

Strategi Hibridisasi Matriks *Polyisocyanurate Board* Berfiller *White Glass Microspheres* Berpenguat *Silica Aerogel Blanket* untuk Insulasi Termal Tangki LNG *Type C*

Oleh : Mohammad Husen Afansyah

Program Studi : S1 Teknik Perkapalan

Dosen Pembimbing : 1. Dr. Tuswan, S.T.

2. Ir. Ari Wibawa Budi Santosa, S.T., M.Si.

ABSTRAK

Transportasi gas alam cair (*Liquefied Natural Gas/LNG*) menghadapi tantangan berupa perpindahan panas dari lingkungan yang dapat meningkatkan laju penguapan alami (*Boil-Off Gas/BOG*). Oleh karena itu, diperlukan sistem insulasi kriogenik yang memiliki kinerja termal tinggi dengan massa yang relatif rendah untuk aplikasi pada tangki LNG Tipe-C. Penelitian ini bertujuan mengevaluasi karakteristik fisik dan performa termal sistem insulasi hibrida multilapis yang tersusun atas *Polyisocyanurate Board* (PIRB), *Silica Aerogel Blanket* (SAB), dan matriks *Polyurethane* (PU) yang dimodifikasi menggunakan *White Glass Microspheres* (WGM) dengan variasi fraksi berat 0 wt%, 30 wt%, dan 60 wt%. Pengujian densitas curah dilakukan mengacu pada ASTM D1622, sedangkan karakterisasi konduktivitas termal efektif (k) pada kondisi tunak (*steady-state*) dilakukan berdasarkan ASTM C177 menggunakan *Heat Conduction Apparatus* GUNT WL 420. Hasil pengujian menunjukkan bahwa peningkatan fraksi berat WGM secara konsisten menurunkan densitas curah dan konduktivitas termal efektif pada seluruh variasi spesimen. Densitas curah terendah diperoleh pada spesimen **P6S3W60** sebesar **69,10 kg/m³**, sedangkan nilai konduktivitas termal efektif terendah diperoleh pada spesimen **P3S6W60** sebesar **0,01947 ± 0,00003 W/m·K**. Berdasarkan analisis parametrik pada kondisi batas kriogenik dengan gradien temperatur sebesar **192 K**, spesimen **P3S6W60** menghasilkan hambatan termal tertinggi sebesar **0,5135 m²·K/W**, fluks panas kriogenik terendah sebesar **373,89 W/m²**, dan laju kebocoran panas absolut terkecil sebesar **0,117 W**. Sementara itu, spesimen **P6S3W60** menunjukkan *Performance Index* tertinggi sebesar **0,6442 m⁴·K/(W·kg)**, yang mengindikasikan efisiensi terbaik antara kemampuan insulasi termal dan bobot material. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kombinasi lapisan SAB yang lebih tebal dan penambahan filler WGM mampu meningkatkan performa termal sistem insulasi, sedangkan konfigurasi dengan dominasi PIRB memberikan efisiensi massa yang lebih baik. Oleh karena itu, material komposit hibrida PIRB/SAB/WGM berpotensi dikembangkan sebagai kandidat sistem insulasi pada tangki LNG Tipe-C.

Kata kunci: Tangki LNG Tipe-C, insulasi multilapis, *White Glass Microspheres*, *Silica Aerogel Blanket*, konduktivitas termal, *Boil-Off Gas*.