

INTISARI

Tangki penyimpanan energi termal (PET) stratifikasi sering digunakan pada sistem *cogeneration* untuk menyimpan energi panas yang dihasilkan oleh pemanfaatan energi panas dari cerobong. Kelebihan tangki PET stratifikasi ini adalah konstruksinya yang sederhana, biaya operasi rendah dan mempunyai unjuk kerja yang relatif tinggi dibandingkan dengan tangki jenis lainnya. Tangki PET stratifikasi ini dimanfaatkan untuk pengelolaan beban, dengan menyimpan panas pada periode beban rendah dan digunakan kembali pada periode beban tinggi. Unjuk kerja tangki PET stratifikasi dipengaruhi oleh ketebalan pencampuran air panas dan air dingin yang disebut dengan termoklin. Semakin tipis termoklin maka semakin baik unjuk kerja tangki PET stratifikasi. Metode penentuan unjuk kerja tangki PET menggunakan estimasi dan formulasi dimana metode estimasi hasil yang diperoleh kurang akurat, sedangkan metode formulasi bisa dihitung dengan hasil yang pasti. Namun demikian ketebalan termoklin dipengaruhi oleh penentuan ujung termoklin yang menggunakan angka temperatur *cut-off* atau θ .

Tujuan penelitian ini untuk mengkonfirmasi tebal termoklin eksperimental pada tangki dengan menggunakan metode visualisasi yaitu dengan memberi pewarna untuk air panas. Eksperimental ini juga dilakukan pada bentuk kepala tangki yang berbeda-beda ($\varnothing 200$ mm, $\varnothing 300$ mm dan $\varnothing 400$ mm) dengan difuser yang berbentuk ring ($\varnothing 180$ mm) dan tiga variasi debit aliran yang berbeda yaitu 1,22 liter/menit, 1,27 liter/menit, dan 1,32 liter/menit. Hasil penelitian ini akan ditentukan dengan formulasi matematis berdasarkan analisa distribusi temperatur menggunakan persamaan SDR (*Sigmoid Dose Response*). Dengan menggunakan persamaan SDR dapat diketahui empat parameternya antara lain temperatur air dingin (T_c), temperatur air panas (T_h), titik tengah termoklin (C), gradien kemiringan kurva (S) dan variabel kedalaman tak berdimensi (X). Persamaan SDR tersebut selanjutnya digunakan untuk membantu menentukan unjuk kerja tangki meliputi ketebalan termoklin (W_{TC}), energi tersimpan kumulatif (Q_{cum}) dan *Figure of Merit* $\frac{1}{2}$ ($FOM \frac{1}{2}$).

Penelitian menggunakan ujung termoklin atau (θ) sebesar 0,1 untuk semua perhitungan. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa tangki lurus ($\varnothing 200$ mm) menghasilkan termoklin yang lebih tipis dan memiliki nilai efisiensi termal $FOM \frac{1}{2}$ yang lebih baik dibanding dengan kepala tangki bertingkat. Sedangkan Q_{cum} terbaik pada kepala dengan diameter 400 mm dan juga debit aliran yang menunjukkan termoklin yang lebih tipis adalah debit aliran 1,22 liter/menit dari ketiga variasi debit aliran. Termoklin yang tipis mempunyai unjuk kerja tangki PET lebih baik. Hal ini menunjukkan bahwa timbulnya *vortex* pada perubahan bentuk geometri kepala tangki PET stratifikasi dibandingkan dengan tangki lurus yang menyebabkan termoklin membesar. Dan juga semakin besar debit aliran yang digunakan maka semakin besar pula ketebalan termoklin.

Kata kunci : Tangki Penyimpan Energi Termal Stratifikasi, Distribusi Temperatur, *Sigmoid Dose Response*, Unjuk Kerja, Visualisasi, Termoklin.

ABSTRACT

A stratified thermal energy storage (TES) tank is oftenly used in a cogeneration system to store thermal energy generated by utilization of the waste energy from chimney. Some advantages in using this kind of tank are its simple construction, low operating costs, and high performance in comparison with the other types. The stratified TES tank is also commonly utilized for load management by storing heat during off-peak demand and reusing it at on-peak demand. Furthermore, the stratified TES tank performance is affected by the mixing of hot and cold water area, namely thermocline. The thinner thermocline has the better performance of stratified TES tank. Methods in determining the performance of the TES tank are estimation and formulation. The estimation methods gives less accurate than the formulation method. In addition formulation which can be used to performance parameter definitely. The thermocline edge is determined bashed on cut-off temperature numbers or θ .

The study aims to confirm experimentally the thermocline thickness using visualization method which is provided by coloured hot water. This is used to validate the value of thermocline edge (θ). The experimental is conducted on various tank head shapes ($\text{Ø}200$ mm, $\text{Ø}300$ mm, and $\text{Ø}400$ mm) with a certain ring-shaped diffuser ($\text{Ø}180$ mm) and three different variations in flow rates (1,22 liters/minute, 1,27 liter/minute, and 1,32 liters/minute). The results are determined by a mathematical formula performance parameter are determinde bashed on using SDR (Sigmoid Dose Response) equation. Relates SDR equation, four parameters relates the cold water temperature (T_c), the hot water temperature (T_h), the thermocline midpoint (C), the curve slope (S) and variable the depth of the dimensionless (X). The performance parameter are the thermocline thickness (W_{TC}), the cumulative stored energy (Q_{cum}), and Figure of Merit ($FOM \frac{1}{2}$).

Research shows that the thermocline edge (θ) is suitable to the value 0.1, that use to evaluate performance stratified TES tank. The results indicate that the straight tank with 200 mm of diameter produces the thinner thermocline which has the better value of thermal efficiency $FOM \frac{1}{2}$ than the head-stored tank. The best Q_{cum} on the head with a diameter of 400 mm and flow rates of 1.22 liter / minute produces a thinner thermocline in the third variation of the flow rate. This means that the onset vortex changes the geometry shape of the head of the stratified TES tank in comparison with the straight tank cause the thermocline enlargement. The larger the flow rate, the higher the thickness of the thermocline.

Keywords: Stratified thermal energy storage tank, temperature distribution, sigmoid dose response, performance, visualization, thermocline.