

# PENGARUH VARIASI SUSUNAN *WOVEN ROFING* DAN *MAT* TERHADAP KETAHANAN KOROSI SERTA KEKUATAN TARIK PADA ALIRAN ASAM PHOSPAT

Ahyanul Makin<sup>1\*</sup>, Budi Prasajo<sup>2</sup>, MM. Eko Prayitno<sup>3</sup>

Program studi D-IV Teknik Perpipaan, Jurusan Teknik Permesinan Kapal, Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya, Indonesia<sup>1\*,2,3</sup>

Email: [yanulmakin@gmail.com](mailto:yanulmakin@gmail.com)<sup>1\*</sup>, [budiprasajo1968@gmail.com](mailto:budiprasajo1968@gmail.com)<sup>2</sup>, [mmekop@yahoo.com](mailto:mmekop@yahoo.com)<sup>3</sup>

---

**Abstract** - The use of Fiberglass Reinforced Plastics material in factories in which chemicals are fed is very common. Like the installation contained in PT. Petro Jordan Abadi. The fiberglass is impregnated with resin in the lamination process so it becomes a strong and corrosion resistant material. All fiberglass manufacturers perform lamination processes in accordance with the preparation of Mat and WR in general to produce a new material. Prior to the lamination process, the operator first determines the laminate arrangement according to the desired thickness. In this final project will be discussed about Fiberglass Reinforced Plastics material testing with variation of Mat and WR arrangement. In the test there is Immersion test and Tensile test to determine the influence of fluid and its material strength. Tests on the material were performed using 2 specimen samples ie specimens using non-variation lamination and variation lamination at the placement of Mat and WR. Both are laminated with a ratio of 70:30. The tensile test process refers to ASTM D-638 "Standart Test Method for Tensile Properties of Plastics" while Immersion Test refers to ASTM-G31

**Keyword:** Fiberglass reinforced plastics, immersion test, lamination process, tensile test.

---

## 1. PENDAHULUAN

Pada industri yang melibatkan fluida bersifat asam, material SS-317L (*stainless steel*) dipilih karena relatif tahan korosi. Material SS-317L (*stainless steel*) secara umum mengandung unsur kromium yang memungkinkan membentuk lapisan pasif kromium oksida ( $Cr_2O_3$ ) jika bereaksi dengan oksigen, sehingga korosi dapat diminimalkan. Namun, cacat atau hambatan aliran dalam pipa dapat memicu timbulnya korosi karena struktur logam terbuka. Konsentrasi asam fosfat yang tinggi dapat mempercepat potensi korosi, pada akhirnya jalur perpipaan yang terjadi korosi akan bocor atau berlubang. Maka material SS-317L (*stainless steel*) sekarang sudah jarang dipakai di Industri yang melibatkan fluida bersifat asam dan diganti dengan material Non Logam salah satunya FRP (*Fiberglass Reinforced Plastics*).

FRP (*Fiberglass Reinforced Plastics*) atau yang biasa disebut dengan *fiberglass* adalah produk yang terdiri dari resin, bahan penguat *fiberglass* dan *additive* (bahan tambahan) yang digabung dan diproses agar dapat *performance* yang spesifik sesuai kebutuhan.[1] FRP ini banyak digunakan baik untuk perabot rumah dan pembuat kapal dan seiring kemajuan teknologi FRP sekarang juga bisa dijadikan bahan baku pipa karena lebih tahan korosi dan kuat. FRP ini diresapi dengan resin pada proses laminasi sehingga menjadi suatu bahan yang kuat dan

tahan korosi (T.J. Myers a,\*, H.K. Kytomaa " a, T.R. Smith b, 2006).[2] Seluruh produsen FRP melakukan proses laminasi sesuai dengan penyusunan mat dan WR pada umumnya untuk menghasilkan suatu material FRP baru.

Pada Tugas Akhir (TA) ini akan membahas mengenai pengaruh variasi susunan peletakan *Woven Rofing* dan *Mat* terhadap ketahanan korosi serta kekuatan tarik pada aliran asam fosfat untuk mengatasi permasalahan kebocoran pipa. Dengan menguji variasi susunan *Woven Rofing* dan *Mat* pada proses pembuatan FRP (*Fiberglass Reinforced Plastics*) terhadap ketahanan korosi dan kekuatan tarik yang menjadi focus penelitian. Data diperoleh dengan cara pengujian laminasi FRP dengan variasi susunan *Woven Rofing* dan *Mat* dengan *Tensile Properties of plastics* mengacu pada ASTM D-638 serta *immersion test* yang dilaksanakan mengacu pada ASTM G31 dan ASTM C581.

## 2. METODOLOGI .

Penelitian ini berupa pengujian laju korosi erosi dengan menggunakan metode *weight loss* yang mengacu pada standar ASTM G31 dan ASTM C581. Pengujian tersebut membahas mengenai pengaruh variasi susunan peletakan *Woven Rofing* dan *Mat* terhadap ketahanan korosi serta kekuatan tarik pada aliran asam fosfat untuk mengatasi permasalahan kebocoran pipa. Variabel yang digunakan dalam

pengujian laju korosi erosi yaitu kecepatan laju aliran dan variasi susunan FRP.[3] Kecepatan laju alirannya adalah 0 m/s, 1.5 m/s, 2.1 m/s, dan 2.7 m/s. Susunan FRP terdiri dari 4 variasi susunan Mat dan WR. Pada tahap ini dilakukan dengan merumuskan masalah yang akan dihadapi dan tujuan yang akan dicapai dalam penelitian, antara lain pencarian susunan ketebalan laminasi yang tepat untuk material FRP (T.J. Myers a,\*, H.K. Kytomaa " a, T.R. Smith b, 2006), dilakukannya pengujian *immersion test* dan *tensile test* pada material.

**2.1 Pengolahan data menggunakan Metode weight loss**

Metode kehilangan berat adalah perhitungan laju korosi dengan mengukur kekurangan berat akibat korosi yang terjadi. Metode ini menggunakan jangka waktu penelitian hingga mendapatkan jumlah kehilangan akibat korosi yang terjadi.

**2.2 Pengujian Immersion Test**

Prinsip kerja alat ini adalah spesimen dicelupkan ke dalam larutan asam fosfat. Kondisi pengujian menyesuaikan kondisi dilapangan yang dianggap linier. Pada pengujian ini, logam uji atau specimen adalah material FRP dengan variasi penyusunan Mat dan WR. Spesimen berbentuk pelat dengan luas permukaan antara 2.5cm<sup>2</sup> sampai 5cm<sup>2</sup> mengacu pada ASTM G31 dan diuji menggunakan larutan asam fosfat sehingga dapat dicermati proses dan efek fluida tersebut terhadap material FRP. Untuk mengetahui pengaruhnya diidentifikasi dengan menimbang berat spesimen sebelum dan sesudah pengujian, sehingga dapat diketahui berat logam yang hilang karena bereaksi dengan larutan asam fosfat.

Standart pengujian *immersion test* yang dilaksanakan mengacu pada ASTM G31 dan ASTM C581. Pengujian terdiri dari empat variasi kecepatan fluida yaitu fluida diam dan bergerak dengan kecepatan fluida bergerak yaitu 1.5 m/s, 2.1 m/s, dan 2.7 m/s. Data Spesimen dapat dilihat pada tabel 1 sebagai berikut.

Tabel 1 Data Spesimen yang digunakan untuk pengujian

Kec e- pata n	Variasi A	Variasi B	Non Variasi A	Non Variasi B
1.5 m/s	Spesime n 1	Spesime n 2	Spesime n 3	Spesime n 4
2.1 m/s	Spesime n 5	Spesime n 6	Spesime n 7	Spesime n 8
2.7 m/s	Spesime n 9	Spesime n 10	Spesime n 11	Spesime n 12

**2.3 Pengujian Tarik material FRP**

Pengujian dilakukan untuk mengetahui kekuatan tarik material FRP terhadap pengaruh variasi woven rofing dan mat pada fluida asam fosfat mengacu pada ASTM D-638. Pada pengujian tersebut terdapat 4 spesimen yang terdiri dari 2 spesimen variasi dan 2 spesimen non variasi Mat dan WR. Pada proses pembuatan laminasi variasi susunan peletakan *Woven Rofing* dan *Mat* terdapat 4 spesimen yang terdiri dari 2 spesimen variasi dan 2 spesimen non variasi Mat dan WR. Berikut skema pelapisa *Woven Rofing* dan *Mat* ditunjukkan pada gambar 2.1 dan gambar 2.2

Lapisan 1 Mat	Lapisan 1 Mat
Lapisan 2 Wofen	Lapisan 2 Mat
Lapisan 3 Mat	Lapisan 3 Wofen
Lapisan 4 Wofen	Lapisan 4 Wofen
Lapisan 5 Mat	Lapisan 5 Mat
Lapisan 6 Wofen	Lapisan 6 Mat
Lapisan 7 Mat	Lapisan 7 Wofen
Lapisan 8 Wofen	Lapisan 8 Wofen
Lapisan 9 Mat	Lapisan 9 Mat
Lapisan 10 Wofen	Lapisan 10 Mat

Gambar 2.1 Skema Pelapisa susunan FRP Variasi A & B

Lapisan 1 Mat	Lapisan 1 Wofen
Lapisan 2 Mat	Lapisan 2 Wofen
Lapisan 3 Wofen	Lapisan 3 Mat
Lapisan 4 Mat	Lapisan 4 Wofen
Lapisan 5 Mat	Lapisan 5 Wofen
Lapisan 6 Mat	Lapisan 6 Wofen
Lapisan 7 Mat	Lapisan 7 Wofen
Lapisan 8 Wofen	Lapisan 8 Mat
Lapisan 9 Mat	Lapisan 9 Wofen
Lapisan 10 Mat	Lapisan 10 Wofen

Gambar 2.2 Skema Pelapisan susunan FRP Non Variasi A & B

### 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada tugas akhir ini terdapat dua pengujian yaitu pengujian *immersion* dan pengujian tarik. Pengujian *immersion* untuk mengetahui ketahanan korosi dan pengujian tarik untuk mengetahui kekuatan tarik pada material FRP. Pada pengujian *immersion* diperlukan perhitungan kecepatan dilakukan dengan cara manual. Data perhitungan kecepatan yang dihasilkan kemudian akan digunakan untuk menghitung laju erosi. Berikut langkah-langkah menghitung kecepatan aliran :

Diameter Elbow 14 “  
 ID = 346,07 mm  
 OD = 355,6 mm  
 Q = 0,2 m<sup>3</sup>/s

Menghitung kecepatan aliran :

$$\begin{aligned}
 V &= \frac{Q}{A} \\
 &= \frac{0,2 \frac{\text{m}^3}{\text{s}}}{\pi r^2} \\
 &= \frac{0,2 \frac{\text{m}^3}{\text{s}}}{\pi 0,173^2} \\
 &= 2,127 \text{ m/s}
 \end{aligned}$$

Dari perhitungan di atas diperoleh kecepatan fluida asam fosfat adalah 2,127 m/s. Setelah itu dikonversi menjadi satuan rpm untuk menghitung banyaknya putaran dalam pengujian.

$$\begin{aligned}
 Rpm &= \frac{60.000 \times \text{speed in m/s}}{\mu \times \text{diameter (mm)}} \\
 &= \frac{60.000 \times 2,127 \text{ m/s}}{\mu \times 220 \text{ (mm)}} \\
 &= 184,657 \text{ rpm}
 \end{aligned}$$

Pada pengujian *immersion* ini menggunakan tiga variasi kecepatan yaitu 2,127 sebagai kecepatan

aliran yang sesuai pada industri serta 1,5 m/s dan 2,7 m/s sebagai variasi kecepatannya.

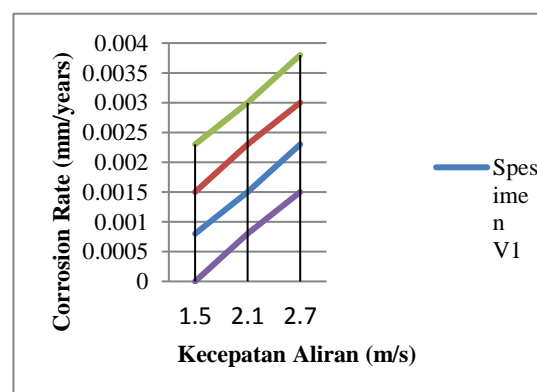
$$\begin{aligned}
 Rpm &= \frac{60.000 \times \text{speed in m/s}}{\mu \times \text{diameter (mm)}} \\
 &= \frac{60.000 \times 1,5 \text{ m/s}}{\mu \times 220 \text{ (mm)}} \\
 &= 130,218 \text{ rpm}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 Rpm &= \frac{60.000 \times \text{speed in m/s}}{\mu \times \text{diameter (mm)}} \\
 &= \frac{60.000 \times 2,7 \text{ m/s}}{\mu \times 220 \text{ (mm)}} \\
 &= 234.392 \text{ rpm}
 \end{aligned}$$

Data perhitungan kecepatan yang dihasilkan kemudian akan digunakan untuk menghitung laju erosi.

### 3.1 Hasil pengujian *Immersion*

Pengujian *immersion test* fluida bergerak dilakukan selama 24 jam dengan suhu fluida sebesar 70°C. Spesimen diletakan pada batang pemutar dengan diperkuat skrup pada bagian samping pemutar untuk mengkaitkan spesimen agar dapat menggantung dengan kuat pada alat uji. Kecepatan putaran yang dilakukan pada proses uji yaitu sebesar 1.5 m/s, 2.1 m/s dan 2.7 m/s. Setelah dilakukannya pengujian *immersion test* selama 24 jam pada setiap spesimen. Dilakukan pengukuran berat kembali untuk mengetahui perubahan yang terjadi pada setiap spesimen. Dari hasil pengujian di atas menggunakan kecepatan 1,5 m / s, dihitung corossion rate dengan mengacu pada standar ASTM G31 Berikut adalah grafik pengujian imersi yang ditunjukkan pada Gambar 3.1 di bawah ini.



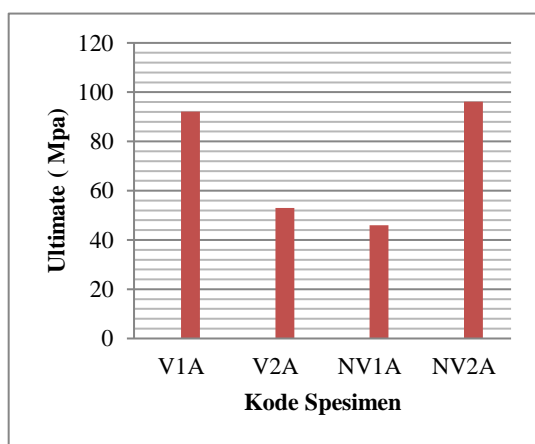
Gambar 3.1 Grafik proses uji *immersion* fluida bergerak

Dari gambar grafik hasil pengujian *immersion* fluida gerak di atas menjelaskan bahwa susunan NV2A mempunyai corrosion rate yang lebih rendah di banding susunan lainnya dan yang paling tinggi adalah susunan NV1A.

Jadi material dengan susunan *wofen rofing* yang banyak lebih tahan terhadap korosi.

### 3.2 Hasil Pengujian Tarik

Setelah seluruh proses laminasi telah dilakukan dan telah menghasilkan 4 bahan FRP dari variasi dan non variasi, proses selanjutnya adalah formasi spesimen sesuai dengan ASTM D 638 standar untuk uji tarik. Detail dimensi pada masing-masing spesimen variasi dan non-variasi akan dicantumkan dalam gambar di bawah ini. Pada dimensi sebelumnya, uji tarik memiliki ukuran yang sama antara spesimen sesuai dengan ketentuan dalam ASTM D 638, sehingga tidak ada perbedaan signifikan dalam hal dimensinya. Hasil pengujian tarik pada bahan FRP dapat dilihat pada Gambar 3.2 di bawah ini.



Gambar 3.2 Grafik hasil pengujian tarik

Dari gambar grafik hasil pengujian tarik di atas menjelaskan bahwa susunan NV2A mempunyai kekuatan tarik yang lebih tinggi dibanding susunan lainnya yaitu sebesar 96.19 MPa dan yang paling rendah adalah susunan NV1A yaitu sebesar 45.94 Mpa. Jadi material dengan susunan *wofen rofing* yang banyak kekuatannya lebih tinggi.

### 4. KESIMPULAN

Berdasarkan pada pengujian dan perhitungan pada tugas akhir ini dapat disimpulkan sebagai berikut :

- Dari penelitian ini didapatkan bahwasannya bahan FRP wofen rofing lebih tahan korosi dibanding matt. Pernyataan tersebut didapat setelah pengujian immersion dengan hasil bahwa susunan NV2A (R2,M,R4,M,R2) mempunyai corrosion rate yang lebih rendah dibanding susunan lainnya dan yang paling tinggi adalah susunan NV1A (M2,R,M4,R,M2).
- Dari penelitian ini didapatkan bahwasannya bahan FRP wofen rofing kekuatan tariknya lebih baik di

banding matt. Pernyataan tersebut didapat setelah pengujian tarik bahwa susunan NV2A (R2,M,R4,M,R2) mempunyai ultimate yang lebih tinggi dibanding susunan lainnya yaitu sebesar 96.19 Mpa dan yang paling rendah adalah susunan NV1A (M2,R,M4,R,M2). yaitu sebesar 45.94 Mpa.

### 5. UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis menyadari penyelesaian jurnal ini tidak terlepas dari bimbingan dan motivasi dari berbagai pihak, penulis menyampaikan rasa terimakasih yang sebesar-besarnya kepada:

- Tuhan yang maha esa yang telah memberikan saya rahmat nikmat dan kesehatan sehingga saya dapat mengerjakan tugas akhir ini dengan lancar.
- Kedua orang tua yang telah memberikan dukungan materi, motivasi, kasih sayang, do'a, dan nasehat hidup bagi penulis.
- Bapak Budi Prasajo, S.T., M.T. dan Bapak Ir. M.M. Eko Prayitno, M.MT sebagai dosen pembimbing yang telah memberikan bimbingan dan pengarahan selama penyelesaian jurnal tugas akhir.

### 6. PUSTAKA

- Adella Hotnyada Siregar, B. A. (2016). Komposit Fiber Reinforced Plastic Sebagai Material Bodi Kapal Berbasis Fiberglass Tahan Api. *Bina Teknika*.
- T.J. Myers, H. K. (2006). Environmental Stress-Corrosion Cracking of Fiberglass Lessons learned from Failures in the Chemical Industry. *Journal Of Hazardous Material*.
- Yuse, D. M. (2016). *Pengaruh Kekuatan Dalam Variasi Susunan Woven Rofing dan Mat Pada Susunan Pembuatan Fiberglass*. PPNs: Program Studi Teknik Bangunan Kapal.