

## Pengaruh Variasi Susunan Layer Dan Konsentrasi Resin FRP (*Fiber Reinforced Plastic*) Terhadap Laju Korosi Pada Media Asam Phosphat

Surya Deny Wijaya<sup>1\*</sup>, Budi Prasajo<sup>2</sup>, Muhamad Muhadi Eko Prayitno<sup>3</sup>

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

Program Studi D-VI Managemen Bisnis Maritim, Jurusan Teknik Bangunan Kapal, Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya, Indonesia<sup>3</sup>

E-mail: [suryadenywijaya@gmail.com](mailto:suryadenywijaya@gmail.com)<sup>1\*</sup>; [budiprasajo1968@gmail.com](mailto:budiprasajo1968@gmail.com)<sup>2</sup>; [mmekep@yahoo.com](mailto:mmekep@yahoo.com)<sup>3</sup>

**Abstract** - Corrosion is one of the causes of material failure in PT. Petro Jordan Abadi. The elbow leaks due corrosion on the inner surface of the elbow. The fluid that each process of the phosphoric acid slurry. FRP material is chosen as an alternative to elbow coating, because FRP material (*Fiber Reinforced Plastic*) its resistance to erosion and corrosion. In this final project, the test analysis by varying the layers of V, 2M, MRM and V, 2R, RMR. Resin concentration (5: 1, 5: 2, and 5: 3). The immersion test flow is also divided into two speed of 2.2 m / s and 0 m / s. Based on ASTM C581-03 immersion testing of FRP material. From the results, it was found the corrosion rate in the fluid moved larger than stay fluid, with the result of moving fluid in the layers of V, 2M, MRM of 0.0071 mm / year, and the arrangement of V, 2R, RMR of 0.0055 mm / years. The stay fluid results in the layers of V, 2M, MRM of 0.0007mm / years, and order of V, 2R, RMR by 0.0003 mm / years. As well concentration of 5: 1 resin to mix with lowest corrosion rate.

**Keyword:** FRP, corrosion, effect of layer variation and resin concentration.

### Nomenclature:

PD	= Design pressure [MPa]
Td	= Design temperature [°C]
To	= Operational temperature [°C]
Q	= Debit [m <sup>3</sup> /s]
ρm	= Density mixture [kg/m <sup>3</sup> ]
dp	= Diameter pasir [m]
ṁp	= Mass flow of sand [kg/s]
μm	= Kekentalan campuran [kg/m.s]
ρt	= Densitas material [kg/m <sup>3</sup> ]
ID	= Inside diameter [m]
OD	= Outside diameter [m]
r	= Jari-jari [m]
A	= Luasan permukaan [m <sup>2</sup> ]
V	= kecepatan aliran [m/s]
CA	= Corrosion allowance[-]

### 1. PENDAHULUAN

Pada industri kimia seperti PT. Petro Jordan Abadi, sering terjadi erosi pada bagian-bagian pipa dan equipment pendukung produksi. Mengingat fluida yang dialirkan pada setiap prosesnya memiliki laju erosi yang cukup tinggi. Seperti yang terjadi pada elbow 45, line number 11015-04300-PP21-018. Elbow tersebut mengalami kebocoran pada lekukan dinding bagian dalam. Hal tersebut terjadi karena permukaan material elbow tidak dapat menahan laju erosi korosi dari aliran tersebut sampai menyebabkan kebocoran. Bentuk fluida yang dialirkan adalah asam fosfat yang berbentuk slurry yang dipompa menggunakan sentrifugal

pump dari tangki menuju filter 2 dengan temperature design 70°C dan pressure design 4.3 bar. Maka akan dilakukannya penelitian tentang pemberian dan pembuatan lapisan yang sesuai untuk elbow 45 pada material A234 yang lebih ekonomis dan memiliki ketahanan yang tinggi terhadap laju erosi korosi. Dipilihnya material FRP (*Fiber Reinforced Plastic*) sebagai pelapis karena memiliki ketahan yang baik terhadap laju erosi pada bagian kritis seperti elbow tersebut. FRP (*Fiber Reinforced Plastic*) merupakan material yang ringan dan dapat mengurangi terjadinya korosi erosi. Material tersebut tersusun dari serat gelas yang ditarik menjadi serat tipis dengan garis tengah sekitar 0,005 mm - 0,01 mm. Serat ini dapat dipintal menjadi benang atau ditenun menjadi kain, yang kemudian diresapi dengan resin sehingga menjadi bahan yang kuat dan tahan korosi erosi untuk digunakan sebagai badan bangunan kapal dan pembuatan equipment industri. Penelitian tentang FRP juga pernah dilakukan (Ilham Chaerul Rizqi Siregar, 2007) dengan menerapkan Fibreglass Reinforced Plastic (FRP) sebagai alternatif pemeliharaan pipa terhadap korosi, meningkatkan kekakuan dan mencegah kebocoran pada sambungan pipa tanpa membuat cacat.

### 2. METODOLOGI.

Penelitian ini dilakukan dengan tahap-tahap penelitian sebagai berikut:

### 2.1 Rancangan Penelitian

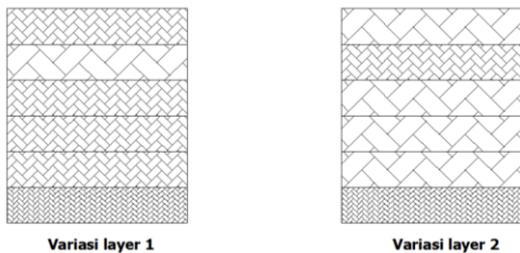
Pada tahap ini dilakukan dengan merumuskan masalah yang akan dihadapi dan tujuan yang akan dicapai dalam penelitian, antara lain pencarian susunan ketebalan laminasi yang tepat dan konsentrasi resin untuk material FRP, dilakukannya pengujian immersion test pada material.

Tabel 1 Variasi pengujian

No	Konsentrasi Resin	Variasi Susunan Komposit
1	5 : 1	V, 2M, MRM
2	5 : 1	V, 2R, RMR
3	5 : 2	V, 2M, MRM
4	5 : 2	V, 2R, RMR
5	5 : 3	V, 2M, MRM
6	5 : 3	V, 2R, RMR

### 2.2 Pembuatan Material FRP

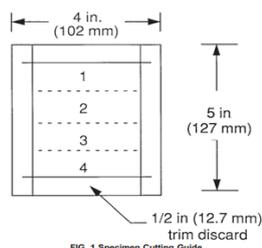
Proses pembuatan material FRP (fiber Reinforced Plastic). dilakukan di workshop PT. Tri Karya Abadi dengan bentuk dan ukuran sesuai dengan parameter ASTM C581. Variasi susunan layer dibuat seperti pada gambar 2.1



Keterangan : Matt  
 Woven roving  
 Vinyl Ester

Gambar 2.1 Variasi susunan layer

Berdasarkan ASTM C581 spesimen yang digunakan untuk pengujian harus dipotong dengan ukuran yang telah ditentukan yaitu, 4 in - 5 in (101,6 mm – 127 mm).



Gambar 2.2 Ukuran spesimen Immersion test

Proses pembuatan Spesimen :

a) Pemotongan matt dan woven Roving

Pemotongan matt dan woven roving dilakukan sesuai ukuran pada ASTM C581. Pemotongan matt dan woven roving dilakukan menggunakan gunting sesuai ukuran yang telah ditentukan sebelumnya.

b) Pencampuran resin dan katalis

Pencampuran resin dan katalis dilakukan dengan perbandingan 5:1, 5:2, dan 5:3 untuk mendapatkan hasil yang baik. Setelah dicampur, dilakukan pengadukan sampai terlihat busa-busa kecil yang menandakan bahwa resin dan katalis sudah tercampur dengan baik. Laying layers of layers

c) Peletakan susunan layer

Peletakan susunan layer dilakukan sesuai dengan variasi yaitu pada dominasi matt dan woven roving. Setiap peletakan susunan layer, matt dan woven roving diolesi dengan resin dan katalis yang telah tercampur dengan baik.

d) Specimen Pemotongan FRP dilakukan untuk menghasilkan spesimen uji yang sesuai standart ASTM C581. Pemotongan dilakukan dengan alat potong listrik

### 2.3 Perhitungan Berat Awal

Perhitungan berat awal dilakukan untuk mengetahui berat sebelum pengujian. Dilakukannya perhitungan berat awal bertujuan untuk mengetahui perbandingan berat sebelum pengujian dengan berat setelah pengujian immersion menggunakan metode weight loss.

### 2.4 Immersion Test

Pada tugas akhir ini dilakukan analisa pengujian dengan memvariasikan susunan layer yaitu V,2M,MRM dan V,2R,RMR serta konsentrasi resin (5:1, 5:2, dan 5:3). Kecepatan aliran immersion test juga dibagi menjadi dua yaitu fluida kecepatan 2,2 m/s dan kecepatan 0 m/s. Proses pengujian dilakukan berdasarkan ASTM C581-03 yang menjelaskan tentang pengujian immersion terhadap material FRP (Fiber Reinforced Plastic).

### 2.5 Pengolahan dan Analisa Data

Dari proses pengolahan data, kemudian akan didapatkan hasil yang valid dari pelaksanaan penelitian uji immersion. Kemudian dilakukan analisis untuk diinterpretasikan agar dapat menjawab pertanyaan yang ada pada rumusan masalah. Pengujian immersion test selesai, spesimen akan dilakukan pengukuran dengan metode weight loss atau pengurangan berat awal dan berat akhir menurut ASTM G 31-72.

$$\text{Corrosion rate} = (K \times W) / (A \times T \times D)$$

Keterangan :

K= Constant faktor

T= Time of exposure (h)

A= Luas area (cm<sup>2</sup>)

W= Weight Loss (g)  
 D= Density (g/cm<sup>3</sup>)

### 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

#### 3.1 Perhitungan luas Area

Perhitungan luas area dilakukan untuk menghitung luasan spesimen yang terpapar oleh fluida pada saat pengujian. Didapatkan hasil luas area total yang terpapar fluida seperti pada tabel 2 dan tabel 3.

**Tabel 2** Area Total Fluida Bergerak

No	Spesimen	Luas Total
1	B1	279,717
2	B2	275,477
3	B3	277,565
4	B4	289,214
5	B5	280,217
6	B6	282,805
7	B7	270,268
8	B8	273,357
9	B9	272,877
10	B10	279,685
11	B11	280,217
12	B12	273,357

**Tabel 3** Area Total Fluida Diam

No	Spesimen	Luas Total
1	D1	287,054
2	D2	289,714
3	D3	280,217
4	D4	284,965
5	D5	277,077
6	D6	277,565
7	D7	275,477
8	D8	277,565
9	D9	273,348
10	D10	275,477
11	D11	272,877
12	D12	275,445

Dari perhitungan di atas didapatkan luas total area yang terpapar oleh fluida pada saat pengujian

#### 3.2 Perhitungan Kecepatan Fluida

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 fluida:

$$V = \frac{Q}{A}$$

$$= \frac{0,2 \frac{m^3}{s}}{\pi r^2}$$

$$= \frac{0,2 \frac{m^3}{s}}{\pi 0,173^2} = 2,127 \text{ m/s}$$

Dari perhitungan di atas ditemukan kecepatan fluida asam fosfat adalah 2,127 m/s.

Setelah itu dikonversi menjadi satuan rpm untuk menghitung banyaknya putaran dalam pengujian.

$$Rpm = \frac{60.000 \times \text{speed in m/s}}{\mu \times \text{diameter (mm)}}$$

$$= \frac{60.000 \times 2,127 \text{ m/s}}{\mu \times 220 \text{ (mm)}}$$

$$= 184,657 \text{ rpm}$$

### 3.3 Immersion Test

#### 3.3.1 Immersion Test Fluida Diam

Pengujian immersion test fluida diam dilakukan selama 72 jam dengan suhu fluida sebesar 70°C. Setelah dilakukannya pengujian pada setiap spesimen. Dilakukan pengukuran berat kembali untuk mengetahui perubahan yang terjadi pada setiap spesimen. Hasil pengukuran berat seperti pada tabel 4 fluida diam.

**Tabel 4** Data Fluida Diam

No	Kode	Variasi	Konsentra si	Hasil Pengurangan
1.	D1	V,2R,RM R	5:1	0
2.	D2	V,2M,M RM	5:1	0
3.	D3	V,2R,RM R	5:2	0
4.	D4	V,2M,M RM	5:2	0
5.	D5	V,2R,RM R	5:3	0,0002
6.	D6	V,2M,M RM	5:3	0,0002
7.	D7	V,2R,RM R	5:1	0
8.	D8	V,2M,M RM	5:1	0
9.	D9	V,2R,RM R	5:2	0
10.	D10	V,2M,M RM	5:2	0
11.	D11	V,2R,RM R	5:3	0
12.	D12	V,2M,M RM	5:3	0,0003

#### 3.3.1 Immersion Test Fluida Bergerak

Pengujian immersion test fluida bergerak dilakukan selama 24 jam dengan suhu fluida sebesar 70°C. Kecepatan putaran yang dilakukan pada proses uji yaitu sebesar 184,657 rpm.

**Tabel 5** Data Fluida Bergerak

No	Kode	Variasi	Konsentra si	Hasil Pengurangan
1.	B1	V,2R,RM R	5:1	0,0005
2.	B2	V,2M,M RM	5:1	0,0004
3.	B3	V,2R,RM R	5:2	0,0005
4.	B4	V,2M,M RM	5:2	0,0008
5.	B5	V,2R,RM R	5:3	0,0006

R				
6.	B6	V,2M,M RM	5;3	0,0008
7.	B7	V,2R,RM R	5;1	0,0004
8.	B8	V,2M,M RM	5;1	0,0006
9.	B9	V,2R,RM R	5;2	0,0005
10.	B10	V,2M,M RM	5;2	0,0007
11.	B11	V,2R,RM R	5;3	0,0008
12.	B12	V,2M,M RM	5;3	0,001

Dari data perhitungan manual corrosion rate di atas, dapat disimpulkan menjadi tabel 6 fluida bergerak dan tabel 7 fluida diam

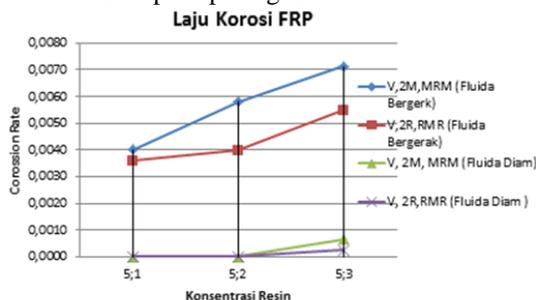
**Tabel 6** Corossion rate fluida bergerak

No	Variasi	Konsentrasi	Corossion Rate
1.	V,2R,RMR	5;1	0,0036
2.	V,2R,RMR	5;2	0,0040
3.	V,2R,RMR	5;3	0,0055
4.	V,2M,MRM	5;1	0,0040
5.	V,2M,MRM	5;2	0,0058
6.	V,2M,MRM	5;3	0,0071

**Tabel 7** Corossion rate fluida diam

No	Variasi	Konsentrasi	Corossion Rate
1.	V,2R,RMR	5;1	0,0000
2.	V,2R,RMR	5;2	0,0000
3.	V,2R,RMR	5;3	0,0003
4.	V,2M,MRM	5;1	0,0000
5.	V,2M,MRM	5;2	0,0000
6.	V,2M,MRM	5;3	0,0007

Dari data tabel perhitungan corrosion rate diatas, didapatkan hasil bahwa rata-rata corrosion rate yang terjadi pada fluida bergerak lebih besar dengan hasil 0,0050 mm/years, sedangkan pada fluida diam sebesar 0,0002 mm/years. Selanjutnya, dapat dianalisa laju korosi FRP seperti pada gambar 3.1



#### 4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil analisa dan perhitungan, dapat menjadi kesimpulan sebagai berikut :

a. Corossion rate pada fluida bergerak lebih besar dari pada fluida diam, dengan hasil fluida bergerak pada susunan layer V,2M,MRM

sebesar 0,0071 mm/years, dan susunan V,2R,RMR sebesar 0,0055 mm/years. Sedangkan, hasil fluida diam pada susunan layer V,2M,MRM sebesar 0,0007mm/years, dan susunan V,2R,RMR sebesar 0,0003 mm/years.

b. Dari penelitian di atas didapatkan bahwa perbandingan resin dan katalis dengan konsentrasi 5:1 adalah campuran dengan corrosion rate terendah pada lapisan FRP.

#### 5. UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis menyadari penyusun Tugas Akhir ini tidak terlepas dari bantuan dan bimbingan berbagai pihak, oleh karena itu penulis menyampaikan rasa terima kasih kepada semua pihak yang telah membantu hingga terselesaikannya Tugas Akhir ini, diantaranya kepada :

1. Bapak R. Dimas Endro W, S.T., M.T. selaku ketua prodi Teknik Perpipaan, Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya
2. Bapak Pekik Mahardhika, S.T., M.T. selaku ketua koordinator Tugas Akhir
3. Bapak Budi Prasajo, S.T., M.T. selaku dosen pembimbing 1 yang telah memberikan bimbingan dan pengarahan selama pengerjaan Tugas Akhir
4. Bapak Ir. MM. Eko Prayitno, M.MT, S.T., M.T. selaku dosen pembimbing 2 yang telah memberikan bimbingan dan pengarahan selama pengerjaan Tugas Akhir
5. Kedua Orang tua (Bapak Wiyono dan Ibu Tukini Atiwijaya) dan keluarga tercinta yang selalu memberikan banyak kasih sayang nasehat hidup, doa, dukungan moral serta materil kepada penulis untuk terus menyelesaikan pendidikan dengan baik.
6. Kepada Mbak Olin, yang memberikan semangat selama perjalanan kuliah dan pengerjaan tugas akhir kepada penulis.
7. Teman seangkatan Teknik Perpipaan 2014, yang selama ini telah berjuang bersama dalam meraih kesuksesan.

Penulis menyadari bahwa dalam penyusunan Tugas Akhir ini masih banyak kekurangan. Oleh karena itu, saran dan kritik yang membangun sangat penyusun harapkan guna penyempurnaan Tugas Akhir ini, sehingga dapat bermanfaat bagi pembacanya.

#### 6. PUSTAKA

- [1] ASTM C581-03 *Standard Practice for Determining Chemical Resistance of Thermosetting Resins Used in Glass-Fiber-Reinforced Structures Intended for Liquid Service.*
- [2] ASTM C582-02 *Standard Specification for Contact-Molded Reinforced Thermosetting Plastic (RTP) Laminates for Corrosion-Resistant Equipment.*

- [3] ASTM G31-72 *Standard Practice for Preparing, Cleaning, and Evaluating Corrosion Test Speciment.*
- [4] Ilham Chaerul Rizqi Siregar (2017), *Analisa Kekuatan Tarik dan Tekuk Pada Sambungan Pipa Baja dengan Menggunakan Kanpe Clear NF Sebagai Pengganti Las.* Jurnal Hasil Karya Ilmiah Lulusan S1 Teknik Perkapalan Universitas Diponegoro.

**(HALAMAN INI SENGAJA DIKOSONGKAN)**