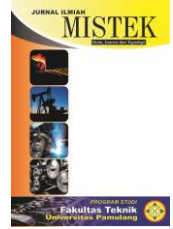




JURNAL TEKNIK MESIN MISTEK

MESIN INOVASI DAN TEKNOLOGI



PERANCANGAN SISTEM KONTROL PARALEL PADA POMPA OTOMATIS UNTUK TRANFER FLUIDA OLI BEKAS DENGAN POMPA 4 & 5 SUDU

Mohamad Muklasin¹, Mulyadi², Jaim³

¹Mahasiswa Program Studi Teknik Mesin, Universitas Pamulang, ^{2,3}Dosen Program Studi Teknik Mesin, Universitas Pamulang, Jl. Surya Kencana No.1, Tangerang Selatan, Indonesia

E-mail : mohamadmuklasin03@gmail.com¹, dosen01545@unpam.ac.id², dosen0892@unpam.ac.id³

Masuk : 21 September 2020

Direvisi : 12 Oktober 2020

Disetujui : 23 Oktober 2020

Abstrak: Pompa otomatis adalah suatu alat yang dirancang dengan menambahkan sensor agar dapat beroperasi sehingga waktu jadi lebih efektif dan efisien tidak memerlukan aktifitas menghidupkan ataupun mematikan pompa. Saat ini sudah banyak alat yang menggunakan pompa otomatis, salah satunya alat yang digunakan dalam bidang otomotif untuk transfer fluida oli bekas dengan menggunakan sistem kontrol paralel pada pompa otomatis. Alat ini kemudian penulis buat dengan tujuan untuk meneliti; 1. Untuk mengetahui dan menganalisis perhitungan variasi debit dengan sudu 4 & 5, mix (4+5) terhadap sistem kontrol, 2. Untuk mengetahui tekanan pada sistem kontrol terhadap variasi debit dengan sudu 4 & 5, mix (4+5), 3. Untuk mengetahui pengaruh variasi sudu 4 & 5, mix (4+5) terhadap sistem kontrol.

Tidak terdapat perbedaan yang signifikan antara sistem kontrol (variasi radar) dengan variasi debit yang dihasilkan dari ke tiga rangkaian yang penulis telah uji. Selisih debit yang dihasilkan pada rangkaian empat sudu yaitu 0,02 Psi. selisih debit yang di hasilkan pada rangkaian lima sudu yaitu 0,01 Psi. selisih debit yang dihasilkan pada rangkaian dua poma (empat sudu dan lima sudu) yaitu 0,02 Psi.

Kata Kunci : Sistem kontrol, pompa, transfer, oli bekas, pompa otomatis

Abstract: An automatic pump is a device designed by adding sensors to allow it to operate so that time is more effective and efficient, it does not require the activity of starting or stopping the pump. Currently there are many tools that use automatic pumps, one of which is the tool used in the automatic field for the transfer of used oil fluid using a parallel control system on an automatic pump. Then the authors made this tool for the purpose of researching; 1. To know and analyze the calculation of the variation of discharge with blades 4 & 5, mix (4 + 5) to the control system, 2. To determine the pressure on the control system to the variation of discharge with blades 4 & 5, mix (4 + 5), 3. To determine the effect of variations of blades 4 & 5, mix (4 + 5) on the control system.

There is no significant difference between the control system (radar variation) and the flow variation resulting from the three series that the author has tested. The resulting difference in discharge in a series of four blades is 0.02 Psi. the difference in discharge generated in a series of five blades is 0.01 Psi. the resulting difference in discharge in a series of two poma (four blades and five blades) is 0.02 Psi.

Keywords: control system, pump, transfer, used oil, automatic pump

PENDAHULUAN

Pompa merupakan mesin konversi energi yang mengubah bentuk energy mekanik poros menjadi energi spesifik (*head*) fluida yang memiliki wujud air. Energi mekanik pompa yang menunjukkan kemampuan dari suatu pompa mengangkat fluida untuk mencapai ketinggian tertentu adalah berupa *head* pompa, ditunjukkan oleh besarnya perbedaan antara energi fluida di sisi isap dengan energi fluida di sisi tekan. Energi fluida merupakan jumlah dari energi tekanan, energi kinetic dan energi karena elevasi (ketinggian).

Spesifik pompa dinyatakan dengan jumlah fluida yang dapat dialirkan persatuan waktu (debit atau kapasitas pompa) dan *head* (tinggi energi angkat). Pada umumnya pompa dapat digunakan untuk bermacam-macam keperluan, untuk menaikkan fluida ke sebuah *reservoir*, untuk mengalirkan tfluida dalam proses industry, untuk pengairan, irigasi dan sebagainya.

Sistem Kontrol atau sistem kendali adalah proses pengaturan atau pengendalian terhadap satu alat atau rangkaian untuk membantu dan memudahkan proses kerja suatu alat dengan berbagai macam sistem kontrol yang dapat disesuaikan kebutuhan. Disini penulis menggunakan sistem kontrol on/off otomatis agar pompa dapat bekerja sesuai level kapasitas oli yang diatur.

Pompa otomatis adalah suatu alat yang dirancang dengan menambahkan sensor agar dapat beroperasi sehingga waktu jadi lebih efektif dan efisien tidak memerlukan aktifitas menghidupkan ataupun mematikan pompa. Untuk sensor otomatis terdapat beberapa jenis sesuai pompa yang digunakan dan beberapa sensor yang digunakan melalui tekanan dan kapasitas fluida agar sensor bekerja.

TINJAUAN PUSTAKA

1. Pompa

Pompa adalah salah satu jenis mesin fluida yang termasuk golongan mesin kerja. Pompa digunakan untuk mengalirkan atau memindahkan fluida dari suatu tempat ketempat yang lainnya.

2. Sistem Kontrol

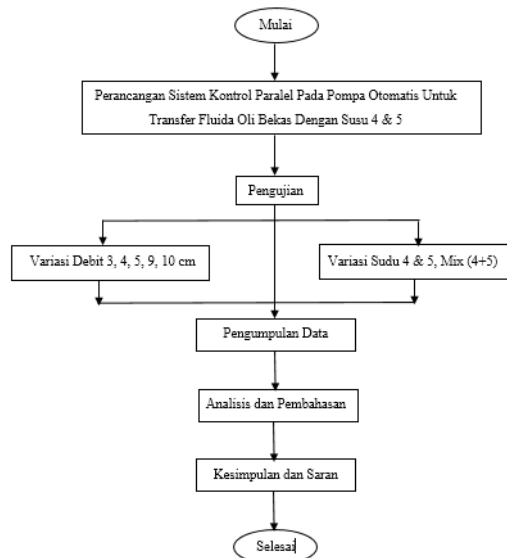
Sistem kontrol atau kendali adalah suatu kumpulan alat atau komponen yang saling berhubungan untuk mengendalikan atau mengontrol suatu system.

3. Pompa Otomatis

Pompa otomatis merupakan rangkaian sederhana yang berfungsi untuk mengontrol pompa air/oli secara otomatis. Dengan rangkaian kontrol pompa otomatis ini maka mesin pompa akan mati sendiri pada saat air/oli pada penampung air/oli penuh. Rangkain kontrol ini menggunakan sensor level penuh.

METODOLOGI

1. Diagram Alir



Gambar 1. Diagram Alir

Gambar 1. Diagram alir penelitian

2. Bahan

1. Stop Kran

Stop kran adalah berguna untuk menahan tekanan dan suhu tinggi tergantung pemakaiannya.

2. Terminal atau Skun Kabel

Terminal atau skun kabel adalah salah satu accessories kabel yang berfungsi untuk menyambungkan kabel ke terminal atau panel dengan dibautkan pada bussbar atau panel.

3. Solasi Hitam

Solasi hitam adalah suatu alat yang mempunyai fungsi untuk memisahkan dua atau lebih penghantar listrik yang bertegangan sehingga antar penghantar – penghantar tersebut tidak terjadi lompatan listrik atau percikan.

4. Power Glue

Power glue adalah ikatan perekat menakjubkan yang tidak berwarna, transparent dan tidak memerlukan panas, tidak ada campuran, tidak ada klem dan tidak ada massa tunggu akan langsung menyamungkan plastic.

5. Box Plastik atau Bak Penampung

Bak penampung digunakan sebagai tempat penyimpanan oli bekas juga sebagai titik akir jatuhnya oli. Bak penampung plastik ini bisa menampung oli bekas sebanyak 45 liter untuk pengujian alat pada penelitian ini.

6. Dynamo DC 775

Dynamo DC 775 memiliki bearing depan, torsi besar, daya tinggi, dan kebisingan rendah.



Gambar 2. Dynamo DC 775

Table 1. Spesifikasi Dinamo DC 775

Diameter poros	5 mm / 0,20 inci
Panjang Poros	17 mm / 0,70 inci
Panjang Tubuh	66,7 mm / 2,63 inci
Depan Langkah Diameter	17,4 mm / 0,69 inci
Level Tinggi Mantan	4,7 mm / 0,19 inci
Diameter Tubuh	42 mm / 1,65 inci
Panjang Keseluruhan Motor	98 mm / 0,86 inci
Pitch Instalasi Diagonal	28,8 mm / 1,13 inci

7. Kabel

Kabel adalah media untuk menghantarkan arus listrik yang terdiri dari konduktor dan isolato

8. Pipa atau Pralon

Pipa adakah untuk saluran supply air bersih dan saluran air kotor atau buangan, perlindungan kabel listrik yang ditanam di dinding rumah atau tanah yang berfisat tidak membusuk atau berkarat karena pengaruh cuaca dan alam.

9. Saklar

Saklar merupakan suatu nama yang diberikan untuk menyebut alat yang dapat berhubungan dengan arus listrik. Saklar merupakan suatu pemutusan dan juga penyabungan arus listrik atau aliran listrik.

10. Pressure Gauge

Pressure gauge adalah sebuah alat pengukur yang berfungsi untuk mengukur sebuah tekanan fluida yang bisa berupa gas atau cair, dalam sebuah tabung tertutup.

11. Radar Toren Switch

Radar *switch* ini bertujuan sebagai otomatis pada pompa, dimana saat fluida sudah mengenai pelampung pada radar, maka otomatis itupun akan berfungsi. Alat ini membantu kami untunk perhitunagn Debit pada perancangan sistem perpipaan pada pompa otomatis untuk transfer fluida oli bekas. Radar yang digunakan pada perancangan ini adalah jenis radar ST – 70 AB , Dibawah ini adalah spesifikasi dan gambar radar tersebut.



Gambar 3. Radar Toren Switch

Tabel 2. Spesifikasi Radar Switch ST-70 AB

SPESIFIKASI RADAR ST – 70 AB	
Power Supply	110 Volt / 220 Volt
Max Ampere	15 Ampere / 75 Ampere
Conection	3/4” G, 1”G
Temperatur Limits	5/60 derajat Celcius
Control Range	0,2 – 5 Meter
Max Pump Power by Direc Control	1,5 HP

11. Stop Watch

Stop watch adalah sebagai alat yang digunakan untuk mengukur lamayanya waktu dalam proses pengujian .

12. Adaptor

Adaptor adalah sebuah rangkaian yang berguna untuk mengubah tegangan dengan penggerak dynamo 775.

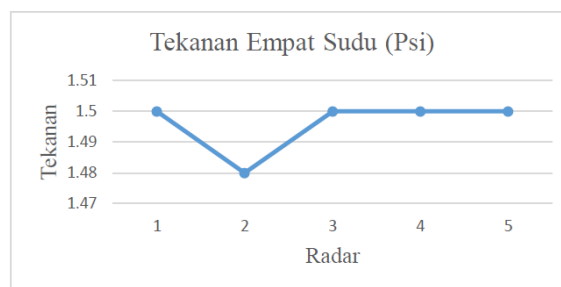
HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Hasil Pengujian Satu Pompa Empat Sudu

Tabel 3. Hasil Pengujian Dengan Variasi Empat Sudu (rata-rata)

Empat Sudu (rata-rata)					
Radar	Tinggi Radar	Tekanan (Psi)	Waktu (Detik)	Volume (Liter)	Debit (L/D)
1	3	1.5	31.8	5.91	0.19
2	4	1.48	39	7.88	0.2
3	5	1.5	55	9.86	0.18
4	9	1.5	90	17.74	0.2
5	10	1.5	98	19.71	0.2

Langkah awal yang penulis lakukan adalah melihat hasil tekanan aliran melalui alat pressure gauge. Penulis ingin mengetahui tekanan yang dihasilkan dari pompa yang menggunakan empat sudu (pompa dua). Tekanan yang dihasilkan dapat dilihat pada grafik dibawah ini.



Grafik 1. Hasil Variasi Tekanan Empat Sudu (rata-rata)

Dalam rangkain paralel ini penulis menggunakan alat ukur pressure gauge dengan satuan Psi. tidak terdapat perbedaan yang signifikan antara variasi tinggi radar terhadap tekanan yang dihasilkan. Tekanan yang dihasilkan yaitu sebesar 1,5 Psi pada radar 1, 3, 4 dan 5. Hasil tekanan yang berbeda didapat pada radar ke dua yaitu 1,48 Psi, namun hasil ini tidak terlalu berbeda secara signifikan dengan radar 1, 3, 4 dan 5 yang

memiliki selisih sebesar 0,2 Psi saja. Maka penulis dapat simpulkan bahwa tidak terdapat pengaruh variasi tinggi radar terhadap tekanan yang dihasilkan.

Data akhir yang ingin penulis lihat dan tampilkan adalah hasil debit dari variasi kelima radar yang di dapat dari pengolahan data volume dan waktu. Untuk menghasilkan data debit, digunakan rumus sebagai berikut :

Debit = volume fluida/waktu

$$Q = V/t$$

Dengan keterangan

V = Volume fluida yang mengalir (m³)

t = Waktu (detik)

Q = Debit aliran fluida (m³/s)

a. Debit radar satu (Q1)

$$V1 = 5,91 \text{ liter}$$

$$t1 = 31,8 \text{ detik}$$

$$Q1 = V1/t1 = 5,91/31,8 = 0,19 \text{ l/d}$$

b. Debit radar dua (Q2)

$$V2 = 7,88 \text{ liter}$$

$$t2 = 39 \text{ detik}$$

$$Q2 = V2/t2 = 7,88/39 = 0,2 \text{ l/d}$$

c. Debit radar tiga (Q3)

$$V3 = 9,86 \text{ liter}$$

$$t3 = 55 \text{ detik}$$

$$Q3 = V3/t3 = 9,86/55 = 0,18 \text{ l/d}$$

d. Debit radar empat (Q4)

$$V4 = 17,74 \text{ liter}$$

$$t4 = 90 \text{ detik}$$

$$Q4 = V4/t4 = 17,74/90 = 0,20 \text{ l/d}$$

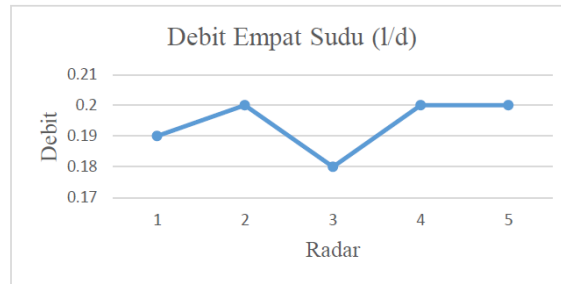
e. Debit radar lima (Q5)

$$V5 = 19,71 \text{ liter}$$

$$t5 = 98,8 \text{ detik}$$

$$Q5 = V5/t5 = 19,71/98,8 = 0,20 \text{ l/d}$$

Hasil perhitungan debit diatas (Q1, Q2, Q3, Q4, Q5) penulis sajikan dalam bentuk grafik agar dapat lebih terlihat variasi debit pada setiap radar. Grafik tersebut dapat dilihat dibawah ini.



Grafik 2. Hasil Variasi Debit Empat Sudu (rata-rata)

Berdasarkan pengujian pertama variasi debit yang dihasilkan terhadap variabel radar menghasilkan debit terbesar yaitu sebesar 0,2 l/d pada variasi radar 2, 4, dan 5. Sedangkan untuk debit terkecil yaitu sebesar 0,18 l/d pada variasi radar 3. Dari hasil ini dapat penulis simpulkan bahwa besarnya debit berbanding lurus dengan tinggi radar yaitu ada pada radar empat dan lima, keduanya menghasilkan debit terbesar yaitu 0,2 l/d.

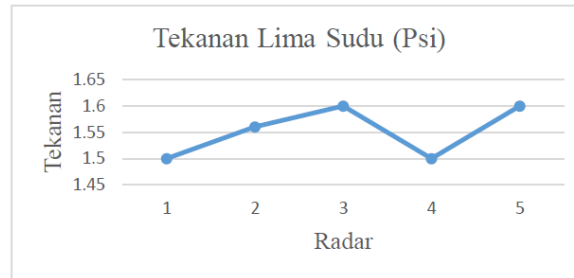
2. Hasil Pengujian Satu Pompa Lima Sudu

Tabel 4. Hasil Pengujian Dengan Variasi Lima Sudu (rata-rata)

Lima Sudu (rata-rata)					
Radar	Tinggi Radar	Tekanan (Psi)	Waktu (Detik)	Volume (Liter)	Debit (L/D)
1	3	1.5	28.2	5.91	0.21
2	4	1.56	37.8	7.88	0.21
3	5	1.6	47.2	9.86	0.21
4	9	1.5	79.8	17.74	0.22
5	10	1.6	90.2	19.71	0.22

Dari data yang penulis tampilkan setiap radar dilakukan pengujian sebanyak lima kali namun penulis hanya menampilkan rata-rata dari setiap radar pada tabel 4.

Langkah awal yang penulis lakukan adalah melihat hasil tekanan aliran melalui alat pressure gauge. Penulis ingin mengetahui tekanan yang dihasilkan dari pompa yang menggunakan lima sudu (pompa satu). Tekanan yang dihasilkan dapat dilihat pada grafik dibawah ini.



Grafik 3. Hasil Variasi Tekanan Lima Sudu (rata-rata)

Dalam rangkain paralel ini penulis menggunakan alat ukur pressure gauge dengan satuan Psi. tidak terdapat perbedaan yang signifikan antara variasi tinggi radar terhadap tekanan yang dihasilkan. Teaknan tertinggi yang dihasilkan yaitu sebesar 1,6 Psi yang dihasilkan pada radar 3 dan 5. Tekana terendah yaitu sebesar 1,5 Psi yang dihasilkan pada radar 1 dan 4. Kemudian pada radar ke 2 diperoleh tekanan sebesar 1,56 Psi. dari grafik ini dapat penulis simpulkan bahwa tidak terjadi perubahan tekanan yang signifikan diantara variasi radar, hal ini dapat dilihat dari selisih tekanan tertinggi (1,6 Psi) dengan tekanan terendah (1,5 Psi) yaitu sebesar 0,1 Psi.

Data akhir yang ingin penulis lihat dan tampilkan adalah hasil debit dari variasi kelima radar yang di dapat dari pengolahan data volume dan waktu.

Untuk menghasilkan data debit, digunakan rumus sebagai berikut :

Debit = volume fluida/waktu

$$Q = V/t$$

Dengan keterangan

V = Volume fluida yang mengalir (m^3)

t = Waktu (detik)

Q = Debit aliran fluida (m^3/s)

a. Debit radar satu (Q1)

$$V1 = 5,91 \text{ liter}$$

$$t1 = 28,2 \text{ detik}$$

$$Q1 = V1/t1 = 5,91/28,2 = 0,21 \text{ l/d}$$

b. Debit radar dua (Q2)

$$V2 = 7,88 \text{ liter}$$

$$t2 = 37,8 \text{ detik}$$

$$Q2 = V2/t2 = 7,88/37,8 = 0,21 \text{ l/d}$$

c. Debit radar tiga (Q3)

$$V3 = 9,86 \text{ liter}$$

$$t_3 = 47,2 \text{ detik}$$

$$Q_3 = V_3/t_3 = 9,86/47,2 = 0,21 \text{ l/d}$$

d. Debit radar empat (Q4)

$$V_4 = 17,74 \text{ liter}$$

$$t_4 = 79,8 \text{ detik}$$

$$Q_4 = V_4/t_4 = 17,74/79,8 = 0,2 \text{ l/d}$$

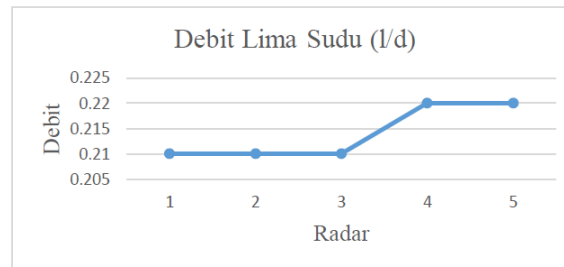
e. Debit radar lima (Q5)

$$V_5 = 19,71 \text{ liter}$$

$$t_5 = 90,2 \text{ detik}$$

$$Q_5 = V_5/t_5 = 19,71/90,2 = 0,2 \text{ l/d}$$

Hasil perhitungan debit diatas (Q1, Q2, Q3, Q4, Q5) penulis sajikan dalam bentuk grafik agar dapat lebih terlihat variasi debit pada setiap radar. Grafik tersebut dapat dilihat di bawah ini



Grafik 4. Hasil Variasi Debit Lima Sudu (rata-rata)

Berdasarkan pengujian kedua (pompa lima sudu) variasi debit yang dihasilkan terhadap variabel radar menghasilkan debit terbesar yaitu sebesar 0,22 l/d pada variasi radar 4, dan 5. Sedangkan untuk debit terkecil yaitu sebesar 0,21 l/d pada variasi radar 1,2, dan 3. Dari hasil ini dapat penulis simpulkan bahwa besarnya debit berbanding lurus dengan tinggi radar yaitu ada pada empat dan lima, keduanya menghasilkan debit terbesar yaitu 0,22 l/d

3. Hasil pengujian Dua Pompa Empat & Lima Sudu

Tabel 5. Hasil Variasi Empat dan Lima Sudu (rata-rata)

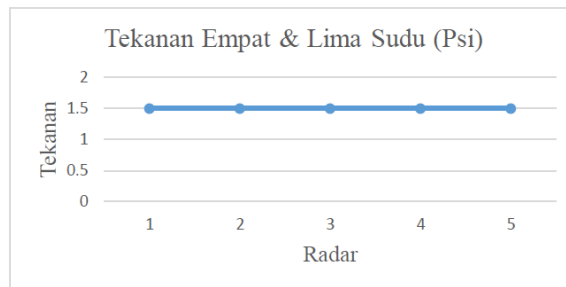
Dua Pompa Empat dan Lima Sudu (rata-rata)					
Radar	Tinggi Radar	Tekanan (Psi)	Waktu (Detik)	Volume (Liter)	Debit (L/D)
1	3	1.5	31.4	5.91	0.19
2	4	1.5	42.4	7.88	0.19
3	5	1.5	53.6	9.86	0.18
4	9	1.5	90.4	17.74	0.2
5	10	1.5	104.4	19.71	0.19

Dari data yang penulis tampilkan setiap radar dilakukan percobaan sebanyak lima kali namun

penulis hanya menampilkan rata-rata dari setiap radar pada tabel 4.6.

Langkah awal yang penulis lakukan adalah melihat hasil tekanan aliran melalui alat pressure gauge. Penulis ingin mengetahui tekanan yang dihasilkan dari pompa yang menggunakan empat dan

lima sudu (pompa satu & dua). Tekanan yang dihasilkan dapat dilihat pada grafik dibawah ini.



Grafik 5. Hasil Variasi Tekanan Empat dan Lima Sudu (rata-rata)

Dalam rangkain paralel ini penulis menggunakan alat ukur pressure gauge dengan satuan Psi. dari grafik 4.10 dapat terlihat bahwa dengan menggunakan dua buah pompa tekanan yang dihasilkan lebih stabil disetiap variasi radar, yaitu menghasilkan tekanan sebesar 1,5 Psi pada semua radar.

Data akhir yang inggin penulis lihat dan tampilkan adalah hasil debit dari variasi kelima radar yang di dapat dari pengolahan data volume dan waktu. Untuk menghasilkan data debit, digunakan rumus sebagai berikut :

Debit = volume fluida/waktu

$$Q = V/t$$

Dengan keterangan

V = Volume fluida yang mengalir (m³)

t = Waktu (detik)

Q = Debit aliran fluida (m³/s)

a. Debit radar satu (Q1)

$$V1 = 5,91 \text{ liter}$$

$$t1 = 31,4 \text{ detik}$$

$$Q1 = V1/t1 = 5,91/31,4 = 0,19 \text{ l/d}$$

b. Debit radar dua (Q2)

$$V2 = 7,88 \text{ liter}$$

$$t_2 = 42,4 \text{ detik}$$

$$Q_2 = V_2/t_2 = 7,88/42,4 = 0,19 \text{ l/d}$$

c. Debit radar tiga (Q3)

$$V_3 = 9,86 \text{ liter}$$

$$t_3 = 53,6 \text{ detik}$$

$$Q_3 = V_3/t_3 = 9,86/53,6 = 0,18 \text{ l/d}$$

d. Debit radar empat (Q4)

$$V_4 = 17,74 \text{ liter}$$

$$t_4 = 90,4 \text{ detik}$$

$$Q_4 = V_4/t_4 = 17,74/90,4 = 0,2 \text{ l/d}$$

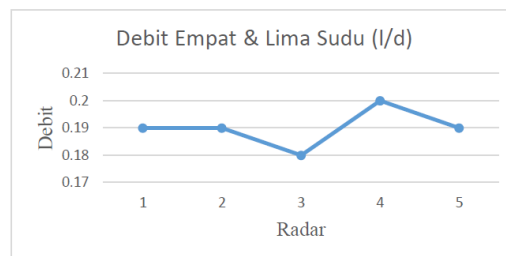
e. Debit radar lima (Q5)

$$V_5 = 19,71 \text{ liter}$$

$$t_5 = 104 \text{ detik}$$

$$Q_5 = V_5/t_5 = 19,71/104,4 = 0,19 \text{ l/d}$$

Hasil perhitungan debit diatas (Q1, Q2, Q3, Q4, Q5) penulis sajikan dalam bentuk grafik agar dapat lebih terlihat variasi debit pada setiap radar. Grafik tersebut dapat dilihat di bawah ini



Grafik 8. Hasil Variasi Debit Empat dan Lima Sudu (rata-rata)

Berdasarkan pengujian ketiga variasi debit yang dihasilkan terhadap variable radar menghasilkan debit terbesar yaitu sebesar 0,2 l/d pada variasi radar 4. Sedangkan untuk debit terkecil yaitu sebesar 0,18 l/d pada variasi radar 3. Kemudian hasil debit yang terlihat konstan sebesar 0,19 l/d terjadi pada radar 1, 2 dan 5.

Dari hasil percobaan dengan kedua pompa ini terdapat temuan yaitu debit yang dihasilkan tidak teratur disetiap radar dan cenderung menghasilkan debit yang lebih kecil dibandingkan dengan menggunakan satu

poma. Hal ini terjadi karena pada rangkaian seri ini aliran oli mengalami tabrakan pada sambungan pertemuan antara stop kran 2 dan stop kran 3.

KESIMPULAN

1. Kesimpulan

Dari penelitian yang penulis telah lakukan menghasilkan kesimpulan sebagai berikut :

1. Tidak terdapat perbedaan yang signifikan antara sistem control (variasi radar) dengan variasi debit yang dihasilkan dari ke tiga rangkaian yang penulis telah uji. Selisih debit yang dihasilkan pada rangkaian empat sudu yaitu 0,02 Psi. selisih debit yang di hasilkan pada rangkaian lima sudu yaitu 0,01 Psi. selisih debit yang dihasilkan pada rangkaian dua poma (empat sudu dan lima sudu) yaitu 0,02 Psi.
2. Tekanan yang dihasilkan pada rangkaian paralel dengan sistem kontrol paralel untuk mentranfer fluida oli bekas yaitu sebesar 1,5 Psi disetiap radar (radar 1, radar 2, radar 3, radar 4, dan radar 5).
3. Terdapat pengaruh debit yang dihasilkan antara variasi sudu 4 dan 5. Debit yang dihasilkan pada pompa dengan 4 sudu yaitu 0,19 l/d, sedangkan debit yang dihasilkan pada pompa dengan 5 sudu yaitu 0,21 l/d. dapat disimpulkan bahwa banyaknya jumlah sudu mempengaruhi debit yang dihasilkan, yaitu semakin banyak jumlah sudu maka semakin besar debit yang dihasilkan, begitu pula sebaliknya.

DAFTAR PUSTAKA

1. Edwards, 1996. Teknologi pemakaian pompa. Erlangga cetakan pertama. Jakarta.
2. Olson, 1990. Dasar-dasar mekanika fluida teknik. Edisi kelima. Jakarta.
3. Sularso, 1994. Pompa dan kompresor, pradya paramitha. Jakarta.
4. Fox dan Mc Donald 1995. *introduction to fluid mechancs 3rd edition. John willey & sons. USA.*
5. Dietzel, 1980. Turbin. Pompa dan kompresor. Erlangga Jakarta.