



ANALISA KARAKTERISTIK POMPA DAN LAJU TEMPERATUR FLUIDA PADA ALAT PILOT PLANT BIODIESEL

Suryadi ^{1)*}, Muhammad Sayuthi ²⁾, Muhammad Habibi ³⁾

1 2 3) Jurusan Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Malikussaleh Lhokseumawe

e-mail: suryadi80@unimal.ac.id

Abstract

[ANALYSIS OF PUMP CHARACTERISTICS AND FLUID TEMPERATURE RATE IN THE BIODIESEL PILOT PLANT] Today's technological growth is very rapid, companies continue to develop in technological innovation in their products. At the same time, it is necessary to increase adequate energy such as electric power, chemical power, and renewable alternative fuels to replace diesel oil, namely Biodiesel. As of January 2020, the government has implemented a fuel mixture for the transportation sector containing 30% biodiesel in diesel oil. There are many types of biodiesel processing technologies, including non-catalyst technology. This technology only requires raw materials in the form of oil and methanol, without using a catalyst. The use of methanol in the form of superheated vapor in a non-catalyzed response requires equipment that can replace liquid methanol into superheated methanol vapor. The conversion of methanol to superheated methanol in this research was carried out using a methanol preheater based on a design from previous research using the ChemCAD application, namely heating methanol indirectly through a heating fluid in the form of Mobiltherm 605 thermal oil. With mobiltherm hot at a temperature of 50°C, the pump performance results are obtained with Capacity (Q) 0.0003 m³/s, Head (H) 0.019 m, Power hydraulic (N_h) 119 watts, and efficiency (η) 95.2%. The greater the value of the density of the fluid, the greater the power used. In the case of Mobiltherm, which has a different fluid viscosity from water, the hydraulic power and efficiency obtained are also high. The mobiltherm 605 heat transfer rate is 35% through the double pipe annulus and the methanol temperature rate through the double pipe inner pipe.

Keywords: Biodiesel; Efficiency; Heads; Preheated; Mobiltherm 605.

Abstrak

Pertumbuhan teknologi saat ini sangat pesat, perusahaan-perusahaan terus berkembang dalam inovasi teknologi di dalam produk buaatannya. Bersamaan dengan perihai tersebut diperlukan peningkatan energi yang memadai seperti tenaga listrik, tenaga kimia, serta bahan bakar alternatif yang terbaru untuk menggantikan minyak solar adalah Biodiesel. Pemerintah per januari 2020 menerapkan campuran bahan bakar untuk bidang transportasi mengandung 30% biodiesel pada minyak solar. Teknologi pengolahan biodiesel banyak jenisnya, antara lain merupakan teknologi nir katalis. Teknologi ini cuma memerlukan bahan baku berbentuk minyak serta metanol, tanpa memakai katalis. Pemakaian metanol yang berbentuk uap superheated pada respon nir katalis memerlukan sesuatu perlengkapan yang bisa mengganti metanol cair jadi uap superheated metanol. Konversi methanol jadi superheated methanol pada riset ini dilakukan dengan memakai preheater metanol bersumber pada desain dari riset terdahulu memakai aplikasi ChemCAD, yaitu memanaskan metanol secara tidak langsung lewat fluida pemanas berbentuk thermal oil Mobiltherm 605. Dengan mobiltherm yang panas pada suhu 50°C maka didapatkan hasil unjuk kerja pompa dengan Kapasitas (Q) 0,0003 m³/s, Head (H) 0,019 m, Daya hidrolis (N_h) 119 watt, dan efisiensi (η) 95,2%. Semakin besar nilai massa jenis fluida maka semakin besar juga daya yang digunakan. Dalam kasus mobiltherm ini yang memiliki kekentalan fluida yang berbeda dengan air maka daya hidrolis serta efisiensi yang didapat juga tinggi. Laju transfer panas mobiltherm 605 sebesar 35% melalui anulus double pipe dan Laju temperature methanol melalui pipa dalam double pipe.

Kata Kunci: Biodiesel; Efisiensi; Head; Preheated; Mobiltherm 605.

1. Pendahuluan

Pertumbuhan teknologi saat ini sangat pesat, perusahaan-perusahaan terus berkembang dalam inovasi teknologi di dalam produk buatannya. Bersamaan dengan perihail tersebut diperlukan peningkatan energi yang memadai seperti tenaga listrik, tenaga kimia, serta lain-lain. Sumber energi alternatif sebagai pengganti dari energi itu sendiri. Ada juga energi alternatif yang bukan berasal dari minyak bumi yaitu gas alam, batu bara, serta panas bumi (Maulana Wardoyo & Prabowow, 2020a).

Dalam bermacam kehidupan manusia tiap hari aplikasi perpindahan panas (F.P. incropera, 2011) mempunyai kontribusi yang tidak sedikit. Disamping itu, posisi pompa menduduki tempat utama untuk kehidupan manusia. Pompa mempunyai peranan yang sangat berarti untuk bermacam industri air minum, minyak, petrokimia, pusat tenaga listrik serta sebagainya.

Definisi pompa bagi (Sularso, 2000). Pompa serta Kompresor: Pemilihan, Konsumsi serta Pemeliharaan merupakan sesuatu perlengkapan mekanis yang digunakan buat memindahkan fluida cair dari sesuatu tempat ke tempat lain, lewat sesuatu media pipa dengan metode meningkatkan tenaga pada fluida cair tersebut secara terus menerus. Tenaga tersebut digunakan buat menanggulangi hambatan-hambatan pengaliran. Hambatan-hambatan pengaliran itu bisa berbentuk perbandingan tekanan, perbandingan ketinggian ataupun hambatan gesek.

Berdasarkan dari (Suryadi, 2021) kalau komponen-komponen utama pompa terdiri dari mechanical seal, packing, shaft (poros), shaft-sleeve, vane, kasing pompa, eye of impeller, impeller, wearing ring, bearing, serta discharge. Dimana unjuk kerja pompa ialah salah satu yang jadi dampak langsung dari kondisi aliran cairan (air) masuk serta keluar nozzle.

Pompa beroperasi dengan prinsip melakukan perbandingan tekanan antara bagian hirup (suction) serta bagian tekan (discharge) (Sudadiyo, 2018). Perbandingan tekanan tersebut dihasilkan dari suatu mekanisme misalkan putaran roda impeller yang membuat kondisi sisi hirup hampir vakum. Perbandingan tekanan inilah yang menghirup cairan sehingga bisa berpindah dari sesuatu reservoir ke tempat lain.

Dalam industri bioetanol skala Pilot plant, pompa diperlukan selaku mesin yang mengalirkan fluida (Bankar & Manwatkar, 2016). Pilot plant merupakan sesuatu sistem pemrosesan dalam skala kecil yang dioperasikan buat menciptakan data menimpa sikap sistem yang digunakan dalam perancangan fasilitas-fasilitas skala besar. Pilot plant digunakan untuk mengurangi efek mengenai kaitan dengan konstruksi dari proses skala besar. Pilot plant merupakan unit kecil yang dirancang supaya bisa digunakan buat melaksanakan bermacam eksperimen buat memperoleh informasi untuk perancangan unit-unit yang lebih besar. Semacam pilot plant bioethanol dengan fluida mobiltherm 605 yang mau diuji.

Mobiltherm merupakan oli transfer panas (Musunuri et al., 2007) mempunyai performa besar yang ditujukan untuk instalasi pemanasan tidak langsung pada sistem tertutup. Direkomendasikan buat digunakan pada sistem pemanas serta pendingin tidak langsung pada sistem tertutup oli dingin di seluruh tipe proses industri. Mobiltherm mempunyai efisiensi transfer panas yang baik serta dengan viskositas sedemikian sehingga gampang terpompa baik pada temperatur starter ataupun temperatur pembedahan.

Tidak hanya Pompa, dalam industri bioetanol skala Pilot plant aplikasi perpindahan panas pula mempunyai kontribusi yang tidak sedikit. Alat penukar kalor (Heat Exchanger) ialah perlengkapan yang berperan buat memindahkan tenaga panas antara 2 ataupun lebih fluida serta terjalin pada temperatur yang berbeda antara fluida, dimana fluida yang digunakan ialah fluida panas serta fluida dingin. Tipe heat exchanger (Ismail Tosun, 2002) bermacam-macam serta bisa diklasifikasikan bersumber pada sebagian tinjauan ialah proses perpindahan panas, jumlah fluida kerja, desain konstruksi, bidang kontak perpindahan panas, arah aliran fluida. Salah satu perlengkapan yang menggunakan proses kerja heat exchanger merupakan air preheater (Sayuthi, 2022).

Preheater berperan sebagai alat yang memanaskan udara dari luar saat sebelum masuk ke ruang bakar yang menyebabkan proses pembakaran jadi lebih kilat. Pemanasan udara luar bisa terjalin dengan menggunakan gas buang dari sisa hasil pembakaran saat sebelum dibuang ke lingkungan. Preheater digunakan sebagai penghematan konsumsi jumlah bahan bakar, dan mengurangi beban termal boiler untuk penguapan fluida (Maulana Wardoyo & Prabowow, 2020)

Riset ini bermaksud buat mengenali laju temperatur fluida buat tingkatkan performa preheater serta mengukur unjuk kerja pompa yang berperan selaku perlengkapan penggerak buat mengalirkan mobiltherm 605 dimana mobiltherm ini selaku fluida pemanas pada preheater methanol (Amalia et al., 2020).

Unjuk kerja Pompa Propeller selaku perlengkapan penggerak merupakan keahlian dalam memindahkan fluida mobiltherm 605 (mobil, 2003), yang sudah dipanaskan sehingga mobiltherm tersebut bisa mengganti Methanol cair jadi uap methanol. Unjuk kerja pompa (Bankar & Manwatkar, 2016) ini dipengaruhi oleh Efisiensi pompa dengan energi output dipecah energi input dikali 100%. Pengujian unjuk kerja Pompa Propeller selaku

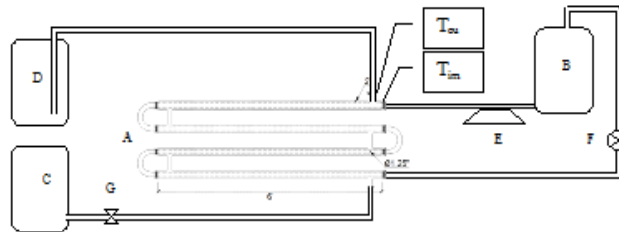
mesin penggerak pada pilot plant bietanol dengan fluida mobiltherm 605 butuh dicoba lewat riset ini buat pembutian konsep guna serta ataupun ciri berarti secara eksperimental.

2. Metode

- A. Tempat dan Waktu Pengambilan Data
 Penelitian ini mulai dari rancang bangun serta pengujian alat dilaksanakan pada laboratorium Teknik Mesin, Universitas Malikussaleh. Penelitian ini menggunakan mobiltherm 605 sebagai fluida pemanas dan methanol sebagai fluida pendingin. Waktu pengambilan data dilakukan selama 45 menit dan pada temperatur fluida 28°C-100°C.

Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui karakteristik dari pompa propeller pada pilot plant Bio-diesel dan efisiensi *Preheater* dengan menggunakan variable distribusi uap yang di hasilkan dan karakteristik oli terhadap efisiensi pompa.

- B. Skema dan Peralatan Penelitian
 Alat pilot plant bioethanol (Preheater) yang didesain oleh Hanafi menggunakan *ChemCAD* seperti di tunjukkan pada gambar 1. Skema alat penelitian.



Gambar 1. Skema Alat penelitian

Keterangan:

- | | |
|---------------------------|------------|
| A = Preheater Metanol, | E= Pemanas |
| B= Tangki Mobiltherm 605, | F= Pompa |
| C= Tangki Methanol, | G= Katup |
| D= Tangki Minyak Nabati | |

- C. Prosedur Penelitian
 Pada penelitian ini, prosedur yang dilakukan secara bertahap yaitu:
1. Membuat *preheater* berdasarkan perhitungan desain oleh Hanafi menggunakan *ChemCAD*.
 2. Set-up rangkaian alat-alat penelitian.
 3. Letakkan sensor termokopel saluran masuk *Mobiltherm 605*.
 4. Sirkulasikan *Mobiltherm 605* dengan pompa.
 5. Hidupkan pemanas otomatis dan set disaat temperature Mobitherm 605 memasuki preheater 100°C.
 6. Ambil data temperature sesuai uraian di atas.
 7. Lakukan pengolahan data.

3. Hasil dan Pembahasan

Dari penelitian yang dilakukan untuk unjuk kerja pompa ini maka didapat data yang dibutuhkan untuk perhitungan pompa. Adapun data yang diketahui adalah sebagai berikut:

Diameter pipa	$d = 25,4 \text{ mm} = 0,0254 \text{ m}$
Massa jenis fluida	$\rho = 0,875 \text{ kg/l} = 875 \text{ kg/ m}^3$
Viskositas kinetic zat cair	$u = 30,4 \text{ mm}^2/\text{s} = 3,04 \times 10^{-5} \text{ m}^2/\text{s}$
Percepatan gravitasi	$g = 9,8 \text{ m/s}^2$
Debit aliran	$Q = 18 \text{ L/min} = 0,0003 \text{ m}^3/\text{s}$
Daya motor	$N_m = 125 \text{ W} = 0,125 \text{ kW}$
Luas Penampang	$A = 5.10^{-4} \text{ m}^2$

Perhitungan Pada Pompa

- D. Kecepatan Aliran Fluida

Kecepatan aliran fluida (Nakayama & Boucher, 2000)ditentukan dengan menggunakan persamaan berikut :

$$V = \frac{Q}{A} \quad (1)$$

Dimana pada sisi isap dan tekan maka kecepatan aliran oli yang masuk dan keluar melalui pipa juga sama sehingga $V_i = V_t$

$$\begin{aligned} V &= \frac{0,0003 \text{ m}^3/\text{s}}{0,0005 \text{ m}^2} \\ &= 0,6 \text{ m/s} \end{aligned}$$

E. Perhitungan Head Pompa

a. Head Statis Total

Head statis total adalah perbedaan ketinggian anantara fluida pada sisi tekan dengan ketinggian fluida pada sisi isap (Durst, 2008). Dari data perbedaan ketinggian tersebut diketahui dengan mengukur instalasi pipa pada ketinggian sisi tekan dan ketinggian pada sisi isap, yaitu pada sisi tekan $Z_t = 65 \text{ cm}$ dan pada sisi isap $Z_i = 41 \text{ cm}$. untuk menghitung head statis total ini diketahui dengan menggunakan rumus:

$$H_s = Z_t - Z_i \quad (2)$$

Dimana:

Z_t = Ketinggian fluida dari poros pompa kepermukaan air atas = 0,65 m

Z_i = Ketinggian fluida dari poros kepermukaan air bawah = 0,41 m

L_t = Panjang pipa, bagian pipa tekan = 1,5 m

L_i = Panjang pipa, bagian pipa isap = 2,3 m

Maka:

$$\begin{aligned} H_s &= 0,65 \text{ m} - 0,41 \text{ m} \\ &= 0,24 \text{ m} \end{aligned}$$

b. Head Kerugian Gesek Dalam Pipa Isap

Untuk mengetahui kerugian gesek gesek ini (f) maka terlebih dahulu harus mengetahui sifat aliran dengan menggunakan bilangan reynold (MUNSON, 2002) (Re_i) V_i didapat dari perhitungan kecepatan aliran pada sisi isap, d = diameter pipa, u = didapat dari tabel viskositas kinetic pada mobiltherm 605.

$$\begin{aligned} Re_i &= \frac{\rho v_i d}{u} \quad (3) \\ &= \frac{875 \times 0,6 \text{ m/s} \times 0,0254 \text{ m}^2}{0,000304 \text{ m}^2/\text{s}} \\ &= 438.651,4 \end{aligned}$$

Untuk menentukan faktor gesekan pada pipa isap dapat menggunakan diagram moody harus diketahui ϵ/d , telah diketahui ϵ/d kekerasan relatif pada pipa yaitu:

$$\begin{aligned} \text{Relative Roughness} &= \frac{\epsilon}{D} \quad (4) \\ &= \frac{0,0005 \text{ m}^2}{0,0254 \text{ m}^2} \\ &= 0,02 \end{aligned}$$

Berdasarkan gambar lampiran 1, dapat diketahui bahwa titik nilai faktor gesekan diatas 0.05 dan sedikit dibawah 0.06, maka dapat diasumsikan nilai fator gesekannya sebesar 0.057.

c. Head Kerugian Gesek Pada Pipa Lurus

Untuk mengetahui kerugian gesek antara dinding dengan aliran fluida tanpa adanya perubahan luas penampang dalam pipa dapat menggunakan rumus Darcy (Durst, 2008), dimana f adalah faktor gesek pada pipa isap, $L = 2,03 \text{ m}$ Panjang pipa pada sisi tekan, V_i diperoleh dari perhitungan kecepatan aliran fluida pada sisi isap dan d = diameter pipa.

$$hf_i = f \frac{L_i \cdot v_i^2}{d \cdot 2 \cdot g} \quad (5)$$

Dimana:

F = Faktor gesekan pada pipa isap

L_i = Panjang pipa pada bagian pipa isap = 2,3 m

v_i = Kecepatan aliran fluida pada sisi isap (m/s)

Maka:

$$hf_1 = 0,057 \frac{2,3 \text{ m} \cdot (0,6 \text{ m/s})^2}{0,0254 \text{ m} \cdot 2 \cdot 9,8 \text{ m/s}^2}$$

$$= 0,094 \text{ m}$$

d. Kerugian Head Akibat Sambungan Elbow 90°

Kerugian head pada sambungan elbow 90° pada intalasi pada pipa(Welty, 2001) ini terdapat 3 sambungan elbow dengan nilai k yang dapat dicari menggunakan persamaan sebagai berikut:

$$k = \left[0,131 + 1,847 \left(\frac{d_b}{2r} \right)^{3,5} \right] \left[\frac{\theta}{90} \right]^{0,5} \quad (6)$$

$$= \left[0,131 + 1,847 \left(\frac{0,0254}{2 \times 0,0127} \right)^{3,5} \right] \left[\frac{90}{90} \right]^{0,5}$$

$$= 1,978$$

Setelah nilai K diketahui, maka kita dapat menghitung nesarnya kerugian head pada sambungan elbow ini dengan V diperoleh dari perhitungan kecepatan aliran fluida pada sisi isap.

$$hl_i = n k \frac{v^2}{2 \cdot g} \quad (7)$$

Dimana:

n = Jumlah sambungan elbow

k = Faktor kerugian belokan pipa

Maka:

$$hl_i = 3 \cdot 1,978 \frac{(0,6 \text{ m/s})^2}{2 \cdot 9,8 \text{ m/s}^2}$$

$$= 0,109 \text{ m}$$

e. Head Kerugian Gesek Dalam Pipa Tekan Dengan Bilangan Reynold

Untuk mencari head kerugian gesek (f) (Papanastasiou et al., 2000)terlebih dahulu mengetahui sifat aliran dengan cara menggunakan bilangan reynold (Re_t) V_t = diperoleh dari perhitungan kecepatan aliran pada sisi tekan, d = diameter pipa, v = diperoleh dari tabel spesifikasi mobiltherm.

$$Re_t = \frac{v_t \cdot d}{\nu} \quad (8)$$

$$Re_t = \frac{0,6 \text{ m/s} \cdot 0,0254 \text{ m}}{0,000304 \text{ m}^2/\text{s}}$$

$$= 501,32$$

f. Head Kerugian Gesek Pada Pipa Lurus Tekan

Untuk menghitung kerugian gesek antara dinding pipa dengan aliran fluida (Papanastasiou et al., 2000)tanpa adanya perubahan luas penampang didalam pipa dapat menggunakan rumus Darcy, dimana f adalah faktor gesek pada pipa tekan, $L_t = 1,5 \text{ m}$, V_t diperoleh dari perhitungan kecepatan aliran pada sisi tekan, dan d = diameter pipa.

$$hf_2 = f \frac{L_t \cdot V_t^2}{d \cdot 2 \cdot g} \quad (9)$$

$$hf_2 = 0,057 \frac{1,05 \text{ m} (0,6 \text{ m/s})^2}{0,0254 \text{ m} \cdot 2 \cdot 9,8 \text{ m/s}^2}$$

$$= 0,062 \text{ m}$$

g. Kerugian Head Akibat Sambungan Elbow 90° Pada Pipa Tekan

Kerugian head pada sambungan elbow 90° (Kambe, n.d.)pada instalasi pipa tekan terdapat 4 sambungan elbow dengan nilai K = 1,978 dan V_t = didapat dari perhitungan kecepatan aliran pada sisi tekan:

$$hl_2 = n \cdot k \frac{V_t^2}{2 \cdot g} \quad (10)$$

$$hl_2 = 4 \cdot 1,978 \frac{(0,6 \text{ m/s})^2}{2 \cdot 9,8 \text{ m/s}^2}$$

$$= 0,145 \text{ m}$$

Jadi kerugian head keseluruhan pada pipa tekanan adalah head kerugian gesek pada pipa lurus tekan (hf_2) ditambah head akibat sambungan elbow (hl_2).

$$h_1 = hf_2 + hl_2 \quad (11)$$

$$= 0,062 \text{ m} + 0,145 \text{ m}$$

$$= 0,207 \text{ m}$$

h. Head Total Pompa

Sebelum mencari head total pompa terlebih dahulu harus mencari head kecepatan keluar dan dapat dicari dengan menggunakan persamaan sebagai berikut:

$$\frac{v_1^2}{2.g} = \frac{(0,6 \text{ m/s})^2}{2 \cdot 9,8 \text{ m/s}^2} \quad (12)$$

$$= 0,019 \text{ m}$$

Nilai ΔH_p (JP Holman, 1986) adalah tekanan permukaan oli sisi atas dan tekanan permukaan oli pada sisi bawah, dimana alat yang dirancang tidak memiliki tekanan permukaan oli, jadi nilai $\Delta H_p = 0$.

$$H = H_s + \Delta H_p + h_l + \frac{v_1^2}{2.g} \quad (13)$$

$$= 0,24 \text{ m} + 0 \text{ m} + 0,207 \text{ m} + 0,019$$

$$= 0,466 \text{ m}$$

F. Daya Hidrolis

Daya hidrolis adalah daya pompa yang dibutuhkan untuk mengalirkan sejumlah zat cair (Yang, 2001). Nilai daya hidrolis dapat dihitung dengan rumus berikut;

$$N_h = \frac{\rho \cdot H \cdot Q}{102} \quad (14)$$

$$N_h = \frac{875 \text{ kg/m}^3 \cdot 0,447 \cdot 0,0003 \text{ m}^3/\text{s}}{102}$$

$$= 0,119 \text{ kW} = 119 \text{ W}$$

G. Efisiensi Pompa

Adapun untuk mencari efisiensi pompa (Blazek, n.d.) dengan menggunakan persamaan 2.6, maka:

$$\eta = \frac{N_h}{N_m} \times 100\% \quad (15)$$

Dimana:

η = Efisiensi pompa (%)

N_h = Daya hidrolis (W)

N_m = Daya motor (W)

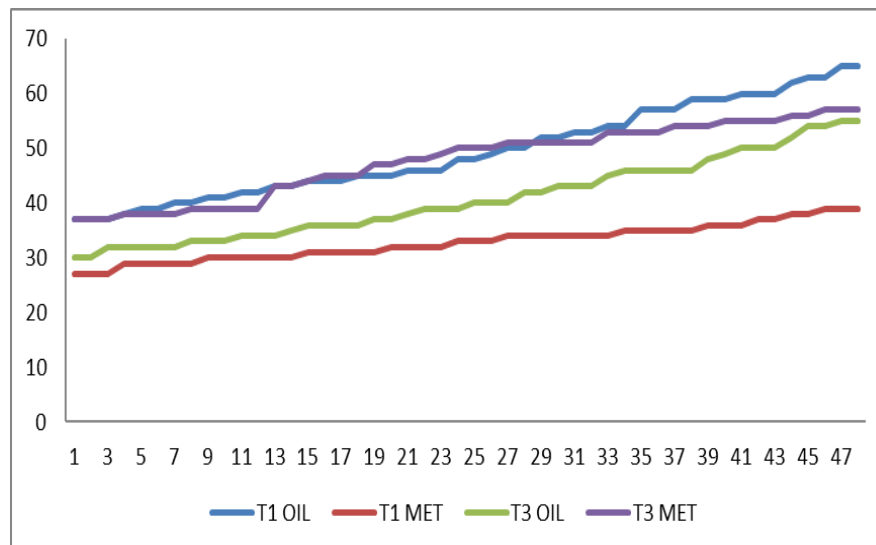
Maka:

$$\eta = \frac{119}{125} \times 100\%$$

$$= 95,2 \%$$

H. Laju Temperatur

Unjuk kerja Mobiltherm 605 selaku fluida pemanas dalam melaksanakan perpindahan panas ke Methanol cair jadi uap methanol merupakan sangat baik dengan capaian 88% hingga dengan 93%. Dari hasil riset serta dicoba pengolahan informasi maka Laju temperature serta waktu perputaran fluida pemanas mobiltherm 605 seperti di tunjukkan pada Gambar.2 .



Gambar 2. Laju temperature dan waktu sirkulasi fluida pemanas mobiltherm 605

Pada Gambar 2. memperlihatkan laju temperatur fluida metanol dan oil pada pipa pilot plant biodiesel. Pada

grafik menunjukkan terjadinya peningkatan temperatur pada metanol sangat pesat. Namun ada beberapa waktu yang menurun tetapi penurunannya tidak terlalu signifikan. Dimana nilai temperatur metanol terbesar 69°C dan temperatur oil mencapai 80°C. Dalam hal ini waktu sirkulasi dengan laju temperatur metanol saling terikat. Karena semakin banyak metanol digunakan maka waktu sirkulasi akan semakin cepat. Karena pada saat terjadi peningkatan laju temperatur maka akan terjadi proses sirkulasi yang baik. Dimana methanol akan berubah pada awalnya dimasukkan cair hingga akhirnya akan menjadi uap, untuk menjadikan methanol menjadi uap sirkulasi dan pemansan heater harus selalu stabil.

4. Kesimpulan

Dari pembahasan dan analisis yang dilakukan pada penelitian ini, maka dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut:

- Dengan mobiltherm yang panas pada suhu 50°C maka didapatkan hasil unjuk kerja pompa dengan Kapasitas (Q) 0,0003 m³/s, Head (H) 0,019 m, Daya hidrolis (N_h) 119 watt, dan efisiensi (η) 95,2%.
- Semakin besar nilai massa jenis fluida maka semakin besar juga daya yang digunakan. Dalam kasus mobiltherm ini yang memiliki kekentalan fluida yang berbeda dengan air maka daya hidrolis serta efisiensi yang didapat juga tinggi.
- Laju transfer panas mobiltherm 605 sebesar 35% melalui anulus double pipe dan Laju temperature methanol melalui pipa dalam double pipe.

Daftar Pustaka

- Amalia Rif'ah, Hendrik Elvian dan Gayuh Prasetya.(2020). Pilot Plan Proses Produksi Biodiesel Menggunakan Katalis Basa Homogen. *Journal of Research and Techonology*
- Adi Alir Rilo Putra. (2018). Analisa Pengaruh Laju Aliran Massa Fluida Dan Temperatur Fluida Masuk Terhadap Kapasitas Radiator Pada Sistem Pendingin. *Jurnal Pendidikan Teknik Mesin UNESA*.
- Budi Rubianto, 2018, Rancang Bangun Kondensor pada Destilator Bioetanol, *Jurnal CRANKSHAFT*, Vol.1 No1 September 2018 ISSN 2623-0720
- Cengel A Yunus dan John M Cimbala. (2006) . *Heat Transferr A Practical Approach*. Higher Education
- F. P. Incropera, 2011, *Fundamental of heat and mass transfer*, 7th edition, John Wiley & Son's__USA
- Hanafi Prida Putra, dkk, 2020, Desain Preheater Metanol Untuk Pilot Plant Biodiesel Kualitas Tinggi Dengan Mobiltherm 605 Sebagai Fluida Pemanas, *Jurnal Ilmiah Teknik Mesin*, <http://ejournal.uika-bogor.ac.id/index.php/ame/index>
- Hans Dieter Baehr and Karl, Stephan, 2006, *Heat and Mass Transfer Second Edition*,Springer-Verlag Berlin Heidelberg
- Harini. (2017). Analisis Perhitungan Laju Perpindahan Panas Alat Penukar Kalor Type Pipa Ganda Di Laboratorium Universitas 17 Agustus 1945 Jakarta. *Jurnal Konveksi Energi dan Manufaktur*.
- Ismail Tosun, 2002, *Modeling In Transport Phenomena*, Elsevier Printed, USA
- <https://www.mobil.co.id/id-id/our-products/mobil-industrial-lubricants/products/mobiltherm-605>
- J. H. Lienhard, 2003, *A_Heat_Transfer_Textbook__Third_Edition*, Phlogiston Press. Cambridge, Massachusetts, U.S.A.
- JP Holman_, 1986, *Heat_Transfer__6th_ edition*, McGraw-Hill, USA
- Musunuri,R.K. Sanchez,D. Rodrigues, R, 2007, *Solar Thermal Energy*, University of Gavle, Germany.
- Niko Maulana Wardoyo, 2020, Analisis Air Leakage Terhadap Unjuk Kerja Air Preheater, *Jurnal Power Plant*, Vol. 8, No. 2
- Sayuthi (2022). Unjuk Kerja Mobiltherm 605 Sebagai Fluida Pemanas Pada Desain Preheater Metanol Untuk Pilot Plant Biodiesel Kualitas Tinggi, *MJMST Vol 6 ed.2 pg. 1-9*.
- Sularso,dkk,2000, pompa-dan-kompresor, Cetakan ketujuh, PT Pradnya Paramita, Jakarta
- Suryadi, 2021, Pengaruh Variasi Panjang Nozzle dan Tinggi Level Air Terhadap Efisiensi Jet Pump, *MJMST Vol. 5, Ed.1*

Papanastasiou, Tasos. C.; 1993: *Applied Fluid Mechanics*; Prentice-Hall Inc, New Jersey.

Welty, James R dkk. 2001 *Fundamental of Momentum, Heat, and Mass Transfer*, John Wiley & Son, Inc.

White, Fank. M.; 1994: *Fluid Mechanics*; Mc Graw Hill Book Company, New York.