

DISERTASI (TMS 990)

PROGRAM S-3 DEPARTEMEN TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK UNIVERSITAS ANDALAS

Sebagai Syarat untuk Menyelesaikan Tingkat Program Doktor
(Strata 3) pada Departemen Teknik Mesin Fakultas Teknik
Universitas Andalas



PENGEMBANGAN MATERIAL TANGGUH
CAMPURAN TERMOSET POLYESTER DAN VINYL
ESTER UNTUK MATRIKS BIO-KOMPOSIT SEBAGAI
RAW MATERIAL UNTUK KOMPONEN OTOMOTIF

Mahasiswa:

Nusyirwan, (NIM: 1830912003)

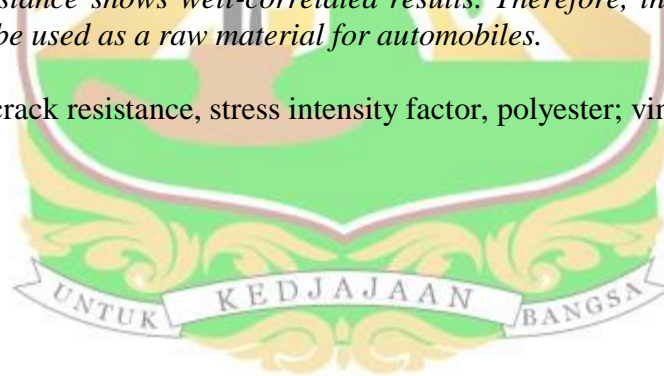
DEPARTEMEN TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK UNIVERSITAS
ANDALAS

2024

ABSTRACT

Thermoset polyester is a polymer that is widely used in the automotive industry, ship bodies and aircraft components. The problem that has not been resolved with this polymer is that this polymer is stiff, brittle and easily cracks or breaks when impacted, this limits the use of this polymer in its applications. The reason is that this polymer is a type of thermosetting polymer which has a network structure of macromolecular covalent bonds with a cross-link density that is dense and rigid and bound to each other, and it is very difficult for plastic deformation to occur and this cross-link density can cause damage very quickly to occur. failure. Efforts to increase the toughness of the material to withstand cracking loads by adding polyester polymer to polyester with the right content in a certain percentage. The results obtained are that the fracture toughness of polyester increases due to the breaking of the polyester chain links which causes a decrease in structural stiffness, and an increase in the fraction of plastic deformation zones of unsaturated polyester (UP). This is indicated by the value of the critical stress intensity factor (K_{IC}) as an indication of fracture toughness and the relationship between the fracture surface and the toughness mechanism is identified. Test results show that the addition of polyester polymer to polyester polymer results in an increase in the fracture toughness of polyester due to the breaking of UP chain links which causes a decrease in structural stiffness, an increase in the fraction of plastic deformation zones, and the number of nanovoids. Polyester polymer mixed with 40% vinyl ester and the addition of 10% MMA has the highest critical stress intensity factor from $0.392 \text{ MPa}^{0.5}$ to $1.621 \text{ MPa}^{0.5}$ (an increase of 413.32%) compared to pure UP. The relationship between the values of fracture toughness, tensile strength and flexural resistance shows well-correlated results. Therefore, this material has the potential to be used as a raw material for automobiles.

Keywords: crack resistance, stress intensity factor, polyester; vinyl-ester



SARI

Thermoset polyester merupakan polimer yang banyak dipakai untuk industri otomotif, body kapal dan komponen pesawat terbang. Persoalan yang belum teratasi pada polimer ini adalah karena polimer ini bersifat kaku getas dan mudah retak atau pecah apabila kena benturan, hal ini membatasi penggunaan polimer ini dalam aplikasinya. Penyebabnya adalah polimer ini termasuk jenis jenis polimer thermosetting yang memiliki struktur jaringan ikatan kovalen makromolekul dengan kerapatan ikatan silang yang padat dan kaku serta saling terikat satu sama lain, dan sangat sulit terjadinya deformasi plastis dan kerapatan ikatan silang ini dapat menyebabkan kerusakan yang sangat cepat untuk terjadinya kegagalan. Usaha untuk meningkatkan ketangguhan material untuk menahan beban retak penambahan polimer polyester ke polyester dengan kandungan yang tepat dengan persentase tertentu. Hasil yang diperoleh adalah ketangguhan retak poliester meningkat karena penurunan kekakuan struktural, peningkatan deformasi plastis poliester tak jenuh (UP). Yang diindikasikan dengan nilai faktor intensitas tegangan kritis (K_{IC}) sebagai indikasi ketangguhan retak dan hubungan antara permukaan patahan dan mekanisme ketangguhan diidentifikasi. Hasil pengujian menunjukan penambahan polimer polyester ke polimer polyester menghasilkan peningkatan ketangguhan retak poliester karena terputusnya tautan jaringan rantai polyester yang menyebabkan penurunan kekakuan struktural, peningkatan fraksi zona deformasi plastis, dan jumlah nanovoid. Polimer polyester 30% yang dicampur dengan vinyl ester & 30% dan penambahan 10% MMA memiliki faktor intensitas tegangan kritis tertinggi dari $0,392 \text{ MPa}\cdot\text{m}^{0.5}$ menjadi $1,621 \text{ MPa}\cdot\text{m}^{0.5}$ (meningkat sebesar 285,96%) dibandingkan UP murni. Hubungan antara nilai ketangguhan retak, kekuatan tarik dan ketahanan lentur menunjukan hasil yang berkorelasi baik. Oleh sebab itu material ini berpotensi untuk dipakai sebagai raw material untuk otomotif.

Kata Kunci: ketahanan retak, faktor intensitas tegangan, polyester, vinyl ester

