

STUDI KOROSI SAMBUNGAN SIKU PADA MEDIA UJI POMPA DENGAN MENGGUNAKAN METODE CFD

ALFIAN RAHMAT ¹, HADI PRANOTO ²,

¹Program Studi Teknik Mesin (Universitas Mercu Buana Jakarta)

²Program Studi Teknik Mesin (Universitas Mercu Buana Jakarta)

Email: rahmatalfian.ar@gmail.com

ABSTRAK

Aliran fluida telah dilaporkan dapat menyebabkan erosi pada permukaan yang diakibatkan oleh aliran fluida itu sendiri. Proses ini dinamakan impingement, yaitu proses terjadinya korosi erosi akibat adanya aliran fluida yang menyebabkan high wall shear stress pada permukaan yang dapat menggerus permukaan logam. Sambungan siku merupakan salah satu bagian yang paling besar menerima dampak dari erosi aliran fluida. Maka dilakukan analisa laju korosi pada sambungan siku dan simulasi CFD. untuk mengetahui tekanan maksimum dan titik kritis yang memungkinkan terjadinya korosi pada elbow. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui laju korosi dari material elbow dan menganalisa titik kritis korosi pada elbow dari media uji pompa. Metodologi penelitian laju korosi menggunakan metode rendam. Sampel yang digunakan yaitu elbow galvanis lalu ditimbang. Kemudian sampel direndam didalam air selama waktu tertentu. Setelah direndam, sampel ditimbang kembali dan laju korosi dapat ditentukan dengan rumus. Hasil dari penelitian didapatkan nilai laju korosi sebesar 8.71 mpy. Dengan hasil simulasi CFD yang dilakukan dapat diketahui bahwa titik kritis pada elbow terletak pada bagian radius luar elbow. Nilai tekanan maksimum yang terjadi pada elbow sebesar 1572.26 Pa.

Kata kunci: Sambungan siku, Laju Korosi, CFD

ABSTRACT

Fluid flow has been shown to cause erosion on the surface caused by the fluid flow itself. This process is called impingement, which is the process of erosion corrosion due to the flow of fluid that causes high wall shear stress on surfaces that can erode metal surfaces. Elbow connection is one of the largest parts that receives the impact of fluid flow erosion. Then an analysis is conducted the corrosion rate on the elbow connection and CFD simulations to analyze critical point which allows corrosion on the elbow. The purpose of this study was to determine the corrosion rate of elbow material and analyze the corrosion critical point in the elbow of the pump test media. Corrosion rate research method uses the soak method. The sample used was elbow galvanized and then weighed. Then the samples are soaked in water for a certain time. After soaking, the sample is weighed again and the corrosion rate can be determined by the formula. The results of the study obtained a value of corrosion rate 8.71 mpy. From the results of CFD simulations, it can be seen that the critical point in the elbow is located in the outside radius the elbow. The maximum pressure value that occurs in the elbow is equal to 1572.26 Pa.

Keywords: Elbow connection, Corrosion Rate, CFD

1. PENDAHULUAN

Dalam perkembangan teknologi dan industry penggunaan logam sebagai salah satu material sangat besar perannya, akan tetapi dalam kenyataannya banyak factor yang menyebabkan daya guna logam ini menurun. Dalam kehidupan sehari-hari banyak ditemukan material yang umurnya lebih singkat dari yang ditentukan[1]. Pipa merupakan bagian penting dalam kehidupan sehari-hari baik di masyarakat maupun industri. Pipa digunakan sebagai tempat mengalirnya suatu fluida air ataupun gas. Jenis pipa dipilih berdasarkan jenis fluida yang akan dialirkan, jumlah fluida yang akan dialirkan, temperatur fluida yang akan dialirkan, kondisi lingkungan, aplikasi fluida yang dialirkan. Korosi atau pengkaratan merupakan suatu peristiwa kerusakan atau penurunan kualitas suatu bahan logam yang disebabkan oleh terjadinya reaksi terhadap lingkungan[2]. Aliran fluida telah dilaporkan dapat menyebabkan erosi pada permukaan yang diakibatkan oleh aliran fluida itu sendiri. Proses ini dinamakan impingement, yaitu proses terjadinya korosi erosi akibat adanya aliran fluida yang menyebabkan high wall shear stress pada permukaan yang dapat menggerus permukaan logam [3]. Fenomena erosi-korosi menyebabkan keausan ketika partikel abrasif berada dalam larutan cair misalnya air; itu disebabkan oleh gerakan relatif dari padatan yang kontak dengan permukaan [4]. Imbas dari terjadinya korosi tersebut adalah menurunkan kekuatan dari pipa itu sendiri sehingga mempercepat terjadinya kebocoran pipa maupun kegagalan [5]. Meskipun fenomena erosi korosi pada pipa ditandai dengan pengurangan ketebalan dinding pipa secara menyeluruh pada komponen perpipaan, namun hal ini lebih sering terjadi di area tertentu yang memiliki turbulensi tinggi [6]. Biasanya perpipaan dengan kecepatan aliran air yang tinggi memiliki nilai FAC (flow accelerated corrosion) melebihi 0,0001 m / tahun di beberapa lokasi dan salah satunya adalah sambungan siku [7]. Fitting atau sambungan dalam instalasi sistem perpipaan berfungsi untuk mengubah arah aliran, menyebarkan aliran, menambah atau mengurangi aliran [8]. *Elbow* atau siku merupakan jenis sambungan pipa yang digunakan untuk merubah arah aliran [9]. Pencegahan terhadap korosi telah banyak dilakukan untuk mengurangi laju korosi. Hal yang bisa dilakukan untuk permasalahan korosi hanyalah pengurangan laju korosinya karena dari asalnya korosi memang tidak

dapat dihilangkannya dapat dikurangi laju korosinya dan dilakukan pencegahan berupa penghitungan prediksi laju korosinya [10]. Ada berbagai pendekatan untuk memprediksi kemungkinan dan laju korosi percepatan aliran. Pengujian telah melibatkan komponen aktual atau spesimen yang dipilih. Selain itu ada model teoritis atau empiris, beberapa berbasis komputer, tersedia untuk memungkinkan prediksi serangan [11].

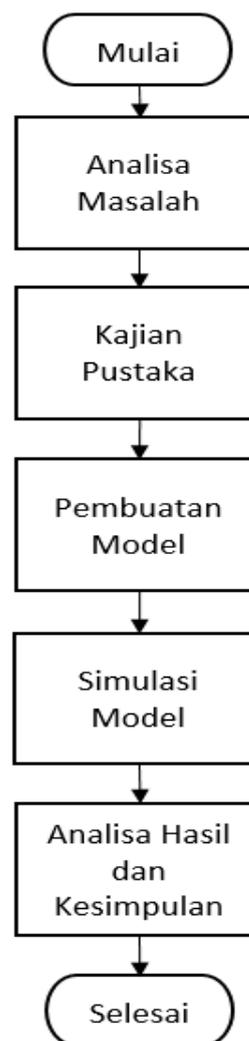
Meningkatnya permintaan CFD dalam menyelesaikan banyak masalah aliran fluida berkembang di dalam komunitas ilmiah[12].

Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui laju korosi dari material *elbow* dan menganalisa titik kritis korosi pada *elbow* dari media uji pompa.

2. METODE

2.1 Diagram Alir

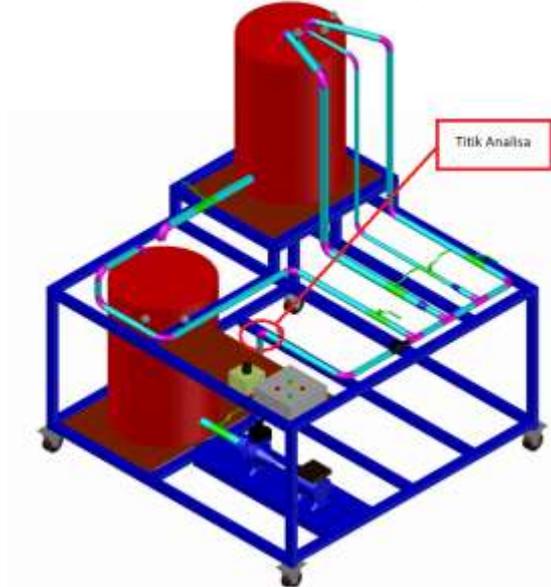
Gambar dibawah ini menunjukkan diagram alir penelitian ini.



2.2 Persiapan Penelitian

Penelitian ini dilakukan pada *elbow* keluaran pompa dari media uji pompa yang telah dibuat. Gambar 1 menunjukkan letak *elbow* yang di analisa.

Gambar 1 Media Uji Pompa



Metode yang digunakan untuk mengetahui laju korosi dari *elbow* yaitu metode kehilangan berat atau *Weight Gain Loss*. Bahan yang digunakan untuk penelitian ini adalah *elbow* 90° berbahan galvanis dengan diameter 1 ½ inch. *Elbow* di potong menjadi 2 agar dapat terlihat bagian dalam *elbow*.

Spesifikasi Pipa

| | |
|--------------------------|------------|
| Nominal Pipe Size | 1 ½ |
| Outside Diameter | 1.900 inch |
| Wall Thickness | 0.145 inch |
| Inside Diameter | 1.610 inch |
| Schedule | 40 |

Tabel 1 Spesifikasi Elbow

Spesimen *Elbow* akan di rendam di dalam air selama selang waktu tertentu dan di ukur perbedaan berat yang terjadi pada *elbow* kemudian akan dihitung laju korosi dari *elbow* dengan rumus :

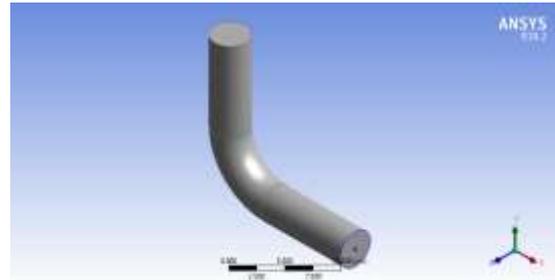
$$CR = \frac{W \times K}{A \cdot t \cdot \rho}$$

CR = Corrosion Rate (mpy)

- W = Weight Loss (g)
- K = Konstanta Factor (3.45 x 10⁶ mpy)
- A = Surface Area (cm²)
- t = Expossure Time (hr)
- ρ = Density Spesimen g/cm³)

Membuat model dan melakukan analisa simulasi menggunakan software ANSYS

Gambar 2 Model 3D *elbow*



Untuk melakukan simulasi aliran fluida menggunakan ANSYS ada beberapa data yang harus dimasukkan, salah satunya yaitu kecepatan alir fluida (v). Kecepatan alir fluida dapat diitung dengan menggunakan rumus :

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

- Q = Debit aliran (m³/s)
- v = Kecepatan aliran (m/s)
- A = Luas permukaan (m²)

Untuk melakukan perhitungan kecepatan aliran fluida, debit aliran dari pompa harus di ketahui.

Spesifikasi Pompa

| | |
|-----------------------------------|----------------|
| Brand | Yuema xa 32/12 |
| Qapacity (m³/h) | 9 |
| Head (m) | 5 |
| Speed (rpm) | 1450 |
| Motor | |
| Power | 0.55 kw |

Tabel 2 Spesifikasi Pompa

3. HASIL

3.1 Laju Korosi

Dari hasil pengujian perendaman *elbow* didapatkan data perubahan bobot pada sampel *elbow*

Table 1 Data Penimbangan

| Waktu (jam) | Bobot (gram) |
|-------------|--------------|
| 0 | 118.5688 |
| 24 | 118.5063 |
| 48 | 118.4929 |
| 72 | 118.4824 |

Setelah melakukan perendaman dan penimbangan pada spesimen, laju korosi dapat dihitung dengan menggunakan rumus. Laju korosi dihitung setiap 1 hari perendaman spesimen.

| Waktu (jam) | Laju Korosi (mpy) |
|-------------|-------------------|
| 0 | - |
| 24 | 9.60 |
| 48 | 5.83 |
| 72 jam | 4.42 |

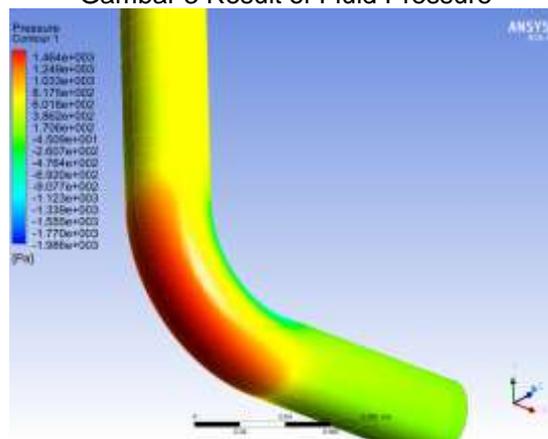
Tabel 3 Laju Korosi

Laju korosi paling besar ditunjukkan pada waktu 24 jam yaitu 9.60 mpy. Hal ini dapat disebabkan oleh lapisan film pelindung yang banyak terkikis pada perendaman 24 jam pertama. Perbedaan bobot awal dengan perendaman 24 jam pertama lebih besar dibanding perendaman selanjutnya itulah yang menyebabkan nilai laju korosi menjadi lebih besar.

3.2 Simulasi CFD

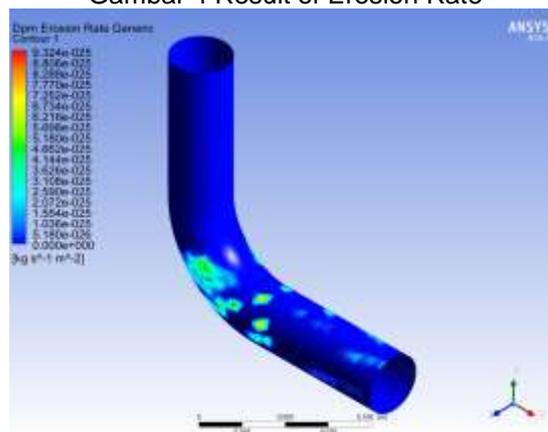
Hasil dari proses simulasi CFD dapat dilihat bentuk aliran fluida pada *elbow* dan bagian bagian yang mendapatkan tekanan yang paling besar pada *elbow*.

Gambar 3 Result of Fluid Pressure



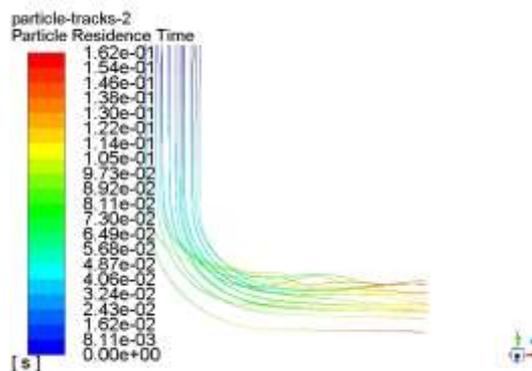
Dapat dilihat pada gambar 2 tekanan yang paling besar terjadi pada bagian luar elbow. Sebaliknya pada bagian dalam elbow tekanan yang terjadi lebih kecil dibanding area yang lain.

Gambar 4 Result of Erosion Rate



Gambar 3 menunjukkan titik titik erosi yang terjadi pada *elbow* akibat aliran fluida.

Gambar 5 Aliran Partikel Fluida



Gambar 4 menunjukkan bentuk aliran fluida yang terjadi didalam *elbow*. Tejadi turbulensi pada bagian radius dalam *elbow*.

4. KESIMPULAN

Dari hasil penelitian laju korosi pada *elbow* alat uji coba pompa dengan melakukan perendaman menggunakan media air, dapat disimpulkan sebagai berikut :

- Nilai laju korosi selama perendaman 24 jam, 48 jam, dan 72 jam berturut turut adalah 9.60 mpy, 5.83 mpy, dan 4.42 mpy. Nilai laju korosi rata ratanya adalah 6.61 mpy.
- Hasil simulasi CFD dengan menggunakan software ANSYS menunjukkan bahwa titik yang terkena dampak paling besar akibat turbulensi aliran adalah area sekitar radius luar *elbow*. Dari gambar 2 dapat dilihat bahwa tekanan fluida maksimum yang terjadi pada *elbow* yaitu 1572.26 Pa terletak di bagian radius luar *elbow*.

Saran untuk penelitian selajutnya yaitu menganalisa laju korosi pada bagian pipa lain. Memodifikasi desain media uji pompa agar dapat menganalisa laju korosi dari berbagai jenis logam dengan menambahkan slot untuk menguji material lain.

5. DAFTAR PUSTAKA

- [1] Syalwadi, "JURNAL APTEK Vol. 5 No. 1," *Anal. Laju Korosi Pada Sist. Pemipaan Bawah Tanah PT. Chevron Pacific Indones.*, 2013.
- [2] H. R. Pambudi, "UNIVERSITAS NEGERI SEMARANG," *Anal. KASUS KOROSI PADA PIPA Miny. Sol.*, 2016.
- [3] M. H. El-Sayed, "Flow enhanced corrosion of water injection pipelines," *Eng. Fail. Anal.*, vol. 50, no. January, pp. 1–6, 2015.
- [4] C. Sedano-de la Rosa, M. Vite-Torres, J. G. Godínez-Salcedo, E. A. Gallardo-Hernández, R. Cuamatzi-Melendez, and L. I. Farfán-Cabrera, "Erosion-corrosion of X-52 steel pipe under turbulent swirling impinging jets," *Wear*, vol. 376–377, pp. 549–556, 2017.
- [5] M. Huda, U. N. Semarang, A. Nugroho, and U. N. Semarang, "Identifikasi Korosi Erosi Pada Pipa Elbow Pompa Axial PDAM Kota Semarang Menggunakan Simulasi

- CFD," no. August, 2017.
- [6] K. Keshtkar, M. Nematollahi, and A. Erfaninia, "CFX study of flow accelerated corrosion via mass transfer coefficient calculation in a double elbow," *Int. J. Hydrogen Energy*, vol. 41, no. 17, pp. 7036–7046, 2016.
- [7] H. P. Rani, T. Divya, R. R. Sahaya, V. Kain, and D. K. Barua, "CFD study of flow accelerated corrosion in 3D elbows," *Ann. Nucl. Energy*, vol. 69, pp. 344–351, 2014.
- [8] H. Prastowo, I. Syarief, and H. Fansyuri, "Damage Analysis of Elbow Fitting at Condenser Air Conditioning Cooling System," vol. 1, no. 4, pp. 250–260, 2017.
- [9] Q. Qiao, G. Cheng, Y. Li, W. Wu, H. Hu, and H. Huang, "Corrosion failure analyses of an elbow and an elbow-to-pipe weld in a natural gas gathering pipeline," *Eng. Fail. Anal.*, vol. 82, pp. 599–616, 2017.
- [10] T. Jst, "Prediksi Laju Korosi pada Instalasi Pipa Logam," vol. 2, no. 2, 2013.
- [11] B. Poulson, "Nuclear Power Plant," vol. 2014, 2014.
- [12] G.-H. Y. and C. L. Jiyuan Tu, *Computational Fluid Dynamics*. 2018.