

Usulan Perancangan Pemeliharaan Mesin Pompa Reboiling *Column 2 Pump* Menggunakan Metode *Reliability and Risk Centered Maintenance* (RRCM) di PT. XYZ

1st Laras AtiFakultas Rekayasa Industri
Universitas Telkom
Bandung, Indonesia

larasati@student.telkomuniversity.ac.id

2nd Fransiskus Tatas Dwi AtmajiFakultas Rekayasa Industri
Universitas Telkom
Bandung, Indonesia

franstatas@telkomuniversity.ac.id

3rd Endang BudiasihFakultas Rekayasa Industri
Universitas Telkom
Bandung, Indonesia

endangbudiasih@telkomuniversity.ac.id

Abstrak— PT. XYZ merupakan Badan Usaha Milik Negara (BUMN) yang bergerak dibidang perusahaan pertambangan minyak dan gas bumi di Indonesia. Dalam menunjang proses produksi PT. XYZ memiliki beberapa kilang. Salah satunya yaitu unit pengolahan tiga yang berada di Palembang. Mesin P-06 CDU-3 merupakan salah satu mesin yang bekerja dengan waktu yang lama. Tujuan penelitian ini yaitu untuk memberikan usulan pemeliharaan mesin P-06 CDU-3 dan total biaya pemeliharaan yang optimal menggunakan metode *Reliability and Risk Centered Maintenance* (RRCM). Setelah menghitung menggunakan metode *Reliability and Risk Centered Maintenance* (RRCM) didapatkan 3 *proposed maintenance task* diantaranya 2 *scheduled on-condition task* dan 1 *scheduled discard task*. Setelah mendapatkan *proposed maintenance task*, kemudian menentukan interval waktu *proposed maintenance task* dari masing-masing komponen kritis. Interval waktu *proposed maintenance task* untuk melakukan pergantian seal mekanik setiap 5 bulan sekali dan pengecekan secara berkala pada kondisi pompa setiap 1 bulan sekali, sedangkan untuk komponen bearing dilakukan pengecekan berkala setiap 1 bulan sekali. Hasil perhitungan dengan menggunakan metode RRCM, didapatkan total biaya maintenance usulan sebesar Rp30.879,110 sedangkan total biaya maintenance aktual perusahaan sebesar Rp46.318,665. Maka dapat disimpulkan bahwa biaya *maintenance* usulan lebih rendah Rp15.439,110 dibandingkan dengan biaya maintenance aktual perusahaan sehingga perusahaan dapat menghemat biaya maintenance sebesar 33.3%.

Kata kunci— *maintenance, risk matrix, reliability and risk centered maintenance (RRCM), uncertainty assessment.*

I. PENDAHULUAN

PT. XYZ merupakan Badan Usaha Milik Negara (BUMN) yang bergerak dibidang perusahaan pertambangan minyak dan gas bumi di Indonesia. Dalam menunjang proses produksi PT. XYZ memiliki beberapa kilang. Dalam pengolahan minyak dan gas bumi dibagi menjadi enam kilang minyak salah satunya yaitu unit pengolahan tiga yang berada di Palembang. Kilang tersebut menjalankan pengolahan minyak mentah dan produk *intermediate* dari hasil minyak bumi sebagai kegiatan bisnis utamanya.

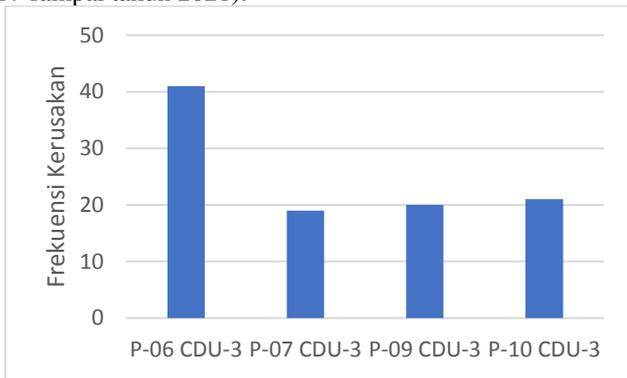
Crude Distiller Unit CDU utara merupakan unit proses primer yang berfungsi untuk memisahkan minyak mentah

(Crude Oil) menjadi fraksi-fraksinya dengan jalan distilasi biasa (*Atmospheric Distillation*). Group CDU Utara terdiri dari 3 (unit) CDU antara lain CDU-2, CDU-3, dan CDU-4.

Feed CDU-3 merupakan *crude oil* yang berasal dari lapangan minyak di area Sumbagsel maupun crude yang berasal dari daerah lain yang dikirim dengan menggunakan kapal. Crude oil yang diolah bisa berupa single maupun campuran berbagai crude atau disebut cocktail crude sehingga crude tersebut dapat diolah di CDU-3. Produk yang berasal dari steam produk CDU-3 akan dikirimkan ke tanki produk di Bagian *Oil Movement* sebagai produk akhir maupun produk intermedia tergantung permintaan pasar yang dikoordinasi oleh fungsi RPO. Penelitian ini dilakukan hanya pada sub-unit *Crude Distiller Unit* (CDU-3) yang membahas mengenai sering terjadinya kerusakan pompa yang digunakan. Dalam proses produksinya di sub-unit ini memerlukan mesin pompa untuk membantu menyalurkan bahan produksi mentah menjadi barang jadi. Dalam proses pemindahan produk tersebut memiliki salah satunya mesin pompa sebagai salah satu mesin utamanya, Crude Oil dari tanki R dipompakan dengan *booster pump* kemudian dihisap oleh pompa P-06/13/14 dan dipompakan menuju preheater HE6-1, HE6-2, HE6-5/6/7/8, HE6-3/4, HE6-9/10 dan HE108A/B hingga mencapai temperature 147oC kemudian diumpankan sebagai feed kolom Stabilizer (1-4) yang masuk pada tray 20.

Dalam menunjang proses produksi PT.XYZ memiliki beberapa tipe mesin yang berada pada *Crude Distiller Unit-3*. Pada penelitian ini, penulis hanya membahas satu tipe mesin saja yaitu pompa sentrifugal, hal tersebut dikarenakan pihak perusahaan hanya memperbolehkan meneliti satu tipe mesin saja yaitu mesin pompa sentrifugal yang digunakan untuk memindahkan fluida (cair) dari suatu tempat ke tempat yang lainnya. Pompa sentrifugal merupakan salah satu pompa yang banyak digunakan di dalam dunia mekanik elektrikal terutama di PT. XYZ dan di sub-unit CDU-3 terdapat 4 buah pompa yang beroperasi setiap harinya selama 24 jam. Dikarenakan mesin pompa beroperasi secara terus menerus setiap hari maka mesin tersebut sering mengalami kerusakan yang diakibatkan oleh berbagai hal. Gambar 1 merupakan grafik kerusakan yang terjadi pada pompa yang

berada di sub-unit CDU-3 dalam jangka waktu 5 tahun (tahun 2017 sampai tahun 2021):



GAMBAR 1
(Jumlah Frekuensi Kerusakan Mesin)

Gambar 1 menunjukkan data kerusakan mesin pompa pada perusahaan bahwa mesin P-06 CDU-3 mengalami kerusakan mesin sebanyak 41 kali, mesin P-07 CDU-3 mengalami kerusakan sebanyak 19 kali, mesin P-09 CDU-3 mengalami kerusakan sebanyak 20 kali dan mesin P-10 CDU-3 mengalami kerusakan sebanyak 21 kali. Berdasarkan jumlah kerusakan mesin selama 5 tahun terakhir, mesin Pompa P-06 CDU-3 sering mengalami kerusakan dibanding mesin lainnya, dengan begitu Mesin P-06 CDU-3 tersebut akan dijadikan objek penelitian dalam tugas akhir ini.

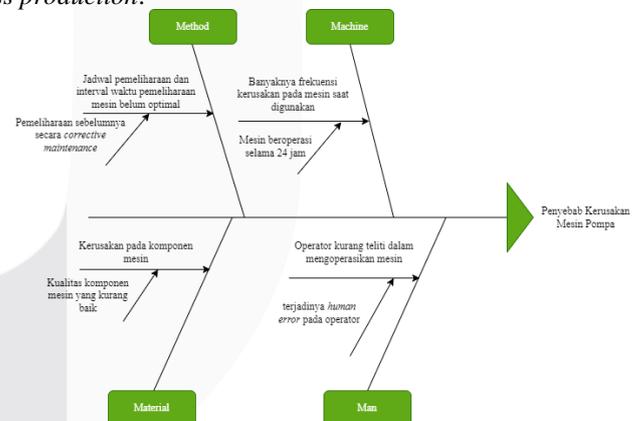


GAMBAR 2
(Mesin Pompa 06 CDU-3)

Gambar I.2 merupakan gambar Mesin Pompa Reboiling Column 2 Pump CDU-3 atau biasa disebut P-06 CDU-3. Gambar yang ditampilkan yaitu hanya gambar Mesin yang terpilih dan yang akan diteliti dalam tugas akhir ini. Disini penulis telah melakukan wawancara kepada Pak Arma pada bulan Juli 2022 yang bertugas di PT. XYZ terkait kerusakan mesin. Pada PT.XYZ sebelumnya telah menerapkan *preventive maintenance* dan *corrective maintenance*. *Preventive maintenance* yang dilakukan sebelumnya yaitu pengecekan komponen pada mesin, mengencangkan baut-baut mesin, dan pembersihan mesin, akan tetapi kegiatan yang telah dibuat masih belum optimal karena masih terdapat mesin yang mengalami kerusakan. Sedangkan untuk kegiatan *corrective maintenance* dilakukan pada saat mesin mengalami kerusakan yang terjadi secara tiba-tiba atau

ditemukan oleh teknisi pada saat sedang melakukan *preventive maintenance* yang mengakibatkan mesin tidak dapat beroperasi dan adanya pengeluaran biaya tambahan untuk kegiatan pemeliharaan mesin. Dikarenakan tingginya tingkat kerusakan yang terjadi pada mesin P-06 CDU-3 dapat mempengaruhi kinerja dan produksi harian dari perusahaan dan akan membuat biaya pemeliharaan menjadi lebih tinggi.

Hal tersebut menunjukkan bahwa pentingnya pemeliharaan dan perbaikan, sehingga dalam upaya mencegah kerusakan pada mesin P-06 CDU-3 maka diperlukan rencana kegiatan pemeliharaan yang dapat mendukung keandalan suatu mesin agar dapat menjadi lebih maksimal. Berdasarkan penelitian sebelumnya yang telah dilakukan oleh (Selvik & Aven, 2011) dengan menerapkan RRCM di industri minyak dan gas dapat memberikan informasi dalam pengambilan keputusan dibandingkan dengan metode RCM, karena pentingnya risiko dan ketidakpastian yang tersembunyi dalam metode RCM diperhitungkan lebih detail. Metode RRCM bertujuan untuk mencapai keandalan yang optimal dengan mempertimbangkan risiko sebagai referensi untuk analisis selain keandalan, pada penelitian ini menggunakan metode *Reliability and Risk Centered Maintenance* (RRCM). Dengan menggunakan metode *Reliability and Risk Centered Maintenance* (RRCM) untuk mengetahui kebijakan pemeliharaan yang sesuai sehingga dapat mengatasi permasalahan yang ada di PT.XYZ mengenai interval waktu pemeliharaan mesin dengan total biaya pemeliharaan yang optimal, dan dapat mengurangi kegiatan pemeliharaan secara *corrective maintenance*, performa mesin yang digunakan meningkat, dan menurunkan peluang kerugian finansial dari *loss production*.



GAMBAR 3
(Fishbone Diagram)

Berdasarkan Gambar 3 menunjukkan beberapa faktor yang diduga menjadi penyebab terjadinya kerusakan pada Mesin Pompa. Dari faktor metode yaitu pemeliharaan sudah menerapkan sistem *corrective maintenance* dan *preventive maintenance* tetapi masih belum optimal untuk jadwal pemeliharaannya dan mesin masih sering mengalami kerusakan. Untuk faktor mesin yaitu dikarenakan mesin beroperasi selama 24 jam menyebabkan meningkatnya frekuensi kerusakan mesin pada saat digunakan. Untuk faktor material yaitu kualitas komponen yang kurang baik menyebabkan kerusakan pada komponen mesin yang digunakan pada mesin Pompa. Dari faktor manusia yaitu

sering terjadinya human error pada operator menyebabkan operator sering kali tidak teliti dalam mengoperasikan mesin.

II. KAJIAN TEORI

A. Pemeliharaan (*Maintenance*)

Pemeliharaan adalah kegiatan yang dilakukan untuk memelihara atau meningkatkan fasilitas hingga mencapai kondisi yang dapat diterima[1]. Fasilitas yang dimaksud adalah semua milik, sedangkan kondisi yang dapat diterima sesuai dengan standar operasional fasilitas yang bersangkutan. Agar pemeliharaan bekerja dengan baik dengan produksi, manajemen sangat penting.

Kegiatan pemeliharaan pada suatu industri merupakan suatu kegiatan yang tidak berdiri sendiri melainkan harus berkolaborasi dengan bagian lain seperti bagian produksi. Pemeliharaan yang dilakukan akan menjadi efisien dan efektif apabila prinsip manajemen tersebut diterapkan dalam aktivitas pemeliharaan.

B. Klasifikasi Pemeliharaan

Pemeliharaan diklasifikasikan menjadi dua jenis, yaitu:

1. *Preventive Maintenance*

Preventive Maintenance adalah sebuah tindakan pemeliharaan yang dilakukan sesuai dengan jadwalnya atau terencana, berkalam dan khusus untuk menjaga barang/peralatan dalam kondisi bekerja yang ditentukan melalui proses pengecekan dan rekondisi [2]. Tindakan ini adalah sebuah upaya pencegahan yang dilakukan untuk mencegah atau menurunkan kemungkinan-kemungkinan kegagalan atau kerusakan pada tingkat degradasi yang tidak dapat diterima di layanan selanjutnya, daripada memperbaiki setelah terjadinya kerusakan.

2. *Corrective Maintenance*

Corrective Maintenance adalah pemeliharaan atau perbaikan yang tidak terjadwal untuk mengembalikan barang/peralatan ke keadaan yang ditentukan dan dilakukan karena pengguna merasakan kekurangan atau kegagalan [2].

C. *Reability (Keandalan)*

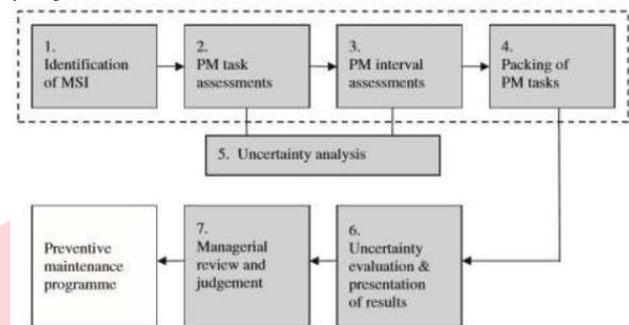
Keandalan atau Reliability adalah probabilitas pada komponen, perangkat mesin atau sistem yang akan memenuhi kinerja yang diperlukan dalam periode waktu tertentu dalam kondisi tertentu [3]. Keandalan adalah probabilitas bahwa suatu komponen dapat berfungsi sesuai dengan fungsi yang diinginkan untuk jangka waktu tertentu Ketika digunakan dalam kondisi operasi yang telah ditentukan [4].

D. *Availability (Ketersediaan)*

Availability atau ketersediaan merupakan probabilitas pada komponen atau sistem akan melakukan fungsi tertentu pada waktu tertentu ketika digunakan dalam kondisi operasi tertentu [4]. Ketersediaan didefinisikan sebagai persentase waktu sistem tersedia untuk melakukan fungsionalitas yang diperlukan[5]. Tingkat kehandalan yang rendah dapat diimbangi dengan upaya untuk meningkatkan pemeliharaan [4].

E. *Reliability and Risk Centered Maintenance (RRCM)*

RRCM merupakan metode yang merupakan evolusi dari pendekatan Reliability Centered Maintenance (RCM). RRCM bertujuan untuk menciptakan metode pemeliharaan yang akurat, tepat sasaran dan optimal dengan tujuan mencapai keandalan (reliability) fasilitas yang optimal dengan memperhatikan risiko sebagai referensi analisis, dimana ketidakpastian merupakan salah satu komponen utama risiko selain kemungkinan kejadian dan konsekuensi yang terkait[6].



GAMBAR 4
(Kerangka Kerja Metode RRCM)

Berdasarkan RRCM framework di atas, empat kotak pertama merupakan proses RCM tradisional. Sedangkan kotak kelima merupakan integrasi antara PM task assessment dengan PM interval assessment untuk mengintegrasikan penilaian ketidakpastian khusus ke dalam kerangka kerja. Kotak kelima fokus untuk membahas ketidakpastian (*uncertainty analysis*) karena faktor ketidakpastian tidak dapat diungkap dan dinilai sebelum analisis berbasis probabilitas tradisional dilakukan. Kerangka RRCM juga mencakup tinjauan dan penilaian manajerial yang sejalan dengan kerangka keputusan. Asesmen ditempatkan ke dalam konteks yang lebih luas, dimana batasan dari berbagai asesmen diperhitungkan dan juga aspek dan input tambahan dipertimbangkan.

III. METODE

Metode *Reliability and Risk Centered Maintenance (RRCM)* menjadi penentuan percangan pemeliharaan Mesin P-06 CDU-3 di PT. XYZ. Penelitian ini menggunakan data lima tahun terakhir yaitu pada tahun 2017 hingga 2021, peneliti hanya memberikan usulan kepada pihak perusahaan. Penelitian hanya terfokus pada mesin pompa 06 di area CDU-3, produk komponen memiliki properti yang sama dengan mesin. Dalam pengumpulan data diperlukan beberapa Langkah yang harus dilakukan seperti observasi lapangan, melihat riwayat kerusakan mesin, wawancara dengan pembimbing lapangan selama pengambilan data, berdiskusi mengenai kondisi mesin. Narasumber yang dipilih adalah Lead of Rotating Equip. Inspection Eng., karena beliau merupakan kepala bagian maintenance dan beliau bertanggung jawab pada bagian CDU-3.

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Penentuan Komponen Kritis Mesin P-06 CDU-3

Untuk menentukan komponen kritis pada mesin P-06 CDU 3 perlu mempertimbangkan dua hal yaitu tingkat nilai *likelihood* dan tingkat *severity* dari setiap komponen. Setelah

menentukan risk matrix, maka komponen kritis yang berada di zona merah atau high yaitu seal mekanik dan bearing.

Perhitungan data MTTF dan MTTR dilakukan berdasarkan distribusi terpilih untuk masing-masing komponen kritis. Perhitungan MTTF dan MTTR dapat dilihat pada Tabel berikut:

B. Perhitungan Data MTTF dan MTTR

TABEL 1
(Perhitungan MTTF)

Komponen	Distribusi	Parameter	(1+1/β)	Γ	MTTF (Jam)
Seal Mekanik	Weibull	η	7346.06	2.1419723	1.06859
		β	0.875678		
Bearing	Normal	μ	8331.1101		8331.110
		σ	3.05484		

TABEL 2
(Perhitungan MTTR)

Komponen	Distribusi	Parameter	(1+1/β)	Γ	MTTR (Jam)
Seal Mekanik	Weibull	η	144.52	1.4363344	0.88588
		β	2.29182		
Bearing	Weibull	η	189.9	1.0781146	0.96055
		β	12.8017		

C. Perhitungan Metode RRCM

Penerapan metode RRCM membutuhkan *data uncertainty assessment by expert judgment* dan *RCM Decision Diagram*. Hasil dari *uncertainty assessment* dapat diintegrasikan ke dalam keputusan *proposed maintenance task*, sehingga RCM

Worksheet dapat diperluas dengan memasukkan semua hasil dari penilaian yang sudah dilakukan. Berikut merupakan Interval waktu *scheduled on-condition task* dan *discard task*:

TABEL 3
(Interval Waktu Scheduled On-Condition Task)

Komponen	Information Reference			Proposed Maintenance	MTTF	Interval (Jam)
	F	FF	FM			
Seal Mekanik	1	1	1	Adanya gesekan antara seal diam dengan seal yang bergerak <i>Do the Scheduled on-condition task</i> Melakukan pengecekan pada seal mekanik	7849.91	3924.957
Bearing	1	1	1	Menimbulkan gesekan yang besar dan kuat <i>Do the Scheduled on-condition task</i> Melakukan pengecekan pada bearing	8331.11	4165.555

TABEL 4
(Interval Waktu Scheduled Discard Task)

Komponen	Information reference			Proposed Maintenance Task	Interval (Jam)	Interval (Bulan)
	F	FF	FM			
Seal Mekanik	1	1	1	Do the scheduled discard task Melakukan penggantian seal mekanik	1507.492	5

D. Perhitungan Biaya Maintenance

Berikut merupakan perbandingan antara total biaya *maintenance* Aktual perusahaan dengan biaya *maintenance* usulan:

TABEL 5
(Perbandingan Biaya *Maintenance*)

Komponen	Biaya Maintenance Aktual		Biaya Maintenance Usulan	
Seal Mekanik	Rp	30,879,110	Rp	23,159,332
Bearing	Rp	15,439,555	Rp	7,719,777
Total	Rp	46,318,665	Rp	30,879,110

Berdasarkan hasil yang didapat menggunakan metode RRCM yang terdiri dari beberapa tahapan pengerjaan antara lain yaitu menyiapkan RCM *Information Worksheet* untuk komponen kritis yang sudah terpilih, tahap selanjutnya yaitu membuat RCM *Decision Worksheet* yang berguna untuk menetapkan *Proposed Maintenance Task* yang sesuai dengan komponen kritis Mesin P-06 CDU-3. Perhitungan total biaya maintenance didapatkan melalui maintenance task dan interval waktu pemeliharaan dengan metode RRCM yang telah diolah sebelumnya. Hasil perhitungan interval waktu pemeliharaan digunakan untuk mendapatkan nilai frequency maintenance (Fm) dalam penentuan total biaya *maintenance*. Terdapat perbandingan antara total biaya *maintenance* aktual perusahaan dan total biaya *maintenance* usulan.

V. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil analisis menggunakan *risk matrix*, maka didapatkan 2 komponen yang menjadi komponen kritis dari Mesin P-06 CDU-3 yaitu komponen Seal Mekanik dan Bearing. Nilai *risk matrix* untuk komponen seal mekanik sebesar 8 dan bearing sebesar 9, nilai tersebut didapatkan dengan mengalikan hasil penilaian *likelihood* dan *severity*. Setelah dilakukan perhitungan menggunakan metode Reliability and Risk Centered Maintenance (RRCM) didapatkan 3 proposed maintenance task diantaranya 2 scheduled on-condition task dan 1 scheduled discard task. Setelah mendapatkan proposed maintenance task yang sesuai, kemudian menentukan interval waktu proposed maintenance task dari masing-masing komponen kritis. Interval waktu proposed maintenance task untuk melakukan pergantian seal mekanik setiap 5 bulan sekali dan pengecekan secara berkala pada kondisi pompa setiap 1 bulan sekali, sedangkan untuk komponen bearing dilakukan pengecekan berkala setiap 1 bulan sekali. Berdasarkan hasil perhitungan dengan menggunakan metode RRCM, didapatkan total biaya *maintenance* usulan sebesar Rp30.879,110 sedangkan total biaya *maintenance* aktual perusahaan sebesar Rp46.318,665. Maka dapat disimpulkan bahwa biaya *maintenance* usulan lebih rendah Rp15.439,110 dibandingkan dengan biaya *maintenance* aktual perusahaan sehingga perusahaan dapat menghemat biaya *maintenance* sebesar 33.3%.

REFERENSI

- [1] Arsyad, M., & Sultan, A. Z. (2018). Manajemen Perawatan. deepublish.
- [2] Dhillon, B. (2002). Engineering Maintenance: A Modern Approach. doi:<https://doi.org/10.1201/9781420031843>
- [3] Lewis, E. E. (1987). "Introduction to Reliability Engineering". John Wiley & Sons Inc., Canada.
- [4] Ebeling, C. E. (2010). An Introduction to Reliability and Maintainability Engineering.

[5] El-Metwally, e. a. (2017, December 19-21). Reliability Assessment of Wind Turbine Operating Concepts using Reliability Block Diagrams (RBDs). 2017 Nineteenth International Middle East Power Systems Conference (MEPCON).

[6] Selvik, J. T., & Aven, T. (2011). In A framwork for reliability and risk-centered maintenance (Vol. 96(2), pp. 324-331). Reliability Engineering and System Safety.