



Analisa Risiko Material Pipa Penyangga Jembatan PCK-03-A Pada Pengeboran Minyak di PT. X Menggunakan Metoda *Risk Based Maintenance*

Setiana Wijaya¹, Muhammad Yudi Masduky Sholihin²

^{1,2}Program Studi Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Pancasila

Korespondensi email: yudi_m_s@univpancasila.ac.id

Abstraksi

The support pipe is an important part of the bridge, because it is the basis for the bridge to stand upright. If there is a problem, it will have an impact that will disrupt the transportation of oil drilling, causing losses to the company. Therefore, a method needs to be done to maintain the bridge in order to minimize various possibilities that may occur, which is the method of implementing preventive actions in the form of maintenance. In maintenance there are also various techniques that can be used, one of which is the Risk Based Maintenance (RBM) method. This study uses this method to determine the remaining life of bridge support pipes from steel pile sections. By looking at the calculated risk ranking method, it was found that the support pipe is included in the significant (low) risk category for piles with code 9C. The RK value is a function X of the corrosion risk and a function y of the thickness (t) of each pile which amounts to 3 based on the data. Where the determining coefficient is one or 100% of the influence of the pile thickness is affected by the corrosion rate, where the corrosion is higher, the pile thickness is thinner. Both problems have a very high correlation between the risk of rust and the thinness of each pile because the correlation coefficient is 1 (one). The higher the corrosion rate risk value, the less the remaining service life of the bridge, especially for the support pipes, so the maintenance strategy must be considered, especially for the piles that have the most critical corrosion rate values of the three samples study on PCK-03-A bridge.

Keywords: Pile, Maintenance, Risk Based Maintenance

I. Pendahuluan

Seiring dengan berkembangnya pada dunia perindustrian, material adalah salah satu aspek penting yang harus diperhatikan dalam sebuah pekerjaan. Perkembangan ilmu pengetahuan dalam pemeliharaan dan inovasi dalam hal material merupakan faktor penunjang kesuksesan perusahaan dalam menghasilkan produknya dengan

kualitas yang baik agar nilai perusahaan tersebut tetap terkendali. Material yang sudah berdiri juga harus diperhatikan usia pakainya agar bisa berjalan dengan baik. Pada peningkatan efektifitas maintenance terhadap aset perusahaan, material juga berdampak kritis apabila terjadi kerusakan. Salah satu perusahaan dibidang pengeboran minyak mencoba menerapkan peningkatan efektifitas dengan cara melakukan maintenance

terhadap salah satu jembatan yang dimiliki untuk menunjang transportasi. Jembatan ini menjadi sarana yang penting dalam pengeboran minyak, sehingga wajib dipastikan aman ketika akan dilewati oleh kendaraan pengangkut peralatan untuk pengeboran. Penelitian yang dilakukan adalah analisa risiko material pipa penyangga (*Steel pile*) jembatan PCK-03-A pada pengeboran minyak PT. X menggunakan metoda *Risk Based Maintenance* Strategi pemeliharaan pada pipa penyangga tersebut diharapkan dapat mengurangi risiko terjadinya kecelakaan berupa runtuhnya jembatan sebelum masa umur pakai digunakan. Dengan menilai dari tingkat risiko yang disebabkan karena kegagalan dari masing-masing *steel pile* jembatan, dimana pipa penyangga yang memiliki risiko lebih tinggi akan diprioritaskan pemeriksaan serta pemeliharannya. *Risk Based Maintenance* diperlukan karena berkaitan dengan objek penelitian dengan cara mengestimasi risiko, dan optimalisasi pemeliharaan.

II. Tinjauan Pustaka

Total Productive Maintenance adalah proses dalam melakukan atau menjalankan sesuatu dalam meningkatkan unjuk kerja dan mutu kualitas jembatan. *Total Productive Maintenance* bertujuan untuk memaksimalkan efektivitas dari fasilitas yang digunakan di dalam industri sehingga perawatan diselamatkan dari semua aspek oprasi dan intalasi dari fasilitas produksi [1]. Jika diimplementasikan secara utuh, *Total*

Productive Maintenance secara dramatis meningkatkan produktifitas dan kualitas, serta menurunkan biaya. *Total Productive Maintenance* adalah pemeliharaan produktif yang dilaksanakan oleh seluruh karyawan melalui aktivitas kelompok yang terpercaya. Dalam pemeliharaan jembatan bertanggung jawab untuk pemeliharaan jembatan. Semakin besar risiko kerusakan jembatan, semakin besar pengurangan biaya.

Maintenance merupakan salah satu kegiatan dalam bidang industri yang tidak terlepas dari penggunaan sejumlah komponen tiang penyangga jembatan. Oleh karena itu dalam melakukan suatu kegiatan pemeliharaan diperlukanya teknik *maintenance* secara berkala. Peralatan dapat dinilai jika layak dalam pemakaian dan *maintenance* secara rutin atau teratur dalam penggunaanya serta berkala. Dalam *maintenance* atau perbaikan terdiri dari beberapa kegiatan diantaranya, pengecekan, pemeriksaan dan perbaikan terhadap kerusakan kerusakan yang timbul nantinya serta serta dilakukanya penggantian komponen tiang pipa penyangga jembatan dan penyesuaian komponen yang terdapat dalam struktur jembatan lainnya.

Korosi merupakan menurunnya kualitas yang diakibatkan dari reaksi kimia yang timbul pada logam menggunakan beberapa unsur pada alam. Pada tingkat ketahanannya korosi yang tinggi pada pipa penyangga. Dalam industri minyak dan gas, pipa baja karbon ultra-martensit diharapkan memiliki tingkat

ketahanan korosi yang tinggi, terutama di lingkungan yang sangat asam. H₂S berdifusi ke celah-celah struktur logam, bereaksi pada permukaan logam dan melepaskan hidrogen terikat menggunakan belerang yang dapat diserap, dan hidrogen yang terkandung dalam larutan H₂S secara tidak langsung menyebabkan kegagalan atau korosi, sehingga merupakan logam berpori, menghasilkan sulfida.

Umumnya proses korosi dari material diakibatkan hubungan dengan lingkungan sehingga akan terjadi reaksi korosi, hal ini biasa disebut reaksi elektrokimia. Reaksi elektrokimia dapat terjadi antara logam dengan lingkungan yang kurang mendukung. Menurut teori kimia, korosi dapat terjadi diakibatkan adanya reaksi oksidasi dan reduksi antara material dengan lingkungannya. Reaksi oksidasi diartikan sebagai reaksi yang membuat elektron dan reduksi membentuk hubungan antara dua unsur sebagai pengikat elektron. Penyebab tingginya laju korosi terjadi karena pengelasan pada material yang digunakan kurang baik.

Laju Korosi adalah peristiwa merambatnya proses korosi yang terjadi pada suatu material yang dipakai saat berjalannya proses produksi. Dari beberapa pengujian atau percobaan korosi sebagian besar dilakukan dengan lajunya korosi. Hal tersebut disebabkan karena laju korosi berkaitan erat dengan dengan nilai ekonomis dan teknis material [4].

Pada proses produksi, suatu industri tidak lepas berasal penggunaan alat-alat bejana tekan, terutama tangki kompresor penerima udara, seperti minyak, bahan kimia, makanan, pembangkit listrik. Bejana tekan wajib memiliki saat penggunaan hingga bejana tekan tidak bisa dipergunakan kembali. Selama penggunaan bejana tekan, kegagalan mungkin terjadi bila tidak ada kontrol serta pemeliharaan terencana yang dilakukan. Beberapa penyebab kegagalan terjadi karena kelelahan material, korosi serta faktor eksternal lainnya. Salah satu pengendalian buat mengantisipasi kegagalan bejana tekan ialah buat menganalisa ketebalan material berasal ketika ke waktu sehingga bisa diketahui seberapa besar reduksi material terjadi karena korosi [7].

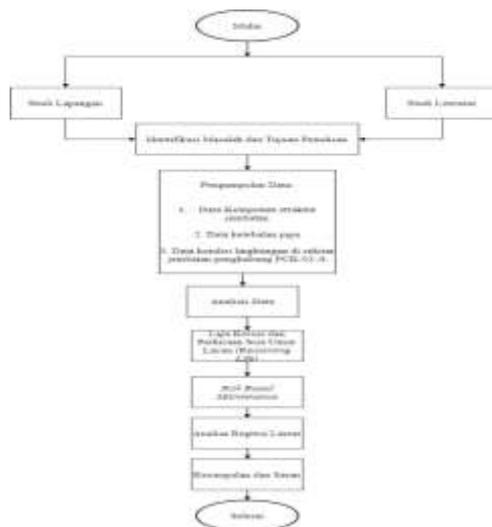
III. Metodologi

Objek penelitian ini adalah material pipa penyangga jembatan pengeboran minyak PT. X dengan nama jembatan PCK-03-A untuk melakukan analisis strategis pemeliharaan material penyangga jembatan PCK-03-A dengan metode *Risk Based Maintenance* untuk memperpanjang sisa umur jembatan maka perlu adanya pengukuran ketebalan pipa pada komponen struktur jembatan PCK-03-A.

Penelitian ini menggunakan metode kuantitatif, diketahui survei sebelumnya tidak didapatkan data yang pasti kemudian diberikan asumsi berdasarkan keadaan lingkungan sekitar dan informasi dari internet mengenai

berdirinya PT. X dan dilakukan survei kembali pada tahun 2019. Pengolahan data dimulai dari data yang diperoleh dari hasil pengukuran ketebalan maksimum, ketebalan minimum, serta nilai korosi dari setiap pipa, kemudian dilakukan perhitungan data kuantitatif menggunakan metode *Risk Based Maintenance*. Analisis digunakan untuk memperoleh gambaran kondisi kualitas material pada pipa penyangga Jembatan penghubung PCK-03-A yang disebabkan oleh timbulnya korosi karna berbagai faktor. Dari hasil pengolahan data yang telah dilakukan, selanjutnya pengujian data menggunakan analisis regresi linear sederhana.

Metode pemeriksaan ini bertujuan untuk menentukan hasil dari pengukuran maupun ketebalan pada jembatan PCK-03-A. Metode pemeriksaan lapangan ini menggunakan beberapa alat bantu guna mempermudah dalam mengetahui hasil data pada jembatan.



Gambar 1. Flowchart Penelitian

IV. Hasil dan Pembahasan

Hasil pengukuran ketebalan yang telah dilakukan pada *Steel Pile*. Dalam perhitungan sisa umur layan guna menghitung laju korosi maksimal yaitu 0,113 mm/tahun. Diketahui survei sebelumnya dilaksanakan pada tahun 2014 dan dilakukan survei kembali pada tahun 2019. Didapatkan hasil pengukuran ketebalan maksimum, ketebalan minimum, serta nilai korosi dari setiap pipa. Pengukuran dilakukan untuk setiap pipa pada bagian struktur jembatan. Didapatkan untuk mencari ketebalan minimum dan maksimum untuk perhitungan analisis laju korosi. Untuk mengetahui nilai korosi dari setiap pipa di dapatkan perhitungan menggunakan rumus laju korosi.

Pada perhitungan yang telah dilakukan terhadap *Steel pile* 9 pada segmen C, didapat hasil dari perhitungan sebagai berikut :

$$CR = \frac{12,7 - 5,9}{60} = 0,113 \text{ mm/Tahun}$$

Dengan menggunakan rumus tersebut, maka didapatkan nilai laju korosi dari hasil pengujian ketebalan yang sudah dilakukan di lapangan sebagai berikut.

Pada perhitungan yang telah dilakukan terhadap *Steel pile* 10 pada segmen C, didapat hasil dari perhitungan sebagai berikut :

$$CR = \frac{12,7 - 6,72}{60} = 0,100 \text{ mm/Tahun}$$

Pada perhitungan yang telah dilakukan terhadap *Steel pile* 11 pada segmen C,

didapat hasil dari perhitungan sebagai berikut :

$$CR = \frac{12,7 - 6,03}{60} = 0,111 \text{ mm/Tahun}$$

Prediksi sisa umur layan konstruksi dihitung dengan menggunakan rumus sebagai berikut :

Menghitung area beban:

$$= (24 \times 9,25) \times 8$$

$$= 1776,378 \text{ inch}^2 = 4,512 \text{ cm}^2$$

Untuk beban = 84,5 Ton, maka:

$$P = \frac{84,5 \text{ ton}}{4,512 \text{ cm}^2} = 18,728 \text{ kg/cm}^2$$

$$P = 266,31 \text{ psi}$$

Pada perhitungan yang sudah dilakukan pada data yang di dapat sehingga sisa umur pakai jembatan PCK-03-A adalah:

Prediksi pada *Steel Pile* 9 pada segmen C

$$CR = \frac{5,9 - 3,48}{0,113} = 21,69 \text{ tahun}$$

Prediksi pada *Steel Pile* 10 pada segmen C

$$CR = \frac{6,72 - 3,48}{0,100} = 32,72 \text{ tahun}$$

Prediksi pada *Steel Pile* 11 pada segmen C

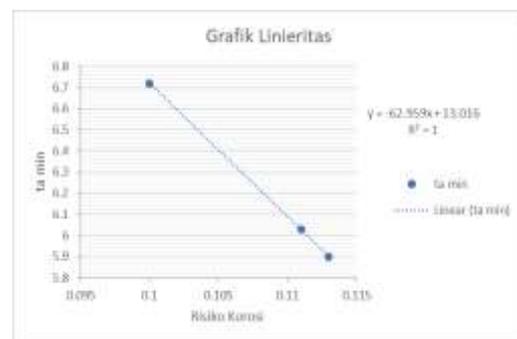
$$CR = \frac{6,03 - 3,48}{0,111} = 23,26 \text{ tahun}$$

Sehingga sisa umur pakai jembatan CR-PCK 03A adalah:

$$RL = \frac{t_a - t_r}{CR} = \frac{5,9 - 3,48}{0,113} = 21,69 \text{ tahun}$$

Dari data pengolahan yang ada, didapat bahwa prediksi sisa umur layan konstruksi adalah 21 tahun kedepan sehingga sudah masih aman lagi untuk dilewati.

Pada Jembatan PCK-03-A terutama pada bagian pipa penyangga (*steel pile*) yang mengalami korosi yang diakibatkan pipa tersebut terendam oleh air sungai dan memiliki pasang surut air sungai sehingga mempengaruhi korosifitas.



Gambar 2 Grafik Linieritas

Tabel 1 Nilai Laju Korosi material Steel Pile Jembatan PCK-03-A

No	Elemen Struktur	Tipe Profil	Kode	Segmen	Posisi Pengujian Ketebalan (mm)				t _{amin}	CR (mm/Tahun)
					Jam 12	Jam 3	Jam 6	Jam 9		
1	Steel Pile	Steel Pipe	PL 9	A	8,12	8,13	8,1	8,09	8,09	0,077
	Steel Pile	Steel Pipe	PL 9	B	7,17	7,43	7,4	7,62	7,17	0,092
	Steel Pile	Steel Pipe	PL 9	C	6,51	5,9	6,01	6,17	5,9	0,113
2	Steel Pile	Steel Pipe	PL 10	A	8,92	8,43	8,2	7,3	7,3	0,090
	Steel Pile	Steel Pipe	PL 10	B	7,9	7,51	8,22	7,64	7,51	0,087
	Steel Pile	Steel Pipe	PL 10	C	6,72	6,85	7,29	6,84	6,72	0,100
3	Steel Pile	Steel Pipe	PL 11	A	8,54	8,25	8,11	8,3	8,11	0,077
	Steel Pile	Steel Pipe	PL 11	B	6,94	6,35	7,65	7,22	6,35	0,106
	Steel Pile	Steel Pipe	PL 11	C	6,09	6,77	6,03	6,5	6,03	0,111

Tabel 2 Hasil Kalkulasi Prediksi Sisa Umur Layan

No	Komponen Struktur	Laju Korosi (CR)	Sisa Umur Layan (RL)	Kategori Korosi
1	Steel Pile 9C	0,113	21 Tahun	Sangat Rendah
2	Steel Pile 10C	0,100	32 Tahun	Sangat Rendah
3	Steel Pile 11C	0,111	23 Tahun	Sangat Rendah

Tabel 3 Penentuan Nilai Variabel

X	Y	X ²	Y ²	XY	
0.11	5.9	0,012	34,81	0,66	
0.1	6.72	0,01	45,15	0,67	
0.11	6.03	0,012	36,36	0,66	
Σ	0.32	18.7	0.0351	116.329	2.008

Tabel 4 Hasil Grafik Strategi Pemeliharaan

Pembahasan	Model Linier	R ² (Koefisien Determinan)	R (Koefisien Korelasi)
Strategi Pemeliharaan (Tahun)	t = -62.959+ 13.016	1	1

V. Kesimpulan

Berdasarkan penelitian, laju korosi paling kritis berapa pada pile 9 pada segmen C dengan nilai laju korosi sebesar 0.113 mm/tahun dan berdasarkan NACE RP-0169 dapat dikatakan laju korosi ini termasuk dalam kategori rendah. Dengan sisa umur layan jembatan terhitung 21 tahun mendatang. Berdasarkan hasil perhitungan layan jembatan, terdapat pile paling kritis laju korosinya yaitu pile 9C, sehingga mewakili kondisi keseluruhan jembatan PCK-03-A. Berdasarkan hasil analisa didapatkan skor dari matriks PoF adalah 1. Kemudian nilai dari CoF adalah 7 dan berada pada kategori C. Hasil Risk Matrik untuk jembatan PCK-03-A adalah 1C dengan kategori posisi significant (sangat rendah). Sehingga interval inspeksinya pada tabel 2.7 1C termasuk kategori low risk. Grafik linieritas hasil perhitungan berfungsi sebagai tolak ukur tingkat korelasi antara ketebalan masing-masing pile dengan risiko korosi dengan mendapatkan nilai 1 berarti R hitung lebih besar dari R tabel, sehingga semakin tinggi nilai risiko laju koorsi, maka semakin rendah sisa umur pakai pipa penyangga tersebut, maka strateginya adalah lebih meningkatkan konsentrasi pemeliharaan pada pile 9C pada jembatan PCK-03-A. Adapun beberapa masukan penelitian ini diantaranya melakukan recoating dengan menambahkan pelapis baja tambahan sebagai penyangga dikarenakan daerah yang kritis terjadi

pada balok memanjang sebagai penghubung; menambahkan/ penebalan dimensi dari girder (Long Beam) untuk menambahkan kapasitasnya; dan bersihkan secara menyeluruh semua permukaan yang berkarat untuk menentukan luas penampang yang rusak/hilang dari komponen jembatan.

Daftar Pustaka

- [1] P. Of, M. Policy, F. O. R. Centrifuse, N. Methods, N. Pt, and S. Indonesia, "Usulan Kebijakan Perawatan Untuk Mesin Centrifuse CF-ALK-01 Dengan Metode Risk Based Maintenance (RBM) dan Bayesian Network Pada PT Sinkona Indonesia Lestari," vol. 7, no. 2, pp. 6538–6545, 2020.
- [2] D. Syamsuddin, D. E. Budiasih, A. Pamoso, and S. M. T. Si, "Analisis Overall Equipment Effectiveness (OEE) Dan Risk Based Maintenance (RBM) Pada Mesin Huron Di PT. XYZ" vol. 5, no. 2, pp. 2501–2508, 2018.
- [3] M. Tajudin, J. Alhilman, and E. Budiasih, "Injeksi Plastik Dengan Menggunakan Metode Risk Based Maintenance (RBM) Dan Replacement Analysis Di CV. XYZ," vol. 6, no. 2, pp. 6298–6306, 2019.
- [4] S. Alamsyah and Y. M. Sholihin, "Analysis of Corrosion Rate of DHU Pressure (Dehydration Unit) on Gas Production CO2 Removal Process C-43 C-44," pp. 43–49.

- [5] M. Y. M. Sholihin, A. H. Ismail, and R. Prasetyani, "Model of Risk Gas Pipeline Management to Determine Maintenance Strategy," no. 1, pp. 289–291, 2014.
- [6] D. S. Dhamayanti, J. Alhilman, and N. Athari, "Usulan Preventive Maintenance Pada Mesin Komori LS440 Dengan Menggunakan Metode Reliability Centered Maintenance (RCM) Dan Risk Based Maintenance (RBM) Di PT. ABC," *J. Rekayasa Sist. Ind.*, vol. 3, no. 02, p. 31, 2016, doi: 10.25124/jrsi.v3i02.29.
- [7] B. Utomo, "Jenis Korosi Dan Penanggulangannya," *Kapal*, vol. 6, no. 2, pp. 138–141, 2019.
- [8] Farouk Giffari and Yudha Prasetyawan, "Perancangan Aktivitas Perawatan pada Conveyor System Batu Bara dengan Metode Risk Based Maintenance (RBM) dan Reliability Centered Maintenance II (Studi Kasus: PLTU Tenayan Raya)," *J. Tek. Its*, vol. 9, no. 2, pp. 2337–3539, 2020.
- [9] M. R. Pratama, J. Alhilman, A. Pamoso, F. R. Industri, and U. Telkom, "Usulan Estimasi Optimal Inspection & Maintenance Pada Pipa Penyaluran Gas Dengan Menggunakan Metode Risk Based Inspection Dan Risk Based Maintenance Di PT. XYZ Proposed Estimation Optimal Inspection & Maintenance in the Gas Distribution Pipeline Using the ," vol. 7, no. 2, pp. 6439–6446, 2020.
- [10] Standard Operating Procedure Risk Based Maintenance PT. XYZ Nomor: P-RBI- 01/TMM-UI/2020.
- [11] C. K. Setiawan and S. Y. Yosepha, "Pengaruh Green Marketing Dan Brand Image Terhadap Keputusan Pembelian Produk The Body Shop Indonesia (Studi Kasus Pada Followers Account Twitter @TheBodyShopIndo) Cruisietta," *J. Ilm. M-Progress*, vol. 10, no. 1, pp. 1–9, 2020.