

INTISARI

Tangki penyimpan energi termal (PET) stratifikasi banyak digunakan pada sistem kogenerasi untuk meningkatkan efisiensi dengan memanfaatkan energi dari gas buang cerobong turbin gas. Tangki ini digunakan untuk pengaturan beban termal pada sistem kogenerasi dengan menyimpan energi pada saat beban rendah dan menggunakannya pada saat beban tinggi. Pada pengoperasian tangki tersebut unjuk kerja tangki PET stratifikasi dipengaruhi oleh mekanisme pencampuran air panas dan air dingin. Beberapa kajian dan penelitian sangat penting dilakukan untuk meningkatkan unjuk kerja tangki PET stratifikasi.

Pada penelitian ini dilakukan dua hal pokok yaitu formulasi unjuk kerja dan studi eksperimental tangki PET stratifikasi. Formulasi yang dilakukan ini merupakan metoda baru dengan menggunakan model mekanistik yang ditentukan dari hasil analisa distribusi temperatur untuk memformulasikan unjuk kerja tangki PET stratifikasi. Sedangkan pengujian eksperimental dilakukan pada proses pengisian tangki PET stratifikasi untuk mendapatkan data distribusi temperatur dengan memvariasikan diameter kepala tangki, diameter difuser dan debit aliran.

Hasil dari formulasi didapatkan bahwa profil distribusi temperatur air di dalam tangki PET stratifikasi dapat direpresentasikan dengan persamaan *Four Parameter Sigmoid* (FPS). Persamaan ini menghubungkan empat parameter, yaitu temperatur rata-rata air dingin, temperatur rata-rata air panas, titik tengah termoklin dan gradien kemiringan kurva. Dengan menggunakan persamaan FPS, parameter distribusi temperatur tangki PET yaitu batas atas (U), batas bawah (B), dan ketebalan termoklin (W_{TC}), energi tersimpan kumulatif (Q_{cum}) dan unjuk kerja *Half-cycle Figure of Merit* ($FoM_{1/2}$) dapat dijabarkan secara matematis.

Hasil studi eksperimental mengungkapkan bahwa variasi diameter kepala tangki, diameter difuser dan debit mempengaruhi unjuk kerja tangki PET. Termoklin yang tipis mempunyai unjuk kerja tangki PET lebih baik. Pada variasi diameter kepala tangki, unjuk kerja tertinggi dicapai oleh diameter kepala tangki terbesar. Hal ini disebabkan pencampuran antara air panas dan air dingin di dalam tangki PET stratifikasi mengalir lebih stabil. Hasil lain menunjukkan unjuk kerja tangki PET tertinggi terjadi pada diameter difuser terbesar karena memiliki kecepatan masuk lebih rendah. Selain itu terbukti juga bahwa debit terendah mempunyai unjuk kerja tertinggi. Hal ini menunjukkan bahwa variasi diameter kepala tangki, diameter difuser dan debit mempengaruhi stratifikasi temperatur tangki PET, sehingga memberikan pengaruh yang signifikan terhadap unjuk kerja tangki PET stratifikasi.

Kata kunci : Tangki Penyimpan Energi Termal Stratifikasi, Distribusi Temperatur, *Four Parameter Sigmoid*, Unjuk Kerja, Termoklin.

ABSTRACT

Stratified Thermal Energy Storage (TES) tank is widely used in the cogeneration system to store thermal energy generated from utilization of gas turbine exhaust from the chimney. The tanks is used for maintaining the thermal load on the operation of the cogeneration system by storing energy during off peak and use at on peak periods. The performance of the stratified TES tank performance is affected by mixing mechanism of the warm and cool water. Further studies and researches are very important to improve the performance of the stratified TES tank.

This research is focused on two point, namely formulation of the performance and experimental study of the stratified TES tank. The formulation is built based on temperature distribution analysis. While experiment study is carried out to characterizise the performance of stratified TES tank in variation of the diameter of the head tank, diameter of the diffuser and flowrate.

The formulations revealed that the water temperature distribution profile in the stratified TES tank can be represented by Four Parameter Sigmoid (FPS) equation. This equation links four parameters, namely average temperature of the cool water, average temperature of warm water, midpoint of thermocline and slope of the thermocline gradient. By using the FPS, the parameters of temperature distribution of stratified TES tank can be described mathematically. These parameters are the upper limit of the thermocline (U), the lower limit of the thermocline (B), the thickness of the thermocline (W_{TC}), the energy stored cumulative (Q_{cum}) and Half-cycle Figure of Merit ($FoM_{1/2}$) performance.

Result of the experimental study revealed that the variation of head diameter of the tank, diffuser diameter and flow rate influence to the stratified TES tank performance. Thinner thermocline indicate the higher performance. On the variation of the head diameter, it is shown that the highest performance achieved at the biggest head diameter. This is due to more stable mixing flows between warm and cool water in the stratified TES tank. The other results show that the highest performance occured on the biggest diffuser diameter which has a lower velocity on the inlet flows of the tank. In addition it is obviouly proven that the lowest flow rate initiate the highest performance. It is highlighted that the variation of diameter head, diffuser diameter and flow rate influence the temperature stratification, hence significant effect to the performance of the stratified TES tank.

Keywords: Thermal Energy Storage Stratification Tank, Temperature Distribution, Four Parameter Sigmoid, Performance, Thermocline