

Abstract of thesis presented to the Senate of Universiti Malaysia Terengganu in fulfillment of the requirements for the degree of Master of Science

**MECHANICAL AND THERMAL PROPERTIES OF HYBRID GRAPHENE
NANOPLATELETS-MONTMORILLONITE FILLED EPOXIDIZED PALM
OIL-EPOXY RESIN**

NUR ALIAA BINTI ZULKEFLI

AUGUST 2023

Main Supervisor : Rohani Binti Mustapha, Ph.D

Co-Supervisor : Associate Professor Suriani binti Mat Jusoh, Ph.D

Faculty : Faculty of Ocean Engineering Technology

Numerous studies explore the impact of nanofillers on epoxidized oil-epoxy resins, with a limited focus on epoxidized palm oil-epoxy resin. This study systematically explores the effects of varying graphene nanoplatelet (GNP), montmorillonite (MMT), and GNP-MMT hybrid ratios on the mechanical and thermal properties of EPO-epoxy resins. In this comprehensive analysis, GNP loadings were systematically varied from 0.5 to 0.75 and 1.0 wt%, MMT loadings ranged from 1.0 to 1.5 and 2.0 wt%, and GNP-MMT hybrid ratios spanned from 0.5:1.0 to 0.5: 1.5 and 0.5:2.0 wt%. The findings revealed a complex relationship between filler content and resin properties. Single-filler MMT, at loadings of 1.0, 1.5, and 2.0 wt%, led to a decrease in mechanical properties but an improvement in thermal characteristics of the epoxy/EPO resins. Conversely, the incorporation of GNP at 0.5 and 0.75 wt% loadings resulted in a notable increase in mechanical properties. Specifically, the loading of 0.5 wt% exhibited the most substantial improvement, yielding a remarkable 15.94% and 16.38% increase in flexural strength and impact strength, respectively. However, a subsequent increase in GNP loading to 1.0 wt% initiated a decline in both mechanical and thermal properties of the epoxy/EPO resins. Hybrid resin blends were formulated by maintaining a fixed GNP loading (0.5 wt%) and varying MMT loading (1.0, 1.5

and 2.0 wt%). These hybrid blends, especially hybrids GNP0.5:MMT1.0 and GNP0.5:MMT1.5, demonstrated superior mechanical strength compared to resins incorporated with individual GNP or MMT fillers. Hybrid GNP0.5:MMT1.5, in particular, exhibited a significant flexural strength enhancement, 37.78% and 43.50% higher than the epoxy/EPO resins. However, a slight reduction in mechanical characteristics was observed in hybrid GNP0.5:MMT2.0. Notably, all hybrid formulations resulted in improved thermal properties, with the highest increment achieved through the incorporation of hybrid GNP0.5:MMT1.5. This study underscores the synergistic effects of hybrid nanofillers, demonstrating their superior performance in enhancing both mechanical and thermal properties compared to the use of single fillers. The findings provide valuable insights for tailoring nanofiller combinations to optimize epoxy resin performance, thereby advancing the potential applications of these materials in various industries.

Abstrak tesis yang dikemukakan kepada Senat Universiti Malaysia Terengganu sebagai memenuhi keperluan untuk Ijazah Sarjana Sains

SIFAT MEKANIKAL DAN TERMA HIBRID GRAFIN NANOPLET-MONMORILLONIT DIISI MINYAK SAWIT TEREPOKSIDA-RESIN EPOKSI

NUR ALIAA BINTI ZULKEFLI

OGOS 2023

Penyelia Utama : Rohani Binti Mustapha, Ph.D

Penyelia Bersama : Profesor Madya Suriani Binti Mat Jusoh, Ph.D

Fakulti : Fakulti Teknologi Kejuruteraan Kelautan

Banyak kajian meneroka kesan pengisi nano pada resin epoksi minyak terepokside, tetapi tumpuan pada resin epoksi minyak sawit terepokside adalah terhad. Kajian ini secara sistematik meneroka kesan kandungan graphene nanoplatelet (GNP), montmorillonite (MMT) dan GNP-MMT yang berbeza-beza terhadap sifat mekanikal dan haba resin EPO-epoksi. Dalam analisis komprehensif ini, pemuatan GNP secara sistematik diubah daripada 0.5 hingga 0.75 dan 1.0 wt%, pemuatan MMT berjulat antara 1.0 hingga 1.5 dan 2.0 wt%, dan nisbah hibrid GNP-MMT menjangkau dari berat 0.5:1.0 hingga 0.5: 1.5:2 dan 0.5: 1.5.5 dan 0.5: 1.5%. Penemuan mendedahkan hubungan yang kompleks antara kandungan pengisi dan sifat resin. Pengisi tunggal MMT, pada berat 1.0, 1.5, dan 2.0%, membawa kepada penurunan dalam sifat mekanikal tetapi peningkatan dalam ciri terma resin epoksi/EPO. Sebaliknya, penggabungan GNP pada berat 0.5 dan 0.75 wt% menghasilkan peningkatan ketara dalam sifat mekanikal. Secara khusus, pemuatan 0.5 wt% menunjukkan peningkatan yang paling ketara, masing-masing menghasilkan peningkatan yang luar biasa sebanyak 15.94% dan 16.38% dalam kekuatan lentur dan kekuatan hentaman. Walau bagaimanapun, peningkatan seterusnya dalam pemuatan GNP kepada 1.0 wt% telah memulakan penurunan dalam kedua-dua sifat mekanikal dan haba resin epoksi/EPO.

Campuran resin hibrid dirumus dengan mengekalkan pemuatan GNP (0.5 wt%) dan pemuatan MMT yang berbeza-beza (1.0, 1.5 dan 2.0 wt%). Campuran hibrid ini, terutamanya hibrid GNP0.5:MMT1.0 dan GNP0.5:MMT1.5, menunjukkan kekuatan mekanikal yang unggul berbanding resin yang digabungkan dengan pengisi GNP atau MMT individu. Hibrid GNP0.5:MMT1.5, khususnya, mempamerkan peningkatan kekuatan lentur yang ketara, 37.78% dan 43.50% lebih tinggi daripada resin epoksi/EPO. Walau bagaimanapun, pengurangan sedikit dalam ciri mekanikal diperhatikan dalam hibrid GNP0.5:MMT2.0. Terutama sekali, semua formulasi hibrid menghasilkan sifat terma yang lebih baik, dengan kenaikan tertinggi dicapai melalui penggabungan hibrid GNP0.5:MMT1.5. Kajian ini menggariskan kesan sinergistik pengisi nano hibrid, menunjukkan prestasi unggul mereka dalam meningkatkan kedua-dua sifat mekanikal dan haba berbanding dengan penggunaan pengisi tunggal. Penemuan ini memberikan pandangan yang berharga untuk menyesuaikan kombinasi pengisi nano untuk mengoptimumkan prestasi resin epoksi, dengan itu memajukan potensi aplikasi bahan ini dalam pelbagai industri.