

Studi Eksperimental Pengaruh Kinerja Pompa Sentrifugal Seri Dan Paralel Menggunakan Fluida *Crude Palm Oil* (Non Newtonian)

Yus Randi Adhari F¹⁾, Amnur Akhyan²⁾

¹⁾Teknik mesin, Politeknik Caltex Riau, Pekanbaru, Indonesia

²⁾Teknik mesin, Politeknik Caltex Riau, Pekanbaru, Indonesia

E-mail: ¹⁾yusrandi@alumni.pcr.ac.id

²⁾akhyan@pcr.ac.id

Abstract: This test is to see the performance of the pump in series and parallel installation using a centrifugal booster pump to drain Crude Palm Oil. The fluid flow is monitored by a pressure gauge as a pressure detector and a flowmeter as a flow meter to detect Crude Palm Oil's flow. Has a reservoir with a volume of 45 liters, and uses a 1 inch galvanized pipe. The largest pressure value is obtained by a series pump circuit, of 6 Psi. While the lowest pressure value is obtained by a parallel pump circuit, which is 3 Psi. At a temperature of 80°C, the largest flow rate produced by a parallel circuit is 60 lpm, while the smallest discharge is produced by a series pump circuit of 32 lpm. Meanwhile, at room temperature, the parallel circuit flow rate was recorded at 17 lpm, and the series pump circuit as much as 12 lpm. The pump with the best efficiency with a series circuit is 97%, while in a parallel pump circuit it is 89%.

Keywords: Crude Palm Oil, Centrifugal Pump, Viscosity

Abstrak: Pengujian ini untuk melihat kinerja pompa instalasi seri dan paralel menggunakan pompa booster sentrifugal untuk mengalirkan Crude Palm Oil. Aliran fluida di monitor oleh pressure gauge sebagai alat pendeteksi tekanan dan flowmeter sebagai pendeteksi debit aliran Crude Palm Oil. Memiliki reservoir dengan volume sebesar 45 liter, dan menggunakan pipa galvanis berukuran 1 inchi. Nilai tekanan terbesar didapatkan oleh rangkaian pompa seri yaitu 6 Psi. Sedangkan nilai tekanan paling rendah didapatkan oleh rangkaian pompa paralel yaitu 3 Psi. Pada temperatur 80°C, debit aliran terbesar dihasilkan oleh rangkaian paralel yaitu 60 lpm, sedangkan debit paling kecil dihasilkan oleh rangkaian pompa seri sebesar 32 lpm. Sedangkan pada temperatur ruangan, debit aliran rangkaian paralel tercatat sebanyak 17 lpm, dan rangkaian pompa seri sebanyak 12 lpm. Pompa dengan efisiensi terbaik dengan rangkaian seri yaitu 97%, sedangkan pada rangkaian pompa paralel yaitu 89%.

Kata kunci: Crude Palm Oil, Pompa Sentrifugal, Viskositas

1. Pendahuluan

Di Indonesia khususnya di Provinsi Riau perusahaan yang bergerak dalam produksi kelapa sawit sangat banyak. Menurut data Badan Pusat Statistik pada tahun 2018, tercatat sekitar 1731 unit perusahaan kelapa sawit di Indonesia dan Riau sendiri memiliki 196 perusahaan. Dari banyaknya perusahaan kelapa sawit tersebut, hasil dari produksi buah kelapa sawit salah satunya adalah Crude Palm Oil (CPO) atau minyak mentah kelapa sawit. Dalam mendistribusikan Crude Palm Oil, perusahaan-perusahaan umumnya menggunakan pompa setrifugal.¹

Pompa merupakan mesin fluida yang digunakan untuk memindahkan fluida cair yang umumnya dari tempat yang rendah ke tempat yang lebih tinggi melalui sistem perpipaan. Susunan pompa juga berpengaruh terhadap head dan debit yang diperlukan.

¹<https://www.bps.go.id/publication/2019/11/22/f9ad9da6bac600960802c85f/direktori-perusahaan-perkebunan-kelapa-sawit-indonesia-2018.html>

Pada saat pompa mulai bekerja dan tidak mencukupi head atau debit yang diperlukan, maka dibutuhkan satu hingga dua pompa yang bekerja agar mencapai head atau debit yang diperlukan. Karena itu perlu adanya analisa tentang pengaruh kinerja pompa terhadap rangkaian seri dan paralel.

Dari hasil wawancara di PT. Tamora Agro Lestari, menurut narasumber susunan pompa untuk perusahaan dalam pendistribusian Crude Palm Oil menggunakan rangkaian seri dan tidak menggunakan rangkaian paralel. Hal tersebut dikarenakan untuk menghemat biaya produksi.

Dalam hal ini penulis mengangkat permasalahan yang timbul dalam pendistribusian CPO menggunakan variabel temperatur dan instalasi dengan kesimpulan akhir mendapatkan efisiensi dari setiap instalasi pompa yang di uji. penulis juga memiliki rujukan dalam pengangkatn judul seperti penelitian yang telah ada.

Pada penelitian penulis berfokus pada pengaruh kinerja pompa rangkaian seri dan paralel terhadap viskositas pada variabel suhu dari range 30°C sampai 80°C .Alasan penulis memilih variabel tersebut dikarenakan saat pengambilan data viskositas temperatur 30°C sampai 80°C terdapat perbedaan dari kekentalan dan warna serta didukung dari hasil wawancara penulis di PT. Tamora Agro Lestari mengenai temperatur yang digunakan dalam mendistribusikan crude palm oil tersebut.

Masalah yang diangkat dalam penelitian ini adalah bagaimana kinerja pompa saat menggunakan rangkaian seri maupun paralel. Hal yang membedakan penelitian ini dengan penelitian sebelumnya yaitu menggunakan fluida Crude Palm Oil, sedangkan penelitian sebelumnya menggunakan fluida air. Penelitian tersebut dilakukan oleh bernama Hidayatullah dari Jurusan Teknik Mesin, Politeknik Caltex Riau. Pada penelitian ini juga akan dilakukan perhitungan efisiensi sebuah pompa sentrifugal terhadap pengaruh susunan pompa seri maupun paralel.

Penelitian dari (M.Marzuki Saleh dan Edi Widodo, 2018) dengan judul penelitan Analisa Kinerja Aliran Fluida dalam Rangkaian Seri dan Paralel dengan Penambahan Tube Bundle pada Pompa Sentrifugal, dimana hasil yang didapatkan pada penelitan ini yaitu, tekanan fluida pada pompa sentrifugal paralel dengan tambahan tube bundle lebih kecil dari pada rangkaian seri dengan tambahan tube bundle, alasannya ketika aliran tertahan oleh tube bundle pompa dua rangkaian seri ikut bekerja melancarkan aliran fluida membuat tekanan meningkat lebih besar dari susunan paralel.²

Sedangkan untuk tekanan fluida pompa tanpa tube bundle menunjukkan sebaliknya yakni tekanan fluida rangkaian paralel lebih besar dibandingkan susunan seri itu dikarenakan pada rangkaian paralel menghasilkan debit yang besar karena menggunakan dua katup isap dan tekanan meningkat karena kecilnya pipa pada pipa keluarnya.

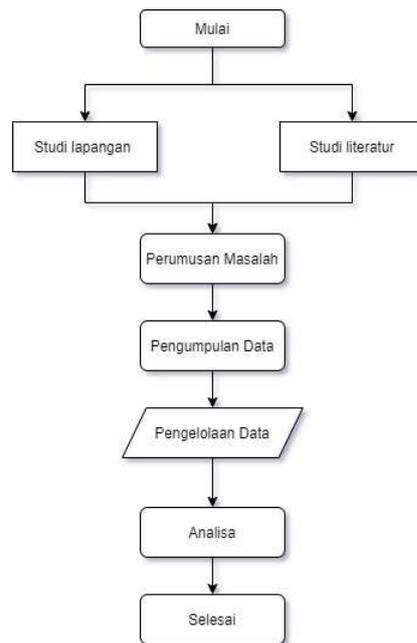
Penelitan selanjutnya yaitu (Iman Syahrizal dan Daud Perdana, 2019) dimana mereka membahas pengaruh susunan pompa sentrifugal seri dan paralel dengan efisiensi energinya hasil dari penelitan ini adalah. Instalasi pompa seri tidak memberikan pengaruh terhadap peningkatan debit aliran, namun sangat berpengaruh terhadap peningkatan tekanan dan daya hidrolisik pompa. Sementara instalasi pompa paralel sangat berpengaruh terhadap peningkatan debit aliran tapi tidak berpengaruh terhadap peningkatan tekanan dan daya hidrolisik pompa. Sedangkan debit aliran yang dihasilkan dari instalasi pompa paralel adalah 0.000769 m³/dt. Hasil pengukuran diketahui bahwa tekanan air pada instalasi pompa seri adalah 80 psi sedangkan tekanan air pada instalasi pompa paralel adalah 40 psi.³

2. Metode

A. Flowchart dibawah ini adalah gambaran dari metode penelitian yang disajaikan secara diagram.

² Ansori, ft., dan Widodo E.(2018). *Analisa On Cetrifugal pump performence in single, serial, and parallel*.

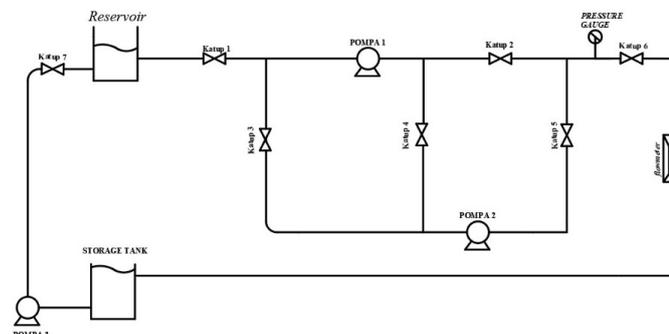
³ Syahrizal Daud Perdana, (2018) *Kajian Eksperimen Instalasi Pompa Seri Dan Paralel Terhadap Efisiensi Penggunaan Energi*



Gambar 1 flowchat metode penelitian

B. Perseverance

Perseverance desain apparatus merupakan rancangan proses kerja alat eksperimental saat pengambilan data penelitian. Pada perancangan ini menggunakan 1 Pompa dengan spesifikasi yang sama serta menggunakan pipa, katup ball valve dan sambungan dengan ukuran 1 inch, pada perancangan ini menggunakan 2 buah manometer yang datanya di ambil dari perhitungan teoritis, fungsi pemasangan manometer adalah untuk pengambilan data head. Reservoir yang digunakan memiliki volume 43.7 liter.



Gambar 2 diagram PID (Piping and Instrumentation Diagram)

C. Pompa

Menurut Sularso dan Tohar (1985). Pompa adalah jenis peralatan mekanis yang digunakan pindahkan cairan dari satu tempat ke tempat lain melalui media pipa dengan terus menambahkan energi ke cairan. Daya hidup digunakan untuk mengatasi hambatan drainase. Pembatas ini bisa berupa perbedaan tekanan, perbedaan ketinggian atau hambatan gesekan.⁴

D. Jenis Pompa

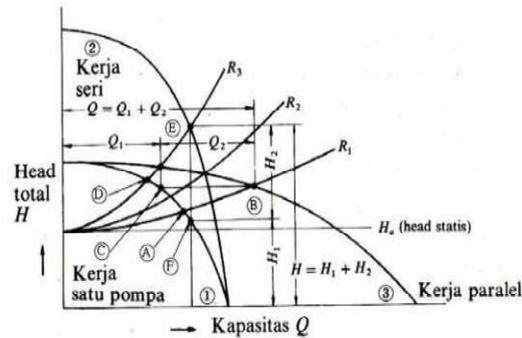
Karena perbedaan tekanan antara sisi inlet dan outlet elemen penggerak pompa (seperti piston, plunger, lobu, impeler, dll.) pompa dapat bekerja. Menurut mekanisme konversi energi, pompa biasanya dibagi

⁴ Sularso & Tahara, H. (2000). "Pompa dan Kompresor". Jakarta: Pradnya Paramita

menjadi dua kategori yaitu pompa perpindahan positif dan pompa perpindahan tidak positif (Ir. Ali Mahmudi, M. Eng.,2017).⁵

E. Operasi Pompa Seri dan Paralel

Ada beberapa faktor permasalahan yang timbul saat Head pompa tidak tercapai saat menggunakan satu pompa dengan permasalahan ini boleh menggunakan dua bahkan lebih pompa untuk meningkatkan Head pompa dan kapasitas dengan menyusun pompa secara paralel bahkan seri.⁶



Gambar 3. Operasi Seri Dan Paralel Pompa Karakteristik Sama

Pada gambar 3. kurva head – kapasitas dari pompa-pompa yang mempunyai karakteristik yang sama yang di pasang secara paralel atau seri. Dalam gambar ini kurva untuk pompa tunggal diberi tanda (1) dan untuk susunan seri yang terdiri dari dua buah pompa diberi tanda (2). Harga head kurva (2) diperoleh dari harga head kurva (1) dikalikan (2) untuk kapasitas (Q) yang sama. Kurva untuk susunan paralel yang terdiri dari dua buah pompa, diberi tanda (3). Harga kapasitas (Q) kurva (3) ini diperoleh dari harga kapasitas pada kurva (1) dikalikan (2) untuk head yang sama.⁷gambar diatas merupakan grafik dari hubungan kapasitas dan head total pada instalasi pompa.

F. Pengertian fluida

Ada beberapa hal yang dapat men definisikan sebuah fluida seperti krateristik deformasi bahan penyusun suatu zat tersebut,seperti zat padat bahan penyusun zat ini meperlihatkan reaksi deformasi saat menerima tekanan geser,seandainya fluida adalah zat yang memperlihatkan feneomena perubahan terus menerus terhadap tekana geser dengan kata lain fluida merupakan zat yang tidak mampu menahan tekan geser tanpa berubah bentuk.⁸

G. fluida Non newtonian

Fluida non Newtonian adalah fluida dimana tegangan geser tidak berbanding lurus dengan laju regangan, tetapi mengikuti hukum pangkat (power law). Fluida dilatan termasuk salah satu dari fluida non Newtonian, contoh fluida dilatan adalah campuran pasir besi dan air.⁹

H. Perhitungan

1. pipa Aliran (Flow)

Pipa yang digunakan adalah pipa Galvanis dengan diameter 1 inchi (0,0254 m). Pipa ini dipilih berdasarkan kemampuan hisap, dorong, serta ketahanannya terhadap suhu yang tinggi. Galvanis memiliki nilai kekasaran relatif (ϵ) = 0,15 mm = 0,00015 m. Sehingga luas penampang pipa (A) adalah:

Diketahui:

$$D = 0,0254 \text{ m}$$

⁵Ir. Ali Mahmudi,(M. Eng.,2017)buku-ajar-pompa-kompresor.

⁶ Samudera, Aryshenna, S., & Utami, S. (2013). "Modifikasi Instalasi dan Pengujian Karakteristik Pompa Sentrifugal Tipe IDB-35 Susunan Seri." Semarang: Universitas Diponegoro

⁷ Sularso & Tahara, H. (2000). "Pompa dan Kompresor". Jakarta: Pradnya Paramita

⁸ Ridwan,1990 Mekanika fluida ,.universitas gunadarma

⁹ <https://ejournal.undip.ac.id/index.php/rotasi/article/view/1928/1688>

Jawaban:

$$A = \pi/4 D^2$$

$$A = 3,14/4 (0,0254)^2$$

$$A = 5,06 \times [10]^{(-4)} \text{ m}^2$$

Maka setelah melakukan perhitungan didapatkan nilai $5,06 \times [10]^{(-4)} \text{ m}^2$ sebagai luas penampang pipa Galvanis, nilai ini akan digunakan untuk mengkur kecepatan aliran rata-rata.

2. Perhitungan kecepatan aliran rata-rata

Kecepatan aliran rata-rata V

Diketahui:

$$Q = 35 \text{ lpm} = 5,8 \times 10^{-4} \text{ m}^3/\text{s}$$

$$A = 5,58 \times 10^{-4} \text{ m}^2$$

Jawaban:

$$V = \frac{Q}{A}$$

$$V = \frac{5,8 \times 10^{-4} \text{ m}^3/\text{s}}{5,58 \times 10^{-4} \text{ m}^2}$$

$$V = 1,03 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

Maka kecepatan rata-rata aliran *Crude palm oil* 1,03 m/s

3. Efisiensi pompa

Berbicara tentang efisiensi sebuah mesin apapun, kita mengacu pada seberapa baik mesin itu dapat mengubah satu bentuk energi ke bentuk energi

a. Efisiensi Pompa Susunan Seri (55°C)

Diketahui :

$$H_{\text{tekanan}} = \frac{P_d - P_s}{\rho g}$$

$$H_{\text{tekanan}} = \frac{206.103,988 - 98.140,42}{917 \times 9,81}$$

$$H_{\text{tekanan}} = 11,9 \text{ m}$$

Jawaban :

$$\eta = \frac{23,3 \times 12 \times 917 \times 9,81}{3600 \times 1000} \times 100\%$$

$$\eta = 69,5\%$$

b. Efisiensi pompa susunan paralel (55°C)

Diketahui :

$$H_{\text{tekanan}} = \frac{P_d - P_s}{\rho g}$$

$$H_{\text{tekanan}} = \frac{152.116,03 \text{ Pa} - 98.140,42}{917 \times 9,81}$$

$$H_{\text{tekanan}} = 6 \text{ m}$$

$$\text{Jawaban : } \eta = \frac{42 \times 6 \times 917 \times 9,81}{3600 \times 1000} \times 100\%$$

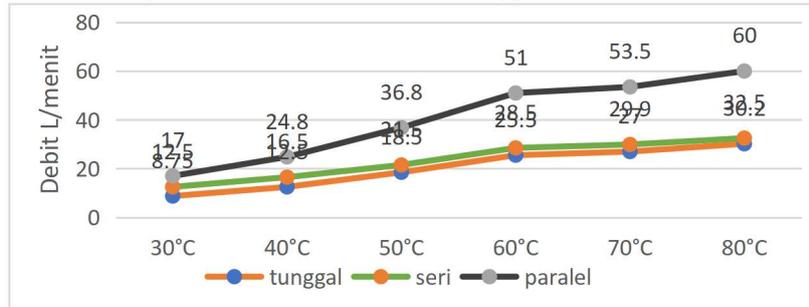
$$\eta = 62,9\%$$

maka saat melakukan perhitungan teoritis efisiensi pompa rangkaian seri dan paralel pada kedua suhu yang di analisa maka didapat efisiensi pompa paling tinggi yaitu 69%

3. Hasil Dan Pembahasan

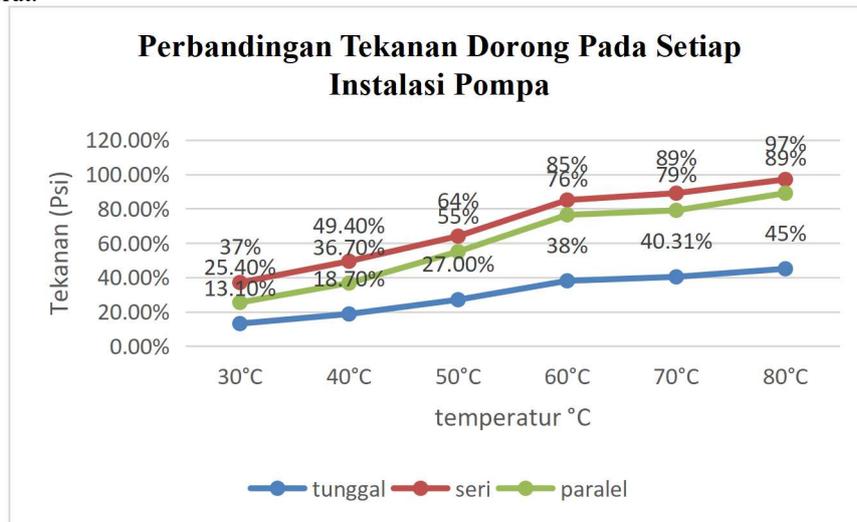
Untuk mengetahui kinerja pompa yang disusun secara tunggal, seri dan paralel beserta data yang di dapatkan sesuai dengan tujuan utama penelitian, dimana data penelitian ini dapat memberikan informasi bagaimana efesinsi pompa saat mendistribusikan Crude Palm Oil (Non newtonian fluid) sesuai dengan susunan pompa Alat uji eksprimental ini dirancang dengan reservoir dan pipa galvanis sebagai tempat fluida mengalir dan menggunakan 3 buah pompa sentrifugal booster BM 15/6. Saat mendistribusikan Crude palm oil digunakan tubular heater yang berfungsi untuk memanaskan Crude palm oil dimana suhu yang ingin di capai yaitu suhu 30°C, 40°C, 50°C, 55°C, 60°C, 70°C, dan 80 °C.

1. Hasil dan Analisa Hubungan Data Debit dan Instalasi Tunggal, Seri dan Paralel



Gambar 5. grafik debit dan instalasi pompa

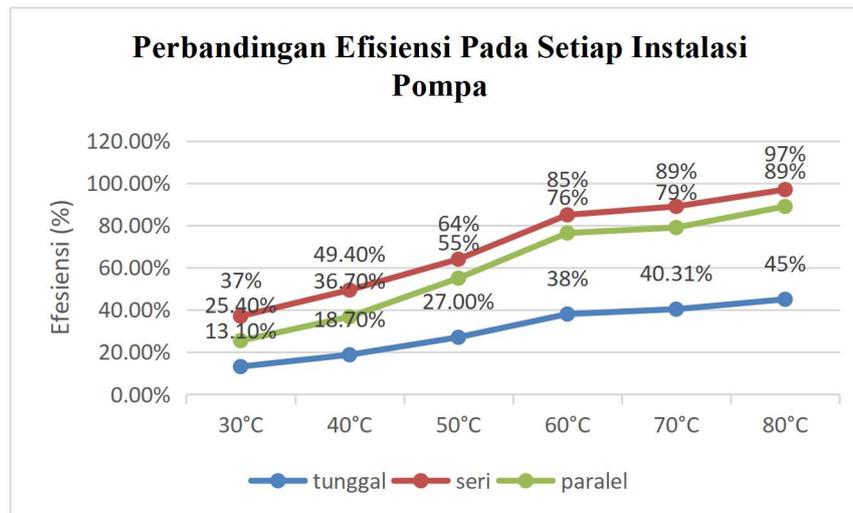
Dari grafik diatas dapat dilihat perbedaan debit aliran setiap instalasi pompa dimana di suhu paling optimal yaitu suhu 80°C debit aliran di instalasi paralel mencapai 60 Lpm sedangkan di instalasi seri dan tunggal mencapai 30 Lpm dan di suhu 30°C suhu terendah instalasi pompa paralel mencapai 17 Lpm sedangkan seri dan tunggal mencapai 12,5 Lpm dimana suhu tersebut viscositas *crude palm oil* sangat kental dan membuat pompa bekerja sangat berat.



Gambar 7. Grafik Perbandingan Tekanan Dan Instalasi Pompa

Dari grafik diatas dapat dianalisa bahwa rangkaian seri memiliki tekanan yang sangat besar saat memompakan CPO dengan nilai tekan tertinggi di su 60 sampai 80 dimana mencapai 6 Psi dengan data ini dapat disimpulkan bahwa rangkain seri memiliki fungsi menambahkan Head pompa sesuai dengan dasar teori. Dimana disana grafik menjelaskan bahwa head pompa seri lebih tinggi dari pada paralel dan tunggal, sedang kan tunggal dan paralel memiliki hasil data yang sedikit sama bahkan 2 pompa paralel yang bekerja.

2. Analisa Efisiensi Instalasi Pompa Dalam Memompakan Crude Palm Oil.



Gambar 8. Grafik Perbandingan Efisiensi Pompa Dan Instalasi Pompa

Berdasarkan gambar grafik dapat di analisa bahwa instalasi pompa seri di tiap-tiap suhu memiliki nilai efisiensi paling besar contohnya di suhu 80 mencapai 97% sedangkan efisiensi paling rendah terdapat pada instalasi pompa tunggal dimana mencapai 45%.

Kesimpulan

1. Pompa booster memiliki fungsi dalam menaikkan tekanan. Pompa booster hanya memiliki kemampuan dorong.
2. Semakin tinggi tekanan maka massa jenis crude palm oil semakin rendah.
3. Semakin tinggi viscositas maka semakin kecil debit pompa Dan semakin besar debit yang di dapat maka semakin kecil viscositas crude palm oil yang di dapatkan. Instalasi pompa seri tidak berpengaruh terhadap peningkatan debit aliran tetapi sangat berpengaruh terhadap tekanan pompa dimana tekanan pompa di suhu 80C terbaca hingga 6 psi, sedangkan instalasi pompa paralel sangat berpengaruh terhadap peningkatan debit aliran dimana debit yang keluar di suhu 80 C mencapai 60 liter/menit. Sedangkan untuk efisiensi instalasi pompa dapat disimpulkan bahwa instalasi pompa seri mencapai 97% dan sangat efisiensi di bandingkan dengan efisiensi instalasi pompa paralel hanya mencapai 89%.

Ucapan Terima kasih

Mengucapkan terimakasih kepada PT Tamora Agro Lestari ,Politeknik Caltex Riau dan Prodi teknik mesin yang mana telah membantu dalam keberlangsungan penelitian ini sampai dengan tahap akhir.

Rujukan

- [1] <https://www.bps.go.id/publication/2019/11/22/f9ad9da6bac600960802c85f/direktori-perusahaan-perkebunan-kelapa-sawit-indonesia-2018.html>
- [2] Ansori, ft., dan Widodo E.(2018). *Analisa On Cetrifugal pump performance in single, serial, and parallel*.
- [3] Syahrizal Daud Perdana, (2018) Kajian Eksperimen Instalasi Pompa Seri Dan Paralel Terhadap Efisiensi Penggunaan Energi
- [4] Sularso & Tahara, H. (2000). "Pompa dan Kompresor". Jakarta: Pradnya Paramita
- [5] Ir. Ali Mahmudi,(M. Eng.,2017)buku-ajar-pompa-kompresor.
- [6] Samudera, Aryshenna, S., & Utami, S. (2013). "Modifikasi Instalasi dan Pengujian Karakteristik Pompa Sentrifugal Tipe IDB-35 Susunan Seri." Semarang: Universitas Diponegoro
- [7] Sularso & Tahara, H. (2000). "Pompa dan Kompresor". Jakarta: Pradnya Paramita

[8] Ridwan, 1990 Mekanika fluida, universitas gunadarma
<https://ejournal.undip.ac.id/index.php/rotasi/article/view/1928/1688>