

## LAMPIRAN PERHITUNGAN

### A. Menghitung Efisiensi Turbin

- a. Menghitung efisiensi turbin tanggal 1 November

Diketahui :

Dimana 1 kWh = 860 Kilokalori ( kcal )

Input panas = 1 kwh membutuhkan rata-rata 11.8 kg uap dikalikan

$h_1 - h_2 = 320$  kJ/kg

Input panas rata-rata= 902.4 kcal/kWh

Efisiensi total =  $\frac{\text{Output turbin}}{\text{Input panas}} \times 100\%$

$$\eta_T = \frac{860 \text{Kcal}}{902.4 \text{Kcal}} \times 100\%$$

$$\eta_T = 95.3\%$$

- b. Menghitung efisiensi turbin tanggal 2 November

Diketahui :

Dimana 1 kWh = 860 Kilokalori ( kcal )

Input panas = 1 kwh membutuhkan rata-rata 11.4 kg uap dikalikan

$h_1 - h_2 = 337$  kJ/kg

Input panas rata-rata= 914.02 kcal/kWh

Efisiensi total =  $\frac{\text{Output turbin}}{\text{Input panas}} \times 100\%$

$$\eta_T = \frac{860 \text{Kcal}}{914.02 \text{Kcal}} \times 100\%$$

$$\eta_T = 94.1\%$$

- c. Menghitung efisiensi turbin tanggal 3 November

Diketahui :

Dimana 1 kWh = 860 Kilokalori ( kcal )

Input panas = 1 kwh membutuhkan rata-rata 11.7 kg uap dikalikan

$h_1 - h_2 = 322$  kJ/kg

Input panas rata-rata= 900.4 kcal/kWh

Efisiensi total =  $\frac{\text{Output turbin}}{\text{Input panas}} \times 100\%$

$$\eta_T = \frac{860 \text{Kcal}}{900.4 \text{Kcal}} \times 100\%$$

$$\eta_T = 95.5\%$$

- d. Menghitung efisiensi turbin tanggal 4 November

Diketahui :

Dimana 1 kWh = 860 Kilokalori ( kcal )

Input panas = 1 kwh membutuhkan rata-rata 11.5 kg uap dikalikan

$$h_1 - h_2 = 328 \text{ kJ/kg}$$

Input panas rata-rata= 901.5 kcal/kWh

$$\text{Efisiensi total} = \frac{\text{Output turbin}}{\text{Input panas}} \times 100\%$$

$$\eta_T = \frac{860 \text{Kcal}}{901.5 \text{Kcal}} \times 100\%$$

$$\eta_T = 95.3\%$$

- e. Menghitung efisiensi turbin tanggal 5 November

Diketahui :

Dimana 1 kWh = 860 Kilokalori ( kcal )

Input panas = 1 kwh membutuhkan rata-rata 11.9 kg uap dikalikan

$$h_1 - h_2 = 316 \text{ kJ/kg}$$

Input panas rata-rata= 898.7 kcal/kWh

$$\text{Efisiensi total} = \frac{\text{Output turbin}}{\text{Input panas}} \times 100\%$$

$$\eta_T = \frac{860 \text{Kcal}}{898.7 \text{Kcal}} \times 100\%$$

$$\eta_T = 95.6\%$$

- f. Menghitung efisiensi turbin tanggal 6 November

Diketahui :

Dimana 1 kWh = 860 Kilokalori ( kcal )

Input panas = 1 kwh membutuhkan rata-rata 11.5 kg uap dikalikan

$$h_1 - h_2 = 330 \text{ kJ/kg}$$

Input panas rata-rata= 907.02 kcal/kWh

$$\text{Efisiensi total} = \frac{\text{Output turbin}}{\text{Input panas}} \times 100\%$$

$$\eta_T = \frac{860 \text{Kcal}}{907.02 \text{Kcal}} \times 100\%$$

$$\eta_T = 94.8\%$$

g. Menghitung efisiensi turbin tanggal 7 November

Diketahui :

Dimana 1 kWh = 860 Kilokalori ( kcal )

Input panas = 1 kwh membutuhkan rata-rata 11.5 kg uap dikalikan

$h_1 - h_2 = 329 \text{ kJ/kg}$

Input panas rata-rata= 904.15 kcal/kWh

Efisiensi total =  $\frac{\text{Output turbin}}{\text{Input panas}} \times 100\%$

$$\eta_T = \frac{860 \text{Kcal}}{904.15 \text{Kcal}} \times 100\%$$

$$\eta_T = 95.1\%$$

h. Menghitung efisiensi turbin tanggal 2 November

Diketahui :

Dimana 1 kWh = 860 Kilokalori ( kcal )

Input panas = 1 kwh membutuhkan rata-rata 11.7 kg uap dikalikan

$h_1 - h_2 = 323 \text{ kJ/kg}$

Input panas rata-rata= 903.2 kcal/kWh

Efisiensi total =  $\frac{\text{Output turbin}}{\text{Input panas}} \times 100\%$

$$\eta_T = \frac{860 \text{Kcal}}{903.2 \text{Kcal}} \times 100\%$$

$$\eta_T = 95.2\%$$

i. Menghitung efisiensi turbin tanggal 2 November

Diketahui :

Dimana 1 kWh = 860 Kilokalori ( kcal )

Input panas = 1 kwh membutuhkan rata-rata 11.4 kg uap dikalikan

$h_1 - h_2 = 332 \text{ kJ/kg}$

Input panas rata-rata= 914.02 kcal/kWh

Efisiensi total =  $\frac{\text{Output turbin}}{\text{Input panas}} \times 100\%$

$$\eta_T = \frac{860 \text{Kcal}}{904.3 \text{Kcal}} \times 100\%$$

$$\eta_T = 95.1\%$$

j. Menghitung efisiensi turbin tanggal 2 November

Diketahui :

Dimana 1 kWh = 860 Kilokalori ( kcal )

Input panas = 1 kwh membutuhkan rata-rata 11.2 kg uap dikalikan

$h_1 - h_2 = 334 \text{ kJ/kg}$

Input panas rata-rata = 893.8 kcal/kWh

Efisiensi total =  $\frac{\text{Output turbin}}{\text{Input panas}} \times 100\%$

$$\eta_T = \frac{860 \text{Kcal}}{893.8 \text{Kcal}} \times 100\%$$

$$\eta_T = 95.7\%$$

## B. Perhitungan Daya Turbin

a. Menghitung daya turbin tanggal 1 November

Untuk pengambilan pada tanggal 1 November 2018 dalam 24 jam didapatkan data rata-rata tekanan, temperatur, dan aliran steam sebagai berikut:

$$P_1 : 19.7 \text{ kg/cm}^2$$

$$T_1 : 330 \text{ }^\circ\text{C}$$

$$h_1 : 3094 \text{ kJ/kg}$$

$$P_2 : 1.07 \text{ kg/cm}^2$$

$$T_2 : 149 \text{ }^\circ\text{C}$$

$$h_2 : 2774$$

$$\dot{m} : 69.4 \text{ ton/jam}$$

Dengan memasukan ke dalam rumus perhitungan, maka didapatkan energi yang digunakan oleh turbin:

$$q - w = \Delta h + \Delta E_k + \Delta E_p$$

$$\cancel{q} - w = \Delta h + \cancel{\Delta E_k} + \cancel{\Delta E_p}$$

$$-w = h_2 - h_1$$

$$w_{\text{turbin}} = h_1 - h_2$$

$$w_{\text{turbin}} = 3094 \text{ kJ/kg} - 2774 \text{ kJ/kg}$$

$$w_{\text{turbin}} = 320 \text{ kJ/kg}$$

Lalu menentukan Daya Turbin dengan mengalikan dengan konsumsi uap/jam.

$$W_{Turbin} = m_{\dot{s}} \times w_{turbin}$$

$$W_{Turbin} = 69420 \text{ kg/jam} \times 320 \text{ kJ/kg}$$

$$W_{Turbin} = 22214400 \text{ kJ/kg}$$

$$W_{Turbin} = 6170.6 \text{ KW}$$

Menentukan Daya Aktual Turbin dengan mengalikan energi yang dihasilkan oleh turbin dengan efisiensi dari turbin.

$$W_{Tactual} = W_T \times \eta_{turbin}$$

$$W_{Tactual} = 6170.6 \text{ KW} \times 95\%$$

$$W_{Tactual} = 5861.8 \text{ KW}$$

Untuk menghitung efisiensi generator adalah dengan membandingkan daya keluaran generator dan daya masukan generator.

$$\eta_{gen} = \frac{\text{Beban}}{W_{Tactual}} \times 100\%$$

$$\eta_{gen} = \frac{5.6 \text{ MW}}{5.86 \text{ MW}} \times 100\%$$

$$\eta_{gen} = 95.56\%$$

Jadi Efisiensi Generator untuk tanggal 1 November adalah 95.56%.

b. Menghitung daya turbin tanggal 2 November

Untuk pengambilan pada tanggal 2 November 2018 dalam 24 jam didapatkan data rata-rata tekanan, temperatur, dan aliran steam sebagai berikut:

$$P_1 : 21.0 \text{ kg/cm}^2$$

$$T_1 : 341 \text{ }^\circ\text{C}$$

$$h_1 : 3116 \text{ kJ/kg}$$

$$P_2 : 0.92 \text{ kg/cm}^2$$

$$T_2 : 151 \text{ }^\circ\text{C}$$

$$h_2 : 2779 \text{ kJ/kg}$$

$$\dot{m} : 68.4 \text{ ton/jam}$$

Dengan memasukan ke dalam rumus perhitungan, maka didapatkan energi yang digunakan oleh turbin:

$$q - w = \Delta h + \Delta E_k + \Delta E_p$$

$$-q - w = \Delta h + \Delta E_k + \Delta E_p$$

$$-w = h_2 - h_1$$

$$w_{\text{turbin}} = h_1 - h_2$$

$$w_{\text{turbin}} = 3116 \text{ kJ/kg} - 2779 \text{ kJ/kg}$$

$$w_{\text{turbin}} = 337 \text{ kJ/kg}$$

Lalu menentukan Daya Turbin dengan mengalikan dengan konsumsi uap/jam.

$$W_{\text{Turbin}} = \dot{m} \times w_{\text{turbin}}$$

$$W_{\text{Turbin}} = 68400 \text{ kg/jam} \times 337 \text{ kJ/kg}$$

$$W_{\text{Turbin}} = 23050800 \text{ kJ/jam}$$

$$W_{\text{Turbin}} = 6403 \text{ KW}$$

Menentukan Daya Aktual Turbin dengan mengalikan energi yang dihasilkan oleh turbin dengan efisiensi dari turbin.

$$W_{\text{Actual}} = W_T \times \eta_{\text{turbin}}$$

$$W_{\text{Actual}} = 6403 \text{ KW} \times 95\%$$

$$W_{\text{Actual}} = 6082 \text{ KW}$$

Untuk menghitung efisiensi generator adalah dengan membandingkan daya keluaran generator dan daya masukan generator.

$$\eta_{\text{gen}} = \frac{\text{Beban}}{W_{\text{Actual}}} \times 100\%$$

$$\eta_{\text{gen}} = \frac{5.5 \text{ MW}}{6.08 \text{ MW}} \times 100\%$$

$$\eta_{\text{gen}} = 90.46\%$$

Jadi Efisiensi Generator untuk tanggal 1 November adalah 90.46%.

c. Menghitung daya turbin tanggal 3 November

Untuk pengambilan pada tanggal 3 November 2018 dalam 24 jam didapatkan data rata-rata tekanan, temperatur, dan aliran steam sebagai berikut:

$$P_1 : 20.4 \text{ kg/cm}^2$$

$$T_1 : 338 \text{ }^\circ\text{C}$$

$$h_1 : 3110 \text{ kJ/kg}$$

$$P_2 : 1.04 \text{ kg/cm}^2$$

$$T_2 : 156 \text{ }^\circ\text{C}$$

$$h_2 : 2788 \text{ kJ/kg}$$

$$\dot{m} : 68.4 \text{ ton/jam}$$

Dengan memasukan ke dalam rumus perhitungan, maka didapatkan energi yang digunakan oleh turbin:

$$q - w = \Delta h + \Delta E_k + \Delta E_p$$

~~$$q - w = \Delta h + \Delta E_k + \Delta E_p$$~~

$$-w = h_2 - h_1$$

$$w_{turbin} = h_1 - h_2$$

$$w_{turbin} = 3110 \text{ kJ/kg} - 2778 \text{ kJ/kg}$$

$$w_{turbin} = 322 \text{ kJ/kg}$$

Lalu menentukan Daya Turbin dengan mengalikan dengan konsumsi uap/jam.

$$WTurbin = \dot{m} \times w_{turbin}$$

$$WTurbin = 68400 \text{ kg/jam} \times 322 \text{ kJ/kg}$$

$$WTurbin = 22024800 \text{ kJ/kg}$$

$$WTurbin = 6118 \text{ KW}$$

Menentukan Daya Aktual Turbin dengan mengalikan energi yang dihasilkan oleh turbin dengan efisiensi dari turbin.

$$W_{Tactual} = WT \times \eta_{turbin}$$

$$W_{Tactual} = 6118 \text{ KW} \times 95\%$$

$$W_{Tactual} = 5812.1 \text{ KW}$$

Untuk menghitung efisiensi generator adalah dengan membandingkan daya keluaran generator dan daya masukan generator.

$$\eta_{gen} = \frac{\text{Beban}}{W_{Tactual}} \times 100\%$$

$$\eta_{gen} = \frac{5.6 \text{ MW}}{5.81 \text{ MW}} \times 100\%$$

$$\eta_{gen} = 96.38\%$$

Jadi Efisiensi Generator untuk tanggal 3 November adalah 96.38%.

d. Menghitung daya turbin tanggal 4 November

Untuk pengambilan pada tanggal 4 November 2018 dalam 24 jam didapatkan data rata-rata tekanan, temperatur, dan aliran steam sebagai berikut:

$$P_1 : 20.6 \text{ kg/cm}^2$$

$$T_1 : 339 \text{ }^\circ\text{C}$$

$$h_1 : 3112 \text{ kJ/kg}$$

$$P_2 : 1.07 \text{ kg/cm}^2$$

$$T_2 : 154 \text{ }^\circ\text{C}$$

$$h_2 : 2784 \text{ kJ/kg}$$

$$\dot{m} : 69.4 \text{ ton/jam}$$

Dengan memasukan ke dalam rumus perhitungan, maka didapatkan energi yang digunakan oleh turbin:

$$q - w = \Delta h + \Delta E_k + \Delta E_p$$

$$-q - w = \Delta h + \Delta E_k + \Delta E_p$$

$$-w = h_2 - h_1$$

$$w_{turbin} = h_1 - h_2$$

$$w_{turbin} = 3112 \text{ kJ/kg} - 2784 \text{ kJ/kg}$$



$$w_{turbin} = 328 \text{ kJ/kg}$$

Lalu menentukan Daya Turbin dengan mengalikan dengan konsumsi uap/jam.

$$WTurbin = m_s \times w_{turbin}$$

$$WTurbin = 69420 \text{ kg/jam} \times 328 \text{ kJ/kg}$$

$$WTurbin = 22769760 \text{ kJ/kg}$$

$$WTurbin = 6324.4 \text{ KW}$$

Menentukan Daya Aktual Turbin dengan mengalikan energi yang dihasilkan oleh turbin dengan efisiensi dari turbin.

$$WT_{actual} = WT \times \eta_{turbin}$$

$$WT_{actual} = 6324.4 \text{ KW} \times 95\%$$

$$WT_{actual} = 6008.18 \text{ KW}$$

Untuk menghitung efisiensi generator adalah dengan membandingkan daya keluaran generator dan daya masukan generator.

$$\eta_{gen} = \frac{\text{Beban}}{WT_{actual}} \times 100\%$$

$$\eta_{gen} = \frac{5.5 \text{ MW}}{6.00 \text{ MW}} \times 100\%$$

$$\eta_{gen} = 91.67\%$$

Jadi Efisiensi Generator untuk tanggal 4 November adalah 91.67%.

e. Menghitung daya turbin tanggal 5 November

Untuk pengambilan pada tanggal 5 November 2018 dalam 24 jam didapatkan data rata-rata tekanan, temperatur, dan aliran steam sebagai berikut:

$$P_1 : 20.8 \text{ kg/cm}^2$$

$$T_1 : 335 \text{ }^\circ\text{C}$$

$$h_1 : 3103 \text{ kJ/kg}$$

$$P_2 : 0.95 \text{ kg/cm}^2$$

$$T_2 : 155 \text{ }^\circ\text{C}$$

$$h_2 : 2787 \text{ kJ/kg}$$

$$\dot{m} : 69.6 \text{ ton/jam}$$

Dengan memasukan ke dalam rumus perhitungan, maka didapatkan energi yang digunakan oleh turbin:

$$q - w = \Delta h + \Delta E_k + \Delta E_p$$

$$-q - w = \Delta h + \Delta E_k + \Delta E_p$$

$$-w = h_2 - h_1$$

$$w_{\text{turbin}} = h_1 - h_2$$

$$w_{\text{turbin}} = 3103 \text{ kJ/kg} - 2787 \text{ kJ/kg}$$

$$w_{\text{turbin}} = 316 \text{ kJ/kg}$$

Lalu menentukan Daya Turbin dengan mengalikan dengan konsumsi uap/jam.

$$W_{\text{Turbin}} = \dot{m} \times w_{\text{turbin}}$$

$$W_{\text{Turbin}} = 69600 \text{ kg/jam} \times 316 \text{ kJ/kg}$$

$$W_{\text{Turbin}} = 21993600 \text{ kJ/kg}$$

$$W_{\text{Turbin}} = 6109.3 \text{ KW}$$

Menentukan Daya Aktual Turbin dengan mengalikan energi yang dihasilkan oleh turbin dengan efisiensi dari turbin.

$$W_{\text{Actual}} = W_T \times \eta_{\text{turbin}}$$

$$W_{\text{Actual}} = 6109.3 \text{ KW} \times 95\%$$

$$W_{\text{Actual}} = 5803.8 \text{ KW}$$

Untuk menghitung efisiensi generator adalah dengan membandingkan daya keluaran generator dan daya masukan generator.

$$\eta_{\text{gen}} = \frac{\text{Beban}}{W_{\text{Actual}}} \times 100\%$$

$$\eta_{\text{gen}} = \frac{5.6 \text{ MW}}{5.8 \text{ MW}} \times 100\%$$

$$\eta_{gen} = 96.55\%$$

Jadi Efisiensi Generator untuk tanggal 5 November adalah 96.55%.

f. Menghitung daya turbin tanggal 6 November

Untuk pengambilan pada tanggal 6 November 2018 dalam 24 jam didapatkan data rata-rata tekanan, temperatur, dan aliran steam sebagai berikut:

$$P_1 : 20.5 \text{ kg/cm}^2$$

$$T_1 : 338 \text{ }^\circ\text{C}$$

$$h_1 : 3110 \text{ kJ/kg}$$

$$P_2 : 0.98 \text{ kg/cm}^2$$

$$T_2 : 152 \text{ }^\circ\text{C}$$

$$h_2 : 2780 \text{ kJ/kg}$$

$$\dot{m}_s : 69.6 \text{ ton/jam}$$

Dengan memasukan ke dalam rumus perhitungan, maka didapatkan energi yang digunakan oleh turbin:

$$q - w = \Delta h + \Delta E_k + \Delta E_p$$

$$-q - w = \Delta h + \Delta E_k + \Delta E_p$$

$$-w = h_2 - h_1$$

$$w_{turbin} = h_1 - h_2$$

$$w_{turbin} = 3110 \text{ kJ/kg} - 2780 \text{ kJ/kg}$$

$$w_{turbin} = 330 \text{ kJ/kg}$$

Lalu menentukan Daya Turbin dengan mengalikan dengan konsumsi uap/jam.

$$WTurbin = \dot{m}_s \times w_{turbin}$$

$$WTurbin = 69600 \text{ kg/jam} \times 330 \text{ kJ/kg}$$

$$WTurbin = 22968000 \text{ kJ/kg}$$

$$WTurbin = 6380 \text{ KW}$$

Menentukan Daya Aktual Turbin dengan mengalikan energi yang dihasilkan oleh turbin dengan efisiensi dari turbin.

$$W_{Tactual} = W_T \times \eta_{turbine}$$

$$W_{Tactual} = 6380 \text{ KW} \times 95\%$$

$$W_{Tactual} = 6061 \text{ KW}$$

Untuk menghitung efisiensi generator adalah dengan membandingkan daya keluaran generator dan daya masukan generator.

$$\eta_{gen} = \frac{\text{Beban}}{W_{Tactual}} \times 100\%$$

$$\eta_{gen} = \frac{5.7 \text{ MW}}{6.06 \text{ MW}} \times 100\%$$

$$\eta_{gen} = 94.05\%$$

Jadi Efisiensi Generator untuk tanggal 6 November adalah 94.05%.

g. Menghitung daya turbin tanggal 7 November

Untuk pengambilan pada tanggal 7 November 2018 dalam 24 jam didapatkan data rata-rata tekanan, temperatur, dan aliran steam sebagai berikut:

$$P_1 : 20.2 \text{ kg/cm}^2$$

$$T_1 : 340 \text{ }^\circ\text{C}$$

$$h_1 : 3115 \text{ kJ/kg}$$

$$P_2 : 1.03 \text{ kg/cm}^2$$

$$T_2 : 155 \text{ }^\circ\text{C}$$

$$h_2 : 2786 \text{ kJ/kg}$$

$$\dot{m} : 69.4 \text{ ton/jam}$$

Dengan memasukan ke dalam rumus perhitungan, maka didapatkan energi yang digunakan oleh turbin:

$$q - w = \Delta h + \Delta E_k + \Delta E_p$$

$$\cancel{q} - w = \Delta h + \cancel{\Delta E_k} + \cancel{\Delta E_p}$$

$$-w = h_2 - h_1$$

$$w_{turbin} = h_1 - h_2$$

$$w_{turbin} = 3115 \text{ kJ/kg} - 2786 \text{ kJ/kg}$$

$$w_{turbin} = 329 \text{ kJ/kg}$$

Lalu menentukan Daya Turbin dengan mengalikan dengan konsumsi uap/jam.

$$WTurbin = m_s \times w_{turbin}$$

$$WTurbin = 69420 \text{ kg/jam} \times 329 \text{ kJ/kg}$$

$$WTurbin = 22839180 \text{ kJ/kg}$$

$$WTurbin = 6344.2 \text{ KW}$$

Menentukan Daya Aktual Turbin dengan mengalikan energi yang dihasilkan oleh turbin dengan efisiensi dari turbin.

$$WT_{actual} = WT \times \eta_{turbin}$$

$$WT_{actual} = 6344.2 \text{ KW} \times 95\%$$

$$WT_{actual} = 6026.9 \text{ KW}$$

Untuk menghitung efisiensi generator adalah dengan membandingkan daya keluaran generator dan daya masukan generator.

$$\eta_{gen} = \frac{\text{Beban}}{WT_{actual}} \times 100\%$$

$$\eta_{gen} = \frac{5.5 \text{ MW}}{6.02 \text{ MW}} \times 100\%$$

$$\eta_{gen} = 91.36\%$$

Jadi Efisiensi Generator untuk tanggal 7 November adalah 91.36%.

h. Menghitung daya turbin tanggal 8 November

Untuk pengambilan pada tanggal 8 November 2018 dalam 24 jam didapatkan data rata-rata tekanan, temperatur, dan aliran steam sebagai berikut:

$$P_1 : 20.3 \text{ kg/cm}^2$$

$$T_1 : 339 \text{ }^\circ\text{C}$$

$$\begin{aligned}
 h_1 &: 3113 \text{ kJ/kg} \\
 P_2 &: 1.01 \text{ kg/cm}^2 \\
 T_2 &: 157 \text{ }^\circ\text{C} \\
 h_2 &: 2790 \text{ kJ/kg} \\
 \dot{m} &: 68.4 \text{ ton/jam}
 \end{aligned}$$

Dengan memasukan ke dalam rumus perhitungan, maka didapatkan energi yang digunakan oleh turbin:

$$\begin{aligned}
 q - w &= \Delta h + \Delta E_k + \Delta E_p \\
 -q - w &= \Delta h + \Delta E_k + \Delta E_p \\
 -w &= h_2 - h_1 \\
 w_{\text{turbin}} &= h_1 - h_2 \\
 w_{\text{turbin}} &= 3113 \text{ kJ/kg} - 2790 \text{ kJ/kg} \\
 w_{\text{turbin}} &= 323 \text{ kJ/kg}
 \end{aligned}$$

Lalu menentukan Daya Turbin dengan mengalikan dengan konsumsi uap/jam.

$$\begin{aligned}
 WT_{\text{Turbin}} &= \dot{m} \times w_{\text{turbin}} \\
 WT_{\text{Turbin}} &= 68400 \text{ kg/jam} \times 323 \text{ kJ/kg} \\
 WT_{\text{Turbin}} &= 22093200 \text{ kJ/jam} \\
 WT_{\text{Turbin}} &= 6137 \text{ KW}
 \end{aligned}$$

Menentukan Daya Aktual Turbin dengan mengalikan energi yang dihasilkan oleh turbin dengan efisiensi dari turbin.

$$\begin{aligned}
 W_{\text{Tactual}} &= WT \times \eta_{\text{turbin}} \\
 W_{\text{Tactual}} &= 6137 \text{ KW} \times 95\% \\
 W_{\text{Tactual}} &= 5830.15 \text{ KW}
 \end{aligned}$$

Untuk menghitung efisiensi generator adalah dengan membandingkan daya keluaran generator dan daya masukan generator.

$$\begin{aligned}
 \eta_{\text{gen}} &= \frac{\text{Beban}}{W_{\text{Tactual}}} \times 100\% \\
 \eta_{\text{gen}} &= \frac{5.6 \text{ MW}}{5.83 \text{ MW}} \times 100\%
 \end{aligned}$$

$$\eta_{gen} = 96.05\%$$

Jadi Efisiensi Generator untuk tanggal 8 November adalah 96.05%.

i. Menghitung daya turbin tanggal 9 November

Untuk pengambilan pada tanggal 9 November 2018 dalam 24 jam didapatkan data rata-rata tekanan, temperatur, dan aliran steam sebagai berikut:

$$P_1 : 20.6 \text{ kg/cm}^2$$

$$T_1 : 340 \text{ }^\circ\text{C}$$

$$h_1 : 3114 \text{ kJ/kg}$$

$$P_2 : 0.98 \text{ kg/cm}^2$$

$$T_2 : 153 \text{ }^\circ\text{C}$$

$$h_2 : 2782 \text{ kJ/kg}$$

$$\dot{m}_s : 69.4 \text{ ton/jam}$$

Dengan memasukan ke dalam rumus perhitungan, maka didapatkan energi yang digunakan oleh turbin:

$$q - w = \Delta h + \Delta E_k + \Delta E_p$$

$$-q - w = \Delta h + \Delta E_k + \Delta E_p$$

$$-w = h_2 - h_1$$

$$w_{turbin} = h_1 - h_2$$

$$w_{turbin} = 3114 \text{ kJ/kg} - 2782 \text{ kJ/kg}$$

$$w_{turbin} = 332 \text{ kJ/kg}$$

Lalu menentukan Daya Turbin dengan mengalikan dengan konsumsi uap/jam.

$$WTurbin = \dot{m}_s \times w_{turbin}$$

$$WTurbin = 69420 \text{ kg/jam} \times 332 \text{ kJ/kg}$$

$$WTurbin = 23047440 \text{ kJ/kg}$$

$$WTurbin = 6402.07 \text{ KW}$$

Menentukan Daya Aktual Turbin dengan mengalikan energi yang dihasilkan oleh turbin dengan efisiensi dari turbin.

$$W_{Tactual} = W_T \times \eta_{turbine}$$

$$W_{Tactual} = 6402.07 \text{ KW} \times 95\%$$

$$W_{Tactual} = 6081.96 \text{ KW}$$

Untuk menghitung efisiensi generator adalah dengan membandingkan daya keluaran generator dan daya masukan generator.

$$\eta_{gen} = \frac{\text{Beban}}{W_{Tactual}} \times 100\%$$

$$\eta_{gen} = \frac{5.5 \text{ MW}}{6.081 \text{ MW}} \times 100\%$$

$$\eta_{gen} = 90.44\%$$

Jadi Efisiensi Generator untuk tanggal 9 November adalah 90.44%.

j. Menghitung daya turbin tanggal 10 November

Untuk pengambilan pada tanggal 10 November 2018 dalam 24 jam didapatkan data rata-rata tekanan, temperatur, dan aliran steam sebagai berikut:

$$P_1 : 20.6 \text{ kg/cm}^2$$

$$T_1 : 340 \text{ }^\circ\text{C}$$

$$h_1 : 3114 \text{ kJ/kg}$$

$$P_2 : 0.99 \text{ kg/cm}^2$$

$$T_2 : 152 \text{ }^\circ\text{C}$$

$$h_2 : 2780 \text{ kJ/kg}$$

$$\dot{m} : 68.4 \text{ ton/jam}$$

Dengan memasukan ke dalam rumus perhitungan, maka didapatkan energi yang digunakan oleh turbin:

$$q - w = \Delta h + \Delta E_k + \Delta E_p$$

$$-q - w = \Delta h + \Delta E_k + \Delta E_p$$

$$-w = h_2 - h_1$$



$$w_{turbin} = h_1 - h_2$$

$$w_{turbin} = 3114 \text{ kJ/kg} - 2780 \text{ kJ/kg}$$

$$w_{turbin} = 334 \text{ kJ/kg}$$

Lalu menentukan Daya Turbin dengan mengalikan dengan konsumsi uap/jam.

$$W_{Turbin} = m_{\dot{s}} \times w_{turbin}$$

$$W_{Turbin} = 68400 \text{ kg/jam} \times 334 \text{ kJ/kg}$$

$$W_{Turbin} = 22845600 \text{ kJ/kg}$$

$$W_{Turbin} = 6402.06 \text{ KW}$$

Menentukan Daya Aktual Turbin dengan mengalikan energi yang dihasilkan oleh turbin dengan efisiensi dari turbin.

$$W_{Tactual} = W_T \times \eta_{turbin}$$

$$W_{Tactual} = 6402.06 \text{ KW} \times 95\%$$

$$W_{Tactual} = 6081.9 \text{ KW}$$

Untuk menghitung efisiensi generator adalah dengan membandingkan daya keluaran generator dan daya masukan generator.

$$\eta_{gen} = \frac{\text{Beban}}{W_{Tactual}} \times 100\%$$

$$\eta_{gen} = \frac{5.6 \text{ MW}}{6.08 \text{ MW}} \times 100\%$$

$$\eta_{gen} = 92.10\%$$

Jadi Efisiensi Generator untuk tanggal 10 November adalah 92.10%.

### C. Perhitungan Perbandingan Daya Aktual Turbin dengan Daya desain turbin

Dengan daya aktual turbin dapat dihitung nilai efisiensi terhadap desain:

a. Tanggal 1 November 2018

$$\begin{aligned} \text{Maka, } \eta &= \frac{\eta \text{ aktual}}{\eta \text{ desain}} \\ &= \frac{\frac{\text{load}}{W_{td}} \times 100\%}{\frac{\text{load}}{W_{td}} \times 100\%} \times 100\% \\ &= \frac{W_{td}}{w_{ta}} \times 100\% \\ &= \frac{5.718}{5.861} \times 100\% \\ &= 97.34\% \end{aligned}$$

b. Tanggal 2 November 2018

$$\begin{aligned} \text{Maka, } \eta &= \frac{\eta \text{ aktual}}{\eta \text{ desain}} \\ &= \frac{\frac{\text{load}}{W_{td}} \times 100\%}{\frac{\text{load}}{W_{td}} \times 100\%} \times 100\% \\ &= \frac{W_{td}}{w_{ta}} \times 100\% \\ &= \frac{5.734}{6.082} \times 100\% \\ &= 94.27\% \end{aligned}$$

c. Tanggal 3 November 2018

$$\begin{aligned} \text{Maka, } \eta &= \frac{\eta \text{ aktual}}{\eta \text{ desain}} \\ &= \frac{\frac{\text{load}}{W_{td}} \times 100\%}{\frac{\text{load}}{W_{td}} \times 100\%} \times 100\% \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 &= \frac{Wtd}{wta} \times 100\% \\
 &= \frac{5.714}{5.812} \times 100\% \\
 &= 98.31\%
 \end{aligned}$$

d. Tanggal 4 November 2018

$$\begin{aligned}
 \text{Maka, } \eta &= \frac{\eta \text{ aktual}}{\eta \text{ desain}} \\
 &= \frac{\frac{\text{load}}{Wtd} \times 100\%}{\frac{\text{load}}{Wtd} \times 100\%} \times 100\% \\
 &= \frac{Wtd}{wta} \times 100\% \\
 &= \frac{5.685}{6.008} \times 100\% \\
 &= 94.62\%
 \end{aligned}$$

e. Tanggal 5 November 2018

$$\begin{aligned}
 \text{Maka, } \eta &= \frac{\eta \text{ aktual}}{\eta \text{ desain}} \\
 &= \frac{\frac{\text{load}}{Wtd} \times 100\%}{\frac{\text{load}}{Wtd} \times 100\%} \times 100\% \\
 &= \frac{Wtd}{wta} \times 100\% \\
 &= \frac{5.713}{5.803} \times 100\% \\
 &= 98.44\%
 \end{aligned}$$

f. Tanggal 6 November 2018

$$\text{Maka, } \eta = \frac{\eta \text{ aktual}}{\eta \text{ desain}}$$

$$\begin{aligned}
& \frac{\text{load}}{\text{Wtd}} \times 100\% \\
&= \frac{\text{load}}{\text{Wtd}} \times 100\% \times 100\% \\
&= \frac{\text{Wtd}}{\text{wta}} \times 100\% \\
&= \frac{5.874}{6.061} \times 100\% \\
&= 96.91\%
\end{aligned}$$

g. Tanggal 7 November 2018

$$\text{Maka, } \eta = \frac{\eta \text{ aktual}}{\eta \text{ desain}}$$

$$\begin{aligned}
& \frac{\text{load}}{\text{Wtd}} \times 100\% \\
&= \frac{\text{load}}{\text{Wtd}} \times 100\% \times 100\% \\
&= \frac{\text{Wtd}}{\text{wta}} \times 100\% \\
&= \frac{5.747}{6.026} \times 100\% \\
&= 95.37\%
\end{aligned}$$

h. Tanggal 8 November 2018

$$\text{Maka, } \eta = \frac{\eta \text{ aktual}}{\eta \text{ desain}}$$

$$\begin{aligned}
& \frac{\text{load}}{\text{Wtd}} \times 100\% \\
&= \frac{\text{load}}{\text{Wtd}} \times 100\% \times 100\% \\
&= \frac{\text{Wtd}}{\text{wta}} \times 100\% \\
&= \frac{5.701}{5.830} \times 100\% \\
&= 97.78\%
\end{aligned}$$

i. Tanggal 9 November 2018

$$\begin{aligned}
\text{Maka, } \eta &= \frac{\eta \text{ aktual}}{\eta \text{ desain}} \\
&= \frac{\frac{\text{load}}{W_{td}} \times 100\%}{\frac{\text{load}}{W_{td}} \times 100\%} \times 100\% \\
&= \frac{W_{td}}{w_{ta}} \times 100\% \\
&= \frac{5.727}{6.081} \times 100\% \\
&= 94.17\%
\end{aligned}$$

j. Tanggal 10 November 2018

$$\begin{aligned}
\text{Maka, } \eta &= \frac{\eta \text{ aktual}}{\eta \text{ desain}} \\
&= \frac{\frac{\text{load}}{W_{td}} \times 100\%}{\frac{\text{load}}{W_{td}} \times 100\%} \times 100\% \\
&= \frac{W_{td}}{w_{ta}} \times 100\% \\
&= \frac{5.781}{6.081} \times 100\% \\
&= 95.06\%
\end{aligned}$$

#### D. Perhitungan Efisiensi Boiler

a. Efisiensi Boiler tanggal 1 November

Propertis Boiler Yoshimine :

$W_s$	= 68000 (kg/h)
$h_{\text{main steam}}$	= 3094 kJ/kg x 0.23 = 711.23 (kkal/kg)
$h_{\text{feedwater}}$	= 104 (kkal/kg)
$W_f$	= 49300(kg/h) uap: 1926(kkal/kg) = 25590 (kg/h)
ampas	
HHV	= 1926 (kkal/kg)

$$\text{Efisiensi Boiler } (\eta) = \frac{W_s * h_{\text{main steam}} - h_{\text{feedwater}}}{W_f * \text{HHV}} * 100\%$$

$$\text{Efisiensi Boiler } (\eta) = \frac{68000 \left( \frac{\text{kg}}{\text{hr}} \right) * \left( 711.23 \frac{\text{kkal}}{\text{kg}} - 104 \frac{\text{kkal}}{\text{kg}} \right)}{25590 \frac{\text{kg}}{\text{hr}} * 1926 \frac{\text{kkal}}{\text{hr}}} * 100\%$$

$$\text{Efisiensi Boiler } (\eta) = 83.77\%$$

Jadi Produksi Uap untuk Boiler Yoshimine = 56.89 ton/jam

Propertis Boiler Weltes :

$$W_s = 60000 \text{ (kg/h)}$$

$$h_{\text{main steam}} = 3094 \text{ kJ/kg} * 0.23 = 711.23 \text{ (kkal/kg)}$$

$$h_{\text{feedwater}} = 104 \text{ (kkal/kg)}$$

$$W_f = 43500 \text{ (kg/h) uap} : 1926 \text{ (kkal/kg)} = 22585 \text{ (kg/h)}$$

$$\text{HHV} = 1926 \text{ (kkal/kg)}$$

$$\text{Efisiensi Boiler } (\eta) = \frac{W_s * h_{\text{main steam}} - h_{\text{feedwater}}}{W_f * \text{HHV}}$$

$$\text{Efisiensi Boiler } (\eta) = \frac{60000 \left( \frac{\text{kg}}{\text{hr}} \right) * \left( 711.23 \frac{\text{kkal}}{\text{kg}} - 104 \frac{\text{kkal}}{\text{kg}} \right)}{22585 \frac{\text{kg}}{\text{hr}} * 1926 \frac{\text{kkal}}{\text{hr}}} * 100\%$$

$$\text{Efisiensi Boiler } (\eta) = 83.72\%$$

Jadi Produksi Uap untuk Boiler Weltes = 49.8 ton/jam

Propertis Boiler Takuma :

$$W_s = 30000 \text{ (kg/h)}$$

$$h_{\text{main steam}} = 3094 \text{ kJ/kg} * 0.23 = 711.23 \text{ (kkal/kg)}$$

$$h_{\text{feedwater}} = 104 \text{ (kkal/kg)}$$

$$W_f = 21750 \text{ (kg/h) uap} : 1926 \text{ (kkal/kg)} = 11292 \text{ (kg/h)}$$

ampas

$$\text{HHV} = 1926 \text{ (kkal/kg)}$$

$$\text{Efisiensi Boiler } (\eta) = \frac{W_s * h_{\text{main steam}} - h_{\text{feedwater}}}{W_f * \text{HHV}}$$

$$\text{Efisiensi Boiler } (\eta) = \frac{30000 \left( \frac{\text{kg}}{\text{hr}} \right) * \left( 711.23 \frac{\text{kcal}}{\text{kg}} - 104 \frac{\text{kcal}}{\text{kg}} \right)}{11292 \frac{\text{kg}}{\text{hr}} * 1926 \frac{\text{kcal}}{\text{hr}}} * 100\%$$

$$\text{Efisiensi Boiler } (\eta) = 85.61\%$$

Jadi Produksi Uap untuk Boiler Takuma = 24.8 ton/jam

Total Produksi Uap dari Boiler = 131.49 ton/jam

b. Efisiensi Boiler tanggal 2 November

Propertis Boiler Yoshimine :

$$W_s = 68000 \text{ (kg/h)}$$

$$h_{\text{main steam}} = 3116 \text{ kJ/kg} \times 0.23 = 716.68 \text{ (kcal/kg)}$$

$$h_{\text{feedwater}} = 104 \text{ (kcal/kg)}$$

$$W_f = 49300 \text{ (kg/h) uap: } 1926 \text{ (kcal/kg)} = 25590 \text{ (kg/h)}$$

ampas

$$\text{HHV} = 1926 \text{ (kcal/kg)}$$

$$\text{Efisiensi Boiler } (\eta) = \frac{W_s * h_{\text{main steam}} - h_{\text{feedwater}}}{W_f * \text{HHV}} * 100\%$$

$$\text{Efisiensi Boiler } (\eta) = \frac{68000 \left( \frac{\text{kg}}{\text{hr}} \right) * \left( 716.68 \frac{\text{kcal}}{\text{kg}} - 104 \frac{\text{kcal}}{\text{kg}} \right)}{25590 \frac{\text{kg}}{\text{hr}} * 1926 \frac{\text{kcal}}{\text{hr}}} * 100\%$$

$$\text{Efisiensi Boiler } (\eta) = 84.54\%$$

Jadi Produksi Uap untuk Boiler Yoshimine = 57.48 ton/jam

Propertis Boiler Weltes :

$$W_s = 60000 \text{ (kg/h)}$$

$$h_{\text{main steam}} = 3116 \text{ kJ/kg} \times 0.23 = 716.68 \text{ (kcal/kg)}$$

$$h_{\text{feedwater}} = 104 \text{ (kcal/kg)}$$

$$W_f = 43500 \text{ (kg/h) uap: } 1926 \text{ (kcal/kg)} = 22585 \text{ (kg/h)}$$

ampas

$$\text{HHV} = 1926 \text{ (kcal/kg)}$$

$$\text{Efisiensi Boiler } (\eta) = \frac{W_s * h_{\text{main steam}} - h_{\text{feedwater}}}{W_f * \text{HHV}}$$

$$\text{Efisiensi Boiler } (\eta) = \frac{60000 \left( \frac{\text{kg}}{\text{hr}} \right) * \left( 711.23 \frac{\text{kcal}}{\text{kg}} - 104 \frac{\text{kcal}}{\text{kg}} \right)}{22585 \frac{\text{kg}}{\text{hr}} * 1926 \frac{\text{kcal}}{\text{hr}}} * 100\%$$

Efisiensi Boiler ( $\eta$ ) = 84.32%

Jadi Produksi Uap untuk Boiler Weltes = 50.54 ton/jam

Propertis Boiler Takuma :

$$W_s = 30000 \text{ (kg/h)}$$

$$h_{\text{main steam}} = 3116 \text{ kJ/kg} \times 0.23 = 716.68 \text{ (kkal/kg)}$$

$$h_{\text{feedwater}} = 104 \text{ (kkal/kg)}$$

$$W_f = \frac{21750 \text{ (kg/h) uap} \cdot 1926 \text{ (kkal/kg)}}{11292 \text{ (kg/h) ampas}} =$$

$$\text{HHV} = 1926 \text{ (kkal/kg)}$$

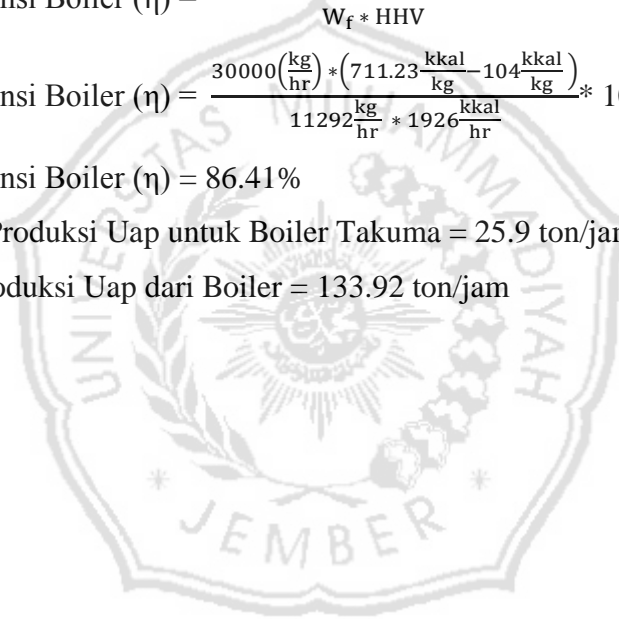
$$\text{Efisiensi Boiler } (\eta) = \frac{W_s \cdot h_{\text{main steam}} - h_{\text{feedwater}}}{W_f \cdot \text{HHV}}$$

$$\text{Efisiensi Boiler } (\eta) = \frac{30000 \left(\frac{\text{kg}}{\text{hr}}\right) \cdot \left(711.23 \frac{\text{kkal}}{\text{kg}} - 104 \frac{\text{kkal}}{\text{kg}}\right)}{11292 \frac{\text{kg}}{\text{hr}} \cdot 1926 \frac{\text{kkal}}{\text{hr}}} \cdot 100\%$$

Efisiensi Boiler ( $\eta$ ) = 86.41%

Jadi Produksi Uap untuk Boiler Takuma = 25.9 ton/jam

Total Produksi Uap dari Boiler = 133.92 ton/jam





## BIODATA



Teguh Priambodo lahir di Jember, 29 November 1995.

Telah menempuh Pendidikan mulai dari TK Pertiwi Sukoreno selama 1 tahun, melanjutkan ke SDN 02 Sukoreno selama 6 tahun, kemudian melanjutkan ke SMP Negeri 1 Umbulsari selama 3 tahun, SMA Negeri 1 Kencong selama 3 tahun.

Saat ini penulis sedang menyelesaikan pendidikan S1 Teknik Elektro Universitas Muhammadiyah Jember angkatan 2015.

