

## RANCANG BANGUN SIMULATOR SISTEM TREATMENT BAHAN BAKAR BIODISEL B20 PADA TANKI INDUK BAHAN BAKAR KRI YOS SUDARSO

Hadi Prasutiyon<sup>1</sup>, Arif Winarno<sup>1</sup>, Edlyn Criptosan<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Teknik Sistem Perkapalan, Teknik dan Ilmu Kelautan, Universitas Hang Tuah Surabaya  
Jalan Arif Rahman Hakim 150, Keputih, Sukolilo, 60111, Kota Surabaya

Email: [prasutiyon@hangtuah.ac.id](mailto:prasutiyon@hangtuah.ac.id)

### ABSTRACT

*Biodiesel B20 is a mixture of 80% fossil diesel fuel and 20% biofuel. When using B20, the fuel has problems in the form of jelly or mud deposition, so it needs to be overcome by treatment. The treatment that is used today uses a circulation pump but has shortcomings and is not efficient so it needs to be modified using a stirrer. In this research, an analysis of the stirrer treatment using ANSYS software simulation method was carried out to determine the change of sediment before and after stirring, with stirring speed 150 rpm. The use of a stirrer simulation is to make 2 simulation models in the main tank as the largest volume and the daily tank as the smallest volume aims to determine the differences in the results of stirring in the largest and smallest tank.. At the time of stirring, the result is a decrease in sediment from 0 minutes to 4 minutes, then 4 minutes to 8 minutes, then 8 minutes to 12 minutes, then 12 minutes to 16 minutes, then 16 minutes to 20 minutes the fuel has decreased very much and the sediment is almost gone. When stirring is carried out for 20 minutes, the sediment in the fuel tank has not reached 0% so it needs to be stirred continuously until the deposit is 0%. After the fuel has not settled, the fuel is transferred to the main engine using a transfer pump.*

*Keywords: Biodiesel B20, Sedimentation of fuel, Treatment, CFD*

### PENDAHULUAN

Biodisel merupakan bahan bakar minyak yang dibuat dari bahan nabati berupa lemak atau minyak untuk digunakan pada mesin genset diesel, mobil atau otomotif lainnya, yang bersifat ramah lingkungan, dapat terurai, mampu mengeliminasi efek gas rumah kaca, dan kontinuitas bahan bakunya terjamin [1]. Biodiesel B20 adalah campuran dari 80% bahan bakar diesel fosil dan 20% bahan bakar biodiesel [2][3]. Penerapan standar biodiesel ditunjukkan dengan adanya label SNI, dimana bahan bakar nabati ini mudah terjadi oksidasi, dalam penelitian lain telah mencoba meningkatkan kestabilan oksidasi B20 melalui penggunaan antioksidan *monophenolic* yang hasilnya tidak hanya menunjukkan peningkatan stabilitas oksidasi, namun juga peningkatan *viskositas kinematik*, massa jenis dan titik nyala, namun sisi lain terjadi penurunan nilai kalori [4][5][6].

Penetapan standar SNI Biodiesel B20 mendorong pelaku usaha untuk meningkatkan daya saing dan menaikkan kualitas bahan bakar yang diproduksi. Berdasarkan ketentuan tersebut, maka perlu untuk mengetahui persyaratan mutu utama biodiesel B20 agar didapatkan kepastian mutu sesuai spesifikasi yang ditetapkan pemerintah yang dapat mewakili dan menyesuaikan kondisi dan iklim di Indonesia [4][5]. Sehingga konsumen, produsen dan distributor mendapatkan kepastian mutu biodiesel yang diproduksi dan dipasarkan dalam rangka menciptakan iklim usaha yang sehat [2][5]. Sebagai salah satu pengguna bahan bakar ini yaitu kapal, sebelum menggunakan bahan

bakar Biodiesel B20, kapal menggunakan bahan bakar *High Speed Diesel* murni [7][8]. Pada saat menggunakan bahan bakar biodiesel B20, kapal perlu melakukan penyesuaian bahan bakar tersebut, namun setelah menggunakan bahan bakar biodiesel B20 terjadi pengendapan, yang berasal dari kandungan biodiesel B20 yang banyak mengandung minyak nabati. Pengendapan itu berbentuk seperti *jelly* atau lumpur sehingga dapat menyebabkan kerusakan pada sistem bahan bakar sebelum masuk ke mesin induk [9][10]. Seperti terlihat dari Tabel 1.

Penggunaan bahan bakar yang mengalami kendala seperti ini, perlu adanya langkah-langkah antisipasi agar hal tersebut tidak terjadi. Sebelum digunakan sebagai biodiesel, minyak yang akan digunakan sebagai bahan baku pada bahan bakar perlu *diesterifikasi* terlebih dahulu untuk menurunkan *viskositas* dan *flash point* nya [2][11]. Tanpa dilakukan proses *esterifikasi* dapat dikatakan biodiesel tidak cocok digunakan sebagai bahan bakar, karena bila *viskositas* terlalu kental dan cenderung cepat membeku akan menggumpal berubah menjadi *jelly* atau lumpur di *crankcase* maupun di tanki bahan bakar. Hal ini akan berpengaruh pada proses pembakaran yang cenderung kurang sempurna sehingga menyebabkan timbulnya deposit pada silinder mesin dan injektor pada nozzle [6][9][12]. Hal inilah yang mendorong untuk segera membuat analisa dan simulasi software mengenai kondisi bahan bakar didalam tanki bahan

bakar dan sirkulasi pada sistem bahan bakar di mesin.

Tabel 1. Data Kondisi Pada Tanki Setelah Penggunaan B20 di KRI Yos Sudarso

Waktu	Kondisi Pada Tanki Setelah Penggunaan
1 hari (24 jam)	Bahan bakar mulai muncul perubahan kekentalan yang sangat kecil didalam tanki selama 24 jam
2 hari (48 jam)	Bahan bakar mulai mengendap didalam tanki selama 48 jam
3 hari (72 jam)	Bahan bakar mengalami perubahan kekentalan seperti <i>jelly</i> mencair didalam tanki selama 72 jam
4 hari (96 jam)	Bahan bakar mengalami perubahan kekentalan seperti <i>jelly</i> dan kandungan lebih banyak air didalam tanki selama 96 jam
5 hari (120 jam)	Bahan bakar mengalami perubahan kekentalan semakin tinggi seperti <i>jelly</i> padat dan kandungan air lebih banyak di dalam tanki selama 120 jam
6 hari (144 jam)	Bahan bakar mengalami perubahan kekentalan semakin tinggi dan padat dan kandungan air lebih banyak seperti lumpur di dalam tanki selama 144 jam
7 hari (168 jam)	Bahan bakar mengalami perubahan kekentalan semakin tinggi dan padat seperti lumpur padat didalam tanki selama 168 jam

Sumber : Fasharkan TNI AL

Kelebihan bahan bakar biodiesel B20 yaitu ramah lingkungan, dapat diperbarui, memiliki kandungan emisi yang rendah, *cetane number* tinggi, *lubrisitas* lebih baik dan rendah sulfur. Hal ini sangat cocok dimanfaatkan dikapal sebagai bahan bakar alternatif yang dapat mengurangi pencemaran udara [5][6][10]. Namun selain beberapa kelebihan dan kekurangan diatas, bahan bakar ini juga mengakibatkan kinerja *turbocharger* berat, *filter* bahan bakar sering ganti selama 24 jam, mengalami pembersihan separator selama 48 jam dan kandungan lebih banyak air selama 90 hari. Oleh karenanya menentukan sistem dan *type* pengadukan yang disesuaikan dengan bentuk tanki bahan bakar sangat perlu dilakukan agar dapat dicapai kondisi dan distribusi bahan bakar sesuai dengan karakteristik mesin yang dipakai[6][12].

**METODOLOGI PENELITIAN**

Metode yang digunakan dalam penelitian ini yaitu dengan menggunakan metode simulasi *software*, dan perancangan. Simulasi untuk mengetahui hasil pengukuran aliran dan panas, transfer massa, perubahan fasa seperti pada proses *melting*, dan gerakan mekanis. CFD digunakan untuk merubah persamaan atur dinamika fluida dalam bentuk *integral* dan turunan menjadi bentuk *aljabar* yang *terdiskritisasi*, yang mana dapat diselesaikan dengan komputer untuk memperoleh nilai-nilai dari medan aliran pada titik atau waktu *diskrit* tertentu [13]. Adapun persamaan kontinuitas bentuk *integral* yang dipakai antara lain:

$$\frac{\partial}{\partial t} \iiint_V \rho dV + \iint_A \rho \vec{v} \cdot d\vec{A} = 0 \dots \dots \dots (1)$$

Persamaan kontinuitas bentuk diverensial,

$$\frac{\partial \rho}{\partial t} + \rho \vec{v} \cdot \vec{v} = 0 \dots \dots \dots (2)$$

Persamaan momentum pada arah sumbu x,

$$\frac{\partial(\rho u)}{\partial t} + \vec{\nabla} \cdot (\rho u \vec{v}) = -\frac{\partial p}{\partial x} + \frac{\partial \tau_{xx}}{\partial x} + \frac{\partial \tau_{yx}}{\partial y} + \frac{\partial \tau_{zx}}{\partial z} + \rho f_x \dots \dots \dots (3)$$

Persamaan momentum pada arah sumbu y,

$$\frac{\partial(\rho v)}{\partial t} + \vec{\nabla} \cdot (\rho v \vec{v}) = -\frac{\partial p}{\partial y} + \frac{\partial \tau_{xy}}{\partial x} + \frac{\partial \tau_{yy}}{\partial y} + \frac{\partial \tau_{zy}}{\partial z} + \rho f_y \dots \dots \dots (4)$$

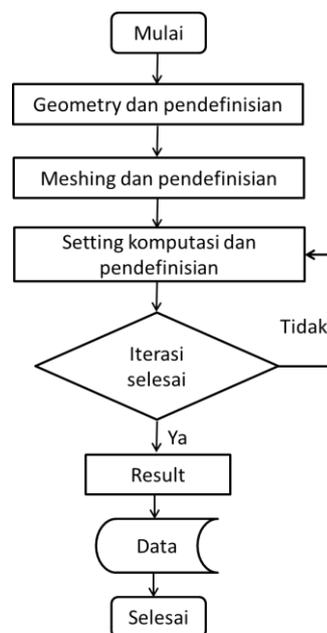
Persamaan momentum pada arah sumbu z,

$$\frac{\partial(\rho w)}{\partial t} + \vec{\nabla} \cdot (\rho w \vec{v}) = -\frac{\partial p}{\partial z} + \frac{\partial \tau_{xz}}{\partial x} + \frac{\partial \tau_{yz}}{\partial y} + \frac{\partial \tau_{zz}}{\partial z} + \rho f_z \dots \dots \dots (5)$$

Persamaan energi ditulis dalam bentuk *internal energy*,

$$\frac{\partial}{\partial t} \left[ \rho \left( e + \frac{v^2}{2} \right) \right] + \vec{\nabla} \cdot \left[ \rho \left( e + \frac{v^2}{2} \right) \vec{v} \right] = \rho \dot{q} - \frac{\partial(\rho p)}{\partial x} - \frac{\partial(v p)}{\partial y} - \frac{\partial(w p)}{\partial z} + \rho \vec{f} \cdot \vec{v} \dots \dots \dots (6)$$

Pada penelitian ini pengaduk yang digunakan adalah pengaduk *type* gerbang, karena dipakai pada tanki dangkal luas, kondisi *vacum* dengan media yang mempunyai *viscositas* tinggi. Alat pengaduk ini menggunakan 3 sudut utama dan 2 sudut berengsel pencakar dengan motor kecepatan rendah 150 rpm sebagai daya penggerak. Pengaduk ini menghasilkan pergerakan *batch* yang sempurna dengan sebuah permukaan fluida yang datar agar temperaturnya terjaga, juga untuk mencampur larutan dengan *viskositas* dan *gravitasi spesifik* yang sama, juga dimaksudkan agar putaran yang dihasilkan lebih maksimal dan aliran nya lebih menyatu satu sama lain serta dapat menghasilkan putaran yang stabil [9],[13].



Gambar 1. Diagram alir simulasi

Tanki bahan bakar yang terdapat di KRI Yos Soedarso memiliki 14 tanki dengan ukuran yang

berbeda-beda. Pada penelitian ini tanki yang digunakan sebagai model hanya dua tanki yaitu tanki yang berukuran 19.200L itu sebagai yang terkecil dan 63.700L itu sebagai yang terbesar. Pengambilan data dari dua tanki dimaksudkan agar saat simulasi lebih mudah mengetahui hasil pengadukan dengan menggunakan tanki yang terkecil dan terbesar. Tanki-tanki lainya dapat mengikuti dan hasil pengadukannya bisa mendekati data tanki yang disimulasikan. Secara ringkas bisa kita lihat seperti diagram alir pada Gambar 1.

**HASIL DAN PEMBAHASAN**

Mensimulasi software Ansys untuk mengetahui aliran fluida, perubahan endapan sebelum dan sesudah pengadukan, dan simulasi alat pengaduk. Sebelum melakukan simulasi alat pengaduk, langkah pertama dalam pengerjaan adalah permodelan dengan software AutoCAD dan inventor ,setelah permodelan selesai dilakukan simulasi dengan software Ansys. Desain dan pemodelan alat pengaduk seperti terlihat pada Gambar 2.

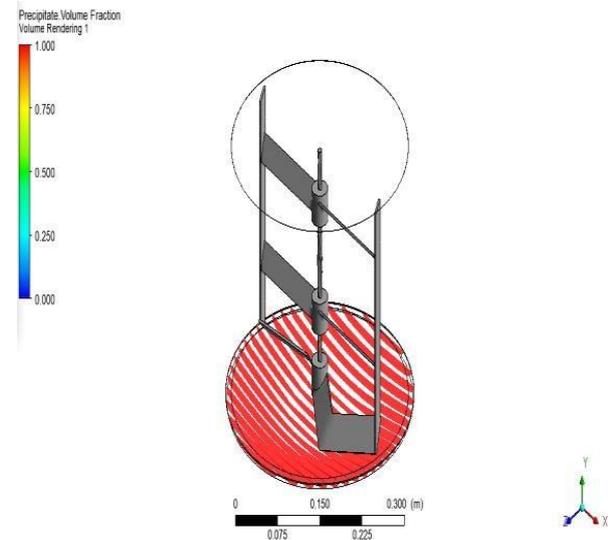


Gambar 2. Desain alat pengaduk

Sedangkan simulasi model, dimana bagian dari model yang akan dilakukan simulasi dan pengambilan data untuk bagian dimensi alat pengaduk yang tercelup dasar tanki sampai batas bahan bakar [9][13].

**Hasil simulasi tanki 19.200 L**

t = 0 menit

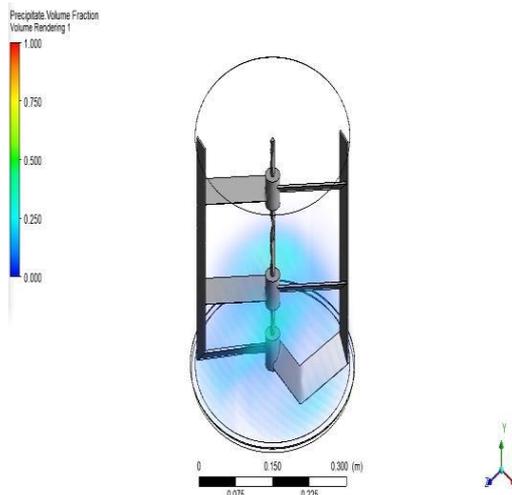


Gambar 3. Kondisi awal tanki 19.200 liter sebelum diaduk

Pada tahap ini model 3D dari pengaduk yang telah dibuat dengan menggunakan software pemodelan Autodesk AutoCAD, dan Autodesk Inventor dirubah type filenya dengan cara meng export kedalam iges/igs agar sesuai dengan type file pada program ansys fluent selanjutnya file yang sudah dirubah tersebut diimport ke program ansys fluent sehingga dapat dilakukan analisa.

Sebelum melakukan simulasi dan belum diaduk, endapan berwarna merah yang terdapat divolume fraction dengan kondisi awal 100% mengendap Dimana endapan hanya terjadi didasar tanki . Endapannya seperti jelly atau lumpur

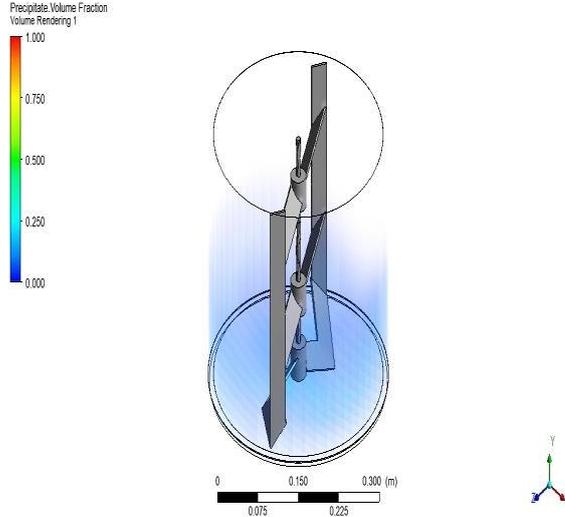
t = 4 menit



Gambar 4. Kondisi tanki setelah diputar 4 menit

Pada waktu 4 menit diaduk dengan putaran 150 rpm terjadi perubahan dan penurunan endapan sekitar 36% dari kondisi awal 100% endapan dan berubah menjadi warna menjadi kuning ,orange dan hijau yang terdapat divolume fraction. Dimana endapannya mulai sedikit turun dari waktu 0 menit ke 0,5 menit dengan putaran konstan 150 rpm.

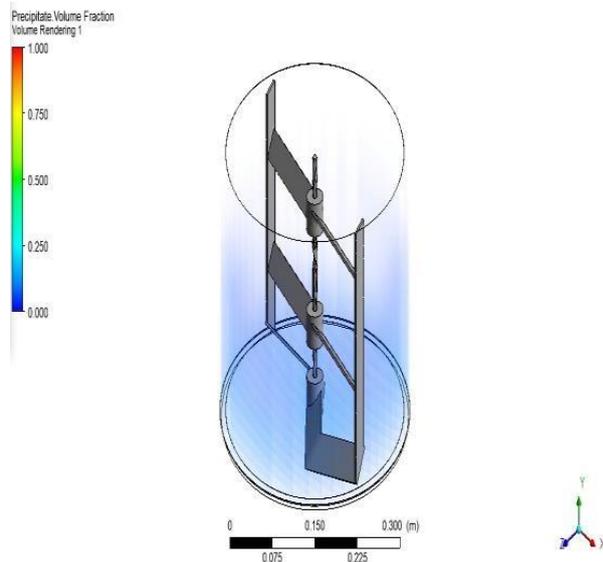
t = 8 menit



Gambar 5. Kondisi tanki setelah diputar 8 menit

Pada waktu 8 menit diaduk dengan putaran 150 rpm terjadi perubahan dan penurunan endapan sekitar 36% dan turun lagi 24% dari kondisi awal 100% endapan dan berubah menjadi warna menjadi kuning, hijau dan biru muda yang terdapat di volume fraction. Dimana endapannya dapat terlihat reaksi perubahan alirannya dari waktu 0 menit ke 4 menit dan turun lagi pada waktu ke 8 menit dengan putaran konstan 150 rpm.

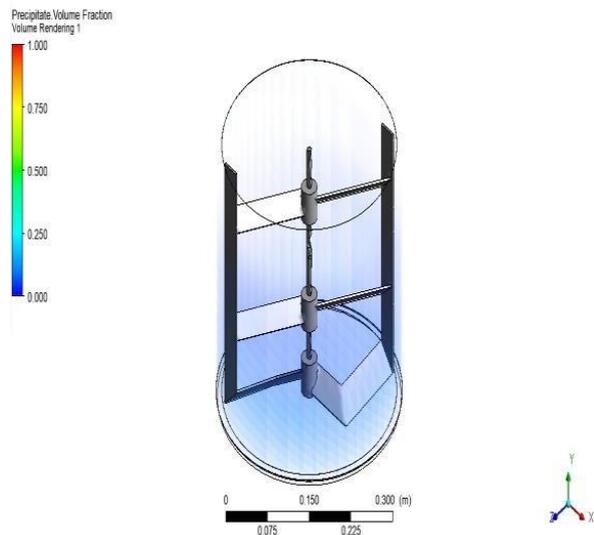
t = 12 menit



Gambar 6. Kondisi tanki setelah diputar 12 menit

Pada waktu 12 menit diaduk dengan putaran 150 rpm terjadi perubahan dan penurunan endapan sekitar 36%, turun 24% dan turun lagi 20% dari kondisi awal 100% endapan dan berubah menjadi warna menjadi hijau dan biru muda yang terdapat di volume fraction. Dimana endapannya mulai sedikit normal dari waktu 0 menit ke 4 menit dan turun lagi pada waktu ke 8 menit dan mengalami penurunan kembali pada waktu 12 menit dengan putaran konstan 150 rpm.

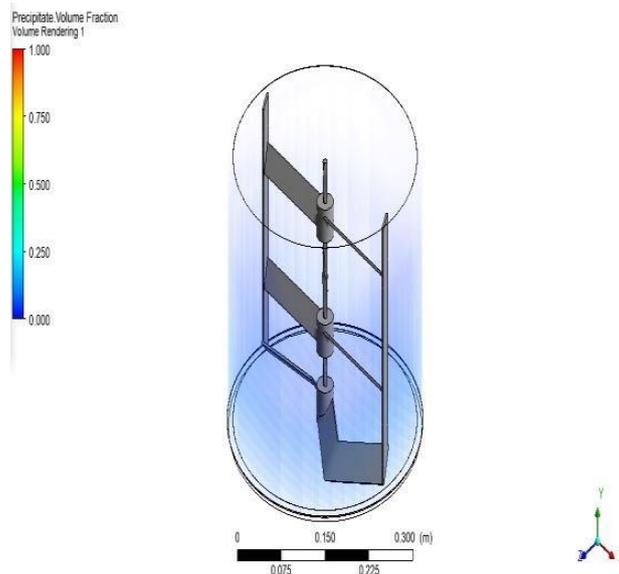
t = 16 menit



Gambar 7. Kondisi tanki setelah diputar 16 menit

Pada waktu 16 menit diaduk dengan putaran 150 rpm terjadi perubahan dan penurunan endapan sekitar 36%, turun 24% dan turun lagi 20% dan turun lagi 14% dari kondisi awal 100% endapan dan berubah menjadi warna menjadi biru muda dan biru tua yang terdapat pada volume fraction. Dimana endapannya hampir keadaan normal dari waktu 0 menit ke 4 menit dan turun lagi pada waktu ke 8 menit dan mengalami penurunan kembali pada waktu 12 menit dan turun lagi pada waktu 16 menit dengan putaran konstan 150 rpm.

t = 20 menit



Gambar 8. Kondisi tanki setelah diputar 20 menit

Pada waktu 20 menit diaduk dengan putaran 150 rpm terjadi perubahan dan penurunan endapan sekitar 36%, turun 24% dan turun lagi 20% dan turun lagi 14% dan kondisi stabil 14% dari kondisi awal 100% endapan dan berubah menjadi warna menjadi biru tua yang terdapat pada volume fraction. Dimana viskositasnya menjadi normal dan dapat digunakan kembali pada waktu 20 menit dengan putaran konstan 150 rpm.

Tahapan simulasi di atas bila kita tabelkan maka akan terlihat seperti Tabel 2.

Tabel 2. Data simulasi bahan bakar B20 dalam tanki 19.200 L

No	Putaran (rpm)	Waktu (menit)	Volume Fraction	
			Sebelum	Sesudah
1	150	0	100%	100%
2	150	4	100%	71%
3	150	8	71%	50%
4	150	12	50%	37%
5	150	16	37%	26%
6	150	20	26%	25%

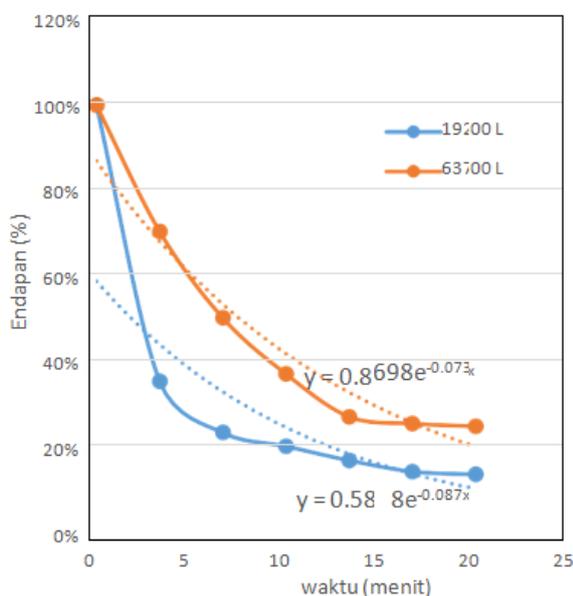
### Hasil simulasi tanki 63.700 L

Dengan cara yang sama seperti halnya perlakuan pada tanki 19.200 L, maka pada tanki 63.700 L diperoleh data-data seperti terlihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Data simulasi bahan bakar B20 dalam tanki 63.700 L

No	Putaran (rpm)	Waktu (menit)	Volume Fraction	
			Sebelum	Sesudah
1	150	0	100%	100%
2	150	4	100%	71%
3	150	8	71%	50%
4	150	12	50%	37%
5	150	16	37%	26%
6	150	20	26%	25%

Untuk menganalisis waktu pengadukan secara lebih baik, maka digunakan plot antara konsentrasi endapan terhadap waktu kemudian dibuat *interpolasi eksponensial* pada masing-masing kondisi tanki bahan bakar yang disimulasikan yakni tanki 19.200 L dan tanki 63.700 L (Tabel 2 dan Tabel 3) seperti terlihat pada Gambar 9.



Gambar 9. Grafik data simulasi perubahan endapan

Dengan  $y$  = konsentrasi endapan (%) dan,  $x$  = waktu (menit). Untuk menganalisa waktu pengadukan yang dibutuhkan, digunakan acuan konsentrasi endapan sebesar 5% sebagai indikator pengadukan sudah cukup. Oleh karena itu, menggunakan hasil *interpolasi* di atas, dapat dihitung untuk masing masing tanki sebagai berikut:

Untuk tanki 63700 L

$$y = 0,869.e-0,073x$$

masukkan  $y = 0,05$  (5%), maka diperoleh  $x = 39,1139$  menit.

Untuk tanki 19200 L

$$y = 0,588.e-0,087x$$

masukkan  $y = 0,05$  (5%), maka diperoleh  $x = 28,34$  menit.

Maka waktu minimal yang diperlukan untuk mengaduk tanki 63700L adalah 39,1139 menit, sedangkan untuk tanki 19200 L adalah 28,34 menit. Perhitungan torsi dan daya. Berdasarkan hasil simulasi, diperoleh torsi pada masing-masing tanki sebesar:

Tanki 19200 L,  $T = 15,850$  N.m Tanki 63700 L,  $T = 4,900$  N.m

Sehingga dapat dihitung dayanya dengan menggunakan persamaan dibawah ini[13]:

$$P = T.n$$

Keterangan :

$P$  = Daya (Watt)  $T$  = Torsi (N.m)

$n$  = Kecepatan rotasi = 150

rpm = 15,708 rad/s

Tanki 19200 L,  $P = 248,9$  W, atau sekitar 0,3318 HP  
 Tanki 63700 L,  $P = 76,969$  W, atau sekitar 102 HP

Alat pengaduk ini digunakan di kapal saat bahan bakar biodiesel B20 mengalami pengendapan, jika bahan bakar sudah tidak mengendap maka alat pengaduk ini dapat dihentikan pengadukannya. Alat pengaduk ini dapat diterapkan di kapal dengan lancar dan maksimal karena sudah diuji coba dengan simulasi menggunakan simulasi *software ansys*. Pengaplikasian alat pengaduk di kapal dengan cara permanen tanpa membuka *manhole* dan harus dalam keadaan rapat dan kedap udara atau dipasang tetap di dalam tanki harian[10],[14]. Setelah melakukan pengadukan menggunakan alat pengaduk, bahan bakar dapat digunakan kembali menjadi bahan bakar seperti semula[14].

### KESIMPULAN

Pengadukan terjadi lebih lama pada tanki yang volumenya lebih besar, karena dengan kosentrasi endapan dan gerakan pengaduk yang sama, tanki yang besar memiliki total massa endapan yang lebih besar, sebagai akibatnya pengaruh gaya gravitasi pengendapannya terjadi lebih cepat pada tanki yang besar. Hal ini memberikan jaminan akan kelancaran distribusi bahan bakar yang sesuai dengan karakteristiknya ke dalam mesin induk.

### SARAN

Untuk hasil yang lebih sesuai dengan kondisi yang ada di lapangan harus dilakukan *eksperimen* sendiri dengan lebih teliti baik mengenai propertis bahan bakar maupun mesin yang digunakan, termasuk daya mesin, bentuk lambung, dan tonase yang harus menjadi perhatian

### DAFTAR PUSTAKA

- [1] Fadilah, N., Subaer, Muris. 2019. Analisis Penggunaan Bahan Bakar High Speed Diesel (HSD) dan Marine Fuel Oil (Mfo) Terhadap Parameter Titik Utama Siklus Kerja dan Performa Mesin Diesel Mitsubishi Man Type 18v52/55a. *Jurnal Sains dan Pendidikan Fisika*. Vol. 15 (1) 8-15.
- [2] Prasutiyon, H., & Aguk, Z.M. Fathallah. 2020. Biodiesel Waste Cooking Oil Is Environmentally Friendly Alternative Fuels And Morefeasible Than Fossil Fuels. *International Journal of Marine Engineering Innovation and Research*. Vol 5. 142-150.
- [3] Prasutiyon H., & Aguk, Z.M. Fathallah. 2016. Analysis the Effect of Iodine Score Against Performance Diesel Engine with Fuel Biodiesel B20 and B30 of the Waste Cooking Oil. *International Seminar on Marine*

- Technology Innovation* “Marine Technology for Fulfilling Global Maritime Axis” 15–16 December 2016, Surabaya , Indonesia.
- [4] Badan Standardisasi Nasional. 2016. Program strategis EBTKE dan ketenagalistrikan. *Jurnal energi*. Media Komunikasi Kementerian ESDM. Edisi 2 tahun 2016, hal. 16.
- [5] Yanni, K., & Anwar, C. 2009. Bahan bakar nabati “biodiesel” dan jaminan mutu. *Lembaran Publikasi LEMIGAS*. Vol.43 (3) 247-255.
- [6] Fazal M. A, Haseeb, H.H. Masjuki. 2013. Investigation of friction and wear characteristic of palm biodiesel. *Journal of Energy Conversion and Management*. Vol.67. 251-256.
- [7] Buchari, Ali. & Prasetyo, A.N. 2018. *Analisis Pemakaian Bahan Bakar High Speed Diesel Dan Biodiesel(B30) Terhadap Kosumsi Bahan Bakar Dan Emisi Gas Buang Mesin Diesel PLTD 1,4 Mv*. Institut Sains Dan Teknologi.
- [8] Mulyanto, P. 2010. *Kajian Teknis Sistem Penggerak Kapal Dengan Menggunakan Bahan Bakar Biodiesel Pada Kapal KM Labour*. Universitas Diponegoro Semarang.
- [9] Hardiman N S.M. 2017. *Rancang Bangun Alat Pengaduk Campuran Untuk Bahan Baku Solar Dan Etanol*, Politeknik Negeri Balikpapan, hal 6-14.
- [10] Cahyo, S. Wibowo., Riesta, A., Nanang., H, Lies, A. 2016. Pengaruh Kondisi Penyimpanan Terhadap Stabilitas Oksidasi Bahan Bakar Jenis, BIODIESEL (B - 100), Biosolar (B-20) dan minyak solar murni (B-0). Lembaran publikasi Minyak dan Gas Bumi, Pusat Penelitian dan Pengembangan Teknologi Minyak dan Gas bumi LEMIGAS. Vol 50 (3).
- [11] Haryono E., Witjaonarko R. D. E. 2017 Analisa Unjuk Kerja Mesin Diesel Kapal Dua Langkah (Two Stroke Marine Diesel Engine) Berbahan Bakar Campuran Minyak Solar (HSD) Dan Biodiesel Minyak Jelantah Pada Beban Simulator Full Load, *Jurnal Inovtek Polbeng*, Vol 7 (2) 179-187.
- [12] Pasutiyon, H., & Toto, Suharmono. 2019. Analisa Penambahan Spring Pressure Plate Sebagai Usaha Untuk Memperpendek Ignition Delay Time Terhadap Performance Diesel Engine, *Prosiding Seminar Nasional Kelautan*, Universitas Hang Tuah 11 Juli 2019. Dengan Nomor ISBN 978-602-71063-5-2.
- [13] Winarno, A. 2018. *Penambahan Propeler Bebas Putar Menggunakan Metode Computed Fluid Dynamic (Cfd)*. 46-49.
- [14] Prasutiyon, H., & Arrisal, M. 2019. Penghematan Bahan Bakar Kapal Penangkap Ikan Untuk Meningkatkan Kesejahteraan Nelayan. *Prosiding Seminar Nasional Kelautan Universitas Hang Tuah 11 Juli 2019* Dengan Nomor ISBN 978-602-71063-5-2