Tersedia online di:https://jurnal.kkp.go.id/jbf/en/issue

Jurnal Bluefin Fisheries, 3 (2), 2021, App.1 - 7

Efek Konfigurasi *Baffle* Pada *Heat Exchanger Type Shell And Tube* Sebagai Pemanas Bahan Bakar Biodiesel B20

Josua Huwae[1], Barokah[2]*, Marinus Tappy[3], Jefta Ratela[4], Fahriadi Pakaya[5], Maful Suranto[6], Baihaqi[7]

[12345]Program Studi Mekanisasi Perikanan, Politeknik Kelautan dan Perikanan, Bitung,
[6]Departemen Teknik Sistem Perkapalan, Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Surabaya
[7]Program Studi Teknika, Sekolah Tinggi Ilmu Pelayaran Jakarta
**Coresponding Author: barokah@poltekkp-bitung.ac.id*

Abstrak

Bahan bahar B20 merupakan bahan bakar yang banyak digunakan untuk pembakaran pada mesin diesel, terutama di Indonesia. Selain memiliki kelebihan biodiesel B20 juga memiliki berbagai kekurangan sehingga mempengaruhi kinerja mesin diesel seperti memiliki *flash point* lebih tinggi dari pada diesel sehingga biodiesel lebih sulit mengguap menyebabkan lebih sulit terbakar dan memiliki viskositas yang tinggi menyebabkan atomisasi bahan bakar yang kurang bagus dan akhirnya menyebabkan deposit pada ruang bakar. Salah satu solusi pada masalah tersebut yaitu bisa dilakukan dengan pemanasan. Tujuan penelitian adalah membuat *Shell and Tube Heat Exchanger (STHE)* dengan memodifikasi *fin baffl*e yang ada didalamnya untuk meningkatkan performa pertukaran panas. Metode yang diterapkan pada penelitian ini adalah eksperimen dengan cara menguji performa *heat exchanger* menggunakan *jacket cooling water*. Beberapa peralatan yang digunakan yaitu mesin diesel Merk Mistsubishi, Type 4d35, 4 silinder, 75 HP. Pengambilan data dilakukan pada putaran konstan 1500 rpm pada kondisi tanpa beban. Hasil penelitian menunjukkan bahwa semakin tinggi temperatur *jacket cooling water* semakin tinggi pula temperatur biodiesel. Dengan temperatur *jacket cooling water* 83^{o}C dapat memanaskan biodiesel pada 74.8^{o}C.

Kata kunci: Biodiesel B20; Mesin Diesel; Pemanas; Heat Recovery; Jacket Cooler

Abstract

B20 is a fuel that is widely used for combustion systems in diesel engines, especially in Indonesia. Apart from having the advantages, biodiesel B20 also has various disadvantages that affect the performance of diesel engines such as those that have a higher flash point than diesel so that biodiesel is more difficult to burn and has a high viscosity which causes less good atomization of fuel and eventually causes deposits in combustion chamber. One or the solution to the problem is that it can be done carefully. The aim of this research is to make a Shell and Tube Heat Exchanger (STHE) by including the insulation in it to improve the heat exchange performance. The method applied in this research is an experiment by testing the performance of the heat exchanger using a cooling water jacket. Some of the equipment used is a diesel engine from the Mitsubishi Diesel Engine, Type 4d35, 4 cylinder, 75 HP. Data were collected at a constant rotation of 1500 rpm at no load. The results showed that the higher the cooling water temperature of the jacket, the higher the biodiesel temperature. With a cooling water jacket temperature of 83^{o}C, it can heat biodiesel at 74.8^{o}C.

Keywords : *B20 Fuel Oil; Diesel Engine; Heater; Heat Recovery; Jacket Cooler*

1. Pendahuluan

Bahan bakar diesel merupakan jenis bahan bakar minyak yang sangat dibutuhkan untuk keperluan transportasi dan industri. Kebutuhan bahan bakar diesel semakin meningkat karena merupakan sumber energi yang mudah dalam penggunaan, penanganan dan penyimpanannya.

Konsumsi bahan bakar diesel terus meningkat megakibatkan cadangan minyak bumi berkurang. Beberapa peneliti salah satunya adalah (Hagenow *et al.*, 2010) menyatakan bahwa cadangan minyak bumi saat ini 150 miliar ton dapat diekplotasi, dan diperkirakan akan habis dalam 40 tahun lagi.

Bahan bakar solar merupakan bahan bakar bersumber dari minyak bumi yang tidak dapat diperbaharui. Maka dalam rangka efisiensi banyak negara menerapkan teknologi, kebijakan, regulasi untuk pengembangan bahan bakar minyak alternative seperti yang sedang dikembangkan di Indonesia yaitu penggunaan biodiesel.

Biodiesel memiliki kelemahan atau kekurangan seperti memiliki *flash point* lebih tinggi dari pada diesel sehingga biodiesel lebih sulit mengguap menyebabkan lebih sulit terbakar (Yasin *et al.*, 2013). Selain itu biodiesel memiliki viskositas yang tinggi menyebabkan atomisasi bahan bakar yang kurang bagus pada saat di ruang bakar mesin dan akhirnya menghasilkan masalah operasional, seperti terjadinya deposit pada ruang bakar (Knothe, 2010).

Permasalahan ini dapat dikurangi dengan cara pemanasan bahan bakar menggunakan alat penukar panas atau dikenal *heat exchanger*. *Heat exchanger* adalah peralat yang dibutuhkan pada dunia industri di darat bahkan dibutuhkan juga untuk operasional kapal.

Ada beberapa klasifikasi *heat exchanger* menurut untuk konstruksinya seperti *Tubular, Plate, Plate Fin, Tube Fin, Printed Circuit , Regenerative* (Zohuri, 2018). Sesuai standar TEMA dalam klasifikasi tubular adalah *shell and tube, spiral tube, pipe coils, and double pipe*. Dari beberapa jenis penukar panas, jenis *Shell and Tube* adalah yang paling jenis penukar panas yang banyak digunakan (Barbee *et al.*, 2007).

Desain *heat exchanger*, terutama jenis *shell and tube heat exchanger*, telah banyak dilakukan pengembangan terutama di struktur *baffle* (Abbasian Arani dan Moradi, 2019; Bichkar dkk 2018; Tendulkar dan Jorapur, 2018). Hal ini bertujuan untuk mengoptimalkan performa *heat exchanger* agar transfer panas yang didapatkan bisa lebih maksimal.

Penelitian tentang *shell and tube heat exchanger* telah banyak dilakukan terutama pada model - model *baffle* seperti, *helix baffle, staggered baffle*, dan *louver* model. Berdasarkan beberapa penelitian yang telah

dilakukan perlu dilakukan penelitian *baffle* jenis lainya. *Baffle* yang akan diteliti dan dikembangkan adalah type *segmental baffle* dengan tambahan sirip dengan istilah *fin baffle shell and tube heat exchanger* dengan konfigurasi kombinasi melintang dan membujur 90^{o}C. Penelitian ini bertujuan untuk untuk mengetahui proses pertukaran panas yang terjadi dan menganalisis efek yang ditimbulkan dari proses pengembangan *fin baffle* pada *shell and tube heat exchanger* dan pengaruhnya terhadap pemanasan bahan bakar biodiesel B20.

2. Bahan dan Metode

Untuk mendukung penelitian dibutuhkan beberapa peralatan dan bahan seperti, mesin diesel, *shell and tube heat exchanger*, bahan alat perpipaan, komputer, kamera, termometer, *digital flow rate*, manometer, termostat, selenoid, gelas ukur, biodiesel B20.

Pada penelitian ini menggunakan bahan bakar jenis biodiesel yaitu biodiesel B20 produksi pertamina.

Tabel 1. Karakteristik Biodiesel B20

No	Characteristic	Unit	Min	Max
1	Cetane Number Cetane Index	- -	48 45	- -
2	Density @15^{o}C	Kg/m^3	815	860
3	Viscosity @40^{o}C	mm^3/sec	2.0	4.5
4	Sulphur Content	% m/m	-	0.25
5	Distilation 90% evaporation	^{o}C	-	370
6	Flash Point	^{o}C	52	-
7	Pour Point	^{o}C	-	18
8	Carbon Residue	% m/m	-	0.1
9	Water Content	mg/kg	-	500
10	Biological Growth	-	-	-
11	FAME Content	% v/v	-	-
12	Methanol Content	% v/v	-	-
13	Ash Content	% v/v	-	0.01
14	Sediment Content	% m/m	-	0.01
15	Strong Acid Number	mgKOH/gr	-	0
16	Total Acid Number	mgKOH/gr	-	0.6
17	Particulate	mg/l	-	-
18	Visual Appearance	-	Bright and clear	
19	Color	No.ASTM	-	30
20	Lubricity	micron	-	460

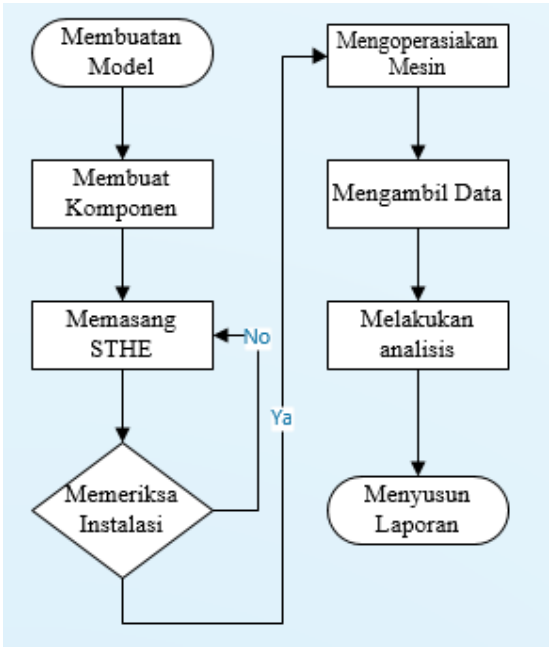
Sumber: pertamina .com

Tabel 2. Data Mesin Diesel

No	Spesifikasi	Parameter
1	Model	4D56
2	Kapasitas	2.5 L (2.477 cc)
3	Bore x stroke	91.2 mm x 95 mm
4	Daya	74 hp (55 kW) pada 4.200 rpm
5	Torsi	105 lb·ft (142 N·m) pada 2500 rpm
6	Jenis mesin	SOHC 4 silinder segaris
7	Sistem bahan bakar	Pompa jet tipe distribusi
8	Rasio kompresi	21.0 : 1
9	Sistem Pembakaran	In-Direct Injection

Penelitian ini menerapkan prosedur yang merupakan serangkaian kegiatan teknis yang dilaksanakan agar penelitian berjalan

secara teratur dan sistematis sehingga tujuan penelitian dapat tercapai. Prosedur penelitian yang diterapkan adalah seperti pada gambar 1.

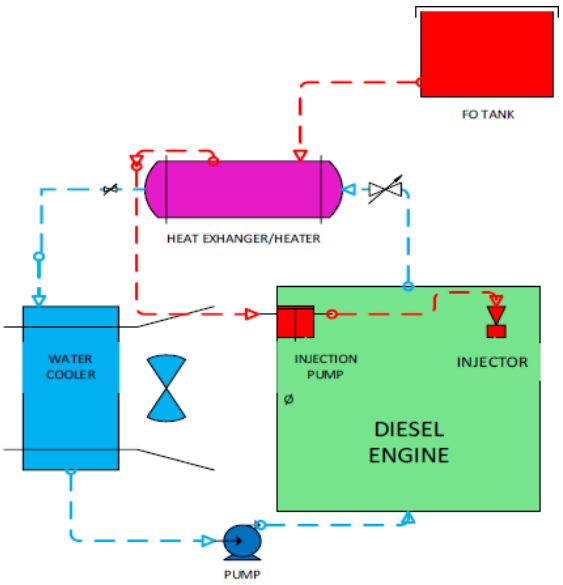


Gambar 1 *Flow chart* Prosedur Penelitian

Prosedur penelitian diuraikan lebih jelas sebagai berikut:

1. Membuat model pengembangan *fin baffle* pada *shell and tube heat exchanger*.
2. Membuat komponen *shell and tube heat exchanger*.
3. Memasang *STHE* pada instalasi unit pemanas bahan bakar. Kemudian menghubungan *outlet jacket cooling water* mesin diesel ke *input STHE* selanjutnya dari *STHE* ke radiator *(water cooler).*
4. Mengoperasikan mesin pada putaran konstan yaitu 1500 rpm.
5. Melakukan pengambilan data dengan cara melakukan eksperimen uji coba secara langsung dengan mencatat kenaikan *jacket cooler water* sejalan dengan kenaikan temperatur biodiesel.

Data yang didapatkan pada kegiatan eksperimen dilapangan dianalisis secara deskriptif dalam bentuk narasi dan grafis. Skema ekperimen seperti pada gambar 2.



Gambar 2. Skema Eksperimen

Analisis Data

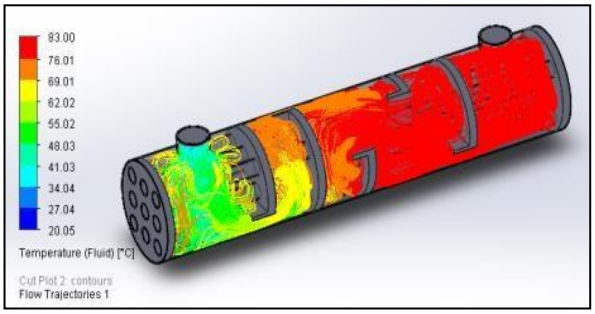
Data yang diperoleh dianalisis dengan cara mengkomparasikan hasil-hasil penelitian pada paper sejenis terkait dengan desian *heat exchanger* pada pemanasan bahan bakar.

3. Hasil dan Pembahasan

Pada penelitian ini menghasilkan sistem STHE dengan modifikasi *baffle*, sebagaimana yang telah dilakukan (Barokah *et al.*, 2020) yang telah memodifikasi *baffle* pada STHE dari model *segmental*. Pada penelitiannya menggunakan tiga buah *baffle*

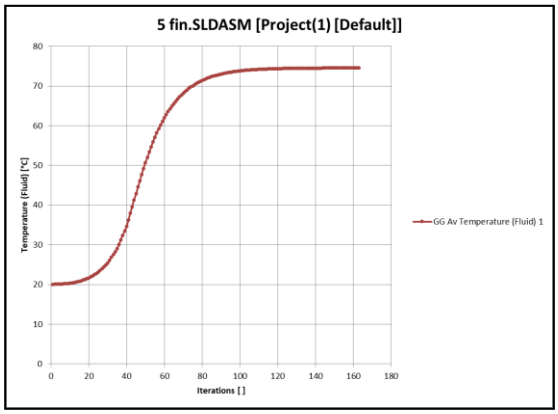
yang disusun secara melintang mencapai temperatur 74.6^{o}C. Akan tetapi kali ini berbeda pada konfigurasinya yaitu *baffle* dibuat melintang dan membujur.

Gambar model simulasi pengembangan diilustrasikan seperti pada gambar 3.



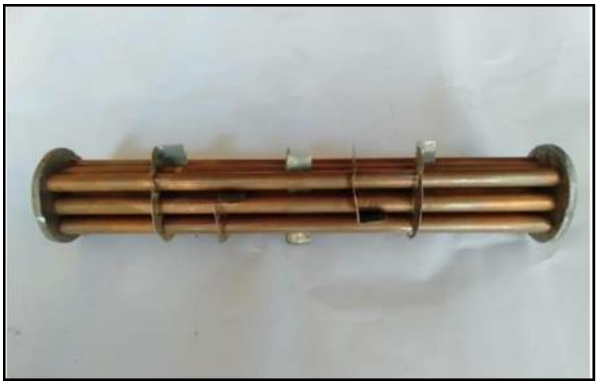
Gambar 3. Model Pengembangan *Baffle*

Dengan memanfaatkan *recovery jacket cooler* bertemperatur 83^{o}C yang mengalir di sisi tube, mangakibatkan terjadinya kenaikan temperatur fluida di dalam *shell* semula 30^{o}C menjadi 74.8^{o}C. Kenaikan temperatur lebih jelas digambarkan pada gambar 4.



Gambar 4. Kenaikan Temperatur B20

Berdasarkan model yang telah disimulasikan dilanjutkan dengan membuat komponen *Fin Baffle* sekaligus mengatur konfigurasi di dalam STHE. Seperti gambar 5.

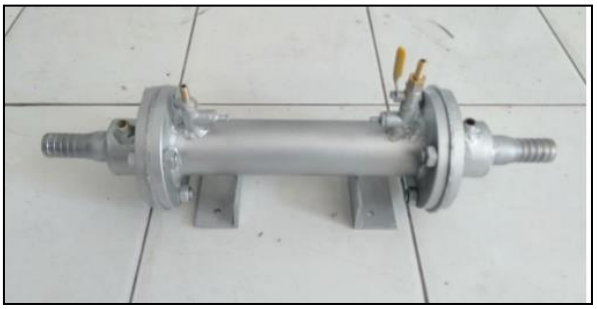


Gambar 5 Konfigurasi *Fin Baffle* pada STHE

Hasil pengembangan *fin baffle – shell and tube heat exchanger* secara menyeluruh pada gambar 6 dengan dimensi pada tabel 3.

Tabel 3. Dimensi STHE

Bagian	Ukuran
Diameter Shell	5.7.15 cm
Panjang Shell	27 cm
Diameter Tube	0.9525 cm
Panjang	27 cm
Jumlah Tube	9 tube
Jumlah Baffle	5 baffle



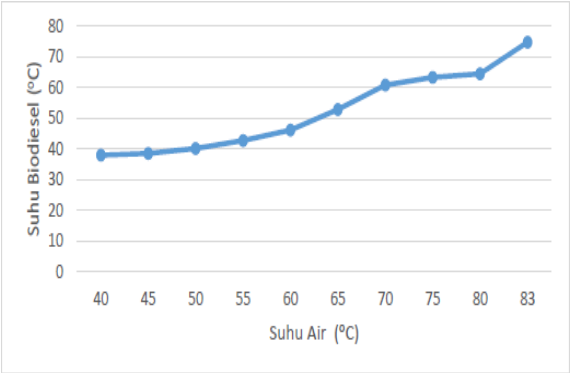
Gambar 6 *FB-STHE*

Setup Pengujian dan pengambilan data dilakukan sesuai pada gambar 7.



Gambar 7. Mesin Diesel dan Sistem *Heat Excanger*

Pada gambar 7 dijelaskan bahwa *jacket cooling water* keluar dari mesin diesel betemperatur 74.8^{o}C mengalir ke dalam STHE. Data yang diperoleh dari pengujian STHE divisualisasikan pada gambar 8.



Gambar 8. Suhu Air vs Suhu Biodiesel

Pada gambar 8 dijelaskan bahwa pada temperatur awal air pemanas 40^{o}C , temperatur biodiesel naik pada 38^{o}C. Peningkatan temperatur berjalan secara perlahan dan kontinyu membentuk kurva melengkung landai hingga pada temperatur air 70^{o}C dengan capaian suhu bahan bakar 68.8^{o}C.

Kondisi kenaikan panas biodiesel terus berlangsung hingga pada 74.8^{o}C dengan panas air 83^{o}C. Selisih rata-rata kenaikan bahan bakar adalah 3.96^{o}C dengan perubahan temperature pada range 5^{o}C. Kondisi ini membuktikan konfigurasi hasil pengembangan lebih efektif dari model yang telah dibuat sebelumnya oleh (Barokah, 2021) dimana prototipe dengan tiga *baffle* hanya menghasilkan panas 70.4^{o}C.

Kenaikan temperatur biodiesel B20 mempegaruhi perubahan beberapa properties terutama pada viskositas, densitas dan tegangan permukaan pada biodiesel B20.

Hasil penelitian membuktikan bahwa penambahan *baffle* dengan konfigurasi membujur dan melintang pada sudut 90^{o} dapat menaikan performa *shell and tube heat exchanger.*

4. Kesimpulan

Energi panas yang dilepas oleh mesin akibat proses pendinginan dapat dimanfaatkan untuk memanaskan bahan bakar biodiesel B20 yang secara fisik memiliki viskositas lebih tinggi jika dibandingkan dengan bahan bakar diesel fosil.

Pengembangan *Fin Baffle* berjumlah lima buah dengan konfigurasi melintang dan membujur memberikan efek kenaikan panas pada bahan bakar, sehingga dapat meningkatkan kualitas bahan bakar biodiesel B20.

Hasil penilitian ini dapat digunakan sebagai salah satu teknik peningkatan performa pertukaran panas pada heat *heat exchanger* jenis *shell and tube.* Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut dengan

menggunakan jenis material yang berbeda dan desian mutahir untuk mendapatkan hasil yang lebih baik.

5. Ucapan Terima Kasih

Tim peneliti mengucapkan banyak terima kasih kepada Direktur Politeknik Kelautan dan Perikanan Bitung atas dukungan dana dan fasilitas penelitian.

6. Daftar Pustaka

Arani, A. A. A. and Moradi, R. (2019) 'Shell and Tube Heat Exchanger Optimization Using New Baffle and Tube Configuration', *Applied Thermal Engineering*, 157(April). doi:10.1016/j.applthermaleng.2019.113736

Barbee, J. *et al.* (2007) *Standard of the Tubular Exchanger Manufacturers Association*. 9th edn. Edited by D. Gaddis. Tarrytown, New York: Standard of the Tubular Exchanger Manufacturers, Inc.

Barokah, B. *et al.* (2020) 'Design of New Fin Baffle Shell and Tube Heat Exchanger for Heating of Biodiesel Fuel Based on Simulation', *International journal of simulation: systems, science & technology*. doi: 10.5013/IJSSST.a.21.01.05.

Barokah, Barokah (2021) *Pengembangan Heat Recovery Jacket Cooler Sebagai Pemanas Bahan Bakar B20 Untuk Meningkatkan Performa Dan Menurunkan Emisi Pada Mesin Diesel*. Doctoral thesis, Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya.

Bichkar, P. *et al.* (2018) 'Study of Shell and Tube Heat Exchanger with the Effect of Types of Baffles', *Procedia Manufacturing*. Elsevier B.V., 20, pp. 195–200. doi: 10.1016/j.promfg.2018.02.028.

Hagenow, G. *et al.* (2010) 'Fuels', in Mollenhauer, K. and Tschoeke, H. (eds) *Handbook of Diesel Engines*. Berlin Heidelberg: Springer, pp. 87–125. doi: DOI 10.1007/978-3-540-89083-6.

Knothe, G. (2010) *History of Vegetable Oil-Based Diesel Fuels*. 2nd edn. Edited by G. Knothe, J. Krahl, and J. B. T.-T. B. H. (Second E. Van Gerpen. AOCS Press. doi: https://doi.org/10.1016/B978-1-89399762-2.50007-3.

Tendulkar, P. S. and Jorapur, V. S. (2018) 'Modeling and analysis of shell & tube type heat exchanger for optimized performance', in *International Conference on Advances in Computing, Communication and Control 2017, ICAC3 2017*, pp. 1–4. doi: 10.1109/ICAC3.2017.8318778.

Yasin, M. H. M. *et al.* (2013) 'Fuel Physical Characteristics of Biodiesel Blend Fuels with Alcohol as Additives', in *Procedia Engineering*. by Elsevier Ltd, pp. 701–706. doi: 10.1016/j.proeng.2013.02.091.

Zohuri, B. (2018) *Compact heat exchangers, Handbook of Thermal Science and Engineering*. Albuquerque, NM, USA: Springer Nature. doi: 10.1007/978-3-319-26695-4_36.