

# KAJIAN TEKNIS KINERJA SISTEM PENGGERAK KAPAL DENGAN MENGGUNAKAN BAHAN BAKAR BIODIESEL PADA KAPAL KM. LABOAR

Imam Pujo Mulyatno \*

\* Program Studi Teknik Perkapalan, Fakultas Teknik, UNDIP

## ABSTRACT

*This end duty surrounded caused by problems of fisherman would the price of oil fuel increasingly expensive. On that account, the researchers and industry to do research, experiment, and developing which finally they find alternative fuel which able to be renewed, that is biodiesel*

*Research about ship activator system efficiency is expected able to know how big machine performance influence and propeller when ship applies diesel fuel with biodiesel in a state of ship sails current concurrent and also at the oposite current*

*Based on result of analysis and calculation empirically got a result indicating that efficiency when using diesel fuel when ship to sail current concurrent is 23,2%, while efficiency for fuel biodiesel type B20 is 22,3%, type B30 is 23,2%, and type B50 is 22,1%. That way the things of with when ship sails at the oposite current. Efficiency by using diesel fuel is 22,1%, while efficiency for fuel biodiesel type B20 is 21,3%, type B30 is 22,1%, and type B50 is 21,8% so that ship activator system performance when using biodiesel doesn't experience change signifikan.*

*Key Word : Activator System by using Biodiesel*

## 1. PENDAHULUAN

### Latar Belakang

Permasalahan yang dihadapi nelayan semakin hari semakin kompleks. Hal ini terlihat dari jumlah hasil tangkapan yang cenderung turun tetapi harga jual yang relatif konstan, sementara itu harga “bahan bakar minyak” (BBM), terutama solar, yang semakin mahal. Keadaan tersebut mengakibatkan biaya operasional/eksploitasi yang digunakan semakin besar tetapi tidak diimbangi dengan hasil penjualan yang semakin baik sehingga penghasilan nelayan semakin menurun dan terlihat adanya indikasi terhentinya kegiatan melaut.

Di lain pihak, kebutuhan hidup yang mendesak untuk dipenuhi mengakibatkan para nelayan berusaha menekan biaya penggunaan BBM supaya tetap dapat melaut. Usaha yang dilakukan berupa penggunaan BBM campur, dengan cara mencampur solar, minyak kelapa sawit, dan atau oli. Ada juga yang hanya menggunakan minyak tanah, bahkan ada yang mencampurkan oli bekas. Pencampuran BBM ini semata-mata hanya pertimbangan ekonomi sesaat tanpa menghiraukan efeknya terhadap motor diesel yang digunakan.

Banyak hal yang telah diupayakan untuk mengatasi masalah tersebut, salah satunya adalah dengan mencari alternatif bahan bakar minyak pengganti solar. Tuntutan inilah yang mendorong para peneliti dan industri untuk melakukan *research, experiment, dan developing*. Hasil yang di capai pun sangat memuaskan berupa bahan bakar **biodiesel**. BBM alternatif ini bersifat *renewable resources* dan harganya relatif murah dibandingkan BBM konvensional sehingga diharapkan dapat mengatasi krisis BBM pada nelayan dengan ketersediaannya berkelanjutan.

Namun, seberapa besar efektifitas dan efisiensi **biodiesel** (beserta alat kontrolnya) ini dalam mendukung operasional penangkapan ikan sehingga diperoleh produktivitas yang optimal merupakan pertanyaan besar yang perlu di jawab dengan kajian sedemikian rupa sehingga usaha penangkapan ikan dapat berlangsung secara berkelanjutan.

BBPPI Semarang sebagai unit pelaksana teknis pada Direktorat Perikanan Tangkap di lingkup Departemen Kelautan dan Perikanan, perlu melakukan uji lab dan uji terap BBM alternatif (biodiesel) tersebut, baik di mesin uji pada laboratorium (uji lab) maupun di kapal penangkap ikan milik nelayan (uji terap). Hal ini perlu dilakukan untuk mengetahui seberapa

besar efek terhadap kinerja mesin dan efisiensi biaya operasionalnya, sebelum disebarluaskan dan digunakan di kapal penangkap ikan milik nelayan sebagai pengguna.

Untuk itu perlu dilakukannya kajian ilmiah mengenai kinerja sistem penggerak kapal dengan menggunakan bahan bakar alternatif *biodiesel* pada kapal KM. Laboar dengan harapan dapat mengetahui perbedaan kinerja sistem penggerak kapal saat kapal menggunakan bahan bakar solar dengan saat kapal menggunakan *biodiesel*

### Perumusan Masalah

Sehubungan dengan perumusan masalah yang timbul di atas maka dapat dimunculkan beberapa analisa sebagai berikut :

1. Efisiensi sistem penggerak pada kapal KM. Laboar saat menggunakan *biodiesel*
2. Perbandingan tingkat konsumsi bahan bakar *biodiesel* dengan solar
3. Perbandingan kecepatan kapal antara menggunakan *biodiesel* dengan solar

### Tujuan Penelitian

Adapun tujuan penelitian ini yaitu:

1. Membuat *hull form* kapal yang sudah ada dengan menggunakan program *Delft Ship*
2. Menghitung hambatan kapal dengan menggunakan bantuan berbagai perangkat lunak yang *open software* untuk mendapatkan nilai EHP kapal yang sesuai dengan kapal yang ada di lapangan.
3. Mengetahui perbandingan konsumsi bahan bakar dan kecepatan kapal antara *biodiesel* dan solar pada mesin kapal KM. Laboar
4. Mengetahui perbandingan daya kapal antara menggunakan *biodiesel* dengan solar.
5. Mengetahui perbandingan persentase efisiensi sistem penggerak kapal pada saat kapal menggunakan *biodiesel* dengan solar

## 2. METODOLOGI PENELITIAN

### Studi Lapangan

Studi lapangan dilakukan secara langsung dan wawancara, diantaranya:

1. Mengukur ukuran utama kapal, (panjang kapal (Lpp), lebar kapal, sarat kapal, dan

tinggi kapal) dan ukuran yang diperlukan untuk membuat lines plan.

2. Mengetahui kecepatan dan konsumsi bahan bakar kapal pada saat *sea trial* (uji terap).
3. Mengumpulkan gambar-gambar teknik kapal yang ada untuk kelengkapan gambar pada tugas akhir ini.
4. Wawancara kepada pihak pemilik kapal berkaitan dengan kebutuhan data-data penulis seperti; spesifikasi mesin dan ukuran utama kapal

### Studi Literatur

Mempelajari permasalahan beserta solusinya yang akan dikemukakan di dalam tugas akhir dari berbagai referensi baik berupa buku, jurnal, internet, dll.

### Membuat Lines Plan

Membuat rencana garis kapal yang ada sesuai dengan data hasil pengukuran.

Pengukuran dilakukan dengan mengukur bentuk karakter lambung kapal per station dengan menggunakan alat-alat berikut ini:

1. Pipa galvanis sebagai tumpuan pengukurannya, pengukuran berdasarkan letak *buttock line* kapal dan diukur selebar kapal.
2. Tali tambang, digunakan untuk mengukur jarak ketinggian lambung kapal dari *base line*.
3. Meteran, mengukur hasil ukuran yang dilakukan dengan tali tambang.
4. Spidol, untuk memberikan tanda-tanda ukuran kapal, baik penandaan pada *station* kapal, *buttock line* dan *water line* kapal.

### Analisa Perhitungan

Perhitungan dilakukan dalam rangka pengolahan data-data yang didapat di lapangan, diantaranya:

1. Memasukan data hasil pengukuran *body plan* dengan menggunakan perangkat lunak *delftship*, untuk mendapatkan *hull form*.
2. Perhitungan hambatan dengan menggunakan metode *Michlet* untuk kapal yang menjadi objek penelitian.
3. Perhitungan daya kapal yang dihasilkan saat menggunakan solar maupun saat menggunakan *biodiesel* dalam keadaan

kapal berlayar serarah arus atau berlawanan arus

4. Perhitungan propeller untuk mendapatkan efisiensi propeller
5. Perhitungan efisiensi sistem penggerak kapal

### Pembahasan

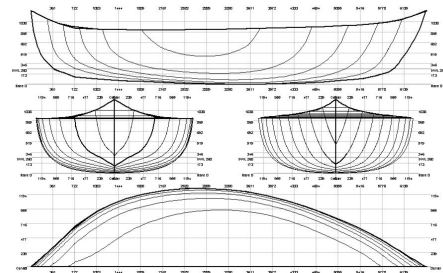
Menganalisa hasil *output* dari perhitungan, yaitu analisis efisiensi sistem penggerak, kecepatan yang dihasilkan, serta jumlah konsumsi bahan bakar dengan membandingkan penggunaan bahan bakar *biodiesel* dan solar.

### 3. ANALISA DATA DAN PEMBAHASAN

#### Data Ukuran Utama Kapal, Sistem Permesinan, dan Propulsi

Penelitian ini bersifat analisa (*analysis*). Analisa yang dilakukan adalah membandingkan kinerja sistem penggerak saat kapal menggunakan bahan bakar solar dengan biodiesel pada sebuah kapal nelayan KM. Laboar saat kapal berlayar searah arus air laut maupun berlawanan arus air laut. Berikut ini adalah data kapal KM. Laboar beserta gambar Rencana Garis :

1. Ukuran Utama Kapal
  - Nama Kapal : KM. Laboar
  - Loa : 6,50 meter
  - B : 2,65 meter
  - T : 0,90 meter
  - Vs : 7,00 knot
2. Data-data sistem propulsi
  - Diameter propeller : 0,34 cm
  - Jumlah Daun : 3 buah
  - P/D : 0,889
3. Data sistem permesinan
  - Mesin Utama : TianLi 22 HP
4. Rencana Garis KM. Laboar



Gambar 1. Lines Plan kapal KM. Laboar

### Hambatan Kapal

Perhitungan hambatan kapal di sini menggunakan *metode Michlet*. Metode ini digunakan khusus untuk kapal yang panjangnya di bawah 10 meter. Berikut ini adalah hasil perhitungan hambatan kapal dengan *metode Michlet* :

Vk (Knots)	Rt (kN)
1	0,046
2	0,059
3	0,092
4	0,125
5	0,178
6	0,633
7	1,05

Tabel 1. Hasil Perhitungan Hambatan dengan Metode Michlet

Berdasarkan hasil *running* model kapal yang ada di lapangan yaitu KM.Laboar, dapat disimpulkan bahwa besar hambatan yang terjadi pada badan kapal adalah 1,05 kN.

### Perhitungan Kecepatan dan Konsumsi Bahan Bakar

Berdasarkan Uji Terap yang dilakukan oleh Balai Besar Pengembangan dan Penangkapan Ikan (BBPPI) Semarang yang dilakukan di Pemalang Jawa tengah, didapatkan hasil uji terap sebagai berikut :

NO	Kecepatan Putar Mesin (RPM)	Konsumsi Bahan Bakar (liter/jam)	Kecepatan Kapal (Knot)	
			Searah Arus	Berlawanan Arus
1	1000	2,5	5,0	4,6
2	1100	2,6	5,3	4,9
3	1200	2,6	5,5	5,2
4	1300	2,7	5,8	5,5
5	1400	2,7	6,0	5,7
6	1500	2,8	6,3	6,0
7	1600	2,8	6,6	6,2
8	1700	2,9	6,8	6,5
9	1800	2,9	7,1	6,8

Tabel 2. Hasil Pengujian dengan menggunakan solar

NO	Kecepatan Putar Mesin (RPM)	Konsumsi Bahan Bakar (liter/jam)	Kecepatan Kapal (Knot)	
			Searah Arus	Berlawanan Arus
1	1000	1,2	4,8	4,5
2	1100	1,3	5,1	4,8
3	1200	1,3	5,3	5,1
4	1300	1,4	5,6	5,3
5	1400	1,5	5,8	5,5
6	1500	1,5	6,1	5,7
7	1600	1,6	6,4	6,0
8	1700	1,7	6,6	6,3
9	1800	1,7	6,9	6,5

Tabel 3. Hasil Pengujian dengan menggunakan B20

NO	Kecepatan Putar Mesin (RPM)	Konsumsi Bahan Bakar (liter/jam)	Kecepatan Kapal (Knot)	
			Searah Arus	Berlawanan Arus
1	1000	1,3	5,0	4,7
2	1100	1,3	5,2	4,9
3	1200	1,4	5,5	5,2
4	1300	1,4	5,8	5,5
5	1400	1,5	6,1	5,7
6	1500	1,5	6,3	6,0
7	1600	1,6	6,6	6,2
8	1700	1,6	6,9	6,5
9	1800	1,7	7,1	6,7

Tabel 4. Hasil Pengujian dengan menggunakan B30

NO	Kecepatan Putar Mesin (RPM)	Konsumsi Bahan Bakar (liter/jam)	Kecepatan Kapal (Knot)	
			Searah Arus	Berlawanan Arus
1	1000	1,2	4,9	4,5
2	1100	1,2	5,1	4,8
3	1200	1,3	5,4	5,0
4	1300	1,3	5,6	5,3
5	1400	1,4	5,8	5,5
6	1500	1,4	6,2	5,8
7	1600	1,5	6,6	6,2
8	1700	1,5	6,8	6,5
9	1800	1,6	7,0	6,7

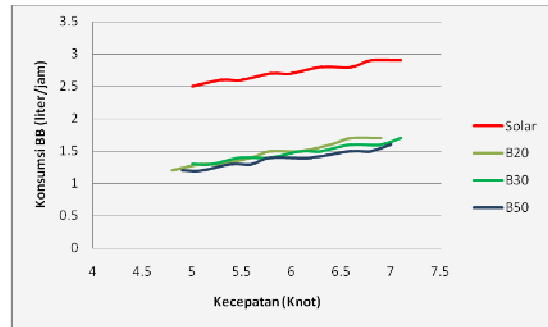
Tabel 5. Hasil Pengujian dengan menggunakan B50

Keterangan :

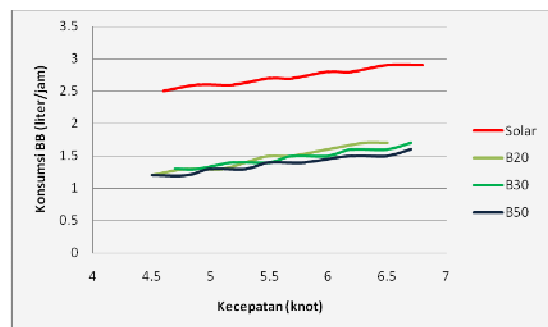
Kecepatan Angin = 1,7 – 3,9 m/s

Kecepatan Arus = 0,5 – 2,35 m/s

Hasil uji terap tersebut bisa di buat grafik sebagai berikut :



Gambar 2. Grafik hubungan antara konsumsi bahan bakar dengan kecepatan kapal saat kapal berlayar searah arus



Gambar 3. Grafik hubungan antara konsumsi bahan bakar dengan kecepatan kapal saat kapal berlayar berlawanan arus

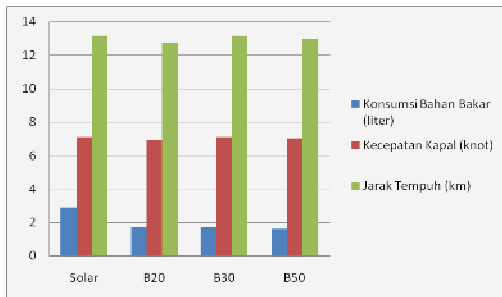
### Perhitungan Efisiensi Tiap Varian

Berdasarkan data dari uji terap dapat dihitung efisiensi penggunaan bahan bakar tiap varian dengan cara mencari nilai konsumsi bahan bakar, kecepatan, maupun jarak yang ditempuh selama 1 jam pada RPM tertinggi dari data uji terap saat kapal berlayar searah dengan arus dan berlawanan dengan arus :

#### 1) Searah Arus

Bahan Bakar	Konsumsi BB (liter)	Kecepatan (Knot)	Jarak (km)	Konsumsi BB x Jarak
Solar	2,9	7,1	13,14	38,10
B20	1,7	6,9	12,77	21,71
B30	1,7	7,1	13,14	22,33
B50	1,6	7,0	12,95	20,72
			Σ =	102,86

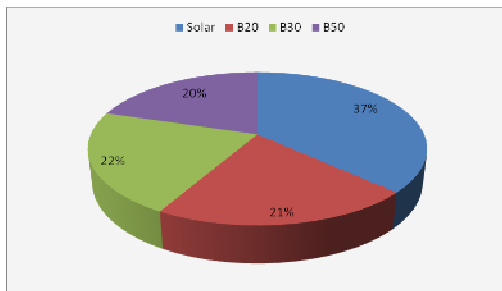
Tabel 6. Hasil Perhitungan Efisiensi saat kapal berlayar searah arus



Gambar 4. Diagram perbandingan konsumsi bahan bakar, kecepatan kapal, dan jarak tempuh selama satu jam saat kapal berlayar searah arus

Efisiensi :

$$\begin{aligned} \text{Solar} &= 38,10/102,86 \times 100 \% = 37,03 \% \\ \text{B20} &= 21,71/102,86 \times 100 \% = 21,10 \% \\ \text{B30} &= 22,33/102,86 \times 100 \% = 21,71 \% \\ \text{B50} &= 20,72/102,86 \times 100 \% = 20,15 \% \end{aligned}$$

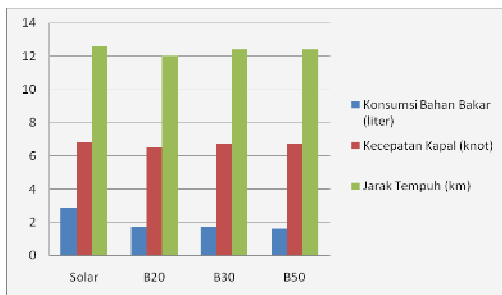


Gambar 5. Diagram perbandingan efisiensi bahan bakar tiap varian saat kapal berlayar searah arus

## 2) Berlawanan Arus

Bahan Bakar	Konsumsi BB (liter)	Kecepatan (Knot)	Jarak (km)	Konsumsi BB x Jarak
Solar	2,9	6,8	12,58	36,49
B20	1,7	6,5	12,03	20,45
B30	1,7	6,7	12,40	21,08
B50	1,6	6,7	12,40	19,84
			$\Sigma =$	97,85

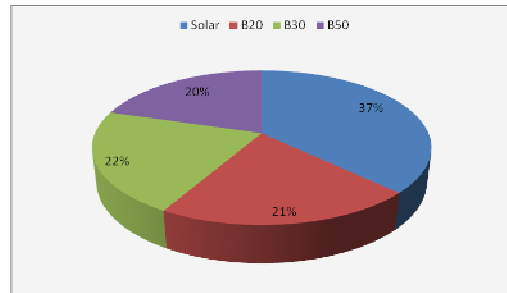
Tabel 7. Hasil Perhitungan Efisiensi saat kapal berlayar berlawanan arus



Gambar 6. Diagram perbandingan konsumsi bahan bakar, kecepatan kapal, dan jarak tempuh selama satu jam saat kapal berlayar searah arus

Efisiensi :

$$\begin{aligned} \text{Solar} &= 36,49/97,85 \times 100 \% = 37,29 \% \\ \text{B20} &= 20,45/97,85 \times 100 \% = 20,90 \% \\ \text{B30} &= 21,08/97,85 \times 100 \% = 21,54 \% \\ \text{B50} &= 19,84/97,85 \times 100 \% = 20,27 \% \end{aligned}$$



Gambar 7. Diagram perbandingan efisiensi bahan bakar tiap varian saat kapal berlayar berlawanan arus

Berdasarkan perhitungan diatas maka dapat disimpulkan bahwa solar memiliki efisiensi terbesar baik saat kapal berlayar searah arus (38,93%) maupun saat kapal berlayar berlawanan arus (38,72%). Meskipun demikian, konsumsi bahan bakar solar selama 1 jam sangatlah boros jika dibandingkan dengan B20, B30, dan B50. Kecepatan kapal dan jarak tempuh saat kapal menggunakan solar dan B30 hampir sama.

### Perhitungan Daya Efektif Tiap Varian

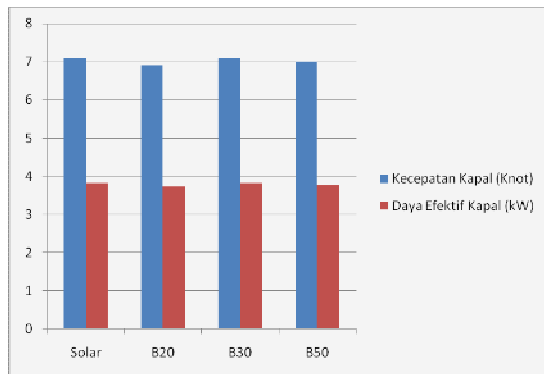
Berdasarkan data dari uji terap di lapangan, dapat diketahui besarnya daya yang dihasilkan dari penggunaan bahan bakar. Daya kapal saat RPM tertinggi dapat dihitung menggunakan formula sebagai berikut:

$$\text{EHP} = R_t \times V_s$$

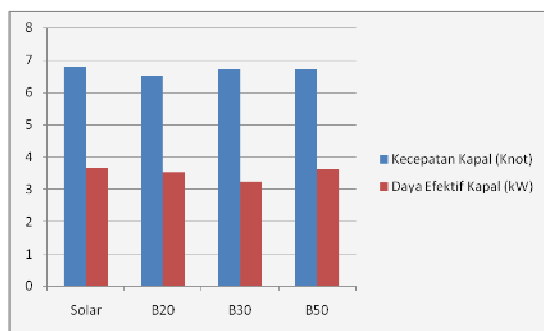
Dengan menggunakan formula di atas, maka didapatkan hasil dari perhitungan sebagai berikut, dalam bentuk tabel.

Bahan Bakar	Hambatan kapal (kN)	Searah Arus		Berlawanan Arus	
		Kecepatan (Knot)	EHP (kW)	Kecepatan (Knot)	EHP (kW)
Solar	1,05	7,1	3,83	6,8	3,66
B20	1,05	6,9	3,72	6,5	3,51
B30	1,05	7,1	3,83	6,7	3,62
B50	1,05	7,0	3,77	6,7	3,62

Tabel 8. Hasil Perhitungan Daya Kapal Tiap Varian



Gambar 8. Diagram perbandingan daya kapal tiap varian saat kapal berlayar searah arus



Gambar 9. Diagram perbandingan daya kapal tiap varian saat kapal berlayar berlawanan arus

Berdasarkan perhitungan diatas maka dapat disimpulkan bahwa daya yang dihasilkan saat kapal menggunakan solar lebih besar daripada saat kapal menggunakan B20, B30, dan B50 baik pada saat kapal berlayar searah arus maupun berlawanan arus. Meskipun demikian, daya yang dihasilkan antara solar dengan B30 hampir sama.

### Perhitungan Kinerja Propeller KM. Laboar

Setelah variabel-variabel propeller yang ada di lapangan telah diketahui, maka dengan menggunakan bantuan program perhitungan propeller kita dapat menganalisa dan menentukan kinerja dari propeller yang kita rencanakan.

Berikut ini adalah variabel-variabel propeller yang telah diketahui :

Tipe propeller : *Fixed pitch propeller*

Karakteristik propeller

- Jumlah *blade* : 3 buah
- Ae/Ao : 0,46
- P/D : 0,889
- Diameter propeller : 0,34 m

### KAPAL

- *Required Thrust* : 2,92 kN
- Vs : 7 knots
- *Wake fraction* : 0,12
- Jarak poros dibawah WL : 0,184 m

Setelah data-data tersebut dijalankan dengan program *Propeller Optimization Program*, maka didapatkan nilai dibawah ini :

- Diameter propeller : 0,34 m
- P/Dp : 0,889 m
- Ae/Ao : 0,46
- Rpm : 1721,86
- J : 0,325
- KT : 0,258
- KQ : 0,035
- $\eta_o$  : 0,381
- *Propeller Thrust* : 2,9 kN

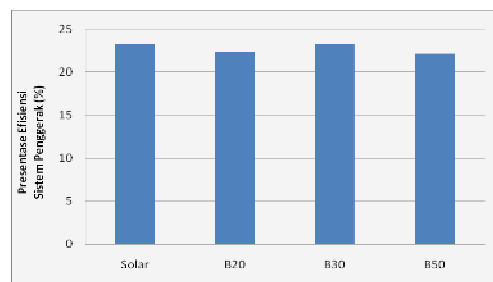
### Perhitungan Efisiensi Sistem Penggerak Kapal KM. Laboar

Hasil perhitungan efisiensi sistem penggerak kapal dapat di lihat pada tabel sebagai berikut :

#### 1) Searah Arus

Bahan Bakar	$\eta_s$	$\eta_{hull}$	$\eta_D$	$\eta_p$
Solar	0,735	0,83	0,381	0,232
B20	0,735	0,81	0,381	0,223
B30	0,735	0,83	0,381	0,232
B50	0,735	0,82	0,381	0,230

Tabel 9. Hasil Perhitungan Efisiensi Sistem Penggerak Tiap Varian saat kapal berlayar searah arus

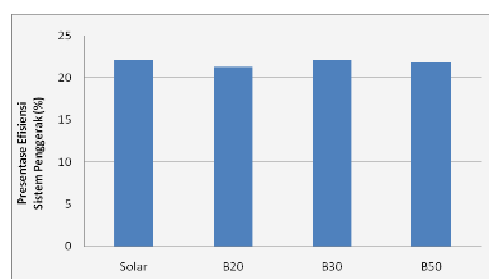


Gambar 10. Diagram perbandingan efisiensi sistem penggerak kapal tiap varian saat kapal berlayar searah arus

## 2) Berlawanan Arus

Bahan Bakar	$\eta_s$	$\eta_{hull}$	$\eta_D$	$\eta_P$
Solar	0,735	0,79	0,381	0,221
B20	0,735	0,76	0,381	0,213
B30	0,735	0,79	0,381	0,221
B50	0,735	0,78	0,381	0,218

Tabel 10. Hasil Perhitungan Efisiensi Sistem Penggerak Tiap Varian saat kapal berlayar berlawanan arus



Gambar 11. Diagram perbandingan efisiensi sistem penggerak kapal tiap varian saat kapal berlayar berlawanan arus

Berdasarkan diagram di atas dapat disimpulkan bahwa selisih efisiensi sistem penggerak antara solar dengan B20, B30, dan B50 sangat kecil baik pada saat kapal berlayar searah arus maupun saat kapal berlawanan arus sehingga kinerja dari sistem penggerak KM. Laboar tidak mengalami perubahan yang signifikan saat mesin menggunakan bahan bakar B20, B30, dan B50. Dengan perubahan efisiensi yang tidak terlalu besar, maka *Engine Matching* tidak perlu dilakukan.

## 4. KESIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan hasil penelitian efisiensi sistem penggerak saat menggunakan solar dengan B20, B30, dan B50 pada kapal KM. Laboar saat kapal berlayar searah arus maupun berlawanan arah arus, dapat disimpulkan bahwa:

- Besarnya hambatan badan kapal jika kapal ditarik dengan kecepatan dinas sebesar 7 knots adalah 1,05 kN.
- Kecepatan kapal saat kapal menggunakan solar pada RPM tertinggi (1800 RPM) untuk searah arus sebesar 7,1 knot, sedangkan B20 sebesar 6,9 knot, B30 sebesar 7,1 knot, dan B50 sebesar 7,0 knot. Untuk berlawanan arus, penggunaan solar menghasilkan kecepatan sebesar 6,8 knot, sedangkan B20

sebesar 6,5 knot, B30 sebesar 6,7 knot, dan B50 sebesar 6,7 knot. Dapat disimpulkan bahwa selisih kecepatan kapal yang dihasilkan tiap varian baik yang searah arus maupun yang berlawanan arus tidak terlalu jauh.

- Jarak yang di tempuh oleh kapal selama 1 jam pada RPM tertinggi saat kapal menggunakan solar sebesar 13,14 km untuk searah arus, sedangkan B20 sebesar 12,77 km, B30 sebesar 13,14 km, dan B50 sebesar 12,95 km. Untuk berlawanan arus, penggunaan solar dapat menempuh jarak sebesar 12,58 km selama 1 jam, sedangkan B20 sebesar 12,03 km, B30 sebesar 12,40 km, dan B50 sebesar 12,40 km. Dapat disimpulkan bahwa perbedaan jarak tempuh yang dihasilkan tiap varian tidak terlalu jauh.
- Konsumsi bahan bakar saat kapal menggunakan solar pada RPM tertinggi sebesar 2,9 liter/jam, sedangkan B20 sebesar 1,7 liter/jam, B30 sebesar 1,7 liter/jam, dan B50 sebesar 1,6 liter/jam. Dapat disimpulkan bahwa konsumsi solar lebih besar dibandingkan dengan B20, B30, B50. Mengingat jarak tempuh tiap varian yang tidak terlalu jauh, maka penggunaan bahan bakar B20, B30, dan B50 lebih irit ketimbang solar.
- Daya Efektif yang dihasilkan oleh solar pada sebesar 3,83 kW untuk searah arus, sedangkan B20 sebesar 3,72 kW, B30 sebesar 3,83 kW, dan B50 sebesar 3,62 kW. Untuk berlawanan arus, penggunaan solar dapat menghasilkan daya efektif sebesar 3,66 kW, sedangkan B20 sebesar 3,51 kW, B30 sebesar 3,62 kW, dan B50 sebesar 3,62 kW. Dapat disimpulkan bahwa daya yang dihasilkan saat kapal menggunakan solar paling besar. Tetapi, selisih daya yang dihasilkan tiap varian tidak terlalu jauh.
- Efisiensi sistem penggerak kapal saat dengan menggunakan solar sebesar 23,2 % untuk searah arus, sedangkan B20 sebesar 22,3 %, B30 sebesar 23,2 %, dan B50 sebesar 22,1 %. Untuk berlawanan arus, efisiensi sistem penggerak kapal saat menggunakan solar sebesar 22,1 %, sedangkan B20 sebesar 21,3 %, B30 sebesar 22,1 %, dan B50 sebesar 21,8 %. Dapat disimpulkan bahwa selisih presentase efisiensi sistem penggerak tiap

varian tidak terlalu jauh sehingga tidak perlu mengganti mesin ataupun propeller saat kapal menggunakan bahan bakar B20, B30, dan B50 (*Engine Matching* tidak perlu dilakukan).

Pada penelitian efisiensi sistem penggerak ini, penulis menyarankan kepada nelayan tradisional bahwa penggunaan B20, B30, dan B50 tidak mengubah kinerja mesin ataupun propellernya sehingga bahan bakar tersebut aman untuk digunakan. Konsumsi bahan bakar B20, B30, dan B50 sangat irit pada jarak tempuh yang sama dengan saat kapal menggunakan solar sehingga hemat untuk digunakan.

## 5. DAFTAR PUSTAKA

- Adji, Suryo, 2005, “*Engine Propeller Matching*”, Kumpulan Jurnal Ilmiah FTK-ITS, Surabaya.
- Gulbrandsen, 1982, “*Reducing The Fuel Cost of Small Fishing Boats*”, International Journal, Bay of Bengal Programme Development of Small-Scale Fisheries, Bangladesh.
- Harvald, 1978, *Resistance and Propulsion of Ships*, John Wiley and Sons, New York.
- Henshall, S.H, 1978, *Medium and High Speed Diesel Engines For Marine Use*, The Institute of marine Engineers, London.
- Jarzyna, Henryk, 1996, *Design of Marine Propellers*, Polska Akademia Nauk Instytut Maszyn Przeplywowych, Poland.
- Kadir, Abdul, 1994, “**Modifikasi dan Rancang Bangun Kapal Ikan Untuk Daerah Perikanan Pelabuhan Ratu**”, Yearbook PI BPPT, Surabaya.
- Lewis, Edward, 1988, *Principles of Naval Architecture Volume II: Resistance, Propulsion, and Vibration*, The Society of Naval Architects and Marine Engineers, New Jersey.
- MachPherson, Donald, 1996, “*The Ten Commandments of Reliable Speed Prediction*”, The Small Craft Marine Engineering Resistance and Propulsion Symposium, University of Michigan
- Santoso, IGM, Sudjono, YJ, 1983, **Teori Bangunan Kapal**, Bagian Proyek Pengadaan Buku Kejuruan Teknologi, Direktorat Pendidikan Menengah Kejuruan, Departemen Pendidikan dan Kebudayaan, Jakarta Utara, PT. Indah Kalam Karya.
- Traung, J O, 1953, *Fishing Boat of The World I*, International Fishing Boat Congress, Paris.
- Van Lammeren, W.P.A, 1948, *Resistance, Propulsion, and Steering of Ships: A Manual for Designing Hull Forms, Propellers, and Rudders*, The Technical Publishing Company H. Stam-Haarlem.
- Van Mannen, J.D, 1988, “*Propulsion*”, *Principles of Naval Architecture Volume II: Resistance, Propulsion, and Vibration*, The Society of Naval Architects and Marine Engineers, New Jersey.
- , 2006, **Pengertian Dasar Besaran-Besaran Kapal**, Departemen Kelautan dan Perikanan direktorat Jendral Perikanan Tangkap Balai Besar Pengembangan Penangkapan Ikan, Semarang.
- Prihandana R, Hendroko R & Nuramin M., 2006. “**Menghasilkan Biodiesel Murah Mengatasi Polusi dan Kelangkaan BBM**”. Agro Media Pustaka. Jakarta.