

IMPLEMENTASI RELIABILITY CENTERED MAINTENANCE (RCM) PADA GAS COMPRESSOR – PERTAMINA HULU ENERGI WEST MADURA OFFSHORE GRESIK

Satria Aji Pamungkas

S1 Pendidikan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Surabaya
Email: satriapamungkas16050524037@mhs.unesa.ac.id

Mohammad Effendy

Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Surabaya
Email: mohammadeffendy@unesa.ac.id

Abstrak

Gas compressor berfungsi sebagai alat untuk memindahkan fluida dari sumur menuju ORF (Onshore Receiving Facility) untuk diolah. Karena pentingnya gas compressors ini maka harus dilakukan sistem perawatan yang baik dan dilakukan tindakan manajemen maintenance dengan strategi yang tepat. Penelitian ini bertujuan untuk menentukan jadwal preventive maintenance untuk menjaga kehandalan gas compressor, mengetahui kehandalan peralatan gas compressor, menganalisa kehandalan komponen yang berdampak pada pemeliharaan efektif, menyiapkan input untuk dimasukkan ke dalam software reliasoft weibull++. Berdasarkan hasil analisis secara kuantitatif dengan menggunakan metode RCM II, nilai kehandalan gas compressor tertinggi pada waktu 6 bulan adalah gas compressor C-102 dengan nilai 0.23 dan terdapat 4 komponen yang memiliki kehandalan dibawah 0,5 dalam waktu satu tahun. Serta perlu dilakukan on condition monitoring pada gas compresspr C-101A setiap 500 jam dan gas compressor C-102 setiap 1200 jam karena memiliki nilai kehandalan terendah.

Kata Kunci: RCM, Perawatan, Gas Compressor, Maintenance, Kehandalan.

Abstract

Gas compressor functions as a tool to move fluid from the well to the ORF (Onshore Receiving Facility) for processing. Because of the importance of these gas compressors, a good maintenance system must be carried out and management measures taken maintenance with the right strategy. This study aims to determine the schedule of preventive maintenance to maintain the reliability of gas compressors, find out the reliability of gas compressor equipment, analyze the reliability of components that have an impact on effective maintenance, prepare inputs to be included in the software ReliaSoft Weibull ++. Based on the results of quantitative analysis using the RCM II method, the highest value of the reliability of the gas compressor at 6 months is gas compressor C-102 with a value of 0.23 and there are 4 components that have reliability below 0.5 within one year. As well as on condition monitoring on the C-101A gas compresspr every 500 hours and C-102 gas compressor every 1200 hours because it has the lowest reliability value.

Keywords: RCM, Maintenance, Gas Compressor, Maintenance, Reliability.

PENDAHULUAN

Pertamina Hulu Energi yaitu salah satu perusahaan yang bergerak pada bidang eksplorasi dan produksi minyak serta gas di Indonesia yang membantu memenuhi kebutuhan gas di Indonesia. Mengacu pada data di 2019 PT. Pertamina Hulu Energi menghasilkan minyak dan gas bumi sebanyak 218.258 barel di Indonesia (Issetiabudi, 2019). Oleh karena itu PT. Pertamina Hulu Energi memiliki peran yang sangat penting dalam memenuhi kebutuhan minyak dan gas di Indonesia. Dalam proses produksi minyak dan gas di PT. Pertamina Hulu Energi WMO Gresik, tentunya diperlukan peralatan-peralatan produksi, dengan adanya berbagai peralatan untuk membantu kegiatan produksi, maka target industri pada suatu perusahaan akan tercapai yaitu dapat memenuhi permintaan pasar dan konsumen.

Peralatan-peralatan yang berguna untuk membantu proses produksi pastinya akan digunakan dalam jangka waktu yang lama dan secara terus-menerus serta akan beristirahat pada proses pemeliharaan atau proses pengecekan yang dilakukan terhadap mesin produksi pada waktu yang telah ditentukan. Karena penggunaan mesin secara terus-menerus, tentunya akan menimbulkan beberapa kemungkinan kerusakan yang terjadi pada mesin. Sehingga hal tersebut bisa menjadi hambatan dalam proses produksi yang terjadi dan secara tidak langsung akan mengakibatkan kerugian bagi perusahaan.

Suatu industri mengoperasikan berbagai macam peralatan untuk dapat menghasilkan produk dengan efisien. Dalam kasus ini pada proses pengolahan gas bumi, gas compressor adalah peralatan yang sangat penting digunakan untuk mengalirkan gas dari offshore

menuju onshore relieving facility untuk diolah, fluida dialirkan dengan cara dikompresi atau meningkatkan tekanan gas. Dapat dikatakan, kebanyakan peralatan produksi memiliki biaya awal (*starting cost*) tinggi. Namun biaya tersebut tertutupi dengan estimasi *break even*, yang mana estimasi ini mengkalkulasi jumlah waktu (atau jam kerja) yang harus dipenuhi oleh peralatan untuk menutupi biaya awal. Setelah biaya awal terbayar, peralatan tersebut akan menghasilkan keuntungan (profit). Oleh karena itu, dalam dunia industri penting untuk menjaga fungsi peralatan tetap optimal, baik selama masa *break even* dan setelah masa *break even*. Proses tersebut dilakukan dengan cara maintenance. Proses *Maintenance* (perawatan) adalah merupakan suatu kegiatan yang harus dilakukan dalam kehidupan. Proses ini menjadi sangat penting untuk di aplikasikan dalam dunia industri, dimana suatu industri mengoperasikan berbagai macam mesin dan peralatan yang dapat menghasilkan produk dengan efektif dan efisien, dengan bertujuan untuk mengoptimalkan maintenance dan program manajemen kehandalan. Kehandalan itu sendiri dapat diartikan sebagai peluang atau kemungkinan suatu komponen yang dapat menjalankan fungsinya dengan baik selama periode waktu tertentu (Deepak Prabhkar P, 2013). Namun, seringkali kegiatan maintenance dalam perusahaan terabaikan sehingga siklus kegiatan menjadi tidak teratur. Dengan salah satu sebabnya meliputi belum terperincinya schedule maintenance berkala sebagai antisipasi kegagalan yang mungkin terjadi, sehingga oleh sebab itu perlu dilakukan analisis kehandalan dengan metode yang tepat untuk mengatur ulang waktu maintenance peralatan yang sudah ada.

Hingga saat ini PT. Pertamina Hulu Energi WMO Gresik menerapkan metode Condition Monitoring (Age Replacement) yaitu merupakan metode pemantauan kondisi peralatan untuk memutuskan apakah peralatan bekerja normal atau tidak. Dalam proses ini dilakukan dengan cara obyektif (mengumpulkan data dengan peralatan lainnya) maupun dengan subyektif (menggunakan panca indera pelaku pemeliharaan) dengan anggapan mengeluarkan biaya perawatan yang lebih murah. Namun sayangnya, 72% sampai dengan 92% kegagalan mesin/peralatan tidak terjadi dalam suatu domain waktu (Winandi, 2012). Hal ini mengartikan bahwa proses fixed time maintenance tidaklah efektif. Oleh karena itu, perlu dilakukan pengembangan metode perawatan yang sesuai. Salah tau metode analisis yang dilakukan adalah RCM (*Reliability Centered Maintenance*) yaitu suatu pendekatan sistematis berdasarkan resiko untuk menciptakan metode pemeliharaan yang akurat, fokus dan optimal dengan tujuan mencapai kehandalan

(*reliability*) optimal fasilitas. RCM digambarkan sebagai pendekatan secara sistematis yang digunakan untuk menganalisis tugas-tugas preventive maintenance secara efektif dan efisien sesuai dengan prosedur yang telah ditetapkan secara spesifik (Islam, 2010). Metode RCM dapat digunakan untuk meningkatkan kehandalan sistem, mengurangi jumlah *scheduled preventive maintenance* dan meningkatkan keselamatan (Backlund, 2003). Metode ini merupakan metode yang bersifat *on going process*, yang berarti proses ini dapat (atau sebaiknya) dulang untuk mendapatkan tingkat kehandalan yang lebih tinggi dari fasilitas. Dalam penelitian ini diperlukan penggunaan metode RCM yang diharapkan dapat menghasilkan sebuah manajemen perawatan dan penjadwalan pemeliharaan yang efektif dan efisien dengan berdasar pada *maintenance record* (data pemeliharaan) *gas compressor* yang sudah ada, yang dimana hal ini bertujuan untuk menjaga kehandalan sistem.

Oleh karena itu dengan adanya penelitian ini bertujuan untuk (1) Menganalisa kehandalan gas compressor; (2) Menghitung presentase kehandalan peralatan pada sistem *main gas facilities*; (3) Menentukan jadwal perawatan preventive maintenance untuk menjaga kehandalan gas compressor.

METODE

Penelitian yang diangkat dalam kasus ini merupakan penelitian kuantitatif dengan jenis penelitian berupa penelitian evaluasi yang berguna untuk menerangkan tentang keefektifan suatu metode. Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Februari sampai dengan bulan Maret 2020 di PT. Pertamina Hulu Energi West Madura Offshore Gresik, sedangkan pengerjaan dan pengolahan data dilakukan di Universitas Negeri Surabaya. Data yang digunakan dalam penelitian ini bersumber dari literatur yaitu salah satu bentuk pembelajaran mencari referensi dari berbagai sumber baik dari buku, jurnal, internet, serta data-data tambahan berupa P&ID, PFD, dan data kuantitatif berupa Maintenance Record dari sistem *main gas facilities* yang didapat dari PT. Pertamina Hulu Energi WMO Gresik. Pengumpulan data pada penelitian tugas akhir merujuk pada data maintenance record atau data history dari semua sistem dan komponen penyusun yang ada pada main gas facilities yang berjalan selama kurang lebih 10 tahun operasi.

Teknik analisis data maupun prosedur dalam penelitian ini akan dipaparkan sebagai berikut. Pada tahap analisa kuantitatif ini dilakukan penentuan distribusi, perhitungan nilai *TTF (Time To Failure)*, *TTR (Time To Repair)*, *MTTF (Mean Time To Failure)*, *MTTR (Mean Time To Repair)*, *Failure Rate (λ)*,

Reliability Function $R(t)$, Maintainability dan Availability. Setelah didapatkan hasil perhitungan dari Reliability, Maintainability dan Availability nantinya dapat digunakan untuk menentukan jadwal perawatan tiap komponen pada sistem gas compressor.

- Penentuan Distribusi Time to Failure (TTF) dan Distribusi Time to Repair (TTR)

Penentuan distribusi kegagalan dapat dilakukan dengan menggunakan software reliasoft weibull++. Software ini dapat menentukan berbagai jenis laju distribusi data baik itu data distribusi normal, distribusi lognormal, distribusi weibull 1-3 parameter, dan distribusi eksponensial. Distribusi kegagalan komponen digunakan dalam penentuan kehandalan masing-masing komponen. Untuk menentukan distribusi TTF maupun TTR digunakan cara yang sama dengan menggunakan software weibull++. Adapun tahapan yang harus dilakukan dalam penentuan distribusi kegagalan masing-masing komponen adalah sebagai berikut.

Time Failed (Hr)	Subset ID 1
70	C-101A
117	C-101A
144	C-101A
822	C-101A
1434	C-101A
5445	C-101A
9283	C-101A

Gambar 1. Distribusi Nilai TTF

- Penentuan distribusi TTF/TTR yang didapat berdasarkan data maintenance masing-masing komponen dimasukkan ke dalam sheet yang berada pada software Reliasoft Weibull++ seperti pada gambar.
- Penentuan distribusi dapat diketahui dengan menggunakan fitur distribution wizard pada software Reliasoft Weibull ++. dengan mengetahui parameter uji *average of fit* (AvGOF) dan *likelihood function* (LKV).

Distribution	AVGOF	AVPLOT	LKV
1P-Exponential	61.34880305	17.47834664	-61.99282371
2P-Exponential	9.944224907	8.705984942	-64.97587706
3 Normal	31.38145799	11.79277256	-66.63612038
4 Lognormal	0.1286049578	4.639161949	-59.86587196
5 2P-Weibull	0.6153600637	5.908484657	-60.00644283
6 3P-Weibull	1.00E-10	3.312995643	-57.52410751
7			
8			
9			
10			
11			

Gambar 2. Hasil Penentuan Distribusi Kedalam Parameter

Semakin kecil nilai (AVGOF) maka menunjukkan hasil parameter uji sesuai. Parameter uji average goodness of plot fit (AVPLOT) yang menunjukkan ukuran yang digunakan untuk mengeplot nilai hasil uji distribusi. Pada parameter uji likelihood function (LKV), nilai terkecil merupakan nilai terbaik untuk hasil uji distribusi.

- Penentuan Peringkat Distribusi
Nilai distribusi yang telah diolah dalam software Reliasoft Weibull++ setelah mengetahui nilai AVGOF dan LKV. Semakin besar nilai peringkat yang diperoleh, maka semakin baik distribusi tersebut digunakan.

Distribution	Ranking
3P-Weibull	1
Lognormal	2
2P-Weibull	3
2P-Exponential	4
Normal	5
1P-Exponential	6

Gambar 3. Tampilan Peringkat Distribusi Pada Software

- Penentuan Parameter Distribusi
Gunakan distribusi dengan peringkat tertinggi, kemudian pilih sesuai peringkat distribusi yang telah didapatkan pada set analysis. Setelah itu pilih calculate pada menu sehingga diketahui nilai parameter persebaran datanya.

- Penentuan Time to Failure (TTF) dan Time to Repair (TTR)

Penentuan nilai Time to Failure (TTF) dan Time to Repair (TTR) diperoleh dari data maintenance sistem gas compressor dengan rentang waktu hingga 10 tahun dari komponen-komponen penyusun dan loop pengendalian untuk diambil datanya berdasarkan identifikasi variabel yang telah ditentukan. TTF diperoleh berdasarkan rentang waktu antar kerusakan

komponen terjadi. Sedangkan TTR ditentukan berdasarkan rentang waktu antar komponen rusak sampai komponen tersebut diperbaiki. Perhitungan menggunakan distribusi yang telah ditentukan dengan menggunakan software weibull++

- Penentuan Mean Time to Failure (MTTF) dan Mean Time to Repair (MTTR)

TTF dapat di hitung dengan cara *Run Hours* pada saat *repair* dikurangi dengan dengan *Run Hours* perbaikan sebelumnya (*last repair*).

Time To Failure =

$$TTF = RH \text{ Repair} - RH \text{ Last Repair} \quad (1)$$

Setelah menentukan nilai TTF dan TTR, maka selanjutnya menghitung nilai MTTF dan MTTR dengan menjumlahkan nilai TTF atau TTR dibagi dengan banyaknya maintenance record yang beroperasi selama selama rentang waktu hingga 10 tahun.

- Analisa Reliability R(t)

Reliability R(t) Weibull-3P =

$$R(t) = 1 - F(t) = \exp \left[- \left(\frac{t-\gamma}{\eta} \right)^\beta \right] \quad (2)$$

Reliability R(t) Weibull-2P =

$$R(t) = \exp \left[- \left(\frac{t}{\eta} \right)^\beta \right] \quad (3)$$

Berdasarkan uji parameter yang telah ditentukan oleh software weibull++, maka dapat dihitung nilai suatu kehandalan (reliability) yang ada pada komponen ini dengan menggunakan rumus yang ada. Hasil dari suatu perhitungan tersebut maka dapat dibuat suatu grafik yaitu hubungan antara nilai reliability dengan waktu operasional.

- Analisa Maintainability M(t)

Untuk menentukan nilai maintainability dapat menggunakan persamaan-persamaan yang ada dengan berdasarkan hasil yang didapatkan dari uji parameter dengan menggunakan software reliaSoft weibull++.

- Analisa Availability A(t)

$$A(t) = \left[\frac{\mu}{\lambda + \mu} \right] + \left[\frac{\lambda}{\lambda + \mu} \right] \exp(-(\lambda + \mu)t) \quad (4)$$

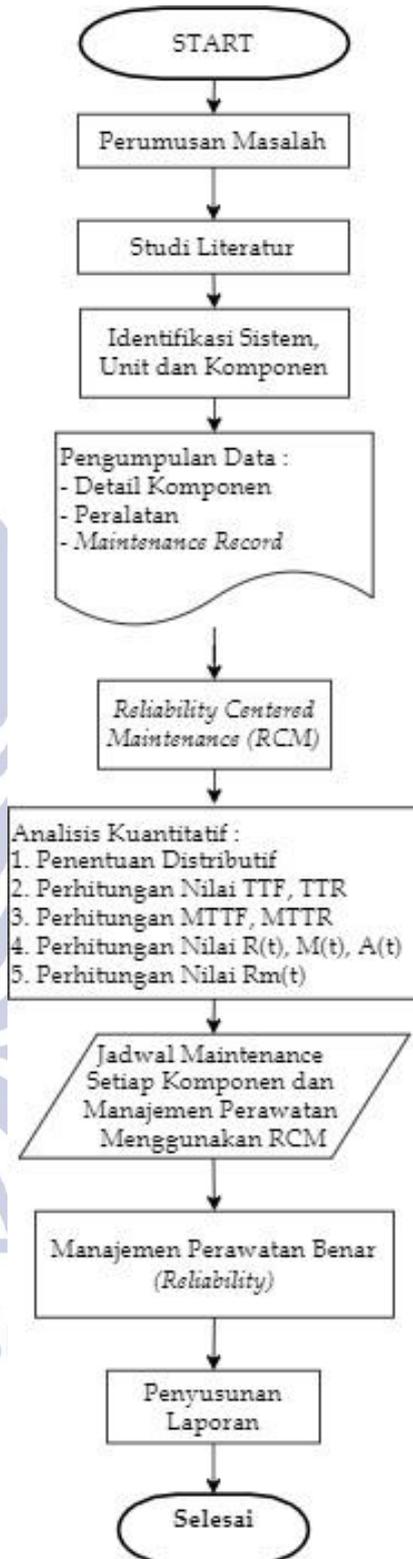
Dimana :

λ = *failure rate* dari waktu antar kegagalan

μ = 1/MTTR

Untuk menentukan nilai availability dapat menggunakan persamaan-persamaan yang ada dengan berdasarkan hasil yang

didapatkan dari uji parameter dengan menggunakan software reliaSoft weibull++.



Gambar 4. Flowchart Penelitian

- Analisa Preventive Maintenance Reliability pada Komponen Penyusun gas compressor Pada penelitian ini, Analisa Preventive Maintenance Reliability merupakan penentuan kapan sebaiknya dilakukan perawatan pencegahan dengan menggunakan acuan nilai kehandalan sebesar 50 % atau 0,50 dalam menentukan Preventive Maintenance pada setiap komponen. Hasil dari perbandingan nilai tersebut dapat di plot dalam sebuah grafik hubungan antara nilai kehandalan dengan waktu operasional.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil penelitian tentang “Implementasi Reliability Centered Maintenance (RCM) Pada Gas Compressor – Pertamina Hulu Energi West Madura Offshore Gresik” diperoleh data berupa angka waktu kerusakan dalam satuan jam yang diperoleh dari data maintenance record. Setelah data oprasional dikumpulkan dari PT. Pertamina Hulu Energi WMO Gresik, kemudian tahapan selanjutnya adalah menghitung TTF (Time To Failure) Sebelum menghitung TTF, langkah pertama yang harus dilakukan yaitu mengetahui kegagalan apa saja yang membuat peralatan *down*. Setelah itu untuk selanjutnya baru dapat dimulai membuat *list* dari TTF, untuk selanjutnya baru dapat dimulai membuat list dari TTF untuk mempermudah pengerjaan. TTF didapat melalui selisih *Run Hours* yang didapat dari data *history record*, sebagai contoh pengerjaan maka diambil data

maintenance untuk peralatan Gas Compressor C-101A seperti pada tabel tabel 1.

Tabel 1. *History Record Gas Compressor C-101A*

Data Maintenance Gas Compressors C-101A						
No.	Actual Start	Actual Completed	Last Repair	Repair	TTF	TTR
1	4/21/13 8.00	4/21/13 14.00	73957	74779	822	6
2	12/10/13 0.00	12/10/13 1.00	74779	80224	5445	1
3	12/16/13 0.00	12/16/13 1.00	80224	80368	144	1
4	6/1/15 20.30	6/1/15 23.10	80368	89651	9283	3
5	6/4/15 0.00	6/4/15 1.00	89651	89721	70	1
6	6/16/15 6.00	6/16/15 17.00	89721	89838	117	11
7	8/16/15 9.30	8/19/15 20.30	89838	91272	1434	83
	Jumlah				17315	106
	Rata- Rata				2473	15,1

TTF dapat di hitung dengan cara *Run Hours* pada saat *repair* dikurangi dengan dengan *Run Hours* perbaikan sebelumnya (*last repair*). Sebagai contoh, pada kasus ini yaitu perhitungan TTF pada gas compressor C-101A.

$$\text{TTF} = \text{RH Repair} - \text{RH Last Repair}$$

$$\text{TTF} = 74799 - 73975$$

$$\text{TTF} = 822$$

Sehingga dapat di ketahui bahwa TTF pertama yaitu 822 (jam). Maka untuk selanjutnya juga di lakukan perhitungan TTF dengan cara yang sama dengan seluruh tabel *history record* yang sudah dikumpulkan. Berikut adalah data TTF yang sudah diperoleh.

Tabel 2. Nilai TTF dan MTTF Seluruh Peralatan

No	Time To Failure (Hour)						
	Gas Compressors C-101A	Gas Compressors C-101B	Gas Compressors C-102	Outlet Cooler E-101A	Outlet Cooler E-101B	Suction Scrubber V-103A	Suction Scrubber V-103B
1	822	2102	1543			15772	0
2	5445	4528	1206	4108	4492	27412	15892
3	144	1079	1453	15652	27388	11836	20644
4	9283	1004	1916	4420	16060	10804	8524
5	70	6720	1198	8452	2908	2884	33820
6	117	76	16181	5476	19756	16060	-
7	1434	1939	218	18412	4588	3292	-
8	-	1085	64	-	8068	-	-
Jumlah	17315	18533	23779	56520	83260	88060	78880
MTTF	2473,6	2972,4	2317	7988	10320	12480	11211

Setelah data TTF diperoleh, maka uji distribusi dapat dilakukan sesuai dengan data yang ada, menentukan jenis distribusi terbaik dengan berdasar pada ketiga parameter uji, yaitu Average Good Fitness (AvGOF), Average of Plot (AvPlot) dan Likelihood Function Ration (LKV). Penentuan jenis distribusi dilakukan dengan bantuan software Weibull++ dengan langkah sebagai berikut :

- TTF yang telah diperoleh, di inputkan kedalam software Weibull++ untuk pengujian.

- Program Weibull++ akan melakukan tiga tes, yaitu AvGOF, AvPlot, dan LKV. Masing-masing memiliki fungsi tersendiri dalam melakukan distribusi.
- Hasil dari proses distribusi program adalah berupa peringkat dari perhitungan hasil setiap parameter uji. Sehingga jenis distribusinya bisa terpilih. Berikut adalah hasil dari penentuan distribusi :

Tabel 3. Penentuan Distribusi

Distribusi	AvGOF	AvPlot	LKV	Rank
1P-Exponential	61.348803	17.478346	-61.992823	6
2P-Exponential	9.9442249	8.7058849	-64.975877	4
Normal	31.381457	11.792772	-66.636120	5
Lognormal	0.1286049	4.6391619	-59.865871	2
2P-Weibull	0.6153600	5.9084846	-60.006442	3
3P-Weibull	1.00E-10	3.3129956	-57.524107	1

Dari data diatas, kita dapat melihat bahwa distribusi 3P-Weibull berada di urutan pertama dalam peringkat distribusi. Oleh karena itu kami memilih distribusi 3P-Weibull sebagai distribusi kehandalan. Langkah selanjutnya yaitu menentukan nilai reliabilitas dengan menggunakan software Weibull++ dan tipe distribusi 3P-Weibull.

• Analisis Kehandalan

Dengan distribusi dan parameter yang telah ditentukan dengan bantuan software Weibull++, maka itu termasuk dalam persamaan dalam distribusi Weibull 3P. Dalam penentuan distribusi juga didapat parameter sebagai berikut :

$$\begin{aligned}\gamma &= 67.65 \\ \eta &= 1346.66 \\ \beta &= 0.364\end{aligned}$$

Dengan data distribusi dan parameter yang sudah ditentukan dengan bantuan *software* Weibull++, kemudian parameter tersebut di masukkan kedalam rumus *reliability* distribusi 3P-Weibull.

$$R(t) = 1 - F(t) = \exp \left[- \left(\frac{t - \gamma}{\eta} \right)^\beta \right]$$

Sebagai contoh bentuk perhitungan mencari besar nilai *reliability*, maka berikut ini adalah perhitungan dengan interval waktu 720 jam untuk peralatan *Gas Compressor C-101A* :

$$\begin{aligned}R(t) &= 1 - F(t) \\ &= \exp \left[- \left(\frac{720 - 67.65}{1346.66} \right)^{0.364} \right]\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}R(t) &= 1 - F(t) \\ &= \exp \left[- \left(\frac{625,35}{1346.66} \right)^{0.364} \right]\end{aligned}$$

$$R(t) = 1 - F(t) = \exp[-(0,4844)^{0.364}]$$

$$R(t) = 1 - F(t) = \exp[-0,7681]$$

$$R(t) = 1 - F(t) = 0,463893$$

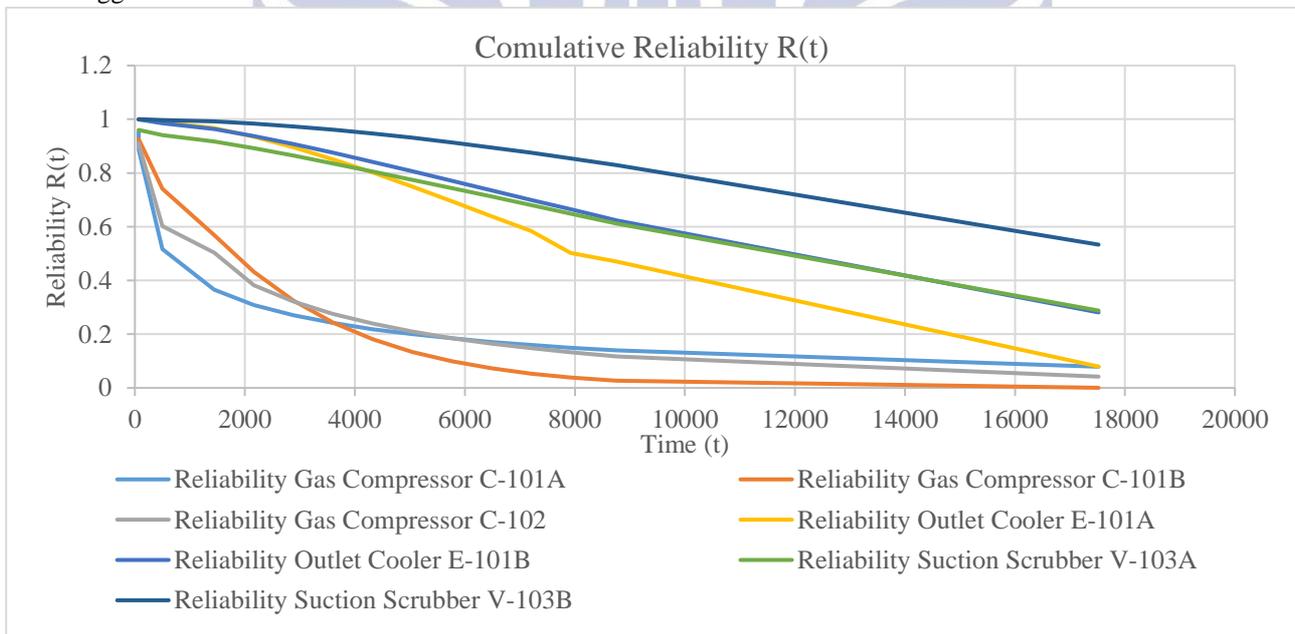
Sehingga dapat diketahui nilai *reliability* pada *gas compressor C-101A* dengan interval waktu selama 720 jam adalah 0,463893. Maka untuk selanjutnya juga di lakukan perhitungan *reliability* dengan cara yang sama dengan interval waktu yang telah ditentukan pada tabel 4.

Tabel 4. Reliabilitas Gas Compressor C-101A

Time (t)	Reliability R(t)						
	Gas Compressor C-101A	Gas Compressor C-101B	Gas Compressor C-102	Outlet Cooler E-101A	Outlet Cooler E-101B	Suction Scrubber V-103A	Suction Scrubber V-103B
720	0.463893	0,741484	0,601908	0,989359	0,985575	0,940737	0,997438
1440	0.365349	0,569318	0,503957	0,966844	0,963587	0,917346	0,991799
2160	0.309133	0,432188	0,381933	0,935104	0,936985	0,891777	0,983646
2880	0.270519	0,325462	0,321374	0,895966	0,907196	0,864434	0,973284
3600	0.241588	0,243559	0,275381	0,850993	0,875138	0,835673	0,960937
4320	0.218765	0,181327	0,239075	0,801613	0,841483	0,805805	0,946795
5040	0.200128	0,134402	0,209642	0,749140	0,806761	0,775114	0,931025
5760	0.184525	0,099238	0,185307	0,694782	0,771400	0,743852	0,913783
6480	0.171212	0,073023	0,164878	0,639626	0,735756	0,712248	0,895215
7200	0.159685	0,053568	0,147517	0,584638	0,700126	0,680509	0,875461
7920	0.149581	0,039186	0,132614	0,502808	0,664760	0,648820	0,854657
8760	0.139246	0,027121	0,117730	0,469865	0,624112	0,612134	0,829231
17520 (2 Tahun)	0.078794	0,000500	0,042010	0,079351	0,281073	0,287843	0,533227

Dari Tabel 4 dapat di simpulkan bahwa kehandalan peralatan menurun dari bulan pertama hingga tahun kedua. Jika tabel diatas di

konversikan menjadi sebuah grafik, maka akan menghasilkan grafik seperti pada gambar 5.



Gambar 5. Comulative Reliability R(t)

Pada gambar grafik diatas dapat kita perhatikan terdapat perbedaan laju kehandalan pada gas compressor dan peralatan lain, yang dimana tiga peralatan yang memiliki nilai kehandalan terendah yaitu gas compressor. Hal tersebut disebabkan karena rendahnya rentang waktu yang dihasilkan dari kerusakan awal kepada kerusakan yang terbaru, sehingga karena hal tersebut nilai reliability atau kehandalan turun drastis seiring

dengan kerusakan dan rentang waktu antar kerusakan yang terjadi.

Jadwal Perawatan Komponen

Dibawah ini merupakan jadwal perawatan berdasarkan hasil perhitungan yang telah dilakukan dengan nilai kehandalan standar komponen yaitu sebesar 0,5 atau 50%. Hasil dipaparkan dalam tabel berikut :

Tabel 5. Interval perawatan komponen berdasar data PT. Pertamina Hulu Energi WMO Gresik

Nama Komponen	Interval (Jam)
	R(t) 50%
Gas Compressor C-101A	500
Gas Compressor C-101B	7350
Gas Compressor C-102	1200
Outlet Cooler E-101A	8300
Outlet Cooler E-101B	11400
Suction Scrubber V-103A	11300
Suction Scrubber V-103B	18500

Tabel diatas menjelaskan tentang interval jadwal perawatan dengan nilai standar 50% atau 0,5. Dengan asumsi bahwa peralatan bekerja dengan baik dan masih *reliable* dalam menjalankan prosesnya. Dari tabel diatas dapat diperhatikan bahwa Suction Scrubber V-103B memiliki nilai kehandalan paling besar dan Gas Compressor C-101A dan C-102 memiliki nilai kehandalan yang paling rendah. Terjadi perbedaan signifikan pada kehandalan yang terjadi pada *gas compressor*, untuk gas compressor C-101A kehandalan sangat menurun drastis di awal hal tersebut terjadi karena pendeknya interval waktu kerusakan yang menyebabkan *shutdown* dan terjadi secara berkali-kali hal tersebut dapat dilihat pada *history record C-101A* begitu pula yang terjadi pada *gas compressor C-102*. Hal tersebut dapat dilihat dan dipelajari dari *maintenance record*.

Tabel 6. Kehandalan Komponen Dalam Satu Tahun

Nama Komponen	R(t) satu tahun
	8760 jam
Gas Compressor C-101A	0,13
Gas Compressor C-101B	0,03
Gas Compressor C-102	0,11
Outlet Cooler E-101A	0,46
Outlet Cooler E-101B	0,62
Suction Scrubber V-103A	0,61
Suction Scrubber V-103B	0,82

Tabel 6 merupakan besar nilai kehandalan komponen dalam interval waktu satu tahun. Dalam tabel terdapat empat komponen yang memiliki kehandalan dibawah 0,5 atau 50% dalam waktu satu tahun. Ketika satu tahun, komponen dapat ditingkatkan nilai kehandalannya dengan cara meningkatkan kualitas komponen, dan melakukan berbagai perawatan dengan baik.

Ucapan Terima Kasih

Penulis menyampaikan ucapan terima kasih kepada Dr. Soeryanto, M.Pd. selaku Ketua Jurusan Teknik Mesin di Universitas Negeri Surabaya dan selaku selaku Ketua Program Studi S1 Pendidikan Teknik Mesin di Jurusan Teknik Mesin Universitas Negeri Surabaya, Dr. Mohammad Effendy, S.T, M.T. selaku dosen pembimbing, serta Divisi Facility Engineering and Integrity PT Pertamina Hulu Energi – West Madura Offshore, Gresik yang telah memberikan tempat penelitian.

PENUTUP

Simpulan

Berdasarkan hasil penelitian “Implementasi Reliability Centered Maintenance (RCM) Pada Gas Compressor – Pertamina Hulu Energi West Madura Offshore Gresik”, dapat disimpulkan sebagai berikut.

- Nilai kehandalan *Gas Compressor* paling rendah adalah *Gas Compressor C-101A* dengan interval waktu perawatan 500 jam dengan kondisi kehandalan 50% dengan asumsi komponen masih bisa bekerja dan berproses.
- Kehandalan yang didapat oleh peralatan dalam *sistem main gas facilities* dalam interval waktu 6 bulan yaitu :
 - *Gas Compressor C-101A* dengan nilai kehandalan sebesar 21%
 - *Gas Compressor C-101B* dengan nilai kehandalan sebesar 18%
 - *Gas Compressor C-102* dengan nilai kehandalan sebesar 23%
 - *Outlet Cooler E-101A* dengan nilai kehandalan sebesar 80%
 - *Outlet Cooler E-101B* dengan nilai kehandalan sebesar 84%
 - *Suction Scrubber V-103A* dengan nilai kehandalan sebesar 80%
 - *Suction Scrubber V-103B* dengan nilai kehandalan sebesar 94%
- *Suction Scrubber V-103B* memiliki kehandalan paling tinggi dengan nilai 94% dan *gas compressor C-101A* memiliki nilai kehandalan ter-rendah yaitu 21%.
- Jadwal perawatan yang efektif guna meningkatkan kehandalan komponen dan mencegah terjadinya kejadian kegagalan adalah sebagai berikut :
 - *Gas Compressor C-101A* (500 jam operasi)
 - *Gas Compressor C-101B* (1750 jam operasi)
 - *Gas Compressor C-102* (1200 jam operasi)
 - *Outlet Cooler E-101A* (8300 jam operasi)
 - *Outlet Cooler E-101B* (11400 jam operasi)
 - *Suction Scrubber V-103A* (11300 jam operasi)

- *Suction Scrubber* V-103B (18500 jam operasi)

Saran

Beberapa saran yang diberikan berkaitan dengan hasil dan simpulan dari penelitian ini adalah:

- Agar kehandalan komponen tetap terjaga, maka disarankan untuk melakukan pengecekan berkala seluruh komponen mesin sebelum kehandalan mencapai 50% dalam interval waktu yang telah ditentukan pada simpulan nomor 5 untuk menghindari shutdown secara tiba-tiba.
- Dilakukan penelitian mendalam mengenai penyebab kerusakan yang terjadi pada peralatan.
- Untuk langkah selanjutnya yang dapat dilakukan dalam mengembangkan penelitian ini yaitu dapat melakukan analisis kehandalan secara kualitatif atau dengan menggunakan metode FMEA (Failure Mode and Effect Analysis) demi menentukan apa tindakan yang tepat agar kehandalan tetap terjaga secara spesifik.

DAFTAR PUSTAKA

Assauri, S. (1993). *Management Produksi Dan Operasi*. Jakarta: Universitas Indonesia.

Backlund, F. (2003). *Managing The Introduction Of Reliability Centered Maintenance*.

Deepak Prabhkar P, J. R. (2013). *A New Model For Reliability Centered Maintenance In Petroleum Refineries. International Journal Of Scientific & Technology, Research Volume 2, 2.*

Ebeling, C. E. (1997). *An Introduction To Reliability And Maintainability Engineering*. New York: Hill Companies.

Irwansyah, Y. (2017). Implementasi Reliability Centered Maintenance II Pada Sistem Absorber 101E Di PT. Petrokimia Gresik. Surabaya: Institut Teknologi Sepuluh Nopember.

Islam, A. H. (2010). *Reliability Centered Maintenance Methodology And Application A Case Study*.

Issetiabudi, D. E. (2019, September 23). Energi & Tambang. Diambil Kembali Dari M.Bisnis.Com: [M.Bisnis.Com/Amp/Read/20190923/44/1151215/Produksi-Migas-Pertamina-Hulu-Energi-Phe-Lampau-Target](https://www.mbisnis.com/amp/read/20190923/44/1151215/Produksi-Migas-Pertamina-Hulu-Energi-Phe-Lampau-Target)

Muttaqien, F. (2019). *Reliability And Availability Analysis On Power Plant Pulverizer System*. Surabaya: Intitut Teknologi Sepuluh Nopember.

Widariono, A. I. (2016). Analisis Reliability Dan Safety Integrity Level (SIL) Pada Syn Gas Compressor 103-

J Di Pabrik I PT Petrokimia Gresik. Surabaya: Institut Teknologi Sepuluh Nopember.

Winandi, A. (2012). *Reliability Centered Maintenance Pada Pompa*. Depok: Universitas Indonesia.

Yully Mulyani, N. F. (2017). Pengaruh Temperatur Inlet Terhadap Efisiensi Kinerja Kompresor Centrifugal C.101.At. *Jurnal Migasian*, 1-4.

