Analisa Perbandingan Performa *Harbour Tug* Dengan *Main Engine* Niigata Dan Yanmar 3200 Hp Sebagai Penggerak Utama

Indra Wahyudi[1], Minto Basuki[2]
[1)]Jurusan Teknik Perkapalan, Fakultas Teknologi Industri
email: indrawahyudigo@gmail.com[1], mintobasuki@itats.ac.id[2]

ABSTRAK
Kapal tugboat dirancang memiliki daya tarik dan dorong yang besar sesuai dengan kebutuhan pengoperasian, sehingga umumnya kapal ini menggunakan dua buah mesin induk agar mampu menarik beban yang jauh lebih besar. Kapal *Harbour Tu*g memiliki maneuver yang lincah serta daya mesin yang besar sehingga menjadi pilihan utama untuk digunakan sebagai kapal pandu untuk membantu proses *mooring unmooring* kapal-kapal besar di pelabuhan. Dalam hal ini terdapat 2 pabrikan *Main Engine* berbeda yaitu Niigata model 6L25HX dan Yanmar model 6EY22AW. Kedua *Main Engine* ini diaplikasikan kepada 2 kapal *Harbour Tug* dengan desain dan ukuran utama kapal yang sama, sehingga dalam hal ini perlu dilakukan penelitian perbandingan kecepatan dan konsumsi bahan bakar pada kedua kapal. Kapal dengan *Main Engine* Niigata memiliki kecepatan yang relatif lebih tinggi dibanding kapal dengan *Main Engine* Yanmar pada saat RPM 85% MCR kebawah, sedangkan kapal dengan *Main Engine* Yanmar memiliki kecepatan yang relatif lebih tinggi dibandingkan kapal dengan *Main Engine* Niigata pada saat RPM 85% MCR keatas. Selain itu dalam hal konsumsi bahan bakar Kapal dengan *Main Engine* Yanmar memiliki konsumsi bahan bakar rata-rata sekitar 265.12 liter/jam sedangkan kapal dengan *Main Engine* Niigata memiliki konsumsi bahan bakar rata-rata sekitar 261.75 liter/jam, keduanya memiliki selisih konsumsi bahan bakar 3.37 liter/jam atau sekitar 1.27%.
Kata Kunci: *Harbour Tug, Main Engine*, Niigata, Yanmar, *Sea Trial*, Konsumsi Bahan Bakar.

PENDAHULUAN

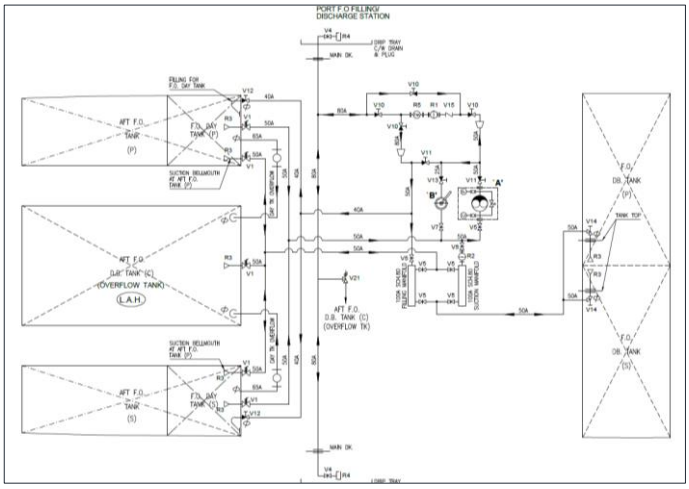
Kapal *Tugboat* pada umumnya adalah kapal yang difungsikan untuk membantu olah-gerak kapal lain di laut lepas, perairan pelabuhan atau pun sungai. Kapal tugboat dirancang memiliki daya tarik yang besar sesuai dengan kebutuhan pengoperasian, sehingga umumnya kapal ini menggunakan dua buah mesin induk agar mampu menarik beban yang jauh lebih besar dari kapal tugboat itu sendiri (Kurniawati, 2014). Mesin Tugboat biasanya memiliki daya sekitar 500 sampai 2500 Kw (680 sampai 3400 HP), sedangkan untuk perairan dalam bisa mencapai 20.000 kW (27.200 HP) (Kurniawati, 2014). Untuk penelitian kali ini, Harbour Tug yang dianalisa memiliki daya berkisar 2 x 1600 HP dari pabrikan Niigata dan Yanmar. Dari kedua main engine yang digunaakan tersebut perlu dilakukan analisa untuk bisa mengetahui karakteristik kecepatan kedua kapal serta besaran jumlah bahan bakar yang akan dipakai saat kapal dilakukan pengiriman ke lokasi operasi. Perhitungan Biaya operasional pegiriman Kapal Harbour Tug meliputi perhitungan konsumsi bahan bakar selama kapal Tug Boat berlayar dengan jalur pelayaran yang telah ditentukan (Maruli, 2016).

Kapal harbour tug ini merupakan kapal yang berfungsi sebagai kapal assist untuk membantu proses mooring unmooring kapal kapal besar di pelabuhan.Kapal-kapal besar tersebut tidak dapat melakukan mooring unmooring sendiri karena kapal-kapal besar tersebut tidak memiliki bow thruster sebagai alat bantu untuk melakukan maneuver secara cepat. Sehingga perlu daya mesin yang besar untuk menunjang operasional kapal harbor tug tersebut.

ISSN 2775-5630

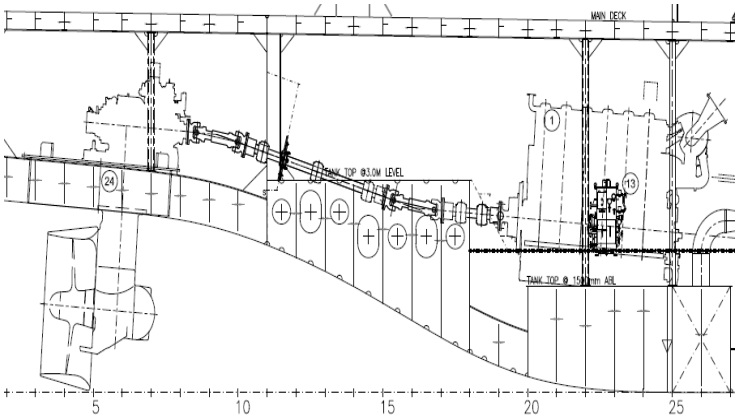
TINJAUAN PUSTAKA

Mesin diesel adalah motor pembakaran dalam yang menggunakan panas kompresi untuk menciptakan penyalaan dan membakar bahan bakar yang telah diinjeksikan kedalam ruang bakar. Mesin ini tidak menggunakan busi seperti mesin bensin atau mesin gas. Bahan bakar solar di supply dari tangka harian kapal yang posisinya berada lebih tinggi dibandingkan posisi mesin kapal, sehinggga saat proses supply bahan bakar untuk pembakaran cukup menggunakan system gravity atau memanfaatkan gravitasi bumi. Tanki harian bahan bakar ini diisi melalui tanki-tanki storage yang ada di kapal, bahan bakar yang berada dalam tanki storage di transfer melalui pompa bahan bakar menuju tanki harian. Rangkaian serta proses bahan bakar itu dari tangki storage sampai di tanki supply dapat dilihat pada Gambar 1:



Gambar 1. Diagram Alur Bahan bakar

Mesin utama dan pembantu yang digunakan adalah mesin diesel yaitu salah satu jenis mesin penggerak utama pada kapal, mesin diesel merupakan motor bakar dengan pembakaran dalam yang menggunakan panas kompresi untuk menciptakan penyalaan dan membakar bahan bakar yang telah diinjeksikan kedalam ruang bakar mesin (Irawan, 2019). Sedangkan sistim propulsi adalah sistem yang menggerakkan kapal ke depan dan belakang yang mempunyai gaya dorong. Secara umum, Sistem Propulsi Kapal terdiri dari 3 (tiga) komponen utama, antara lain: (a) Motor Penggerak Utama (main engine); (b) Sistem Transmisi; dan (c) Alat Gerak (propulsor). Ketiga komponen utama ini merupakan suatu kesatuan yang didalam proses perencanaannya tidak dapat ditinjau secara terpisah



Gambar 2. *Arrangement Propulsi Azimuth Stern Drive*

ISSN 2775-5630

Jenis propulsi *azimuth stern drive* (lihat Gambar 2) ini umumnya dipakai pada kapal-kapal yang membutuhkan maneuver secara cepat. Sehingga jenis propulsi ini sangat cocok di gunakan pada kapal harbour tug dimana tugas utamanya adalah sebagai assist tug untuk membantu kapal-kapal besar yang akan melakukan bongkar muat di pelabuhan untuk sandar.

Sebelum kapal diserahkan kepada pemilik, kapal perlu diuji untuk mengetahui performance dari kapal, yaitu dilakukan *sea trial*. *Sea trial* adalah kegiatan uji coba berlayar setelah kapal siap dengan mesin penggeraknya. Pengujian dilakukan untuk mendapatkan surat ijin berlayar dan sertifikat dari Klas (BKI). Kapal akan diuji dengan serangkaian test untuk mengetahui kelayakannya pada kondisi berlayar. sea trial berguna untuk menguji apakah konstruksinya sesuai dengan rancangan yang diminta (Waluyo, 2021). Pengujian tersebut dilakukan antara lain dengan (i) *Progressive speed*. Masing-masing kecepatan yang dilakukan saat uji coba harus dilakukan pencataan untuk mendapatkan data performa kapal. *Progressive speed* dilakukan dalam beberapa tahapan pengujian yaitu pada saat *engine running* 50% load, 75% load, 85% load, 100% MCR. Pada tahapan ini juga dilakukan proses pencatatan *engine performance* seperti temperatur *engine cooling* dan tekanan. (ii) *Endurance speed trial*. dalam proses pengujian *endurance speed* ini akan dilakukan beberapa pencatatan performa antara lain kecepatan kapal yang didapat pada 100% MCR baik itu melawan arus ataupun mengikuti arus, begitu pula performa main engine juga dilakukan pencatatan termasuk konsumsi bahan bakar akan dilakukan pencatatan setiap interval 1 jam tujuannya yaitu sebagai data teknis pemilik kapal dalam pencatatan konsumsi bahan bakar kapal.

METODE

Identifikasi dan perumusan masalah adalah tahapan awal dalam pembuatan dan penelitian ini. Pada tahap ini dilakukan identifikasi beberapa permasalahan yang didapat pada saat melakukan pengamatan. Kemudian ditentukan tujuan yang ingin dicapai dan manfaatnya bagi pihak terkait serta bagi peneliti selanjutnya. Pada tahapan ini adalah pengumpulan data kapal sebagai masukan bagi penulis tentang spesifikasi teknik kapal. Kapal yang akan digunakan sebagai objek pengambilan data adalah kapal Transko Dara series milik PT Pertamina Trans Kontinental. Pada tahapan ini adalah pengumpulan data kapal sebagai masukan bagi penulis tentang spesifikasi teknik mesin kapal yang diinstal sebagai penggerak utama. Main Engine yang digunakan merupakan main engine dari pabrikan Niigata dan Yanmar dengan dengan jenis penggerak yang sama yaitu azimuth stern drive. Lokasi percobaan sea trial yang akan digunakan sebagai tempat pengambilan data yaitu di daerah perairan Batam yang berbatasan langsung dengan Singapura Di mana tempat tersebut merupakan lokasi perairan terdekat dengan kedua tempat galangan pembangunan kapal. Adapun beban main engine yang diujikan yaitu pada beban Rpm 25%, 50%, 85%, dan 100% beban Rpm. Dalam setiap beban main engine ini nantinya akan dilakukan pencatatan performa kecepatan kapal. Data Ukuran utama kapal yang diperoleh sebelumnya akan digunakan sebagai acuan untuk penentuan draft kapal yang akan dipakai saat sea trial, Sehingga kita bisa menentukan bagian tangki mana yang perlu diisi dengan bahan bakar dan air ballast. Dari data berikut akan digunakan sebagai data pembanding untuk kedua kapal sehingga draft yang akan digunakan saat proses sea trial sama. Pada saat Sea Trial adapun data-data yang akan diambil sebagai bahan untuk penelitian ini adalah kecepatan kapal pada beban main engine 25%, 50%, 85%, dan 100% Rpm. Dan pada saat pengujian 100% MCR atau endurance Speed yang dilakukan selama 4 sampai 6 jam nantinya akan dilakukan pengambilan data berupa konsumsi bahan bakar tiap interval 1 jam guna untuk mendapatkan data konsumsi bahan bakar per jamnya. Setelah dilakukan Analisa teknis maka bisa dilakukan pembuatan data pembanding, Pada penelitian ini menggunakan metode komparasi berpasangan, dimana sampel yang digunakan adalah objek yang sama yaitu kapal Harbour Tug yang meiliki design yang sama, dengan penggerak atau main engine dengan pabrikan yang berbeda.

ISSN 2775-5630

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengumpulan Data Teknis Dan Ukuran Utama Kapal

a. Data ukuran utama kapal

Kapal harbour tug ini didesain dengan kemampuan maneuver 360°, fungsinya yaitu supaya harbour tug ini bisa dengan mudah membantu kapal-kapal besar di area pelabuhan untuk melakukan sandar. Adapun data ukuran utama kapal Harbour Tug tersebut dapat dilihat pada Tabel 1:

Tabel 1. Data Ukuran Utama Kapal

No.	Deskripsi	Ukuran	Satuan
1	Length Overall	33.36	Meter
2	Length BP	28.45	Meter
3	Beam Moulded	10.50	Meter
4	Depth Moulded	5.20	Meter
5	Summer Draft	4.00	Meter
6	Engine Power	2 x 1600	HP
7	Complement	10	Men
8	Max. Speed	12	Knots

b. Data spesifikasi mesin

Pada pembangunan kapal Harbour tug ini menggunakan penggerak utama berupa main engine bertenaga 2x1600 HP dengan 2 pabrikan yang berbeda, yaitu pabrikan Yanmar dan Niigata. Data dari kedua penggerak utama dapat dilihat pada Tabel 2 berikut:

Tabel 2. Data *Main Engine Yanmar dan Niigata*

No	Description	Yanmar	Niigata
1	Model	6EY22AW	6L25HX
2	Power	1180 Kw	1193 Kw
3	Rpm	900	750
4	Cyl Arrangement	6-In-Line	6-In-Line
5	Cyl Bore Stroke	220 x 320	250 x 350
6	Dry Weight	10.000 Kg	13.000 Kg

Pengambilan Data Sea Trial

a. Penentuan lokasi pengambilan data dan kondisi cuaca

Lokasi pembangunan kedua kapal saat ini adalah di daerah batam, sehingga pengambilan data paling akurat yaitu di daerah batam berbatasan dengan perairan singapura.

b. Penentuan draft kapal

Pembacaan draft kapal dilakukan sebelum kapal keluar dari jetty galangan dengan mengelilingi kapal menggunakan assist boat. Pembacaan draft kapal dilakukan secara manual dengan pencataan pada 4 posisi yaitu, bagian depan kanan dan kiri, bagian midship kapal kanan dan kiri, serta bagian belakang kapal kanan dan kiri. Adapun hasil pembacaan draft kapal tersebut disamakan antar kapal pertama dengan kapal kedua yaitu pada Tabel 3:

Tabel 3. Data Draft Kapal

No	Positions	SB	PS
1	Foreward	3.8 Meter	3.8 Meter
2	After	3.9 Meter	3.9 Meter

Perhitungan Beban Rpm Main Engine

a. Perhitungan Beban Rpm pada Main Engine Niigata

Perhitungan beban main engine Niigata dengan maksimum Rpm 750 pada masing-masing tahapan beban yang diujikan. Beban tersebut nantinya akan diujikan secara progresif pada saat sea trial kapal.

RPM = $\sqrt[3]{\%Load}$ x RPM Max

Tabel 4. Data RPM *Main Engine Niigata* dan *Yanmar*

	Load Main Engine Yanmar 900 Rpm					Load Main Engine Niigata 750 Rpm				
Load	25%	50%	85%	100%	110%	25%	50%	85%	100%	110%
Rpm	567	714	853	900	929	472	595	710	750	774

Pengambilan data hasil kecepatan

Pengambilan data hasil kecepatan kapal dilakukan pada saat trial pengambilan data tersebut dilakukan secara progresif pada beban mesin 25% 50%, 85% 100% dan 110%. data tersebut diambil dengan kondisi perairan dan cuaca di daerah setempat dalam keadaan tenang serta dengan tinggi deras kapal yang juga relatif sama. Speed log ini akan menampilkan kecepatan kapal dengan masing-masing beban RPM yang telah ditentukan satuan unit pada speed log ini adalah knot di mana knot merupakan satuan internasional yang digunakan sebegai satuan kecepatan kapal.

Tabel 5. Data Kecepatan kapal dengan Maian Engine Niigata

	Data Sea Trial dengan Main Engine Niigata					Data Sea Trial dengan Main Engine Yanmar				
Load Engine	25%	50%	85%	100 %	110 %	25%	50%	85%	100%	110%
Rpm	550	700	850	900	929	472	595	710	750	774
Speed (Knot)	6.5	8.9	11	12.9	13.2	8.1	10.4	11.6	12.6	13

Pengambilan data konsumsi bahan bakar saat endurance speed

Pengambilan data konsumsi bahan bakar pada main engine dilakukan pada saat endurance speer atau 100% MCR. Pencatatan volume minyak yang dikonsumsi main engine dilakukan pada 0 menit pertama dan kemudian 60 menit berikutnya. Hasil pembacaan pada menit ke 60 nantinya akan dikurangi dengan hasil pencatatan pada 0 menit pertama. Gunanya yaitu untuk mengetahui selisih kedua pencatatan tersebut yang nantinya akan dicatat sebagai bahan bakar yang dikonsumsi oleh main engine selama 1 jam.

Tabel 6. Data Konsumsi bahan bakar kapal dengan Main Engine Niigata dan Yanmar

	Load 100 % Main Engine				
	Jam Pertama	Jam Kedua	Jam Ketiga	Jam Keempat	Average
Konsumsi Bahan Bakar Main Engine Niigata	261.5	263	261	261.5	261.75
Konsumsi Bahan Bakar Main Engine Yanmar	264.5.	264	265.5	265	264.75

Adapun perhitungan pemakaian bahan bakar dilakukan dengan cara pengurangan bahan bakar masuk dengan bahan bakar keluar yang melalui flowmeter, flowmeter dipasang pada aliran pipa inlet dan

outlet pada supply bahan bakar maian engine, dapun hasil data pencatatan konsumsi bahan bakar dengan data perhitungan sebagai berikut:

FC = FO1-FO2
= (a2-a1) - (a´2- a´1)

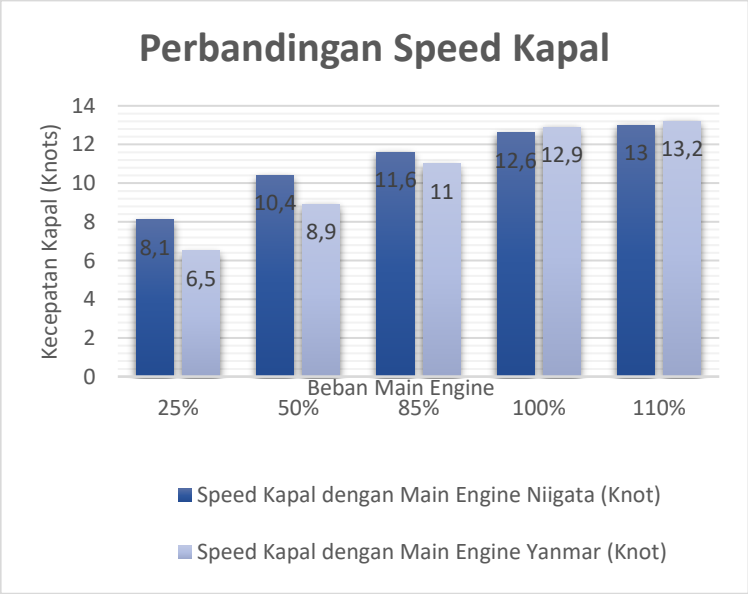
Berdasarkan pencatatan dan perhitungan diatas didapatkan Data konsumsi bahan bakar kapal harbour tug dengan Main Engine Niigata dapat dilihat pada Tabel 6.

Pembuatan data perbandingan

Setelah dilakukan pengambilan data pada beberapa percobaan diatas, maka akan dilaksanakan beberapa perbandingan. Perbandingan data ini mengacu pada data-data yang telah dikumpulkan pada percobaan-percobaan sebelumnya. Pada perbandingan ini akan menggunakan metode grafik dan diagram.

a. Data perbandingan kecepatan kapal

Setelah dilakukan pencatatan progressive speed pada kapal dengan masing-masing main engine, dari data hasil pencatatan tersebut dimasukan kedalam tabel untuk kemudian dilakukan proses pengolahan data.



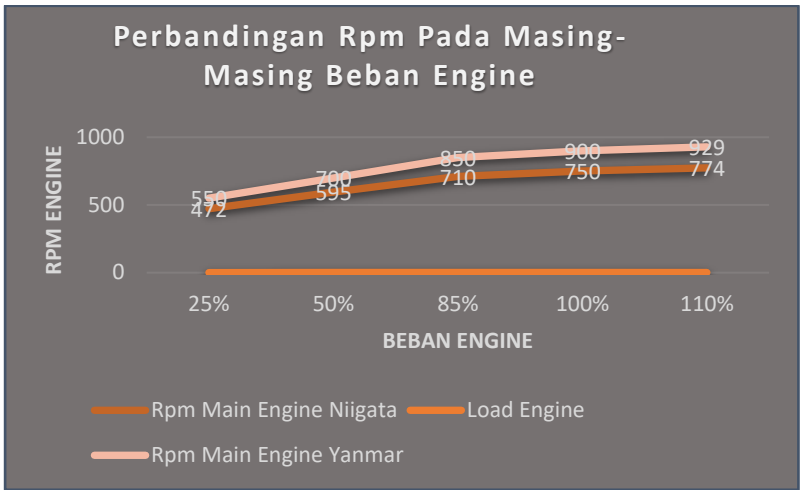
Gambar 3. Data Perbandingan Kecepatan Kapal

Dari data pada Gambar 3 menunjukan bahwa Kapal dengan main Engine Niigata memiili kecepatan yang relative tinggi pada beban engine rendah, sedangkan kapal dengan main engine Yanmar memiliki kecepatan kapal yang relative tinggi pada beban main engine yang lebih tinggi.

b. Data Perbandingan Rpm Engine pada Masing-Masing Beban Engine

Pada data tersebut menunjukan bahwa Rpm main engine Yanmar lebih tinggi dibandingkan dengan RPM main engine Niigata. Main engine Niigata menghasilkan 750 RPM pada beban engine 100%, sedangkan main engine yanmar memiliki Rpm yang relative lebih tinggi pada RPM 100% yaitu sebesar 950 RPM.

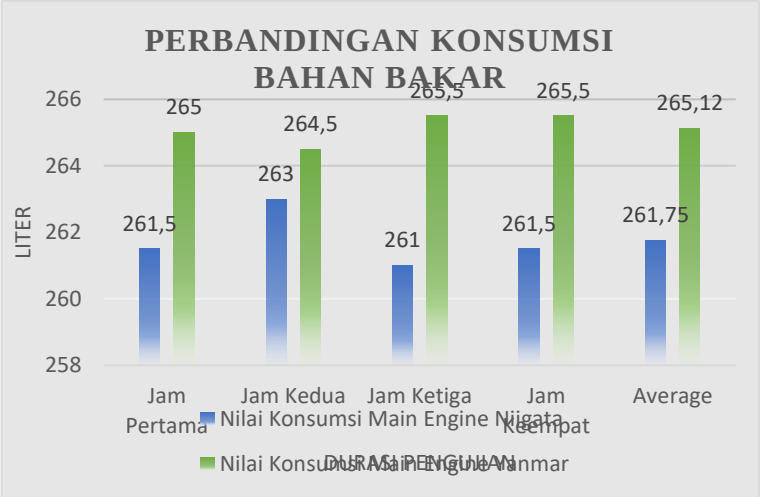
ISSN 2775-5630



Gambar 4. Data Perbandingan RPM Main Engine Kapal

c. Data perbandingan konsumsi bahan bakar

Pengambilan data konsumsi bahan bakar dilakukan pada saat endurance speed atau 100% Mcr pada beban kerja engine. Pengambilan data tersebut dilakukan secara berkala setisap 1jam selama 4 jam percobaan



Gambar 5. Data Perbandingan Konsumsi Bahan Bakar

Dari data tersebut terdapat selisih dan dapat diketahui perbedaan konsumsi bahan bakar kapal sebesar 3.35 liter/jam antara main engine Yanmar dan main engine Niigata.

Dengan data RPM yang relative lebih tinggi yaitu 900 Rpm, kapal dengan main engine Yanmar memiliki konsumsi bahan bakar yang lebih tinggi sekitar 3.37 Liter/jam dibandingkan dengan kapal yang menggunakan main engine Niigata percobaan diatas merupaka hasil rata-rata dari 4 jam percobaan endurance speed pada 100% MCR kapal Harbour Tug.

Ringkasan Hasil Pengujian

Adapun ringkasan hasil perbandingan performa kapal dengan main engine Niigata 6L25HX dan kapal dengan main engine Yamnar 6EY22AW adalah sebagai berikut:

ISSN 2775-5630

Tabel 7. Hasil Ringkasan Analisa Perbandingan

No	Indikator	Mesin Niigata	Mesin Yanmar	Analisa
1	Speed pada 110% MCR	12.3 Knot	13.2 Knot	Mesin Yanmar memiliki kecepatan lebih tinggi
2	Speed pada 100% MCR	12.6 Knot	12.9 Knot	Mesin Yanmar memiliki kecepatan lebih tinggi
3	Speed pada 85% MCR	11.6 Knot	11 Knot	Mesin Niigata memiliki kecepatan lebih tinggi
4	Speed pada 50% MCR	10.4 Knot	8.9 Knot	Mesin Niigata memiliki kecepatan lebih tinggi
5	Speed pada 25% MCR	8.1 Knot	6.5 Knot	Mesin Niigata memiliki kecepatan lebih tinggi
6	Rata-rata Fuel Consumption 100% MCR saat running 4 jam	261.75 ℓ/Jam	265.12 ℓ/Jam	Mesin Yanmar memiliki konsumsi bahan bakar lebih tinggi

KESIMPULAN

Dari hasil pembahasan yang telah dilakukan maka dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut:

a. Kapal dengan *main engine* Niigata memiliki kecepatan yang relative lebih tinggi dibanding kapal dengan *main engine* Yanmar pada saat RPM 85% MCR kebawah, sedangkan kapal dengan *main engine* Yanmar memiliki kecepatan yang relatif lebih tinggi dibandingkan kapal dengan *main engine* Niigata pada saat RPM 85% MCR keatas.
b. Kapal dengan *main engine* Yanmar memiliki konsumsi bahan bakar rata-rata sekitar 265.12 liter/jam sedangkan kapal dengan *main engine* Niigata memiliki konsumsi bahan bakar rata-rata sekitar 261.75 liter/jam, keduanya memiliki selisih konsumsi bahan bakar 3.37 liter/jam atau sekitar 1.27%.

DAFTAR PUSTAKA

[1] Irawan, R., (2019). *Identifikasi Keretakan Cylinder Liner Main Engine di MV. Oriental Galaxy,* Program Studi Teknika Diploma IV Politeknik Ilmu Pelayaran Semarang.

[2] Kurniawan, A., Iwan, Y., dan Waluyo, B., S., (2021). Pengujian Sistem *Steering Gear* Pada Saat *Sea Trial* Kapal Perintis Sabuk Nusantara 750 Dwt, Prodi Teknologi Rekayasa Konstruksi Perkapalan Sekolah Vokasi Undip.

[3] Kurniawati, E., (2014). *Analisa Teknis Pemilihan Daya Tug Boat Dalam Rangka Pengembangan PT. Pelabuhan Indonesia II,* Jurusan Teknik Sistem erkapalan Fakultas Teknologi Kelautan Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya.

[4] Maruli, U., S., Yudo, H., dan Budiarto, U., (2016). *Analisa Pengaruh Variasi Sarat Tongkang Terhadap Ekonomis Pemasukan (Income) Pengangkutan Muatan dan Operasional Tug Boat*: Program Studi S1 Teknik Perkapalan, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro.