



**ANALISA PENGARUH VARIASI JENIS MATERIAL PROPELLER
DAN JARAK PROPELLER DI DALAM AIR TEHADAP
PERFORMANSI MESIN MOTOR PERAHU NELAYAN**

Ninik Martini, Alfredo Hendra, Crysna Pasha, Itmi Alfian

Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya
Jalan Semolowaru No. 45 Surabaya 60118, Tel. 031-5931800, Indonesia
email: ninikmartini@untag-sby.ac.id

ABSTRAK

Perkembangan industri komponen alat transportasi di dalam negeri semakin marak. Hal itu mendorong permintaan akan jenis komponen yang beragam juga semakin tinggi sehingga membuka peluang yang tidak kecil bagi para pelaku industri terutama industri otomotif dan transportasi senantiasa berupaya meningkatkan produktifitas dan efisiensi guna mendukung dan mencapai pertumbuhan yang dipersyaratkan. Kegiatan penelitian kali ini difokuskan pada analisa performansi mesin perahu nelayan menggunakan propeller yang terbuat dari bahan komposit matrik logam berbasis Al-abu dasar batubara, aluminium, dan stainless steel. Dengan variable jarak propeller terhadap permukaan air. Langkah – langkah dalam penelitian ini meliputi studi literature, studi lapangan, persiapan alat dan bahan, pengujian, analisa data, dan pengambilan kesimpulan. Variasi yang dilakukan adalah menggunakan propeller yang terbuat dari material komposit matrik logam berbasis Al-abudasar batu bara, aluminium, dan stainless stell dengan kondisi tidak dimasukan ke dalam air, 50cm di bawah permukaan air, dan 80cm di bawah permukaan air. Sedangkan untuk mesin motornya adalah motor bensin 4 langkah dengan nomor mesin 7DH2-3000378. Hasil dari pengujian ini dengan menggunakan propeller komposit dapat lebih meningkatkan efisiensi panas η_{th} . Hal ini dapat dilihat melalui peningkatan parameter-parameter yang dihasilkan dari pengujian ketiga jenis material propeller tersebut. Peningkatan efisiensi panas mesin terbesar terjadi pada putaran mesin 2500 rpm pada propeller aluminium berada di dalam air sedalam 50cm yaitu sebesar 78%, konsumsi bahan bakar spesifik Sfc sebesar 0,076 dalam waktu 40,9 detik.

Kata kunci: *propeller, marine engine, performace*

PENDAHULUAN

Perkembangan industry komponen alat transportasi di dalam negeri semakin marak. Meskipun sampai saat ini belum ada data yang pasti berapa sebenarnya pelaku industri besar, menengah maupun kecil yang bergerak di industri komponen alat transportasi. Namun terlepas dari ketidakjelasan itu, yang pasti tren pertumbuhan alat transportasi semakin berkembang. Hal itu mendorong permintaan akan jenis komponen yang

beragam, juga semakin tinggi sehingga membuka peluang yang tidak kecil. Para pelaku industry terutama industri otomotif dan transportasa senantiasa berupaya meningkatkan produktifitas dan efisiensi guna mendukung dan mencapai pertumbuhan yang dipersyaratkan. Akan tetapi pengembangan industry transportasi pada umumnya mengalami berbagai kendala diantaranya belum seluruhnya industri

pendukung seperti bahan baku dan komponen dibuat di dalam negeri.

Industri alat transportasi harus didukung oleh industri dalam negeri, sehingga tidak ada lagi komponen dan bahan baku import dari luar. Salah satu upaya yang dilakukan adalah dengan melakukan suatu perubahan terhadap bahan baku suatu komponen. Perubahan yang dapat dilakukan industri alat transportasi adalah dengan mengganti material yang digunakan. Material tersebut harus memiliki persyaratan yang memadai seperti biaya lebih murah, ringan namun memiliki kualitas yang baik/unggul. Dengan berkembangnya teknologi material persyaratan tersebut mampu dipenuhi oleh material komposit yaitu Aluminium-Metal Matrix Composites (A-MMCs). Material komposit (A-MMCs) yang digunakan untuk produk otomotif, akan mampu mengurangi bobot namun memiliki kekuatan yang lebih baik, sehingga performa produk alat transportasi tersebut menjadi lebih baik dan hemat bahan bakar minyak (BBM), selain itu juga biaya produksi lebih rendah karena volume bahan baku yang digunakan lebih sedikit. A-MMCs memiliki densitas yang lebih rendah, tahan korosi, kekuatan dan elastisitas lebih baik (Kainer, 2006). Selain itu juga AMMCs memiliki sifat tailorability, sehingga sifat mekanik yang diinginkan dapat diatur tergantung dari kombinasi matrik, penguat dan interface. Keunggulan inilah yang menjadi fokus perhatian utama para peneliti untuk menjadikan A-MMCs sebagai bahan pengganti material konvensional untuk komponen alat transportasi. Salah satu komponen alat transportasi air (perahu motor nelayan) yang sangat penting adalah baling-baling (propeller).

Propeller merupakan salah satu komponen mesin yang memegang peranan penting dalam konstruksi transportasi air (kapal laut). Propeller dipasang pada poros yang dihubungkan langsung dengan mesin kapal. Jika mesin kapal dihidupkan maka poros propeller akan berputar dan memutar propeller. Kecepatan putaran propeller sama dengan putaran poros dimana kecepatan putaran poros bergantung kecepatan putaran

mesin kapal. Dengan berputarnya propeller maka kapal laut mendapatkan tenaga untuk bergerak. Dengan demikian propeller mempunyai fungsi yang sangat besar, karena kecepatan kapal dipengaruhi oleh kondisi propeller. Besar kecilnya ukuran sebuah propeller disesuaikan dengan ukuran dari alat transportasi yang akan menggunakannya.

Pada umumnya sebuah propeller dibuat dari material yang memiliki sifat mekanik dan sifat kimia yang baik. Sifat mekanik misalnya kuat, keras, ulet, tahan terhadap beban tumbukan serta tahan aus. Sedang sifat kimia yakni dipilih dari material yang tidak mudah mengalami korosi. Hal ini dimaksudkan agar sebuah propeller dapat berfungsi dengan baik, aman serta berumur panjang. Penggunaan komposit matrik logam berbasis aluminium sebagai bahan propeller dapat mereduksi berat komponen tanpa mengurangi kehandalannya sehingga dapat meningkatkan performance engine, khususnya penghematan pemakaian bahan bakar (Varun Sethi, 2007).

2.1 Aplikasi dan Fungsi Baling-baling (propeller)

Baling-baling (propeller) adalah alat untuk menghasilkan gaya dorong pada sebuah kapal laut. Baling-baling diputar dengan poros yang digerakkan oleh penggerak utama dalam kamar mesin. Jenis baling-baling :

1. Baling-baling dengan daun tetap terbuka (fixed pitch propeller).
2. Baling-baling dengan daun tetap dengan selubung (nozzle).
3. Baling-baling dengan daun dapat diputar (controllable pitch propeller).

2.2 Unjuk Kerja Mesin (Performance Engine)

Parameter yang mempengaruhi unjuk kerja motor/ mesin :

1. Torsi (T) : Torsi suatu motor bakar batasannya di ukur dengan alat pengukur torsi yaitu dynamometer. Torsi dirumuskan sebagai berikut:
- 2.

$$T = F \cdot r$$

Di mana:

T = torsi (kg.m)

F = Gaya yang bekerja (N)

r = Panjang lengan poros

3. Daya efektif (Ne) adalah daya panas, karena poros itulah yang menggerakkan beban. Daya poros itu sendiri dibangkitkan oleh daya indikator yang merupakan daya pembakaran yang menggerakkan torak. Sedangkan daya indikator sendiri juga dibutuhkan untuk mengatasi daya gesekan mekanis dan daya gesekan aksesoris. Untuk menghitung beratnya daya dapat menggunakan rumus:

$$Ne = \frac{\pi \cdot n}{30} \cdot T \cdot \frac{1}{75}$$

Dimana:

n = putaran poros engkol (rpm)

T = torsi (kg.m)

4. Pemakaian bahan bakar spesifik (Sfc), Pemakaian bahan bakar dilakukan dengan pengukuran jumlah bahan bakar yang dipakai, pemakaian bahan bakar dapat di ukur dan diketahui dengan rumus:

$$m^{\circ}f = \frac{mf}{s} = \frac{Kg}{Jam}$$

Dimana:

$m^{\circ}f$ = Aliran rata-rata masa bahan bakar (kg/jam)

mf = Bahan bakar yang dikonsumsi (kg)

s = Waktu yang mengalir masa bahan bakar (jam)

Untuk menghitung konsumsi bahan bakar spesifik dapat menggunakan rumus sebagai berikut:

$$S_{Fc} = \frac{mf}{Ne} = \frac{Kg}{PS \cdot Jam}$$

Dimana:

S_{Fc} = Pemakaian bahan bakar (kg/PS.jam)

Ne = Daya efektif (dk)

5. Efisiensi thermis (η_{th})

Motor pembakaran dalam adalah suatu pesawat yang merubah energi panas menjadi energi mekanik. Dalam hal ini panas

yang terjadi karena pembakaran campuran gas di dalam silinder diikuti dengan timbul tekanan pembakaran, selanjutnya tekanan pembakaran ini akan menekan torak hingga torak bergerak dan gerakan inilah yang merupakan gerakan mekanis dimana tenaga geraknya disebut tenaga atau energi mekanis. Efisiensi thermis adalah ukuran besarnya energi panas yang tersimpan dalam bahan bakar untuk diubah menjadi daya efektif oleh mesin. Untuk menghitung besarnya efisiensi termal dapat digunakan rumus :

$$\eta_{th} = \frac{632}{Sfc \cdot Q} \times 100\%$$

Dimana:

η_{th} =Efisiensi thermis (%)

Q =Nilai panas bahan bakar, bensin 10600

$\frac{Kcal}{Kg}$

S_{fc} =Konsumsi bahan bakar spesifik ($\frac{Kg}{PS \cdot Jam}$)

Secara umum kapal yang bergerak di media air dengan kecepatan tertentu, maka akan mengalami gaya hambat (resistance) yang berlawanan dengan arah gerak kapal tersebut. Besarnya gaya hambat yang terjadi harus mampu diatasi oleh gaya dorong kapal (thrust) yang dihasilkan dari kerja alat gerak kapal (propulsor). Daya yang disalurkan (PD) ke alat gerak kapal adalah berasal dari Daya Poros (PS), sedangkan Daya Poros sendiri bersumber dari Daya Rem (PB) yang merupakan daya luaran motor penggerak kapal. Ada beberapa pengertian mengenai daya yang sering digunakan didalam melakukan estimasi terhadap kebutuhan daya pada sistem penggerak kapal, antara lain : (i) Daya Efektif (Effective Power-PE); (ii) Daya Dorong (Thrust Power-PT); (iii) Daya yang disalurkan (Delivered Power-PD); (iv) Daya Poros (Shaft Power-PS); (v) Daya Rem (Brake Power-PB); dan (vi) Daya yang diindikasikan (Indicated Power-PI).

6. Daya Efektif (PE) adalah besarnya daya yang dibutuhkan untuk mengatasi gaya hambat dari badan kapal (hull), agar kapal dapat bergerak dari satu tempat ke tempat yang lain dengan kecepatan servis sebesar VS. Daya Efektif ini merupakan fungsi dari

besarnya gaya hambat total dan kecepatan kapal. Untuk mendapatkan besarnya Daya Efektif kapal, dapat digunakan persamaan sebagai berikut:

$$PE = RT \cdot VS$$

Dimana:

PE = Daya Efektif, dlm. satuan kWatt

RT = Gaya Hambat Total, dlm. satuan kN

VS = Kecepatan Servis kapal [Kec. dlm Knots] * 0.5144 = {Kec. dlm m/det}

Daya yang Disalurkan (PD) adalah daya yang diserap oleh baling-baling kapal guna menghasilkan Daya Dorong sebesar PT atau dengan kata lain, PD merupakan daya yang disalurkan oleh motor penggerak ke baling-baling kapal (propeller) yang kemudian dirubahnya menjadi Daya Dorong kapal (PT). Variabel yang berpengaruh pada daya ini adalah torsi yang disalurkan dan putaran baling- baling, sehingga persamaan untuk menghitung PD adalah sebagai berikut ;

$$PD = 2\pi QD \cdot nP$$

Dimana :

PD=Daya yang disalurkan, dalam satuan kWatt

QD=Torsi baling-baling kondisi dibelakang badan kapal, dlm. satuan kNm

nP =Putaran baling-balin, dlm. satuan rps

7. Daya Poros (PS) adalah daya yang terukur hingga daerah di depan bantalan tabung poros (stern tube) dari sistem perporosan penggerak kapal. Untuk kapal-kapal yang berpengerak dengan turbin gas, pada umumnya, daya yang digunakan adalah PS. Sementara itu, istilah daya rem (Brake Power, PB) adalah daya yang dihasilkan oleh motor penggerak utama (main engine) dengan tipe marine diesel engines.



Gambar 1. Gaya-gaya yang bekerja pada sistem penggerak kapal

Pada sistem penggerak kapal yang menggunakan Marine Diesel Engines (type of medium to high speed), maka pengaruh rancangan sistem transmisi perporosan adalah sangat besar didalam menentukan besarnya daya PS. Jika kamar mesin terletak dibelakang dari badan kapal, maka besarnya losses akibat sistem transmisi perporosan tersebut adalah berkisar 2 - 3 %. Namun bila kamar mesin terletak agak ke tengah atau jauh di depan, maka besarnya losses akan semakin bertambah.

8. Efisiensi Baling-baling (Propeller Efficiency) η_{PROP} , adalah rasio antara daya dorong (PT) dengan daya yang disalurkan (PD). Efisiensi ini merupakan power conversion, dan perbedaan nilai yang terjadi adalah terletak pada dimana pengukuran Torsi Balingbaling (Propeller Torque) tersebut dilakukan. Yakni, apakah pada kondisi open water (QO) atau pada kondisi behind the ship (QD). Persamaan berikut ini menunjukkan kedua kondisi dari Efisiensi Baling-baling, sebagai berikut ;

Efisiensi Baling-baling (Open water) :

$$\eta_o = T \cdot V_0 / 2\pi Q_o n$$

Efisiensi baling-baling (Behind the ship):

$$\eta_B = P_t / P_d = T \cdot V_0 / 2\pi Q_o n$$

Karena ada dua kondisi tersebut, maka muncul suatu rasio efisiensi yaitu yang dikenal dengan sebutan Efisiensi Relative-Rotative, η_{RR} ; yang merupakan perbandingan antara efisiensi baling-baling pada kondisi di belakang kapal dengan efisiensi baling baling pada kondisi di air terbuka, sebagai berikut:

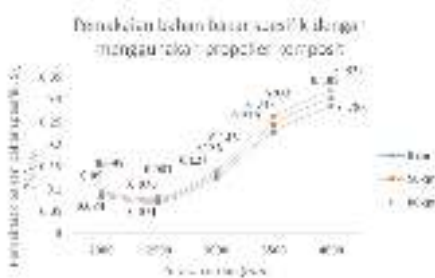
$$\eta_{RR} = \frac{\eta_s}{\eta_{ic}} = \frac{T_x}{T_x} \frac{2\pi n Q_D}{2\pi n Q_D} = \frac{Q_o}{Q_D}$$

sehingga η_{RR} sesungguhnya bukanlah merupakan suatu sifat besaran efisiensi yang sebenarnya (bukan merupakan power conversion). Efisiensi ini hanya perbandingan dari besaran nilai efisiensi yang berbeda. Maka besarnya efisiensi relative-rotative dapat pula lebih besar dari satu, namun pada umumnya diambil nilainya adalah berkisar satu.

PROSEDUR EKSPERIMEN

Metode penulisan yang dipakai dalam mengerjakan penelitian ini adalah studi pustaka, sehingga ada beberapa referensi yang dibutuhkan untuk mendukung terselesainya penelitian ini dan studi lapangan yaitu penulis melakukan kegiatan penelitian dan pengukuran di lapangan. Setelah mendapatkan hasil penelitian dan pengukuran di lapangan kemudian melakukan proses metode kuantitatif melalui perhitungan –perhitungan dari dasar teori yang didapat setelah itu dilakukan pembahasan dan menarik kesimpulan.

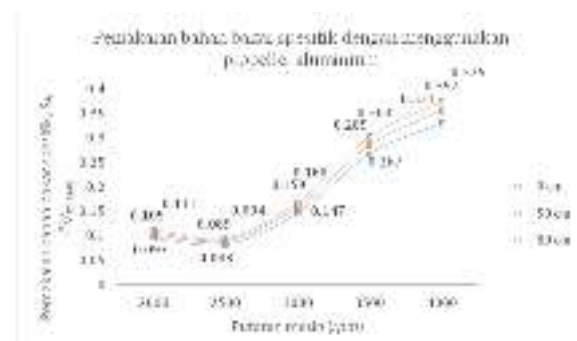
HASIL DAN PEMBAHASAN



Grafik 1. Pemakaian bahan bakar spesifik saat menggunakan propeller komposit

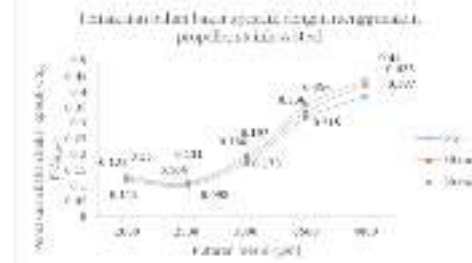
Dari grafik hasil pengujian menunjukkan bahwa terjadi peningkatan pemakaian bahan bakar spesifik pada putaran mesin 2500rpm menjadi 4000 rpm sebesar 300,5% dari ketiga variasi kedalaman propeller tersebut didalam air. Konsumsi bahan bakar spesifik terbesar didapat saat propeller berada didalam air sedalam 80cm

ketika putaran mesin mencapai 4000rpm yaitu sebesar $0,322 \frac{Kg}{PS.jam}$. Hal ini disebabkan karena komsumsi bahan bakar sesuai dengan putaran yang ada yaitu tidak terlalu kurus dan tidak pula terlalu kaya, sehingga bahan bakar bisa terbakar dengan optimal yang bisa menghasilkan daya yang optimal juga.



Grafik 2. Pemakaian bahan bakar spesifik saat menggunakan propeller aluminium

Dari grafik hasil pengujian menunjukkan bahwa terjadi peningkatan pemakaian bahan bakar spesifik pada putaran mesin 2500rpm menjadi 4000 rpm sebesar 299,5% dari ketiga variasi kedalaman propeller tersebut didalam air. Konsumsi bahan bakar spesifik terbesar didapat saat propeller berada didalam air sedalam 80cm ketika putaran mesin mencapai 4000rpm yaitu sebesar $0,375 \frac{Kg}{PS.jam}$. Hal ini disebabkan karena komsumsi bahan bakar sesuai dengan putaran yang ada yaitu tidak terlalu kurus dan tidak pula terlalu kaya, sehingga bahan bakar bisa terbakar dengan optimal yang bisa menghasilkan daya yang optimal juga.

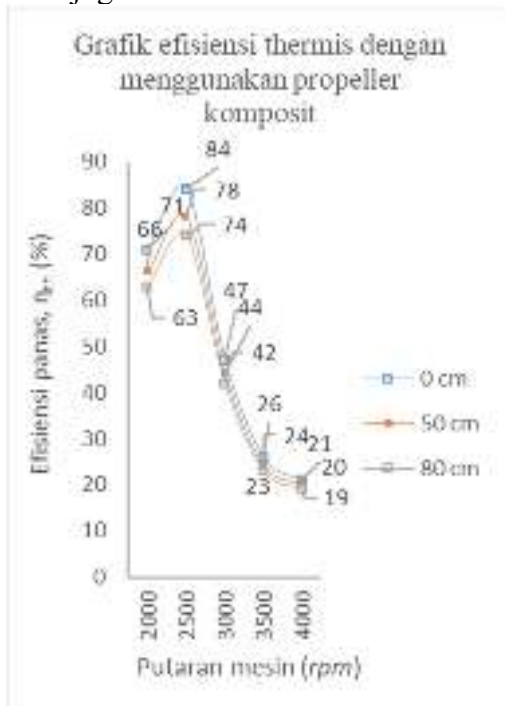


Grafik 3. Pemakaian bahan bakar spesifik saat menggunakan propeller stainless steel

Dari grafik hasil pengujian menunjukkan bahwa terjadi peningkatan pemakaian bahan bakar spesifik pada putaran mesin 2500rpm

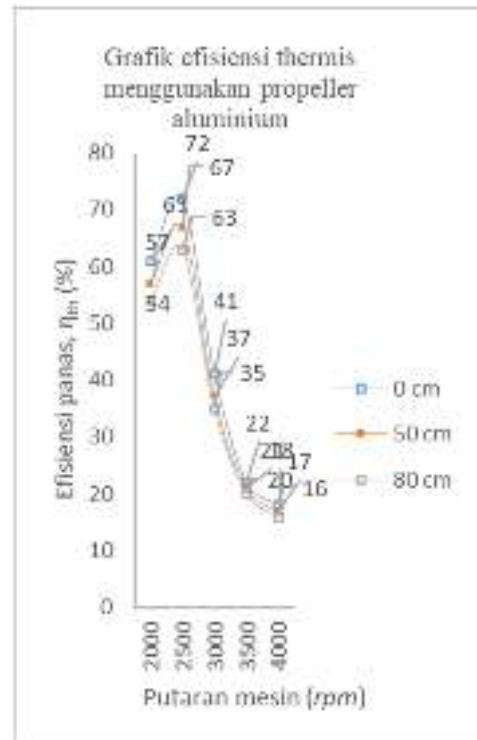
menjadi 4000 rpm sebesar 297,9% dari ketiga variasi kedalaman propeller tersebut didalam air. Konsumsi bahan bakar spesifik terbesar didapat saat propeller berada didalam air sedalam 80cm ketika putaran mesin mencapai 4000rpm yaitu sebesar $0,44 \frac{Kg}{PS \cdot Jam}$.

Hal ini disebabkan karena konsumsi bahan bakar sesuai dengan putaran yang ada yaitu tidak terlalu kurus dan tidak pula terlalu kaya, sehingga bahan bakar bisa terbakar dengan optimal yang bisa menghasikan daya yang optimal juga.



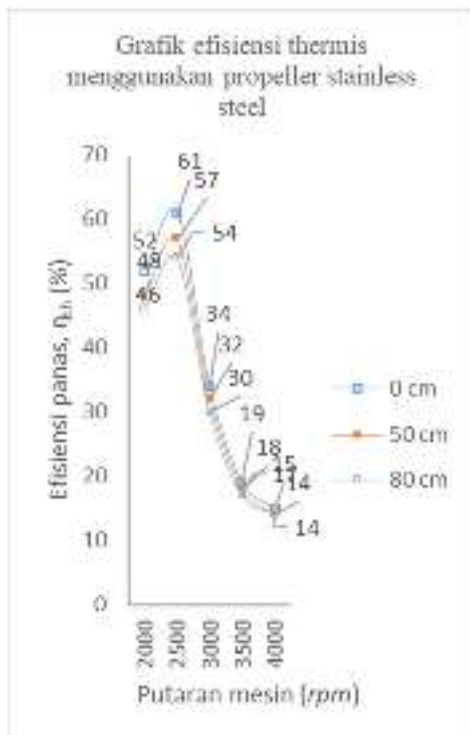
Grafik 4. Efisiensi termis saat menggunakan propeller komposit

Dari grafik hasil pengujian menunjukkan bahwa terjadi penurunan efisiensi termis pada putaran mesin 2500rpm menjadi 4000 rpm sebesar 74,5% dari ketiga variasi kedalaman propeller tersebut didalam air. Efisiensi termis tertinggi didapat pada putaran mesin 2500rpm saat propeller tidak dimasukan kedalam air yaitu sebesar 84%. Hal ini dipengaruhi oleh daya efektif yang cenderung sejalan dengan kenaikan putaran.



Grafik 5. Efisiensi termis saat menggunakan propeller aluminium

Dari grafik hasil pengujian menunjukkan bahwa terjadi penurunan efisiensi termis pada putaran mesin 2500rpm menjadi 4000 rpm sebesar 74,7% dari ketiga variasi kedalaman propeller tersebut didalam air. Efisiensi termis tertinggi didapat pada putaran mesin 2500rpm saat propeller tidak dimasukan kedalam air yaitu sebesar 72%. Hal ini dipengaruhi oleh daya efektif yang cenderung sejalan dengan kenaikan putaran.



Grafik 6. Efisiensi termis saat menggunakan propeller stainless steel

Dari grafik hasil pengujian menunjukkan bahwa terjadi penurunan efisiensi termis pada putaran mesin 2500rpm menjadi 4000 rpm sebesar 74,9% dari ketiga variasi kedalaman propeller tersebut didalam air. Efisiensi termis tertinggi didapat pada putaran mesin 2500rpm saat propeller tidak dimasukan kedalam air yaitu sebesar 61%. Hal ini dipengaruhi oleh daya efektif yang cenderung sejalan dengan kenaikan putaran.

KESIMPULAN DAN SARAN

Dari hasil analisa dapat diambil kesimpulan bahwa dengan menggunakan propeller komposit dapat lebih meningkatkan efisiensi termis η_{th} . Hal ini dapat dilihat melalui peningkatan parameter-parameter yang dihasilkan dari pengujian ketiga jenis material propeller tersebut. Peningkatan efisiensi termis mesin terbesar terjadi pada putaran mesin 2500 rpm pada propeller komposit berada di dalam air sedalam 50cm yaitu sebesar 78%, konsumsi bahan bakar spesifik S_{fc} sebesar $0,076 \frac{Kg}{PS.Jam}$ dalam waktu 40,9 detik.

REFERENSI

Arismunandar, Wiranto (1998), “Penggerak Mula Motor Bakar”, Edisi Keempat, ITB, Bandung.

2015, “Panduan Praktikum Motor Bakar”. Universitas 17 Agustus 1945, Surabaya.

Ir. Gatut Prijo Utomo, M.Sc, Harjo Seputro, ST.,MT, I Made Kastiawan, ST.,MT, Juni, 2015. “Laporan Kemajuan Penelitian Hibah Bersaing”, Kode: 432, Nama Rumpun Ilmu: Teknik Mesin. Universitas 17 Agustus 1945, Surabaya.

“New Step 1 Training Manual”, PT. Toyota Astra Motor

<http://www.forumsains.com/artikel/29/?print>
<http://www.kaskus.co.id/thread/000000000000000008865250/983098309830-teknik-mesin--solidarity-forever--983098309830/>
https://id.wikipedia.org/wiki/Motor_bakar_pembakaran_dalam

“Basic Mechanic Training 1”, PT. Toyota Astra Motor