

# TUGAS AKHIR



Perhitungan beban panas pada sistem hidraulik penggerak steam control valve di PT. PETROKIMIA Gresik unit pabrik III

OLEH :

Juan Andoni Winanda

NRP. 2113 030 017

Dosen pembimbing I :

Ir. Arino Anzip, M.Eng.Sc

Dosen pembimbing II :

Ir. Sri Bangun S.,MT

# Sistem hidraulik steam control valve





# Latar belakang

- Di zaman modern listrik menjadi suatu kebutuhan utama manusia dalam melakukan aktifitas sehari – hari.
- Instalasi mesin hidraulik merupakan salah satu sistem yang ada pada pembangkitan listrik tenaga uap yang ada di PT. PETROKIMIA Gresik.
- Steam control valve merupakan komponen yang ada pada turbin uap, yang berfungsi untuk mengatur kapasitas uap yang masuk ke rotor turbin.
- Pada suatu sistem hidraulik yang bekerja selalu menghasilkan kerugian panas akibat instalasi, head loss, pompa, dll. Maka perlu adanya pendinginan pada minyak hidraulik agar tidak terjadi perubahan temperatur yang drastis.



# Rumusan masalah

- Bagaimana cara menghitung heat load pada sistem hidraulik penggerak steam control valve?
- Bagaimana cara menghitung heat dissipation pada heat exchanger steam control valve?
- Apa yang terjadi apabila pada sistem terjadi overheating?
- Apa yang harus dilakukan apabila pada sistem terjadi overheating?



# Tujuan penelitian

1. Mengetahui gaya yang di bebankan pada silinder hidraulik penggerak control valve.
2. Mengetahui hasil perhitungan perpipaan sistem hidraulik penggerak control valve.
3. Mengetahui apakah pada sistem terjadi overheating atau tidak melalui perhitungan yang di lakukan.
4. Dapat mengatasi masalah yang ada pada sistem hidraulik control valve.



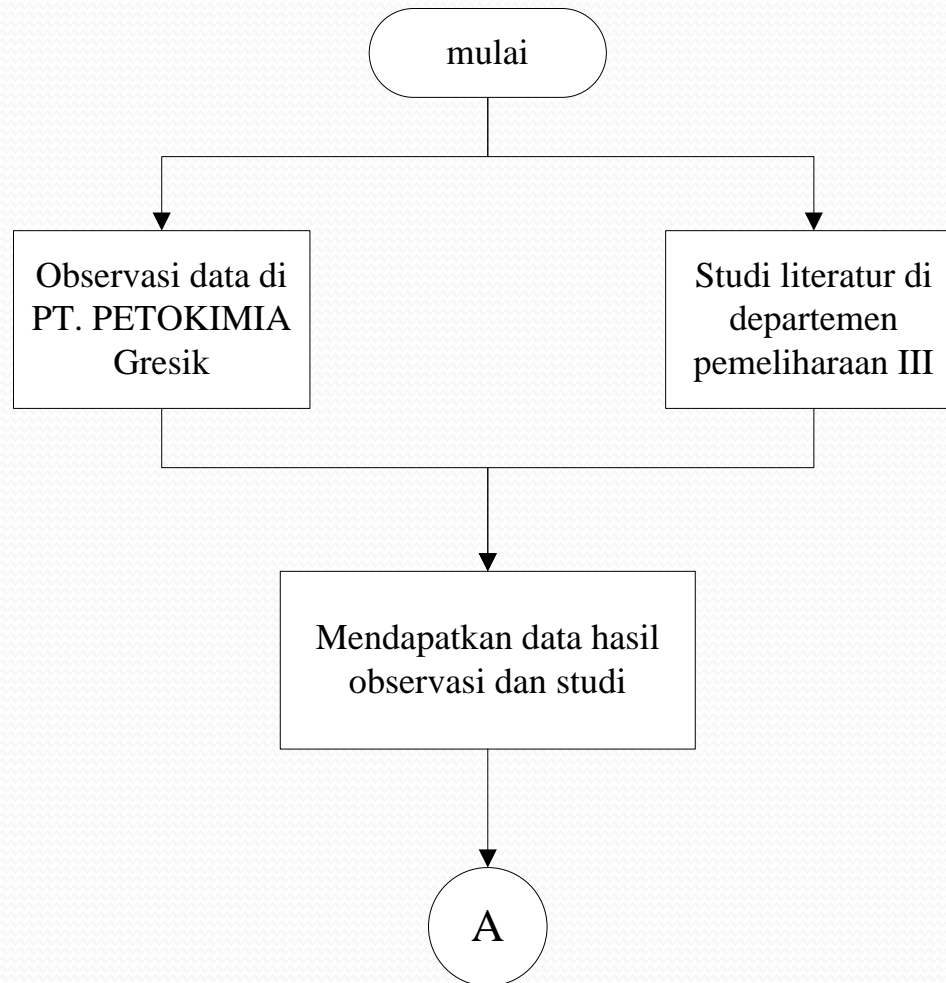
# Batasan masalah

1. Kerugian akibat gesekan – gesekan mekanis pada silinder dan kebocoran (leakage) pada peralatan di abaikan.
2. Tidak membahas material dan konstruksi mesin.
3. Aliran fluida adalah incompressible, dan juga steady state steady flow

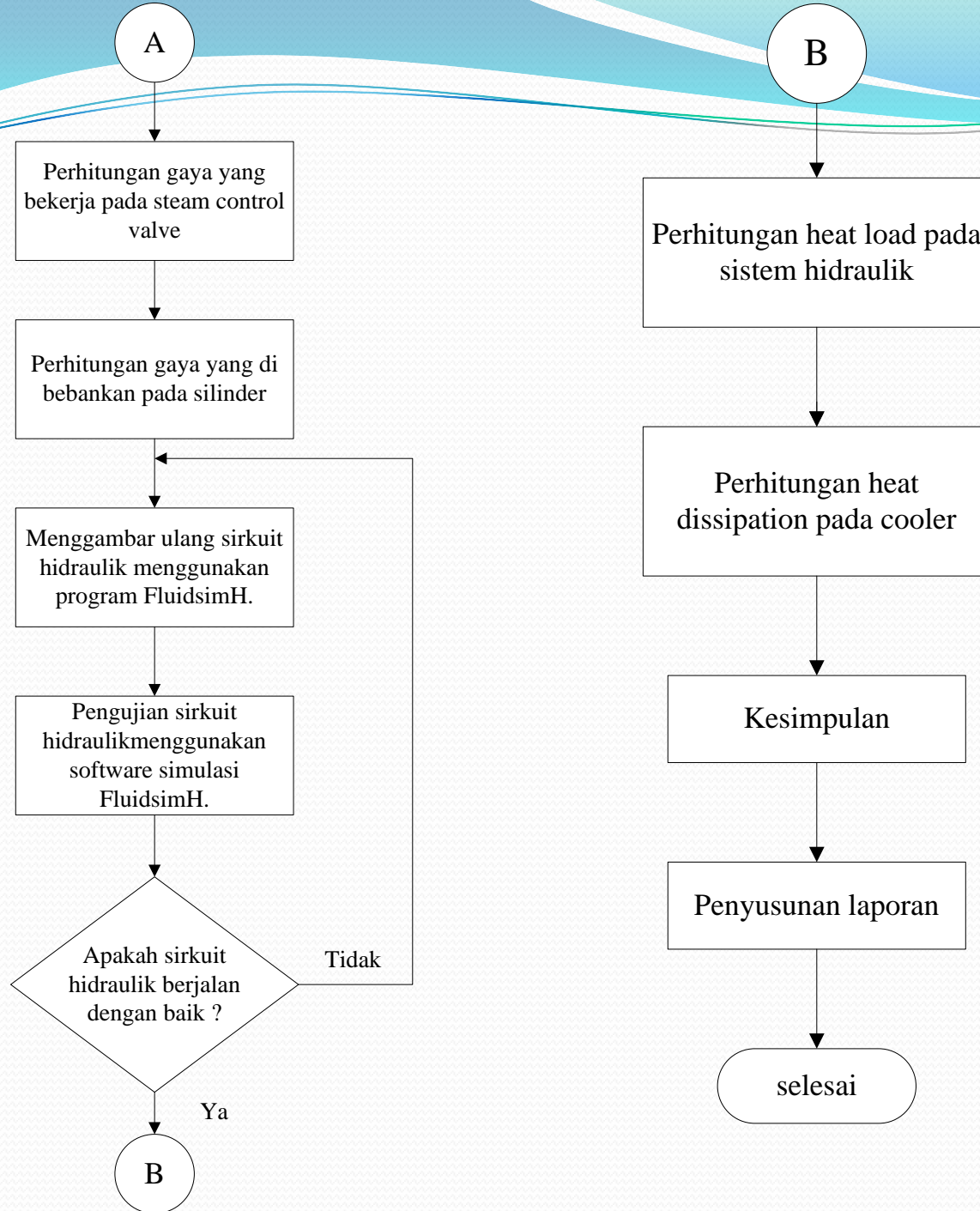
# Metodelogi penelitian



## Diagram Alir

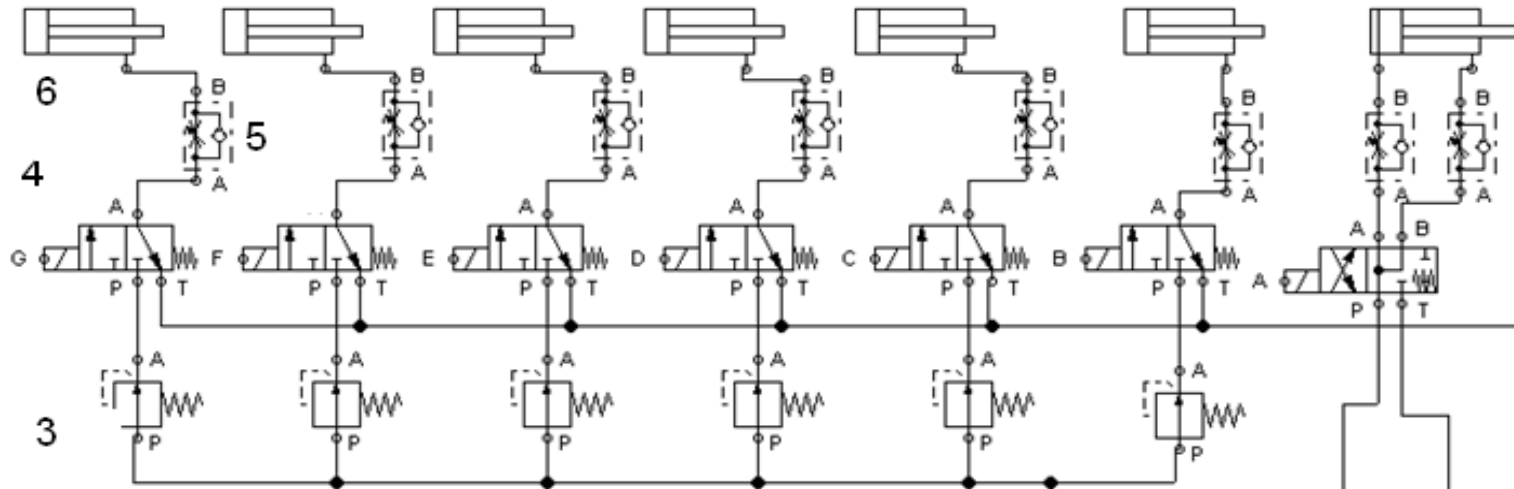






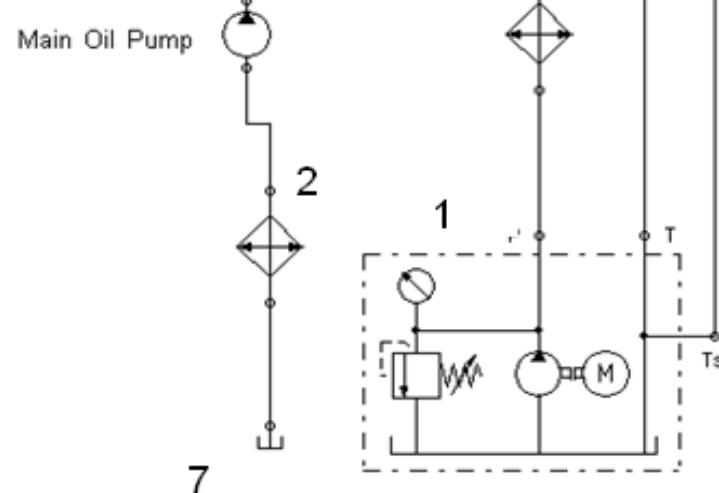


# Sirkuit hidraulik

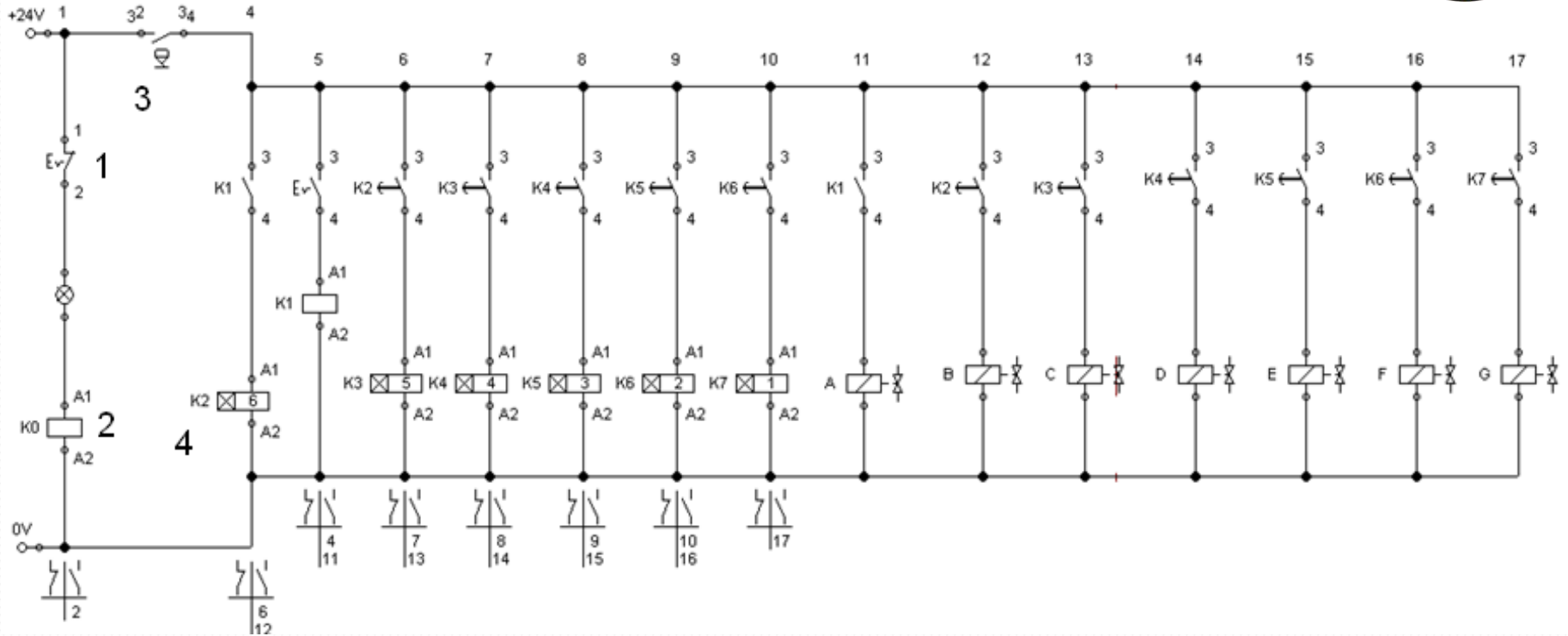


Keterangan :

1. Auxiliary oil pump
2. Oil cooler
3. Pressure reducer
4. Directional control valve
5. Flow control valve
6. Silinder hidraulik
7. Reservoir



# Sirkuit listrik



Keterangan :

1. Detent switch
2. Relay
3. Make switch
4. Relay with switch on delay



# Data – data sistem hidraulik

## Fluida hidraulik

Fluida hidraulik yang digunakan pada sistem hidraulik control valve PT.

PETROKIMIA Gresik ini adalah hydransafe FRS 32 dengan SG oil = 1.103

**Reservoir**



**Oil Cooler**



**Pompa Hidraulik**



**Pressure Reducer**



**DCV**



**Flow Control Valve**



**Silinder Hidraulik**





Reservoir atau tank merupakan tempat dari fluida kerja. Kapasitas dari reservoir ini adalah 1100 gallon. Pada sisi samping reservoir terdapat fluid level indicator untuk mengetahui kapasitas oil yang ada pada reservoir.



# Oil Cooler



Buatan	: OMT
Tipe	: SA130-1130-L4 / shell and tube
Jenis pendinginan	: condensate water cooling
kapasitas	: 50 L/min
Berat total	: 39.50 kg
T_inlet	: 140 °F
T_outlet	: 110 °F



# Pompa Hidraulik



## 1. Main oil pump

Buatan : BELL  
Serial no. : SN 33124143  
Tipe : eksternal gear pump  
Kapasitas : 2800 L/min  
Total pressure : 11 kg/cm<sup>2</sup>  
Oil temp. : 15 - 70 °C  
Rotation : 2200 - 3000 rpm

## 2. Auxilliary oil pump

Buatan : TEIKOKU ELECTRIC  
Serial no. : PC-06153-1  
Tipe : CSK-2-65 / centrifugal pump  
kapasitas : 2300 l/min  
Total pressure : 11 kg/cm<sup>2</sup>  
Oil temperature : 15 - 70 °C  
Motor out-put : 15000 W  
Rotation : 2950 rpm



# Pressure Reducer



spesifikasi data dari pressure reducer :

Buatan	: CLA-VAL
Model	: 690-72 with Low Flow By-Pass
Pressure drop max	: 7 – 29 psi
Kapasitas	: 50 L/sec
Material	: cast steel and bronze





## Directional Control Valve



Directional control valve (DCV) merupakan katup pengubah arah alira. Pada sistem hidraulik control valve PT. PETROKIMIA Gresik DCV yang di gunakan berjenis 3/2 way normally closed yang di operasikan dengan solenoid spring return dan 4/2 way yang di operasikan dengan solenoid spring return.





## Flow Control Valve

Flow control valve pada sistem hidraulik di gunakan untuk mengatur kapasitas aliran fluida yang masuk ke silinder hidraulik. Pada sistem hidraulik control valve PT. PETROKIMIA Gresik jenis flow control valve yang di gunakan adalah one way flow dengan tipe matter in. berikut adalah spesifikasi dari flow control valve yang di gunakan :

Buatan	: YUATSUSEIKI
Tipe	: sRCT-03.04.06.10
Max. flow	: 220 L/min
Berat	: 7.2 kg
Temperature operation	: 110°F – 160°F
Max. pressure	: 350 bar

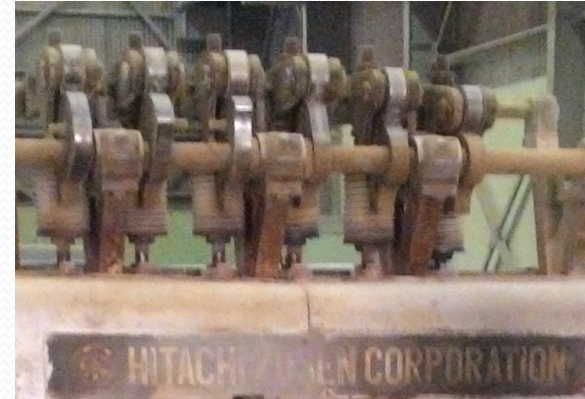


# Silinder Hidraulik



## 1. Silinder single acting :

Buatan : HITACHI ZOSEN  
Tipe : CL-02.187  
Piston diameter : 208 mm  
Stroke : 167 mm  
Piping size : 32.46 mm  
Operating pressure : 25 bar  
Max. temperature : 210 °F



## 2. Silinder double acting :

Buatan : HITACHI ZOSEN  
Tipe : CL-01.21  
Piston diameter : 298 mm  
Stroke : 220 mm  
Piping size : 32.46 mm  
Operating pressure : 35 bar  
Max. temperature : 210 °F





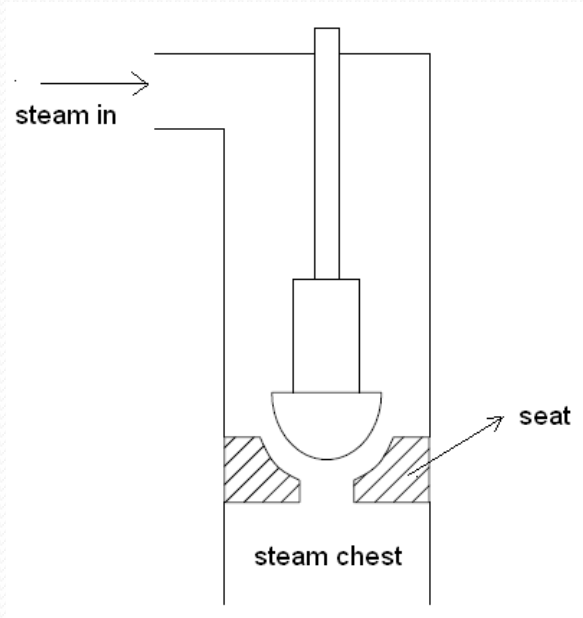
# Simulasi sirkuit hidraulik menggunakan fluidsimsH



# ANALISA DAN PERHITUNGAN



## Perhitungan Silinder Hidraulik Penggerak Pilot Valve



gaya berat untuk pilot valve

$$W = 156.96 \text{ N}$$

Maka besarnya gaya surface pada pilot valve adalah

$$F_{surface} = P \cdot A$$

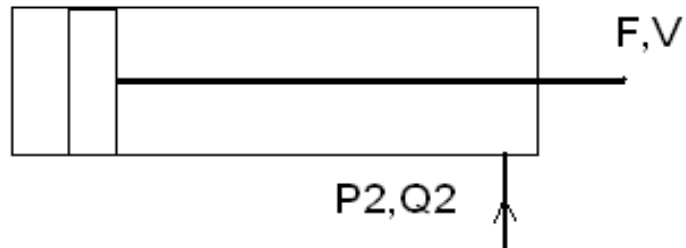
$$F_{surface} = 1177312.89 \frac{\text{N}}{\text{m}^2} \cdot 0.0466 \text{ m}^2$$

$$F_{surface} = 54862.78 \text{ N}$$

Maka gaya pembebanan pada pilot valve adalah 55019.74 N.



## Perhitungan Kapasitas Silinder Hidraulik Pilot Valve



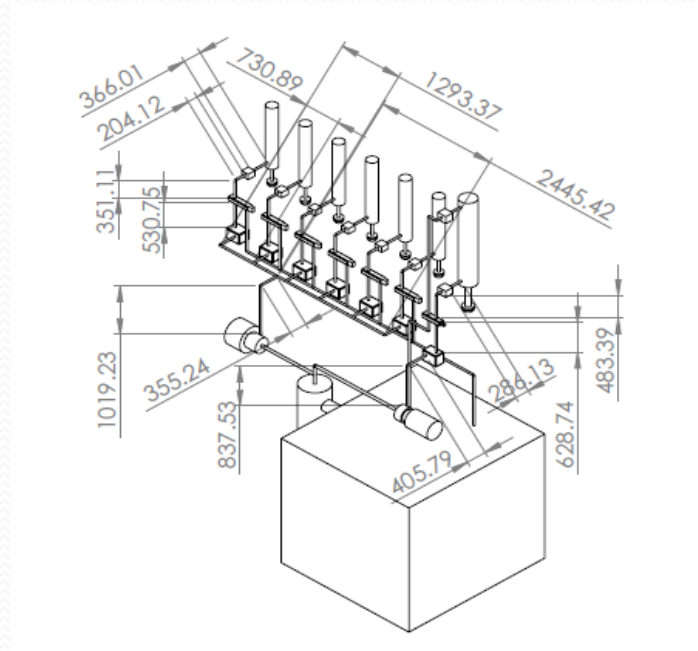
$$Q_2 = \frac{FV}{P_2 \eta_{sh}}$$

$$Q_2 = \frac{55019.74 \text{ N} \cdot 0.0185 \text{ m/s}}{1620026.83 \frac{\text{N}}{\text{m}} \cdot 0.85}$$

$$Q_2 = 7.39 \times 10^{-4} \frac{\text{m}^3}{\text{s}}$$



# Perhitungan Kerugian Perpipaan Sistem Hidraulik Pilot Valve



Kerugian perpipaan yang di hitung adalah

## 1. Head loss mayor

- Head loss mayor daerah suction pompa.
- Head loss mayor daerah discharge pompa.

## 2. Head loss minor

- Head loss minor daerah suction pompa.
- Head loss minor daerah discharge pompa





## Perhitungan head loss mayor daerah suction pompa

$$R_e = \frac{\rho \cdot v \cdot D}{\mu} = \frac{1000 \cdot 0.38 \frac{m}{s} \cdot 0.04925 \text{ m}}{30 \text{ cST}}$$

$$R_e = 623.83$$

$$f = \frac{64}{R_e} = \frac{64}{623.83} = 0.1025$$

Maka head loss mayor yang terjadi didaerah suction pompa adalah

$$Hl = f \left( \frac{L}{D} \right) \left( \frac{v^2}{2g} \right)$$

$$Hl = 0.1025 \cdot \left( \frac{1.665 \text{ m}}{0.04925 \text{ m}} \right) \left( \frac{(0.38 \frac{m}{s})^2}{2 \cdot 9.81 \text{ m/s}^2} \right)$$

$$Hl = 0.0255 \text{ m}$$



## Perhitungan head loss mayor daerah discharge pompa

$$R_e = \frac{\rho \cdot v \cdot D}{\mu} = \frac{1000 \cdot 0.893 \frac{m}{s} \cdot 0.03246 \text{ m}}{30 \text{ cST}}$$

$$R_e = 966.22$$

$$f = \frac{64}{R_e} = \frac{64}{966.22} = 0.0662$$

Maka head loss mayor yang terjadi di daerah discharge pompa adalah

$$Hl = f \left( \frac{L}{D} \right) \left( \frac{v^2}{2g} \right)$$

$$Hl = 0.0662 \cdot \left( \frac{15.41 \text{ m}}{0.03246 \text{ m}} \right) \left( \frac{(0.893 \text{ m/s})^2}{2 \cdot 9.81 \text{ m/s}^2} \right)$$

$$Hl = 1.277 \text{ m}$$



# Perhitungan Head Loss Minor Daerah suction pompa

1. Head loss minor akibat strainer, pressure drop

$$\Delta P = 0.5 \text{ bar}$$

$$Hl_{m1} = \frac{\Delta P}{\gamma}$$

$$Hl_{m1} = \frac{50.000 \text{ pa}}{10820 \frac{N}{m^3}}$$

$$Hl_{m1} = 4,62 \text{ m}$$

2. Head loss minor akibat sambungan standard tee,

$$K = 1.8$$

$$Hl_{m2} = 1.8 \left( \frac{(0.38 \text{ m/s})^2}{2 \cdot 9.81 \text{ m/s}^2} \right)$$

$$Hl_{m2} = 0.0132 \text{ m}$$



# Perhitungan Head Loss Minor Daerah Discharge Pompa

Head loss minor akibat elbow  $90^\circ$  (ada 9 elbow  $90^\circ$ )

$$Hl_{m1} = 0.273 \text{ m}$$

Head loss minor akibat standard tee (ada 4 buah)

$$Hl_{m2} = 0.292 \text{ m}$$

Head loss akibat directional control valve

$$\text{Head loss DCV} = \frac{40.000 \text{ Pa}}{10820 \frac{\text{N}}{\text{m}^3}} = 3.696 \text{ m}$$

Head loss akibat pressure reducer, diketahui pressure drop sebesar 150 kPa

$$\text{Head loss pressure reducer} = 13,86$$

$$\text{Head loss flow control valve} = 3,696$$

Dari data di atas maka head loss pada instalasi perpipaan hidraulik penggerak pilot valve besarnya

$$\Sigma Hl_{total} = \Sigma Hl_{mayor} + \Sigma Hl_m$$

$$\Sigma Hl_{total} = 1.3025 \text{ m} + 26,45 \text{ m}$$

$$\Sigma Hl_{total} = 27,75 \text{ m}$$



## Perhitungan Head Pompa

$$Z_1 + \frac{P_1}{\gamma} + \frac{v_1^2}{2g} + H_p - H_m - Hl = Z_2 + \frac{P_2}{\gamma} + \frac{v_2^2}{2g}$$

$$H_p = \frac{P_2}{\gamma} + \frac{v_2^2}{2g} + (Z_2 - Z_1) + \Sigma Hl_{total}$$

$$H_p = 0.14 \text{ m} + 0.0406 \text{ m} + (2.279 \text{ m}) + 27,75 \text{ m}$$

$$H_p = 30,20 \text{ m}$$

## Perhitungan Daya Pompa Penggerak Pilot Valve

$$P_{pump} = \gamma \cdot H_p$$

$$P_{pump} = 10820 \frac{\text{N}}{\text{m}^3} \cdot 30,20 \text{ m}$$

$$P_{pump} = 326764 \frac{\text{N}}{\text{m}^2}$$

$$BHP = \frac{P_{pump} \cdot Q}{\eta_{pump}}$$

$$BHP = \frac{326764 \frac{\text{N}}{\text{m}^2} \cdot 0.04677 \frac{\text{m}^3}{\text{s}}}{0.85}$$

$$BHP = 17979.70 \text{ J/s}$$



## Perhitungan Heat load Sistem Hidraulik Penggerak Pilot Valve

$$HEAT = BHP - FV \cdot (6 \text{ silinder})$$

$$HEAT = 17979.70 \text{ J/s} - 55019.74 \text{ N} \cdot 0.0185 \frac{\text{m}}{\text{s}} \quad (6)$$

$$HEAT = 11872.51 \text{ J/s}$$

Dengan cara yang sama yaitu perhitungan instalasi dan daya pompa maka di dapatkan heat load pilot valve yang di gerakan oleh main cylinder sebesar 13365,53 J/s

$$HEAT_{TOTAL} = HEAT_1 + HEAT_2$$

$$HEAT_{TOTAL} = 11872.51 \text{ J/s} + 13365,53 \text{ J/s}$$

$$HEAT_{TOTAL} = 25238,04 \text{ J/s} = 25,23 \text{ KW}$$



## Perhitungan Heat Dissipation pada Oil Cooler

$$q = \frac{Q \cdot \Delta T}{34.5} \quad (\text{Brendan casey, solving hydraulic overheating 2011})$$

$$q = \frac{55 \frac{\text{L}}{\text{m}} \cdot (60 - 43.3) ^\circ\text{C}}{34.5}$$

$$q = 26,623 \text{ kW}$$

Dengan cara yang berbeda yakni menggunakan prinsip log mean temperature different maka besarnya heat dissipation dari cooler dapat dihitung sebagai berikut :

$$q = U \times A \times \Delta T_{lm}$$

$$q = 350 \text{ W/m}^2\text{K} \times 7,952 \text{ m}^2 \times 10,45 \text{ K}$$

$$q = 29,082 \text{ kW}$$





## kesimpulan

Dari hasil perhitungan di dapatkan besarnya heat dissipation dengan menggunakan persamaan Brendan casey sebesar 26,623 kW sedangkan menggunakan persamaan log mean temperature different di dapatkan heat dissipation besarnya 29,082 kW . maka untuk di lakukan perbandingan antara heat load dan heat dissipation diambil harga heat dissipation paling kecil yaitu 26,623 kW

Dari hasil perhitungan yang di lakukan di ketahui heat load yang terjadi pada sistem hidraulik sebesar 25238,04 J/s . pada oil cooler memiliki heat dissipation sebesar 26623,18 J/s. sehingga dapat di simpulkan bahwa cooler mampu menangani heat yang terjadi pada sistem hidraulik. Sehingga dapat di simpulkan sistem tidak overheating.



## *Hal – hal yang terjadi apabila pada sistem terjadi overheating*

- Viskositas fluida hidraulik turun
- bulk modulus fluida turun
- kemampuan memindahkan gaya turun
- kemampuan pelumasan turun
- timbul gelembung
- terjadi kavitasi



Apabila pada sistem terjadi overheating maka dapat di lakukan :

1. Mengurangi heat load

Mengurangi heat load dapat dilakukan dengan cara :

- Mengurangi head loss pada instalasi dengan cara mengurangi fitting karena elbow, valve, filter, dan memperpendek mungkin instalasi sehingga di dapatkan head loss major dan head loss minor yang relative kecil.
- Menggunakan pompa dengan daya dan kapasitas yang sekecil mungkin untuk menggerakkan silinder. Namun tetap mampu memenuhi kebutuhan sistem.
- melakukan perawatan yang rutin pada komponen – komponen sistem hidraulik, sehingga efisiensi sistem tetap maksimal

2. Menambah heat dissipation

Menambah heat dissipation dapat di lakukan dengan cara:

- Memperbesar kapasitas fluida pendingin yang masuk ke cooler.
- Menggunakan fluida pendingin dengan temperature yang rendah
- melakukan perawatan yang rutin pada shell and tube heat exchanger, sehingga fouling factornya berada dalam batas izin .



Sekian  
terima kasih