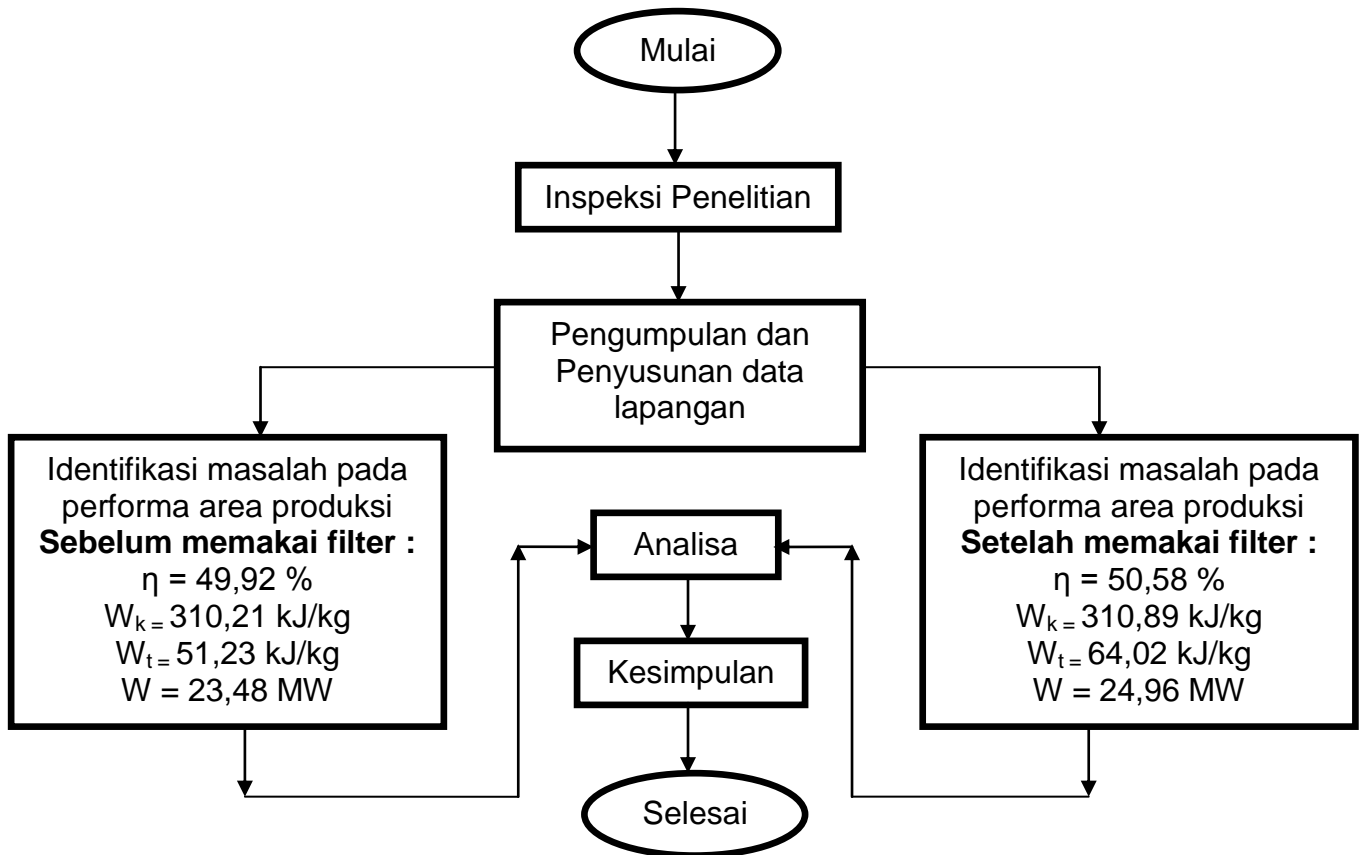


BAB III
METODE DAN DATA PENELITIAN

3.1 Diagram Alir Penelitian

Dalam melaksanakan tugas akhir ini dilakukan dengan alur penelitian sebagai berikut



Gambar 3.1 Diagram Alir Penelitian

3.2 Spesifikasi Turbin Gas

Turbin Gas

Pembuat	: Westing house (WH)
Jumlah sudu	: 5 (lima) tingkat
Kompresor	: 21 (duapuluh satu) tingkat
Model	: GT-13E SBK

Kapasitas	: 26 MW
Putaran	: 3000 rpm
Suhu Uap Masuk	: Beban dasar : 1070 °C
Beban puncak	: 1115 °C
Suhu Gas Buang	: Beban dasar : 527 °C
Beban puncak	: 554 °C
Bahan Bakar	: Minyak HSD : 30,426 ton/jam/unit
Gas Propane	: 9,2 kg/sec/0,011 MMBTU/kWh
Temperatur	: Udara masuk : 30 °C
Gas buang	: 554 °C
Tahun Pembuatan	: 1974

Generator

Pembuat	: WH GT
Type	: WY Z1L-097LLT
Phasa	: 3 (tiga)
Frekuensi	: 50 Hz
Faktor Daya	: 0,8 (lagging)
Tegangan	: 15,750 kV
Putaran	: 3000 rpm
Kapasitas	: 210.999 kVA
Massa	: 2,72 Ton
J	: 5,72 Ton m ²
Stator	: U = 15.750 V I = 7698 Amp CLB (IEC)
Rotor	: U = 310 V I = 1473 Amp

Insulation Class	: F-stator
Tahun Pembuatan	: 1974

3.3 Spesifikasi Air Intake atau Filter Udara

Air Filter

Merk	: AAF
Type	: 05- AX
Tinggi	: 34,48"
Dia.Luar	: 12,75"
Dia.Dalam	: 8,375"
Media Area Minimum	: 300 Ft ²
Jumlah Lipatan	: 316 – 324 pleats
Gasket High	: 0,5"
Inner & Outer Liner Filter	: With Metal Expanded
Material Cap Header / End Cap	: SGC (Steel Galvanized Coat)
Pore Size Maksimum	: 65 Micron
Spesifikasi Filter Media	: Cellulose mix with synthetic fiber treated with moisture resistant media
Life Time	: 10 bulan (s/d Diff.Pressure 4,5" H ₂ O)

3.4 Perhitungan Daya yang dihasilkan Turbin Gas

Contoh perhitungan berdasarkan data tanggal 6 Juli 2012 (**Sebelum terpasang filter**)

A. Diketahui:

- Temperatur udara masuk kompresor (T_1) = 31,5 °C = 304,5 K
- Temperatur udara keluar kompresor (T_2) = 335 °C = 608 K
- Temperatur gas masuk turbin (T_3) = 511 °C = 784 K

- Temperatur gas keluar Turbin = $454\text{ }^{\circ}\text{C} = 727\text{ K}$

Dari tabel *properties* gas, dengan interpolasi diperoleh:

- $h_1 = 305,22\text{ kJ/kg}$
- $h_2 = 615,43\text{ kJ/kg}$
- $h_3 = 804,42\text{ kJ/kg}$
- $h_4 = 753,19\text{ kJ/kg}$

❖ Daya kompresor (W_k)

$$W_k = m_u (h_2 - h_1)$$

$$W_k = m_u (615,43 - 305,22)$$

$$W_k = m_u (310,21)\text{ kJ/kg}$$

❖ Daya turbin (W_t)

$$W_t = m_{(u+bb)} (h_3 - h_4)$$

$$W_t = m_{(u+bb)} (804,42 - 753,19)$$

$$W_t = m_{(u+bb)} (51,23)\text{ kJ/kg}$$

Contoh perhitungan berdasarkan data tanggal 12 Juli 2012 (**Setelah terpasang filter**)

B. Diketahui:

- Temperatur udara masuk kompresor (T_1) = $24\text{ }^{\circ}\text{C} = 297\text{ K}$
- Temperatur udara keluar kompresor (T_2) = $328\text{ }^{\circ}\text{C} = 601\text{ K}$
- Temperatur gas masuk turbin (T_3) = $498\text{ }^{\circ}\text{C} = 771\text{ K}$
- Temperatur gas keluar Turbin = $439\text{ }^{\circ}\text{C} = 712\text{ K}$

Dari tabel *properties* gas, dengan interpolasi diperoleh:

- $h_1 = 297,18\text{ kJ/kg}$
- $h_2 = 608,07\text{ kJ/kg}$
- $h_3 = 790,21\text{ kJ/kg}$
- $h_4 = 726,19\text{ kJ/kg}$

❖ Daya kompresor (W_k)

$$W_k = m'_u (h_2 - h_1)$$

$$W_k = m'_u (608,07 - 297,18)$$

$$W_k = m'_u (310,89) \text{ kJ/kg}$$

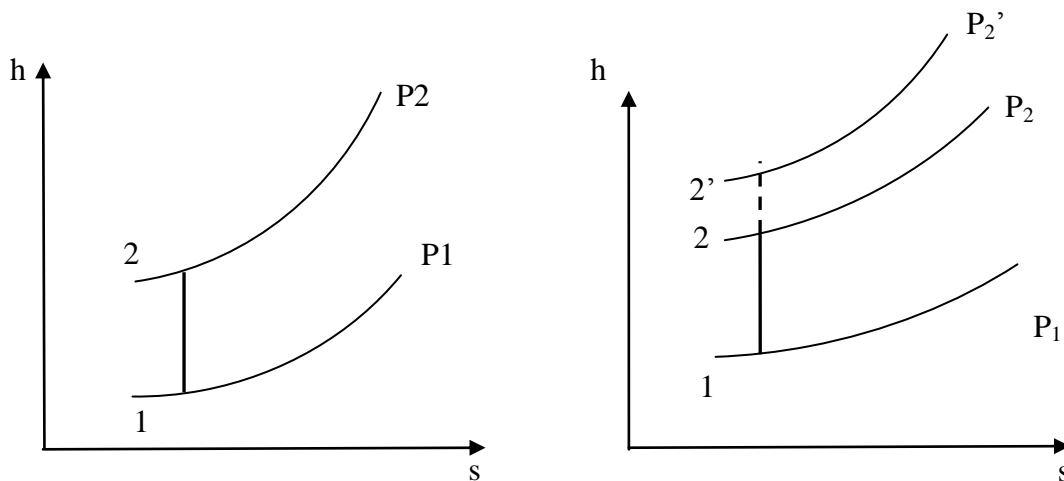
❖ Daya turbin (W_t)

$$W_t = m'_{(u+bb)} (h_3 - h_4)$$

$$W_t = m'_{(u+bb)} (790,21 - 726,19)$$

$$W_t = m'_{(u+bb)} (64,02) \text{ kJ/kg}$$

Selain itu apabila kita analisa pada kompresor, semakin padat volume udara yang akan dikompresi maka kompresi di kompresor tersebut akan semakin bagus sehingga akan dihasilkan tekanan keluaran yang lebih besar dan perbandingan antara tekanan keluar kompresor dengan tekanan masuk kompresor akan tinggi ($P_2 / P_1 \gg$).



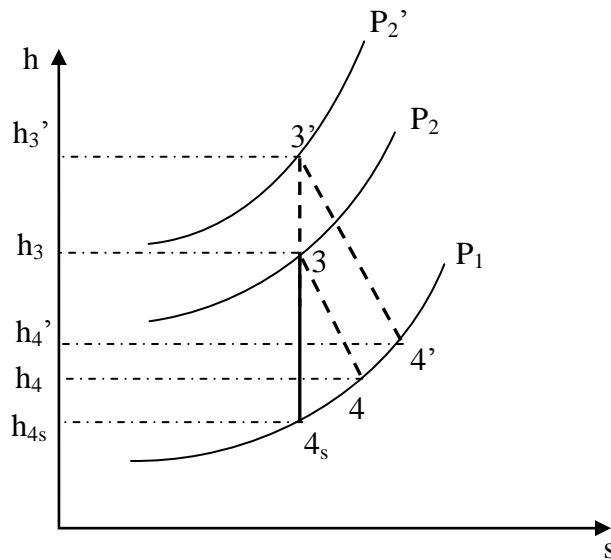
Ket: P_1 = Tekanan masuk kompresor

P_2 = Tekanan keluar kompresor (pada saat temperatur masuk kompresor T_1)

P_2' = Tekanan keluar kompresor (pada saat temperatur masuk kompresor T_1' yaitu temperatur setelah diturunkan dari T_1)

$$T_1' < T_1$$

Dengan mengasumsikan pembakaran pada kombustor terjadi pada tekanan tetap (isobar), tekanan yang masuk ke turbin gas akan lebih besar sehingga daya turbin yang dihasilkan akan lebih besar karena perbandingan tekanan masuk turbin dengan tekanan keluar turbin semakin besar.



❖ Daya yang dihasilkan turbin gas saat temperatur masuk kompresor T_1 adalah

- $W_{ts} = m (h_3 - h_{4s})$; (kJ/s) → (kerja isentropis turbin)
- $W_t = m (h_3 - h_4)$; (kJ/s) → (kerja aktual turbin)
- $h_4 = h_3 + \frac{h_{4s} - h_3}{\eta_t}$; (kJ/kg)

❖ Daya yang dihasilkan turbin gas saat T_1' adalah

- $W_{ts}' = m' (h_3' - h_{4s}') ; (kJ/s) \rightarrow (kerja\ isentropis\ turbin)$
- $W_t' = m' (h_3' - h_4') ; (kJ/s) \rightarrow (kerja\ aktual\ turbin)$
- $h_4' = h_3' + \frac{h_{4s}' - h_3'}{\eta_t} ; (kJ/s)$

Dari grafik diatas terlihat bahwa:

- $h_3' > h_3$
- $(h_3 - h_{4s}) > (h_3' - h_{4s}')$
- $(h_3 - h_4) > (h_3' - h_4')$
- $m' > m$

Sehingga daya yang dihasilkan turbin W_t' akan lebih besar dari pada daya yang dihasilkan W_t dengan efisiensi turbin gas yang sama.

3.4 Efisiensi system turbin gas

Efisiensi pada system turbin gas dapat ditentukan dengan menggunakan persamaan:

$$\text{Efisiensi } (\eta) = 1 - \frac{T_1}{T_2} \times 100 \%$$

- ❖ Efisiensi sistem turbin gas pada saat temperatur masuk T_1 adalah

$$\text{Efisiensi } (\eta) = 1 - \frac{T_1}{T_2} \times 100 \%$$

$$\text{Efisiensi } (\eta) = 1 - \frac{304,5}{608} \times 100 \%$$

$$\text{Efisiensi } (\eta) = 49,92 \%$$

- ❖ Efisiensi system turbin gas pada saat temperatur T_1'

$$\text{Efisiensi } (\eta) = 1 - \frac{T_1'}{T_2} \times 100 \%$$

$$\text{Efisiensi } (\eta) = 1 - \frac{297}{601} \times 100 \%$$

$$\text{Efisiensi } (\eta) = 50,58 \%$$

Berdasarkan perhitungan efisiensi diatas terlihat bahwa efisiensi sistem turbin gas pada saat temperatur udara masuk kompresor (T_1) 24 °C lebih besar dari pada efisiensi saat temperatur udara masuk kompresor (T_1') 31,5 °C. Serta daya yang dihasilkan terbaca dalam monitor control room pun meningkat yakni 23,48 MW pada saat sebelum terpasang filter sedangkan setelah terpasang filter naik menjadi 24,96 MW.