



PENGARUH PERBANDINGAN RESIN DAN KATALIS TERHADAP KEKUATAN TARIK KOMPOSIT *FIBERGLASS-POLYESTER* UNTUK BAHAN PEMBUATAN KAPAL

*Alamsyah, Taufik Hidayat dan Arif Nur Iskandar
Program Studi Teknik Perkapalan Institut Teknologi Kalimantan
*alamsyah@itk.ac.id

Abstrak

Penggunaan komposit berbahan dasar *fiberglass* banyak dijumpai dalam pembuatan kapal. Akan tetapi, penggunaan komposit pada proses pembuatan kapal belum memiliki standar mutu yang jelas dan baku mengenai perbandingan antara jumlah resin dan katalis yang digunakan. Sedangkan, jumlah penggunaan resin dan katalis memiliki pengaruh terhadap kekuatan dari komposit berpenguat serat. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh jumlah katalis yang dicampurkan ke resin terhadap kekuatan tarik komposit *fiberglass-polyester*. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode eksperimen yang menggunakan mesin pengujian tarik dengan memvariasikan jumlah katalis pada resin dari 0,5% sampai dengan 2%. Pada penelitian ini diperoleh hasil bahwa komposit dengan jumlah katalis 0,5% memiliki nilai kekuatan tarik 4,85 kgf/mm², elongasi 2,43% dan modulus elastisitas 2,26 kgf/mm². Komposit dengan jumlah katalis 1% memiliki nilai kekuatan tarik 5,02 kgf/mm², elongasi 1,71% dan modulus elastisitas 2,96 kgf/mm². Komposit dengan jumlah katalis 1,5% memiliki nilai kekuatan tarik 5,49 kgf/mm², elongasi 1,97% dan modulus elastisitas 3,07 kgf/mm². Komposit dengan jumlah katalis 2% memiliki nilai kekuatan tarik 4,97 kgf/mm², elongasi 1,62% dan modulus elastisitas 3,11 kgf/mm². Kekuatan tarik komposit *fiberglass-polyester* mengalami peningkatan di jumlah katalis 0,5 hingga 1,5% dan mengalami penurunan di jumlah katalis 2%. Nilai kekuatan tarik tertinggi terdapat pada komposit dengan komposisi jumlah resin 100% dan jumlah katalis 1,5%.

Kata Kunci: *Fiberglass*, Katalis, Kekuatan Tarik, Komposit.

Abstract

The use of fiberglass-based composites is often found in shipbuilding. However, the use of composites in the shipbuilding process does not yet have clear and standard quality standards regarding the ratio between the amount of resin and catalyst used. Meanwhile, the amount of use of resin and catalyst has an influence on the strength of the fiber-reinforced composite. This study aims to determine the effect of the amount of catalyst mixed into the resin on the tensile strength of fiberglass-polyester composites. The method used in this study is an experimental method that uses a tensile testing machine by varying the amount of catalyst in the resin from 0.5% to 2%. In this study, the results showed that composites with a catalyst amount of 0.5% had a tensile strength value of 4.85 kgf/mm², elongation of 2.43% and elastic modulus of 2.26 kgf/mm². Composites with a catalyst amount of 1% had a tensile strength value of 5.02 kgf/mm², elongation of 1.71% and elastic modulus of 2.96 kgf/mm². Composites with a catalyst amount of 1.5% had a tensile strength value of 5.49 kgf/mm², elongation of 1.97% and elastic modulus of 3.07 kgf/mm². Composites with a catalyst amount of 2% had a tensile strength value of 4.97 kgf/mm², elongation of 1.62% and elastic modulus of 3.11 kgf/mm². The tensile strength of fiberglass-polyester composites has increased in the amount of catalyst 0.5 to 1.5% and has decreased in the amount of catalyst 2%. The highest value of tensile strength is in composites with a composition of 100% resin and 1.5% catalyst.

Keywords: *Fiberglass*, Catalyst, Tensile Strength, Composite.



1. PENDAHULUAN

Komposit merupakan suatu material yang tersusun dari penggabungan dua atau lebih material pembentuknya melalui campuran yang tidak homogen, dimana sifat mekanik dari masing-masing material pembentuknya berbeda [1]. Komposit tersusun dari dua jenis material yang berbeda yaitu *matrix* yang berfungsi sebagai bahan pengikat dan *reinforcement* yang berfungsi sebagai bahan penguat. Pada umumnya yang sering digunakan sebagai bahan penguat (*reinforcement*) komposit adalah serat kaca (*fiberglass*). Dan yang digunakan sebagai bahan pengikat (*matrix*) komposit adalah resin yang dicampurkan dengan katalis.

Penggunaan komposit berbahan dasar *fiberglass* banyak dijumpai dalam pembuatan kapal dikarenakan memiliki banyak kelebihan. Adapun kelebihan dari komposit berbahan dasar *fiberglass* yaitu ringan, tahan terhadap korosi, mudah dibentuk, memiliki sifat sebagai penghantar isolator yang baik dan memiliki harga yang terjangkau [2]. Akan tetapi, penggunaan komposit pada proses pembuatan kapal belum memiliki standar mutu yang jelas dan baku mengenai perbandingan antara jumlah resin dan katalis yang digunakan sebagai bahan pengikat pada material komposit. Pemberian bahan tambahan katalis pada resin berfungsi untuk mempercepat proses pengerasan cairan resin. Penggunaan katalis dalam jumlah yang terlalu banyak dapat menimbulkan panas yang berlebihan pada saat proses pengerasan [3]. Dari penelitian yang telah dilakukan sebelumnya, diperoleh hasil bahwa penambahan katalis pada cairan resin berpengaruh terhadap sifat mekanik dari matriks tanpa serat [4]. Sedangkan, sifat mekanik dari matriks merupakan salah satu faktor yang mempengaruhi kekuatan dari komposit yang diperkuat serat [5].

Dari penjelasan di atas, dapat disimpulkan bahwa jumlah penggunaan resin dan katalis memiliki pengaruh terhadap kekuatan dari komposit berpenguat serat. Namun, belum ada penelitian yang meneliti tentang pengaruh perbandingan resin dan katalis terhadap kekuatan tarik komposit berpenguat serat kaca. Oleh karena itu, pada penelitian ini akan meneliti mengenai “Pengaruh Perbandingan Resin dan Katalis Terhadap Kekuatan Tarik Komposit *Fiberglass-Polyester* untuk Bahan Pembuatan Kapal”. Penelitian ini dilakukan untuk menganalisis hasil perbandingan resin dan katalis terhadap kekuatan tarik pada komposit *fiberglass-polyester*. Diharapkan dengan adanya penelitian ini dapat berguna bagi penelitian terkait material komposit sebagai bahan pembuatan kapal.

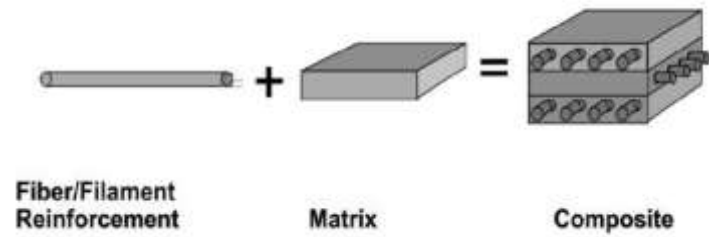
2. METODE

Penelitian ini dilakukan dengan metode eksperimen yang menggunakan mesin pengujian tarik dengan memvariasikan jumlah katalis pada resin dari 0,5% sampai dengan 2% pada bahan pembuatan komposit. Penelitian ini dilakukan dengan tahapan awal yaitu studi literatur sebagai bahan pencarian sumber informasi terkait penelitian. Studi literatur ini dimaksudkan untuk memahami konsep dan metode yang tepat untuk menyelesaikan masalah yang telah dirumuskan pada tahap sebelumnya dan untuk mewujudkan tujuan yang dimaksudkan. Studi literatur ini termasuk mencari referensi atas teori-teori terkait atau hasil penelitian yang pernah dilakukan sebelumnya. Kemudian tahap persiapan alat dan bahan dimana pada tahap ini semua alat dan bahan yang dibutuhkan untuk penelitian disiapkan agar memudahkan jalannya proses penelitian. Adapun alat-alat yang digunakan untuk pembuatan komposit adalah sarung tangan, *masker*, cetakan kaca dengan ukuran 19 cm x 15 cm x 0,5 cm, *release agent* atau *wax*, spidol, penggaris, gunting, timbangan digital, gelas atau wadah, suntikan, klip penjepit, *cutter*, gergaji, mesin *bench grinder*, jangka sorong dan mesin uji tarik *UTM* (*Universal Testing Machine*). Bahan yang digunakan dalam penelitian ini terdiri dari resin *polyester ETERNAL*. Resin yang digunakan dalam material komposit berperan untuk mentransfer muatan mekanik eksternal ke penguat dan melindunginya dari lingkungan eksternal. Oleh karena itu resin harus cukup fleksibel dan menawarkan kompatibilitas yang baik dengan penguat. Selain itu, mereka harus memiliki kerapatan yang rendah untuk menjaga sifat spesifik penguat yang tinggi [6]. Bahan kedua adalah katalis *MEPOXE*. Katalis merupakan bahan pemicu (*initiator*) yang berfungsi untuk mempersingkat reaksi *curing* atau proses pengerasan pada temperatur ruang. Pemberian bahan tambahan katalis pada resin berfungsi untuk mempercepat proses pengerasan cairan resin. Katalis yang dipakai sebagai proses *curing* dalam pembuatan *FRP* berasal dari *organic peroxide* seperti *methyl ethyl ketone peroxide* dan *acetyl actone peroxide*. Katalis digunakan sebagai bahan tambahan pada resin *polyester*. Resin ini mulai mengalami proses *curing* saat terjadinya reaksi antara resin dengan katalis. Penggunaan katalis dalam jumlah yang terlalu banyak dapat menimbulkan panas yang berlebihan pada saat proses pengerasan. Reaksi panas yang berlebihan antara kedua bahan ini akan mengakibatkan kerusakan pada hasil [3]. Banyak katalis yang digunakan dapat mempengaruhi sifat mekanis dari matriks tanpa serat. Penambahan katalis di atas 1% dapat menurunkan kekuatan tarik dan



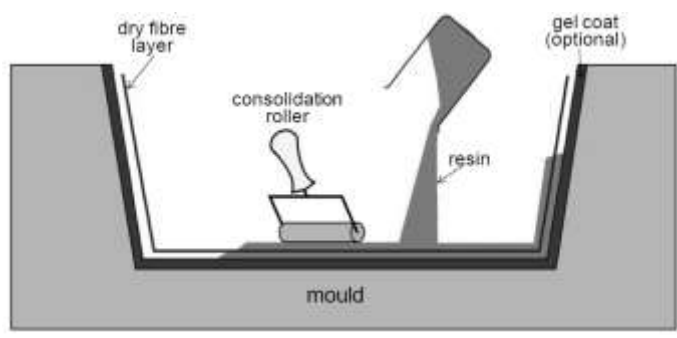
copyright is published under [Lisensi Creative Commons Atribusi 4.0 Internasional](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/).

bending resin polyester tak jenuh [4]. Dan bahan terakhir adalah serat kaca *chopped strand mat* sebagai penguat dari komposit. Penguat (*reinforcement*), yaitu bagian komposit yang berfungsi sebagai penanggung beban utama pada komposit, umumnya berbentuk serat yang mempunyai sifat kurang *ductile* tetapi lebih kuat. Adapun bahan penyusun dari komposit ini dapat dilihat pada Gambar 1 berikut:



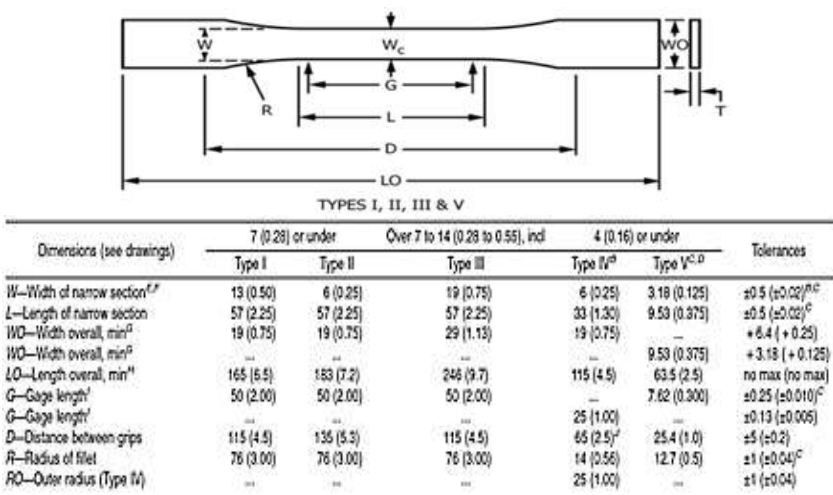
Gambar 1. Bahan Penyusun Komposit [7]

Selanjutnya, tahap pembuatan komposit dimana komposit dibuat dengan memvariasikan persentase penambahan katalis mulai 0,5% hingga 2% dengan tiap kenaikan katalis 0,5%. Pada masing-masing variasi jumlah katalis, dibuat 3 buah spesimen sehingga jumlah keseluruhan spesimen adalah 12 buah. Pembuatan komposit dilakukan dengan menggunakan metode *hand lay-up*. Proses pembuatan komposit dengan metode *hand lay-up* ini adalah pembuatan komposit dengan menggunakan lapisan demi lapisan sehingga diperoleh ketebalan yang ditentukan atau diinginkan. Lapisan tersebut berisi resin dan bahan penguat (*reinforcement*), biasanya bahan penguat yang sering digunakan adalah serat *fiberglass* dan serat alam. Setelah didapatkan ketebalan yang diinginkan, langkah selanjutnya adalah menggunakan *roller* untuk dapat meratakan dan menghilangkan udara yang terjebak di atasnya. Metode *hand lay-up* dapat dilihat pada Gambar 2 berikut:



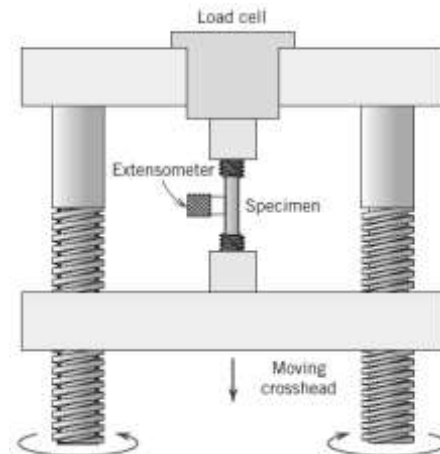
Gambar 2. Metode *Hand Lay-Up* [8]

Komposit yang telah dibuat kemudian dibentuk menjadi spesimen pengujian tarik sesuai dengan standar *ASTM D638-14*. Untuk bentuk dan dimensi dari spesimen pengujian dapat dilihat pada Gambar 3 berikut:



Gambar 3. Bentuk dan Dimensi Spesimen Pengujian Tarik [9]

Setelah komposit dibentuk menjadi benda uji sesuai dengan standar *ASTM D638-14*, kemudian spesimen diuji dengan menggunakan mesin pengujian tarik dengan menggunakan mesin *UTM (Universal Testing Machine)*. Pengujian tarik ini bertujuan untuk dapat mengetahui kekuatan tarik rata-rata dan regangan dari setiap variasi perbandingan resin dan katalis. Uji tarik adalah suatu metode yang digunakan untuk menguji kekuatan suatu bahan atau material dengan cara memberikan beban gaya yang sesumbu. Salah satu pengujian komposit ini ditinjau dari kekuatan tarik dengan menggunakan *Universal Testing Machine*. Dengan menarik suatu bahan akan diketahui bagaimana bahan tersebut bereaksi terhadap tenaga tarikan dan mengetahui sejauh mana material itu bertambah panjang, skema penarikan spesimen uji tarik dapat dilihat pada Gambar 4 berikut:



Gambar 4. Skema Pengujian Tarik [10]

Tahap terakhir adalah tahap analisis data atau pengolahan data yang diperoleh dari hasil pengujian tarik. Pada pengujian tarik yang dilakukan, hasilnya berupa *print-out* grafik hubungan beban dan pertambahan panjang. Untuk dapat menghitung kekuatan tarik dan regangan dari pengujian tersebut, maka menggunakan rumus sebagai berikut:

1. *Tensile strength* atau kekuatan tarik dapat didefinisikan sebagai gaya per unit luas material yang menerima gaya tersebut. Untuk dapat memperoleh kekuatan tarik dari suatu material dapat dihitung menggunakan Persamaan 1 berikut:

$$\sigma = \frac{P}{A} \quad (1)$$

dimana σ adalah kekuatan tarik (kgf/mm^2), P adalah beban (kgf) dan A adalah luas penampang (mm^2).

2. *Tensile strain* adalah ukuran perubahan panjang suatu material setelah dilakukan uji tarik, sehingga dari hasil pengujian tarik dapat digunakan untuk mencari nilai regangan dari suatu material. Untuk mencari *tensile strain* dapat dihitung menggunakan Persamaan 2 berikut:

$$\varepsilon = \frac{\Delta L}{L_0} \quad (2)$$

dimana ε adalah regangan, ΔL adalah pertambahan panjang (mm) dan L_0 adalah panjang awal (mm).

3. Modulus elastisitas (*Young Modulus*) adalah perbandingan antara tegangan (*stress*) dengan regangan (*strain*). Untuk mencari modulus elastisitas dapat dihitung menggunakan Persamaan 3 berikut:

$$E = \frac{\sigma}{\varepsilon} \quad (3)$$

dimana E adalah modulus elastisitas (kgf/mm^2), σ adalah tegangan (kgf/mm^2) dan ε adalah regangan [10].

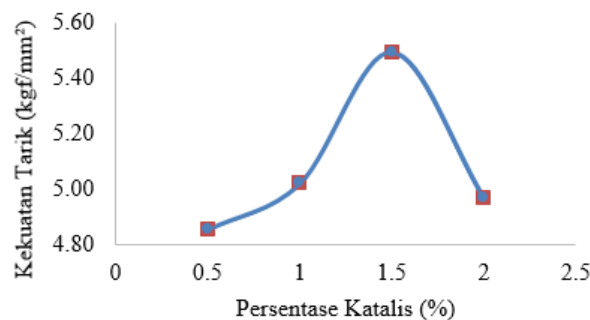
3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Dari hasil pengujian tarik diperoleh data yang dapat dilihat pada Tabel 1 berikut:

Tabel 1. Hasil Data Uji Tarik Spesimen Komposit

Persentase Katalis (%)	Sampel	Kekuatan Luluh (kgf/mm ²)	Kekuatan Tarik (kgf/mm ²)	Elongasi (%)	Modulus Elastisitas (kgf/mm ²)
0,5	1	2,24	5,03	3,08	1,63
	2	2,58	5,11	1,44	3,55
	3	1,69	4,42	2,78	1,59
Rata-rata		2,17	4,85	2,43	2,26
1	1	2,19	3,85	1,56	2,47
	2	2,52	5,65	2,07	2,73
	3	2,87	5,56	1,51	3,68
Rata-rata		2,53	5,02	1,71	2,96
1,5	1	2,34	5,39	1,23	4,38
	2	2,53	5,91	2,07	2,86
	3	2,64	5,18	2,62	1,98
Rata-rata		2,50	5,49	1,97	3,07
2	1	2,97	4,00	1,79	2,23
	2	2,59	6,06	1,60	3,79
	3	2,42	4,85	1,47	3,30
Rata-rata		2,66	4,97	1,62	3,11

Dari data yang diperoleh di atas, maka dapat dibuat grafik hubungan antara penambahan jumlah katalis dengan nilai kekuatan tarik dari komposit yang dapat dilihat pada Gambar 5 berikut:



Gambar 5. Grafik Hubungan Jumlah Katalis Dengan Nilai Kekuatan Tarik Komposit

Dari Gambar 5, dapat dilihat bahwa terjadi peningkatan nilai kekuatan tarik sebesar 3,43% dari komposit dengan jumlah katalis 0,5% sampai dengan komposit dengan jumlah katalis 1%. Kemudian, terjadi peningkatan nilai kekuatan tarik lagi sebesar 9,43% dari komposit dengan jumlah katalis 1% sampai dengan komposit dengan jumlah katalis 1,5% dan terjadi penurunan nilai kekuatan tarik sebesar 9,53% pada komposit dengan jumlah katalis 2%. Hal ini senada dengan penelitian terdahulu bahwa penambahan katalis di atas 1% dapat menurunkan kekuatan tarik dan bending resin *polyester* tak jenuh [4]. Kecenderungan tersebut diperkuat oleh teori lainnya yang menyebutkan penggunaan katalis dalam jumlah yang terlalu banyak dapat menimbulkan panas yang berlebihan pada saat proses pengerasan, sehingga reaksi panas yang berlebihan antara kedua bahan ini akan mengakibatkan kerusakan pada hasil [3]. Dari persentase perubahan nilai kekuatan tarik ini, maka dapat disimpulkan bahwa penambahan jumlah katalis pada cairan resin sangat mempengaruhi nilai kekuatannya. Semakin bertambah jumlah katalis yang digunakan maka semakin bertambah pula nilai kekuatannya. Namun, penambahan dalam jumlah yang terlalu banyak dapat menurunkan nilai kekuatan tariknya. Peningkatan nilai kekuatan tarik ini dikarenakan penggunaan katalis yang terlalu sedikit membuat proses pengeringan resin menjadi lambat, sehingga cairan resin menjadi kental yang mengakibatkan hasil komposit menjadi lunak dan elastis, hal itu yang membuat komposit dengan jumlah katalis yang sedikit memiliki nilai elongasi yang tinggi. Namun, penggunaan katalis yang terlalu banyak juga dapat menurunkan

nilai kekuatan tarik dari komposit. Hal ini dikarenakan katalis yang digunakan terlalu banyak membuat proses pengeringan cairan resin menjadi sangat cepat, sehingga komposit yang dihasilkan menjadi sangat keras dan getas. Komposit dengan penggunaan jumlah katalis yang terlalu banyak membuat nilai elongasinya menjadi semakin kecil, karena komposit menjadi material yang getas dan pada saat dilakukan pengujian tarik pada komposit tersebut, komposit menjadi cepat patah dan regangan yang dihasilkan sangat kecil. Pada pengujian tarik, spesimen yang diuji diberi beban tarik sampai spesimen tersebut menjadi patah. Hasil patahan spesimen uji tarik dapat dilihat pada Gambar 6 berikut:



Gambar 6. Hasil Patahan Spesimen Uji Tarik Komposit

Dari Gambar 6, dapat dilihat bahwa hasil patahan pada tiap-tiap spesimen berbeda. Patahan yang terjadi pada spesimen bervariasi, mulai dari yang patah di bagian tengah spesimen sampai dengan patah yang tidak pas di bagian tengahnya. Hal ini dikarenakan pada saat proses pembuatan komposit, serat yang digunakan sebagai penguat tidak memiliki jumlah yang sama pada tiap permukaannya. Sehingga saat komposit dipotong menjadi tiga bagian, jumlah serat yang terdapat pada tiap komposit tidak sama rata. Selain itu, pada saat proses pembuatan komposit, terdapat gelembung-gelembung udara yang membuat hasil komposit menjadi berlubang. Gelembung-gelembung udara ini dihasilkan dari proses pengadukan cairan resin saat dicampurkan dengan katalis. Proses pengadukan yang terlalu cepat membuat gelembung-gelembung udara yang dihasilkan menjadi sangat banyak. Posisi dari lubang-lubang ini mempengaruhi hasil patahan dari spesimen saat diuji tarik. Hal itulah yang membuat hasil patahan pada spesimen berbeda-beda setelah dilakukan pengujian tarik.

4. KESIMPULAN

Dari hasil penelitian yang telah dilakukan, maka dapat disimpulkan bahwa komposit *fiberglass-polyester* dengan jumlah katalis 0,5% memiliki nilai kekuatan tarik 4,85 kgf/mm², elongasi 2,43% dan modulus elastisitas 2,26 kgf/mm². Komposit dengan jumlah katalis 1% memiliki nilai kekuatan tarik 5,02 kgf/mm², elongasi 1,71% dan modulus elastisitas 2,96 kgf/mm². Komposit dengan jumlah katalis 1,5% memiliki nilai kekuatan tarik 5,49 kgf/mm², elongasi 1,97% dan modulus elastisitas 3,07 kgf/mm². Komposit dengan jumlah katalis 2% memiliki nilai kekuatan tarik 4,97 kgf/mm², elongasi 1,62% dan modulus elastisitas 3,11 kgf/mm². Kekuatan tarik komposit *fiberglass-polyester* mengalami peningkatan di jumlah katalis 0,5 hingga 1,5% dan mengalami penurunan di jumlah katalis 2%. Untuk komposit *fiberglass-polyester* diperoleh nilai kekuatan tarik tertinggi pada komposisi resin 100% dan katalis 1,5%, dengan nilai kekuatan tarik 5,49 kgf/mm², elongasi 1,97% dan modulus elastisitas 3,07 kgf/mm².

UCAPAN TERIMA KASIH

Ungkapan terimakasih kepada Laboratorium Desain Perencanaan Gambar Konstruksi dan Permesinan Kapal Teknik Perkapalan Institut Teknologi Kalimantan, Laboratorium Pengujian Tarik TMM Politeknik Negeri Balikpapan yang telah memfasilitasi penelitian ini, dan reviewer yang tidak diketahui namanya sehingga makalah ini layak dipublikasikan.



copyright is published under [Lisensi Creative Commons Atribusi 4.0 Internasional](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/).

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Rawlings, F. L., *Composite Materials: Engineering and Science*. New York: CRC Press, 1999.
- [2] Sapuan, S. M., *Composite Materials*. Oxford: Elsevier, Inc, 2017.
- [3] Billmeyer, F. W., *Textbook of Polymer Science*. New York: John Wiley & Sons, Inc, 1984.
- [4] Hestiawan, H., *Pengaruh Penambahan Katalis Terhadap Sifat Mekanis Resin Poliester Tak Jenuh*. Yogyakarta: Teknosia, 2017.
- [5] Schwartz, M. M. (2002). *Composite Materials Handbook*. New York: McGraw-Hill, Inc, 2002.
- [6] Berthelot, J.-M. *Mechanics of Composite Materials and Structures*. Vallouise: Compomecha, 2015.
- [7] Kumar, Y. K., *Influence of Aviation Fuel on Mechanical Properties of Glass Fiber-Reinforced Plastic Composite*. Chennai: IARJSET, 2016.
- [8] Akay, M., *An Introduction to Polymer-Matrix Composites*. Bookboon, 2015.
- [9] ASTM., *Standard Test Method for Tensile Properties of Plastics D638-14*. Philadelphia: American Society for Testing and Material, 2014.
- [10] Callister, W. D., *Materials Science and Engineering: An Introduction*. Hoboken: John Wiley & Sons, Inc, 2010.

