

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Pada beberapa dekade terakhir upaya menciptakan kendaraan yang hemat energi telah menjadi fokus utama produsen transportasi. Berbagai penelitian dan pengembangan telah dilakukan untuk memperbaiki sistem penggerak, mengurangi bobot komponen untuk menghemat sumber energi penggerak [1,2]. Salah satu bagian terpenting yang dikaji adalah mengurangi bobot komponen kendaraan dengan cara mengganti komponen logam yang bermassa besar dengan bahan polimer yang lebih ringan, sehingga diperlukan energi dorong yang rendah [1]. Salah satu material yang dapat menggantikan material logam adalah material polimer, karena material ini mempunyai massa jenis yang rendah. Ada dua jenis material polimer yang dapat dipakai untuk menggantikan komponen logam yaitu polimer *thermoplastic* dan polimer *thermosetting* [4]. Bahan polimer *polyester* salah satu jenis polimer *thermosetting* merupakan jenis material yang banyak dipakai untuk eksterior kendaraan karena tahan terhadap abrasi dan kelembaban [5]. Tetapi beberapa kasus yang ditemui di lapangan, polimer ini mempunyai banyak kelemahan diantaranya tidak tahan benturan dan mudah retak [6]. Agar material ini mempunyai daya guna yang luas, perlu dikembangkan dan ditingkatkan teknologinya agar memenuhi persyaratan sebagai bahan baku untuk material transportasi, dan bidang rekayasa lainnya [3,7]. Persyaratan tersebut antara lain mempunyai sifat mekanik yang baik, tangguh dan tidak mudah retak [8].

Untuk membuat material komposit yang digunakan sebagai pengganti material logam, bahan polimer *thermoset polyester* berfungsi sebagai matriks untuk pengikat material serat sebagai penguat seperti serat karbon, serat kaca dan jenis serat lainnya dan selanjutnya material ini telah banyak dikembangkan di bidang konstruksi ringan dan peralatan transportasi seperti badan mobil, kapal pesiar, kendaraan ringan dan sistem transportasi lainnya [4-7]. Namun dalam praktiknya bahan polimer tidak dapat

menandingi kelebihan material logam seperti kekuatan mekanik yang rendah, mudah terbakar, dan mudah retak bila terkena benturan [10,11]. Untuk mengatasi hal tersebut diatas diperlukan kajian mendalam untuk memperbaiki beberapa kelemahan bahan polimer tersebut, salah satunya adalah meningkatkan kekuatan mekanik seperti meningkatkan kekuatan tarik, kekuatan lentur dan ketahanan terhadap keretakan [11-13].

Material *thermoset polyester* (UP) sangat luas pemakaiannya dalam bidang transportasi karena material ini mempunyai banyak kelebihan antara lain kekuatan mekaniknya dapat ditingkatkan dengan memberikan penguatan dengan material serat agar tahan terhadap tarikan, tahan terhadap bending, tahan gesekan atau anti abrasif, untuk itu maka material ini banyak digunakan pada bagian luar konstruksi sebagai penutup dan pelindung [14]. Disamping itu material ini memiliki ketahanan penuaan, tahan air yang baik dan harga lebih ekonomis [15]. Disamping material ini mempunyai banyak kelebihan, tetapi polimer ini juga banyak mempunyai kelemahan seperti bersifat getas, mudah retak dan tidak tangguh. Beberapa penyebabnya antara lain adalah karena jenis polimer *thermosetting* memiliki struktur jaringan ikatan kovalen makromolekul dengan kerapatan ikatan silang yang padat dan kaku serta saling terikat satu sama lain, sehingga sangat sulit terjadinya deformasi plastis jika terjadi retakan yang terpusat pada ujung retak, akibatnya material ini sangat kaku dan getas, sehingga mudah terjadinya kerusakan yang mempercepat terjadinya kegagalan [13-17]. Oleh karena itu, upaya yang paling besar untuk peningkatan pemakaian yang lebih luas dari kelemahan material ini adalah dengan mengurangi sifat getas material ini agar menjadi lebih elastis dan dapat dideformasi plastis sehingga tahan terhadap keretakan [12,18]. Beberapa kelemahan dari material ini akan membatasi penggunaan aplikasi *thermoset polyester* untuk aplikasi yang lebih luas. Banyak upaya telah dilakukan untuk mengurangi sifat getas dari polimer ini yang berakibat dapat meningkatkan ketangguhan polimer tersebut. Salah satu yang dilakukan adalah memperkuat bahan tersebut dengan serat sintetis atau serat alami dan mencampur dengan material polimer lainnya untuk membentuk material komposit [8,10].

Resin *vinyl ester* tak jenuh (VE) bersifat sangat ulet, kekuatan mekanik material ini lebih baik dari *thermoset polyester* dan tahan terhadap benturan. Kelemahan material ini adalah tidak tahan terhadap gesekan atau abrasif oleh sebab itu banyak dipakai untuk bagian interior struktur, dan harganya jauh lebih mahal dari *thermoset polyester*, tetapi material ini mempunyai rantai molekul yang mirip dengan *thermoset polyester* [15-16].

Pendekatan lain untuk meningkatkan ketangguhan *thermoset polyester* adalah dengan menggabungkan dengan material yang bersifat lebih ulet seperti karet alam maupun karet sintetis [12,13,17]. Berikutnya untuk meningkatkan ketangguhan *thermoset polyester* adalah pencampuran dengan polimer *thermoset vinyl ester* untuk memperoleh material baru yang lebih tangguh dari material pembentuknya yaitu *thermoset polyester* dan *thermoset vinyl ester* karena kemiripan kedua struktur rantai *thermoset* ini [11,13,17]. Menggabungkan *polyester* yang mempunyai kekuatan mekanik yang tidak terlalu tinggi dengan kelemahan yang bersifat getas tapi mempunyai keunggulan dengan sifat keras yang tahan abrasif digabung dengan *vinyl ester* yang tangguh tetapi tidak tahan abrasif diharapkan diperoleh material baru yang lebih unggul [11,17]. Dari segi harga material baru yang diperoleh dapat diturunkan karena *polyester* mempunyai harga yang relatif murah. Sesuai dengan hasil penelitian sebelumnya, penambahan *thermoset vinyl ester* 40% pada *thermoset polyester* menghasilkan peningkatan kekuatan tarik sebesar 63,6% dan perpanjangan sebesar 85,7% [17].

Dari beberapa pembahasan diatas telah banyak penelitian yang dilakukan untuk mengurangi sifat getas *thermoset polyester* yang dicampur dengan *thermoset vinyl ester* yang berakibat dapat meningkatkan ketangguhan material campuran seperti peningkatan kekuatan tarik, peningkatan elongasi dan peningkatan kekuatan impak yang cukup besar terhadap *thermoset polyester* murni atau tanpa campuran. Untuk meningkatkan informasi dalam mengurangi sifat getas dan meningkatkan ketangguhan *thermoset polyester* yang dicampur dengan *thermoset vinyl ester*, maka penelitian selanjutnya yang akan dilakukan adalah untuk meningkatkan kemampuan material

terhadap ketahanan retak, yang mana penelitian ini berguna untuk informasi yang lebih lengkap mengenai karakteristik ketangguhan dari material campuran diatas.

1.2 Perumusan Masalah

Thermoset polyester merupakan polimer yang sangat banyak pemakaiannya untuk material transportasi, dan bidang rekayasa lainnya yang digunakan sebagai matriks dalam pembuatan material komposit, karena dapat berikatan mudah dengan material penguat seperti serat karbon, serat kaca dan serat lainnya. Dari beberapa kasus di lapangan material ini masih banyak mempunyai kelemahan karena bersifat getas dan mudah retak. Kelemahan material ini disebabkan karena rantai molekulnya yang mempunyai ikatan silang (*cross-linked*) yang padat dan rapat sehingga sulit digerakkan dan dideformasi akibatnya material ini sangat kaku dan getas. Untuk mengurangi sifat kaku dan getas tersebut perlu menambahkan polimer lain yang dapat meningkatkan deformasi plastis dari *thermoset polyester* sehingga material dapat digerakkan yang mengakibatkan sifat kaku material berkurang. Untuk melakukan hal tersebut diatas perlu menambahkan material lain yang dapat mengganggu ikatan silang tersebut adalah *thermoset vinyl ester*.

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini antara lain adalah;

1. Untuk mengurangi sifat getas dari *thermoset polyester* karena polimer mempunyai ikatan rantai molekul dengan struktur jaringan molekul dengan ikatan silang (*cross-linked*) yang saling mengunci dengan menambahkan *thermoset vinyl ester* yang dapat meningkatkan ketangguhan dari *thermoset polyester* tersebut.
2. Untuk mengevaluasi pengurangan ikatan silang (*cross-linked*) dari material *thermoset polyester* dibuktikan dengan terjadinya peningkatan nilai ketangguhan retak material (*fracture toughness*) dari material campuran *thermoset polyester* dan *thermoset vinyl ester* terhadap nilai *fracture toughness* *thermoset polyester* murni.
3. Menentukan apakah adanya korelasi peningkatan nilai *fracture toughness*

material campuran *thermoset polyester* dan *thermoset vinyl ester* terhadap *thermoset polyester* murni dengan peningkatan nilai kekuatan tarik dan kekuatan lentur material campuran tersebut di atas.

1.4 Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian ini ditemukan *raw material* baru material untuk komposit dari material berbahan dasar matriks polimer *polyester* dengan *vinyl ester* untuk dimanfaatkan untuk komponen bumper kendaraan. Penelitian ini diharapkan dapat menjadi referensi untuk pengembangan matriks polimer yang tangguh dan tahan retak dari polimer gabungan *thermoset polyester* dan *thermoset vinyl ester*. Dari penelitian ini diperoleh *raw material* matriks komposit untuk pembuatan material komposit dengan dari serat alami yang banyak digunakan dibidang industri dan bidang keteknikan lainnya.

1.5 Batasan Masalah

Batasan masalah dalam pembuatan proposal ini adalah:

1. Polimer yang digunakan adalah *unsaturated polyester* Yukalac 1560 BL- EX dan *vinyl ester Ripoxy R-802* produk dari PT. Justus Kimiaraya.
2. Persentase campuran polimer yang digunakan adalah *polyester* dengan mencampurkan dengan *vinyl ester* untuk mendapatkan campuran yang paling tangguh dari campuran *polyester* dan *vinyl ester*.
3. Pengujian retak hanya dilakukan pada pengujian retak Mode I atau mode uji tarik buka (*Open Mode*) yang dilakukan menggunakan mesin UTM dengan standar pengujian sesuai dengan standar ASTM D 5045.

1.6 Sistematika Penulisan

Sistematika pada penulisan Disertasi ini adalah pada BAB I menjelaskan tentang latar belakang, rumusan masalah, tujuan, manfaat, batasan masalah serta sistematika penulisan laporan penelitian ini. Pada BAB II berisikan teori dasar yang melandasi penelitian ini. Pada BAB III mengenai tahapan penelitian, peralatan dan bahan, serta prosedur penelitian. Pada BAB IV mengenai membahas tentang analisis hasil penelitian. Pada BAB V mengenai Kesimpulan dan Saran.

