

TUGAS AKHIR

**RANCANG BANGUN PENUKAR PANAS *FINNED*
TUBE DENGAN PELAPISAN ZEOLIT UNTUK
PENANGKAPAN CO₂**

OLEH:

EZRA JOICE NATALIE

NIM. 2110911017



**DEPARTEMEN TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS ANDALAS
PADANG
2025**

ABSTRACT

This research focuses on the design and performance evaluation of a finned tube heat exchanger coated with zeolite as an adsorbent for carbon dioxide (CO₂) capture using the Temperature Swing Adsorption (TSA) method. The study addresses the growing need for effective carbon capture technologies amid rising atmospheric CO₂ concentrations due to industrial emissions. A motorcycle radiator was selected as the heat exchanger for its high surface area, affordability, availability, and ease of modification. The zeolite coating was prepared using a mixture of zeolite powder, silica sol as a binder, and water, then applied to the fins to increase adsorption capacity.

The experimental setup involved varying the regeneration temperatures at 45°C, 55°C, 65°C, and 75°C to observe their effects on CO₂ desorption performance and recovery ratio. Results showed that the highest CO₂ desorption occurred at 65°C, with a recovery ratio of 3.77%, indicating this temperature as the optimal point. However, the zeolite coating negatively affected the heat exchanger's thermal effectiveness due to fouling and exothermic adsorption of water vapor, which caused anomalous temperature readings and reduced heat transfer.

This study demonstrates that zeolite-coated finned tube heat exchangers can be a feasible solution for compact and low-cost CO₂ capture systems, especially in small-scale or distributed applications. Future work is recommended to optimize coating techniques and explore the use of alternative adsorbents or surface treatments to enhance long-term performance.

Keywords: *Finned Tube Heat Exchanger, Zeolite, CO₂ Capture, Temperature Swing Adsorption (TSA), Recovery Ratio*

ABSTRAK

Penelitian ini berfokus pada perancangan dan evaluasi kinerja penukar panas tipe *finned tube* yang dilapisi zeolit sebagai adsorben untuk penangkapan karbon dioksida (CO₂) dengan metode *Temperature Swing Adsorption* (TSA). Kajian ini dilatarbelakangi oleh meningkatnya konsentrasi CO₂ di atmosfer akibat emisi industri, yang memicu kebutuhan akan teknologi penangkapan karbon yang efisien dan terjangkau. Radiator motor digunakan sebagai penukar panas karena memiliki luas permukaan perpindahan panas yang besar, mudah dimodifikasi, tersedia luas di pasaran, serta biaya yang relatif rendah. Pelapisan zeolit dilakukan dengan campuran zeolit, silica sol sebagai perekat, dan air, yang diaplikasikan pada sirip radiator untuk meningkatkan kapasitas adsorpsi.

Pengujian dilakukan dengan variasi temperatur regenerasi 45°C, 55°C, 65°C, dan 75°C untuk mengetahui pengaruhnya terhadap kinerja desorpsi CO₂ dan recovery ratio. Hasil menunjukkan bahwa desorpsi tertinggi terjadi pada 65°C dengan recovery ratio sebesar 3,77%, sehingga dianggap sebagai titik optimum. Namun demikian, pelapisan zeolit menyebabkan penurunan efektivitas perpindahan panas karena efek fouling dan reaksi eksotermis dari adsorpsi uap air, yang menyebabkan anomali pada pembacaan temperatur dan menurunkan performa termal radiator.

Penelitian ini membuktikan bahwa penukar panas *finned tube* berlapis zeolit memiliki potensi sebagai sistem penangkap CO₂ yang kompak dan hemat biaya. Untuk penelitian selanjutnya disarankan untuk mengkaji teknik pelapisan yang lebih optimal serta eksplorasi penggunaan adsorben alternatif guna meningkatkan kinerja dan daya tahan alat dalam jangka panjang.

Kata Kunci: Penukar Panas *Finned Tube*, Zeolit, Penangkapan CO₂, *Temperature Swing Adsorption* (TSA), *Recovery Ratio*