

## Studi Pengaruh Variasi Resin terhadap Laju Korosi pada Material *Fiberglass Reinforced Plastic* (FRP)

Nora Amelia Novitrie<sup>1\*</sup>, Alvido Toto Wijaya<sup>2</sup>, dan Bambang Antoko<sup>3</sup>

Teknik K3, Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya, Surabaya, Indonesia<sup>1\*</sup>

Teknik Perpipaan, Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya, Surabaya, Indonesia<sup>2</sup>

Teknik Permesinan Kapal, Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya, Surabaya, Indonesia<sup>3</sup>

\*[noranovitrie@ppns.ac.id](mailto:noranovitrie@ppns.ac.id)

### OPEN ACCESS

**Citation:** Nora Amelia Novitrie, Alvido Toto Wijaya, and Bambang Antoko. 2020. Studi Pengaruh Variasi Resin Terhadap Laju Korosi Pada Material *Fiberglass Reinforced Plastic* (FRP). Journal of Research and Technology Vol VI (2020): Page 209–216.

### Abstract

*Pipes in the oil and gas industry use carbon steel which contains a corrosive fluid with fluctuating acidity. This condition causes the corrosion resistance of the pipe to decrease so that other materials that are more resistant to corrosive conditions are needed, for example Fiberglass Reinforced Plastic (FRP). FRP is a composite material made of resin which is then formed into pipes. In this study, trials were carried out on polyester resin, silicon rubber resin and epoxy resin to determine the value of their corrosion rate. The level of resistance of a material to corrosion generally has a corrosion rate value between 0.025 - 5.08 mmpy. The method used is the immersion test of the specimen using the ASTM G31 - 72 standard. The results obtained from this experiment are that polyester has the lowest corrosion rate than epoxy and silicon rubber and polyester resin with a fiber composition of 40% and fiber position 40° has a corrosion rate of 0.566 mmpy so that it meets the level of resistance of a material to corrosion.*

**Keywords:** FRP, Resins, Corrosion Rate, Composites.

### Abstrak

*Pipa pada kegiatan industri oil and gas menggunakan bahan carbon steel yang didalamnya berisi fluida yang bersifat korosif dengan tingkat keasaman fluktuatif. Hal tersebut menyebabkan ketahanan korosif pada pipa semakin menurun sehingga diperlukan bahan lain yang lebih tahan terhadap kondisi korosif misalnya Fiberglass Reinforced Plastic (FRP). FRP merupakan sebuah bahan komposit yang terbuat dari resin dan dibentuk pipa. Pada penelitian ini dilakukan uji coba terhadap resin polyester, resin silicon rubber, dan resin epoxy untuk mengetahui nilai laju korosinya. Tingkat ketahanan suatu material terhadap korosi umumnya memiliki nilai laju korosi antara 0,025-5,08 mmpy. Metode yang digunakan yaitu uji immersion terhadap spesimen dengan menggunakan standar ASTM G31-72. Hasil yang diperoleh dari percobaan ini yaitu polyester merupakan resin yang memiliki laju korosi paling rendah daripada epoxy dan silicon rubber dan resin polyester dengan komposisi serat*

40% dan posisi serat 40° memiliki laju korosi yaitu 0,566 mmpy sehingga telah memenuhi tingkat ketahanan suatu material terhadap korosi.

**Kata Kunci:** FRP, Resin, Laju Korosi, Komposit.

## 1. Pendahuluan

Perusahaan *oil and gas* umumnya menggunakan pipa dari material *carbon steel* yang diletakkan di dalam tanah (*underground*) untuk menyalurkan fluida hasil dari pengeboran yang bersifat korosif. Fluida tersebut memiliki tingkat keasaman yang fluktuatif sehingga dikhawatirkan dapat terjadi korosi akibat kesalahan manufaktur. Oleh karena itu perlu dilakukan perubahan material yang lain, salah satunya dengan menggunakan material *Fiberglass Reinforced Plastic* (FRP). Terdapat beberapa penelitian mengenai FRP, Ramadha dkk (2018) melakukan analisa ekonomi terhadap penggunaan material *carbon steel* dan FRP dengan menggunakan resin *vinylester* dan Widyaningsih (2016) melakukan kajian eksperimental kapasitas sambungan material FRP.

FRP merupakan sebuah bahan komposit yang biasanya terbuat dari resin yang dibentuk pipa. Spesifikasi standard untuk material FRP ada pada API Spec 15LR untuk *low pressure* dan 15HR untuk *high pressure* (Syaiful, 2013). *Fiberglass reinforcement plastic* atau *fiberglass reinforced composite* tersusun dari bahan penguat yang biasa disebut *reinforcement* dan resin yang biasa disebut *matrix* (Saifulloh, 2015). Komposit adalah suatu jenis bahan/material yang terbentuk dari kombinasi antara dua atau lebih material pembentuknya melalui pencampuran yang tidak homogen, dimana sifat mekanik dari masing-masing material pembentuknya berbeda. Dengan adanya perbedaan dari material penyusunnya, maka komposit antar material harus berikatan dengan kuat, sehingga perlu adanya penambahan *wetting agent* (resin). Resin yang sering digunakan pada komposit ini yaitu:

- *Polyester Resin* jenis ini merupakan resin cair dengan viskositas yang relatif rendah, mengeras pada suhu kamar dengan penggunaan katalis tanpa menghasilkan gas sewaktu pengesetan seperti resin *thermosets* lainnya, sehingga tidak perlu diberi tekanan untuk pencetakan.
- *Resin Epoxy* yang mempunyai kegunaan yang luas dalam industri teknik kimia, listrik, mekanik, dan sipil sebagai

perekat, cat pelapis, pencetakan cor, dan benda-benda cetakan. Sifat-sifatnya yang tahan terhadap zat kimia dan stabil terhadap banyak asam, kecuali asam pengoksid yang kuat, ketahanan termal yang tinggi, dan mudah dibentuk tanpa dipanaskan terlebih dahulu.

- *Silicone Resin* banyak digunakan dalam bentuk pernis sebagai larutan dalam pelarut organik. Resin ini unggul dalam sifat isolasi listrik, dan sifat penggunaan bertahan pada 200°C. Resin ini juga tahan terhadap zat kimia, tetapi agak mengembang dalam pelarut organik.

Ketahanan korosi pada FRP ditentukan oleh bahan resin yang menyusun komposisinya. Salah satu faktor yang menentukan ketahanan korosi yaitu laju korosi, Laju korosi adalah kecepatan rambatan atau kecepatan penurunan kualitas bahan terhadap waktu. Dalam perhitungan laju korosi, satuan yang biasa digunakan adalah mm/th (standar internasional) atau mill/year (mpy, standar British). Tingkat ketahanan suatu material terhadap korosi umumnya memiliki nilai laju korosi antara 0,025-5,08 mmpy. (Fontana, 1986). Data mengenai resin penyusun FRP belum terlalu banyak tersedia, sedangkan penggunaan FRP dalam dunia industri terus meningkat. Khususnya dalam industri yang menangani fluida korosif. Variasi resin perlu dilakukan untuk memperoleh material FRP dengan ketahanan korosi yang baik.

Penelitian ini bertujuan menambah referensi khususnya untuk industri dalam pemilihan material FRP dengan cara melakukan observasi mengenai pengaruh variasi komposit pada FRP terhadap laju korosi. Pada spesimen akan dilakukan uji immersion yaitu pencelupan spesimen ke dalam larutan tertentu untuk mengetahui ketahanannya terhadap lingkungan.

## 2. Metode Penelitian

Material yang diuji adalah FRP dengan ketebalan material dianggap seragam. Variasi resin yang digunakan yaitu *poliester*, *epoxy*, dan *silicone rubber*. Fluida yang digunakan adalah H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> dan komposisi serat yang digunakan adalah 20, 40, dan 60% serat.

Langkah awal pada penelitian ini yaitu dilakukan persiapan spesimen FRP sebanyak 27 buah. Selanjutnya dilakukan uji immersion terhadap spesimen dengan menggunakan standar ASTM G31-72. Spesimen dibersihkan dari kotoran dengan menggunakan amplas, setelah itu dilakukan penimbangan berat

awal spesimen. Spesimen dengan luas 3000 mm<sup>2</sup> direndam selama 36 jam dalam larutan H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>. Setelah pengangkatan spesimen dari perendaman dilakukan pencucian dengan air dan dikeringkan. Tahap akhir yaitu melakukan penimbangan berat spesimen setelah terendam. Perhitungan laju korosi mengikuti standard ASTM G1-90 dengan menggunakan metode kehilangan berat dengan persamaan sebagai berikut:

$$CR \text{ (mmpy)} = \frac{K W}{D A T} \quad (1)$$

Dimana:

K = 87600 (untuk satuan mmpy berdasarkan ASTM G1-90)

W = Selisih berat awal dan akhir (gr)

A = Luas permukaan spesimen (cm<sup>2</sup>)

T = Waktu pengujian (jam)

D = Densitas FRP yaitu 1,2278 gr/cm<sup>3</sup>

## 2.1 Desain Eksperimen

Desain eksperimen ditunjukkan pada Tabel 1 dengan melakukan sebanyak 27 kali eksperimen.

Table 1. Data Variabel Percobaan

No	Material	Resin	% Serat Carbon	Posisi Serat
1	Spesimen 1	Silikon rubber	20	tegak lurus
2	Spesimen 2	Silikon rubber	20	20°
3	Spesimen 3	Silikon rubber	20	40°
4	Spesimen 4	Silikon rubber	40	tegak lurus
5	Spesimen 5	Silikon rubber	40	20°
6	Spesimen 6	Silikon rubber	40	40°
7	Spesimen 7	Silikon rubber	60	tegak lurus
8	Spesimen 8	Silikon rubber	60	20°
9	Spesimen 9	Silikon rubber	60	40°
10	Spesimen 10	<i>Polyester</i>	20	tegak lurus
11	Spesimen 11	<i>Polyester</i>	20	20°
12	Spesimen 12	<i>Polyester</i>	20	40°
13	Spesimen 13	<i>Polyester</i>	40	tegak lurus
14	Spesimen 14	<i>Polyester</i>	40	20°
15	Spesimen 15	<i>Polyester</i>	40	40°
16	Spesimen 16	<i>Polyester</i>	60	tegak lurus
17	Spesimen 17	<i>Polyester</i>	60	20°
18	Spesimen 18	<i>Polyester</i>	60	40°
19	Spesimen 19	<i>epoxy</i>	20	tegak lurus
20	Spesimen 20	<i>epoxy</i>	20	20°
21	Spesimen 21	<i>epoxy</i>	20	40°

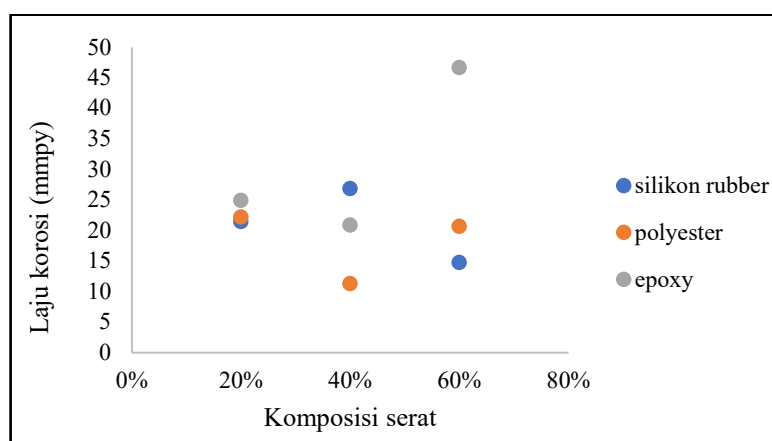
No	Material	Resin	% Serat Carbon	Posisi Serat
22	Spesimen 22	<i>epoxy</i>	40	tegak lurus
23	Spesimen 23	<i>epoxy</i>	40	20°
24	Spesimen 24	<i>epoxy</i>	40	40°
25	Spesimen 25	<i>epoxy</i>	60	tegak lurus
26	Spesimen 26	<i>epoxy</i>	60	20°
27	Spesimen 27	<i>epoxy</i>	60	40°

Sumber: Novitrie, 2020

### 3. Hasil dan Pembahasan

#### 3.1 Analisa Pengaruh Jenis Resin dan Komposisi Serat terhadap Laju Korosi dengan Posisi Serat Tegak Lurus

Gambar 1 adalah grafik hasil percobaan pengaruh komposisi serat dengan laju korosi untuk bahan resin *silicon rubber*, *polyester*, dan *epoxy* pada posisi serat tegak lurus.



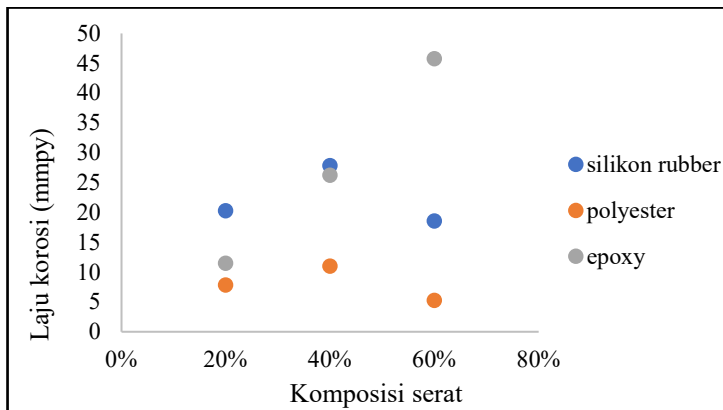
Gambar 1. Pengaruh Jenis Resin dan Komposisi Serat terhadap Laju Korosi dengan Posisi Serat Tegak Lurus

Hasil eksperimen menunjukkan bahwa laju korosi terendah terdapat pada bahan resin *polyester* dengan komposisi serat sebanyak 40% yaitu sebesar 11,254 mmpy. Sedangkan laju korosi tertinggi terdapat pada bahan resin *epoxy* dengan komposisi serat 60% yaitu sebesar 46,644 mmpy. Berdasarkan data laju korosi yang dihasilkan, diketahui bahwa *polyester* memiliki nilai laju korosi yang paling rendah daripada *epoxy* dan *silicon rubber* hal itu dikarenakan *polyester* lebih cepat bereaksi dan cenderung mengeras dengan cepat sehingga memperkecil fluida korosif atau zat lain untuk bisa kontak langsung dengan pipa FRP. Selain itu,

didapatkan data bahwa komposisi serat 40% adalah komposisi serat optimum pada posisi serat tegak lurus hal itu dikarenakan sifat mekanik yang dimiliki bahan lebih kuat sehingga mempengaruhi interaksi material dengan zat lain diakibatkan terdapatnya pori-pori yang mempengaruhi kualitas dari komposit. (Thomson, 1995).

### 3.2 Analisa Pengaruh Jenis Resin dan Komposisi Serat terhadap Laju Korosi dengan Posisi Serat 20°

Gambar 2 adalah grafik hasil percobaan pengaruh komposisi serat dengan laju korosi untuk bahan resin *silikon rubber*, *polyester*, dan *epoxy* pada posisi serat 20°.

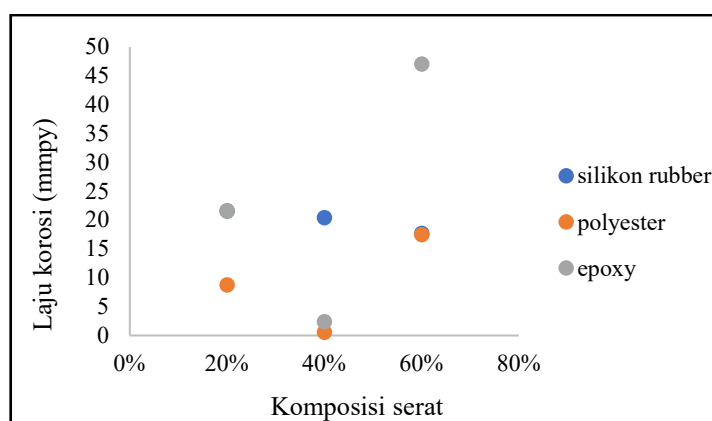


Gambar 2. Pengaruh Jenis Resin dan Komposisi Serat terhadap Laju Korosi dengan Posisi Serat 20°

Hasil eksperimen menunjukkan bahwa laju korosi terendah terdapat pada bahan resin *polyester* dengan komposisi serat sebanyak 60% yaitu sebesar 5,309 mmpy. Sedangkan laju korosi tertinggi terdapat pada bahan resin *epoxy* dengan komposisi serat 60% yaitu sebesar 45,795 mmpy. Berdasarkan data laju korosi yang dihasilkan, diketahui bahwa *polyester* memiliki nilai laju korosi yang paling rendah daripada *epoxy* dan *silikon rubber*, hal itu dikarenakan *polyester* lebih cepat bereaksi dan cenderung mengeras dengan cepat sehingga memperkecil fluida korosif atau zat lain untuk bisa kontak langsung dengan pipa FRP. Selain itu, didapatkan data bahwa komposisi serat 60% adalah komposisi serat optimum pada posisi serat 20° hal itu dikarenakan sifat mekanik yang dimiliki bahan lebih kuat sehingga mempengaruhi interaksi material dengan zat lain diakibatkan terdapatnya pori-pori yang mempengaruhi kualitas dari komposit. (Thomson, 1995).

### 3.3 Analisa Pengaruh Jenis Resin dan Komposisi Serat terhadap Laju Korosi dengan Posisi Serat 40°

Gambar 3 adalah grafik hasil percobaan pengaruh komposisi serat dengan laju korosi untuk bahan resin *silicon rubber*, *polyester*, dan *epoxy* pada posisi serat 40°.



Gambar 3. Pengaruh Jenis Resin dan Komposisi Serat terhadap Laju Korosi dengan Posisi Serat 40°

Hasil eksperimen menunjukkan bahwa laju korosi terendah terdapat pada bahan resin *polyester* dengan komposisi serat sebanyak 40% yaitu sebesar 0,566 mmpy. Sedangkan laju korosi tertinggi terdapat pada bahan resin *epoxy* dengan komposisi serat 60% yaitu sebesar 47,069 mmpy. Berdasarkan data laju korosi yang dihasilkan, diketahui bahwa *polyester* memiliki nilai laju korosi yang paling rendah daripada *epoxy* dan *silicon rubber*, hal itu dikarenakan *polyester* lebih cepat bereaksi dan cenderung mengeras dengan cepat sehingga memperkecil fluida korosif atau zat lain untuk bisa kontak langsung dengan pipa FRP. Selain itu didapatkan data bahwa komposisi serat 40% adalah komposisi serat optimum pada posisi serat 40° hal itu diakibatkan sifat mekanik yang dimiliki bahan lebih kuat sehingga mempengaruhi interaksi material dengan zat lain dikarenakan terdapatnya pori-pori yang mempengaruhi kualitas dari komposit. (Thomson, 1995).

## 4. Kesimpulan

Kesimpulan yang diperoleh dari hasil penelitian ini sebagai berikut:

- 1) *Polyester* merupakan resin yang memiliki laju korosi paling rendah daripada *epoxy* dan *silicon rubber*.

- 2) Pada posisi serat tegak lurus dan 40° diperoleh laju korosi paling rendah jika komposisi serat 40%, sedangkan pada posisi serat 20° diperoleh laju korosi paling rendah pada komposisi serat 60%.
- 3) Dari hasil percobaan diperoleh data laju korosi paling rendah yaitu 0,566 mmpy pada resin *polyester* dengan komposisi serat 40% dan posisi serat 40°. Hal ini telah memenuhi tingkat ketahanan suatu material terhadap korosi umumnya memiliki nilai laju korosi antara 0,025-5,08 mmpy.

#### DAFTAR PUSTAKA

- ASTM D256. (2016). ASTM D256 (pp. 1–20). <https://doi.org/10.1520/D0256-10>.
- ASTM D638. (2015). Standard Test Method for Tensile Properties of Plastics 1. <https://doi.org/10.1520/D0638-14.1 A>
- ASTM G31-72. (2004). Standard Practice for Laboratory Immersion Corrosion Testing of Metals 1, i(Reapproved).
- Fontana, Mars Guy (1986). Corrosion Engineering. Singapore: McGraw-Hill Book Co.
- Ramadha, B., Wismawati, E., & Wiro, Bayu. (2017). Analisis Tekno Ekonomi Penggunaan Material Carbon Steel SA 106 Grade B dan Fiberglass Reinforced Plastic (FRP) pada Jalur Water Injection Pipeline 10” – 3000 M Lifetime =, (April).
- Saifulloh, Y. (2015). Bahan Penguat (Reinforced Material). Retrieved from <https://dokumen.tips/documents/pptpplx-561aa622321d2.html>
- Syaiful, M. (2013). Cara Penyambungan Pipa FRP. Retrieved from <http://puyfingerboardz.blogspot.com/2013/11/cara-pemasangan-pipa-frp.html>
- Thomson, J.L., (1995). The Interface Region in Glass Fibre-Reinforced Epoxy Resin Composite: 2 Water Absorption, Void and The Interface Composite Vol. 26 No.7.
- Widyaningsih, Euneke, (2016). Kajian Ekperimentar Kapasitas Sambungan Material *Fiber Reinforced Polymer*. Jurnal online Institut Teknologi Nasional Vol 2 No.3.