

HAMBATAN PERPINDAHAN PANAS AKIBAT KERAK CaCO_3 PADA PIPA *HEAT EXCHANGER TIPE SHELL AND TUBE* DAN PENGENDALIANNYA DENGAN ADITIF ASAM FORMAT DAN ASAM OKSALAT

Oleh :

Andi Waluyo Sejati

NIM C2A215016

Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik
Universitas Muhammadiyah Semarang

ABSTRAK

Pipa pada *Heat Exchanger Shell and Tube* didesain dengan diameter relatif kecil dalam usaha mendapatkan efisiensi perpindahan panas yang tinggi. Penampang pipa yang kecil ini menjadikan pipa rawan tersumbat oleh kerak. Beberapa penelitian telah menunjukkan bahwa kerak CaCO_3 pada permukaan dalam pipa menghambat proses perpindahan panas menjadi 15 sampai 30 kali lebih rendah. Oleh karenanya perlu dilakukan mitigasi pengendalian kerak CaCO_3 dalam pipa *heat exchanger*. Penelitian mitigasi pengendalian kerak CaCO_3 ini dilakukan dengan bahan sintetik yaitu $\text{CaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$; Na_2CO_3 dan asam format (CH_2O_2) dan asam oksalat ($\text{C}_2\text{H}_2\text{O}_4$). Sebuah alat eksperimen yang dikendalikan secara otomatis menggunakan program komputer berbasis pada *software* Delphi 3 yang diproduksi oleh Borland® dilengkapi dengan modul *Heat Exchanger Shell and Tube* berukuran mini dipasang pada alat eksperimen dioperasikan dengan model aliran searah serta berlawanan. Data yang didapat dianalisis menggunakan rumus efisiensi perpindahan panas untuk mengetahui model aliran *Heat Exchanger Shell and Tube* yang berpotensi paling rendah dalam pembentukan kerak. Kerak selanjutnya dianalisis menggunakan SEM dan XRD dan dianalisis lanjut menggunakan metode kuantitatif analisis Rietveld *refinery* dengan program FullProf untuk mengungkap distribusi fase dimana sangat dibutuhkan dalam mitigasi fisik. Selain melakukan mitigasi fisik, penelitian ini juga melakukan mitigasi pengendalian kerak dengan metode kimiawi yaitu dengan menambahkan senyawa kimia asam format (CH_2O_2) dan asam oksalat ($\text{C}_2\text{H}_2\text{O}_4$) pada air pengumpan untuk mengendalikan kerak. Eksperimen pengujian penggunaan dua bahan aditif asam format dan asam oksalat dalam pengoperasian *Shell and Tube Heat Exchanger* dengan model aliran *Linear Flow* dan *Cross Flow* telah berhasil dilaksanakan. Model *Linear Flow* (LF) mengakibatkan pembentukan kerak CaCO_3 hanya mencapai 0,9243 gram lebih sedikit dibanding dengan model *Cross Flow* (CF) mencapai 0,9646 gram. Pada penggunaan asam format 10 ppm massa kerak bisa dikurangi dari 0,9243 gram menjadi 0,6486 gram atau dapat diturunkan sebesar 30%. Penggunaan asam oksalat 10 ppm hanya mampu menurunkan massa kerak menjadi 0,7672 gram atau turun sebesar 18%. Penggunaan asam format sebagai aditif mampu menurunkan hambatan perpindahan panas dari semula 788×10^{-6} ($\text{m}^2 \cdot \text{K}/\text{W}$) menjadi 611×10^{-6} ($\text{m}^2 \cdot \text{K}/\text{W}$) atau turun sebesar 22,5%. Penggunaan asam oksalat sebagai aditif hanya mampu menurunkan hambatan perpindahan panas menjadi 654×10^{-6} ($\text{m}^2 \cdot \text{K}/\text{W}$) atau sebesar 17%.

Keywords : CaCO_3 ; Pipa; *Heat Exchanger*; *Shell and Tube*; Fouling Resistance;

Fouling Resistance of CaCO₃ Scale in the Presence Formic and Oxalic Acid on Shell and Tube Heat Exchanger Operated as Linear and Cross Flow

By:

Andi Waluyo Sejati

NIM C2A215016

**Mechanical Engineering Study Program Faculty of Engineering
University of Muhammadiyah Semarang**

ABSTRACT

Pipes on Heat Exchanger Shell and Tube are usually designed in smaller diameter in address to achieve higher heat transfer efficiency. This smaller diameter makes the pipes tends to be clogged by the scale. Several studies have been proven that the scale of CaCO₃ on the inner surface declined heat transfer process until 30 times lower. That's why the research on heat exchanger scale mitigation is very important to conduct. In this research, mitigation of CaCO₃ scale control was done by synthetic materials, namely CaCl₂.2H₂O; Na₂CO₃, formic acid (CH₂O₂) and oxalic acid (C₂H₂O₄). An automatic computer program based on Delphi 3.0 software produced by Borland® equipped to the rig and also a module of Shell and Tube Heat Exchanger. The module was operated in direct and cross flow model. The scale is further analyzed using SEM and XRD and continued by Rietveld refinery quantitative analysis method assisted by FullProf program to reveal the distribution of phases which are urgently needed in physical mitigation. In addition to physical mitigation, this study also mitigated scale control by chemical methods. Testing experiments on the use of formic acid and oxalic acid additives in the operation of Shell and Tube Heat Exchangers with Linear Flow and Cross Flow flow models have been successfully implemented. Scale deposited of Linear Flow (LF) model resulted CaCO₃ scale only 0.9243 gram other wise Cross Flow (CF) model 0.9646 gram. The use formic acid in 10 ppm reduced scale deposited from 0.9243 gram to 0.6486 gram or decreased 30%. The use 10 ppm oxalic acid only able decreased scale deposited to 0.7672 gram or decreased by 18%. The use of formic acid is able to alter the crystal phase distribution convincingly where the vaterite phase appears in the amount of 50% of the original only 32%. This vaterite phase has an effect in decreasing crustal mass because this phase has the lowest density. The use of formic acid as an additive can reduce the heat transfer resistance from the original 788 x 10⁻⁶ (m².0K / W) to 611 x 10⁻⁶ (m².0K / W) or decrease by 22.5%. The use of oxalic acid as an additive can only reduce the resistance of heat transfer to 654 x 10⁻⁶ (m².0K / W) or by 17%.

Keywords : CaCO₃; Pipa; Heat Exchanger; Shell and Tube; Fouling Resistance;.

