke 10 penggunaan modifikasi *air intake* dengan termoelektrik akan mengalami keuntungan. Dimana keuntungan total yang dimiliki adalah sebesar Rp 6.712.814,00 untuk 2 tahun.

KESIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, yaitu memodifikasi *air intake manifold engine* pada motor diesel menggunakan termoelektrik sebagai pendingin udara masuk. Dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut :

- a) Pada penelitian ini penggunaan termoelektrik sebagai pendingin udara dapat di variasikan dalam 3 suhu pada kondisi udara bergerak. Yaitu pada suhu 24°, suhu 20° dan 16° dengan cara mengatur arus listrik (ampere) pada termoelektrik

- b) Penggunaan suhu 16° pada air intake mengakibatkan penurunan SFOC sebesar 22% atau berkurang 87,36 gr/kwh dibanding dengan *engine* tanpa sistem pendingin dan sebagai selisih terbesar diantara suhu lainnya. Tetapi untuk SFOC terendah terdapat pada RPM 1900 pada suhu 16° yaitu 375 gr/kwh. Untuk parameter performa lainnya seperti torsi, daya, BMEP, efisiensi thermal selalu menghasilkan trend naik meskipun tidak terlalu signifikan pada variasi suhu 24°, 20° dan 16°
- c) Dengan memodifikasi air *intake* menggunakan pendingin udara, kebutuhan bahan bakar terdapat perbedaan jumlah konsumsi per hari. Yaitu selisih 2 liter lebih irit dibanding *engine* dalam keadaan normal. Sehingga secara keseluruhan biaya operasional kapal antara *engine* normal dan modifikasi *intake* dapat dilakukan penghematan biaya sebesar Rp 6.712.814 dalam 2 tahun pengoperasian

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih kepada Yayasan Karya Salemba Empat, sebagai program beasiswa yang telah membiayai penulis selama menempuh kegiatan perkuliahan di Departemen Teknik Sistem Perkapalan, FTK-ITS. Terimakasih kepada seluruh pihak yang telah membantu penulis dalam menyelesaikan penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- B.J Huang, C.J Chin, C.L Duang. (1998). *"A design method of thermoelectric cooler"* Elsevier Inc : ScienceDirect
- Cengel, Y. & M. A. Boles. (2006). *"Thermodynamic : An Engineering Approach (5th)"* New York: McGraw-Hill.
- Chen Guojin, Zhu Miaofen, Liu Zhongmin, Liu Tingting, Su Shaohui and Cao Yijiang (2014). *"Study on Air Intake and Cooling System for Marine Diesel Engine"* Hangzhou Dianzi University, Hangzhou, Zhejiang
- Imansyah Ibnu Hakim, Alief Rizka Husniawan (2015). *"Studi Awal Unjuk Kerja Pendingin Udara (air cooler) Berbasis Termoelektrik pada Air Duct Sepeda Motor Tipe Skutik"* , Depok, Indonesia
- Priambodo dan Maleev, V.L (1991), *"Oprasi dan Pemeliharaan Mesin Diesel"* Penerbit Erlangga.
- Pulkabrek, Willard W. (2003). *"Engineering Fundamentals of the internal Combustion Engin"*. New Jersey : Prentice Hall
- Saguna, (2017) *"Strategi Adaptasi Nelayan Dan Faktor-Faktor Pelayaran Dalam Menghadapi Perubahan Iklim (Studi Kasus: Desa Tambakrejo, Kecamatan Sumbermanjing, Kabupaten Malang)"* Jurusan Teknik Lingkungan FTSP-ITS, Surabaya
- Setyadi, F V. *"Pengaruh Temperatur Dan Tekanan Udara Masuk Pada Motor Diesel Tipe 4 JA 1 Terhadap Unjuk Kerja"*, Surabaya: Fakultas Teknik Universitas Kristen Petra, 2000.
- Sharran S. R. and Sivanesan G. (2016) *"Thermoelectrically Cooled Short Ram Intake"* : Department of Mechanical Engineering, RMK Engineering College, Chennai, India
- Steinbrecher, Tillmann. (1997-2010). *"The Heatsink Guide: Peltier Guide"*, Part 1
- Sugiarto, Bambang. (2003). *"Motor Pembakaran Dalam"*. ISBN 979-97726-7-2