Strategi Perawatan pada *Recompressor Cooler* dengan Metode MVSM dan RCM II

Rizki Ade Setiawan Rofi[1], Fuad Achmadi[2]
[1,2]Magister Teknik Industri, Fakultas Teknologi Industri
Institut Teknologi Adhi Tama Surabaya
e-mail: rizki.ade.sr@gmail.com

ABSTRACT

Recompressor cooler is a cooling equipment in cryogenic system that functions to reduce the temperature of the exhaust gas from the Recompressor before the gas flows into the Residual Gas Compressor. The recompressor cooler is designed with the ability to operate at a pressure of 68 barg and a temperature of 100 C/-29 C. Recompressor cooler is one of the critical equipment in cryogenic systems because if there is a recompressor cooler malfunction it can cause an increase in gas temperature which can trigger a shutdown alarm on the cryogenic system. During operation from 2010 – 2020, the recompressor cooler has failed 25 times. After calculating the weibull analysis, it is known that the reliability value of the Recompressor cooler is 68% during 720 hours of operation with a failure rate of 0.008/day. The strategy used to increase the reliability value of the Recompressor cooler is by using the Maintenance Value Stream Mapping (MVSM) and Reliability Centered Maintenance (RCM) methods. Maintenance Value Stream Mapping is a method used to evaluate value added (VA) and non value added (NVA) activities from recompressor cooler maintenance activities. And Reliability Centered Maintenance is a method used to determine what activities must be carried out to ensure the recompressor cooler can run properly in carrying out its functions. From the MVSM analysis, it is known that there is 28% NVA activity in the Recompressor Cooler. From the RCM analysis, there are 5 forms of malfunction that affect the function of the recompressor cooler whose maintenance strategy will be prepared based on the RCM II Worksheet Decision.

Keywords: *Maintenance Value Stream Mapping, Reliability Centered Maintenance*

ABSTRAK

Recompressor cooler adalah alat pendingin pada sistem kriogenik yang berfungsi mengurangi temperatur gas keluaran dari *Recompressor* sebelum gas dialirkan ke *Residu Gas Compressor*. *Recompressor cooler* didesain dengan kemampuan beroperasi pada tekanan 68 barg dan temperatur 100 ºC/-29 ºC. *Recompressor cooler* adalah salah satu peralatan yang kritikal pada sistem kriogenik karena jika terjadi kegagalan fungsi *Recompressor cooler*dapat menyebabkan kenaikan temperatur gas yang dapat memicu *alarm shutdown* pada sistem kriogenik. Selama dioperasikan dari tahun 2010 – 2020, *recompressor cooler* telah mengalami kegagalan fungsi sebanyak 25 kali. Setelah dilakukan perhitungan *weibull analysis* maka diketahui bahwa nilai kehandalan *recompressor cooler* adalah 68 % selama beroperasi 720 jam dengan laju kegagalan *0.008/day.* Strategi yang digunakan untuk meningkatkan nilai kehandalan *recompressor cooler* dengan menggunakan metode *Maintenance Value Stream Mapping* (MVSM) dan *Reliability Centered Maintenance* (RCM). *Maintenance Value Stream Mapping* adalah metode yang digunakan untuk mengevaluasi *value added activity(VA)* dan *non value added activity (NVA)* dari aktivitas perawatan *recompressor cooler.* Sedangkan *Reliability Centered Maintenance* adalah metode yang digunakan untuk menentukan aktivitas apa yang harus dilakukan untuk memastikan *recompressor cooler* agar dapat berjalan dengan baik dalam menjalankan fungsinya [3]. Dari analisa MVSM maka diketahui bahwa terdapat 28% aktivitas NVA pada *recompressor cooler.* Dari analisa RCM terdapat 5 bentuk kegagalan fungsi yang mempengaruhi fungsi dari *recompressor cooler* akan disusun strategi perawatannya berdasarkan *RCM II Worksheet Decision* [7].

Kata kunci: *Maintenance Value Stream Mapping, Reliability Centered Maintenance*

PENDAHULUAN

Sistem kriogenik adalah sistem yang digunakan dalam proses pembekuan dalam proses *Liquefied Petroleum Gas* (LPG). Pada sistem kriogenik terjadi proses pemisahan fraksi LPG dengan cara pendinginan. Pada proses ini terjadi penurunan tekanan secara mendadak, sehingga terjadi efek penurunan temperatur gas. *recompressor cooler* adalah salah satu peralatan kritikal dalam sistem kriogenik yang berfungsi mengurangi temperatur gas keluaran dari *Recompressor* sebelum gas dialirkan ke *Residu Gas Compressor*. *recompressor cooler* didesain dengan kemampuan beroperasi pada tekanan 68 barg dan temperatur 100 ºC/-29 ºC. Selama dioperasikan *recompressor cooler* telah mengalami kegagalan fungsi sebanyak 25 kali sehingga mempengaruhi proses produksi gas dalam sistem kriogenik. Berdasarkan data perawatan maka diketahui penyebab utama kegagalan fungsi dari *recompressor cooler* yaitu : Bilah kipas

pendingin *(fan blades)* rusak, Sabuk Pendingin *(belt cooler)* habis atau kendor, *belt pulley* terjadi *missalignment*, strukturnya terjadi deformasi dan *motor cooler* terjadi vibrasi tinggi. Kelima faktor diatas adalah penyebab utama kegagalan fungsi dari *recompressor cooler* sehingga mengurangi tingkat kehandalan dari *recompressor cooler*. Setelah dilakukan analisa kehandalan diketahui bahwa tingkat kehandalan *recompressor cooler* hanya mencapai 68% selama beroperasi 720 jam dengan laju kegagalan *0.008/day*. Untuk meningkatkan nilai kehandalan dari *recompressor cooler* hingga dapat menjalankan fungsinya maka perlu dilakukan strategi perawatan yang dapat mengeleminasi faktor – faktor penyebab utama kegagalan fungsi tersebut. Dan strategi perawatan yang tepat akan meningkatkan nilai efisiensi perawatan.

Strategi perawatan yang baru akan disusun berdasarkan dua metode yaitu : metode *Maintenance Value Stream Mapping* (MVSM) dan *Reliability Centered Maintenance* (RCM). *Maintenance Value Stream Mapping* adalah metode yang digunakan untuk mengevaluasi aktivitas *value added (VA)* dan *non value added (NVA)* dari aktivitas perawatan *Recompressor Cooler*. Sedangkan *Reliability Centered Maintenance* adalah metode yang digunakan untuk menentukan aktivitas apa yang harus dilakukan untuk memastikan *recompressor cooler* agar bisa berjalan dengan baik dalam menjalankan fungsinya [4].

TINJAUAN PUSTAKA

Maintenance Value Stream Mapping (MVSM)

Value Stream Mapping (VSM) adalah metode yang digunakan untuk melihat dan mempresentasikan aliran informasi dan material dari awal proses manufaktur sampai menjadi produk akhir [2]. *Maintenance Value Stream Mapping* adalah metode yang digunakan untuk menggambarkan dan mensimulasikan aktivitas pemeliharaan dari suatu sistem untuk mengevaluasi aktivitas *value added* dan *non value added* dari efisiensi fungsi pemeliharaan. Pada *Maintenance Value Stream Mapping* terdapat dua aktivitas yaitu:

1. *Value Added* adalah aktivitas perawatan yang dapat memberikan nilai tambah atau manfaat terhadap peralatan.
   a) *Mean Time To Repair* (MTTR): aktivitas yang digunakan untuk memperbaiki komponen mesin yang mengalami kegagalan.
2. *Non Value Added* adalah adalah aktivitas yang tidak dapat memberikan nilai tambah atau manfaat terhadap peralatan.
   a) *Mean Time To Organize* (MTTO) : aktivitas yang digunakan untuk melakukan pengorganisasian.
   b) *Mean Time To Yield* (MTTY) : Pemeriksaan apakah mesin telah berfungsi sebagaimana mestinya.

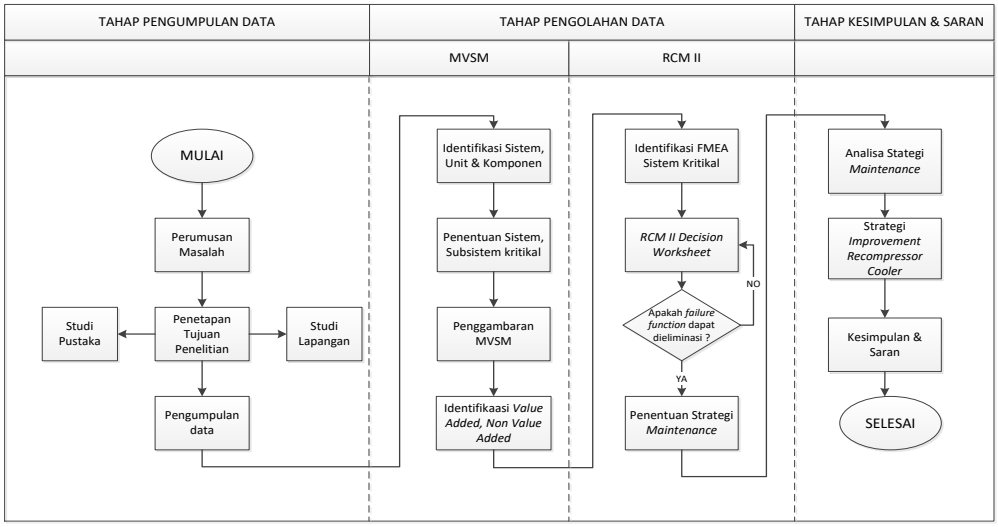
Reliability Centered Maintenance (RCM)

Reliability Centered Maintenance adalah serangkaian proses yang digunakan untuk menentukan aktivitas apa yang harus dilakukan untuk memastikan aset – aset fisik perusahaan agar dapat berjalan dengan baik dalam menjalankan fungsinya [1]. RCM II adalah metode yang dikembangkan oleh John Moubray. Sebelum metode RCM II diterapkan, ada tujuh pertanyaan dasar yang harus dijawab untuk setiap item yang ditinjau yaitu :

a) Apa fungsi dan standar prestasi item (*system functions*) ?
b) Apa sajakah kondisi gagal item yang ditinjau (*functional failure*)?
c) Apa modus kegagalan yang menyebabkan kondisi gagal tersebut (*failure modes*)?
d) Apa efek yang timbul akibat setiap modus kegagalan (*failure effect*)?
e) Apa dampak setiap modus kegagalan (*failure consequences*)?
f) Apa yang dapat dilakukan untuk mencegah modus – modus kegagalan tersebut (*proactive task and task interval*)?
g) Apa yang harus dilakukan bila tugas pencegahan tidak dapat ditemukan (*default action*)?

METODE

Metodologi penelitian digunakan sebagai landasan atau acuan dalam penelitian. Adapun metodologi penelitian ini sebagai berikut :



Gambar 1. Flowchart penelitian

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pembahasan Data I

Penilaian tingkat kehandalan pada peralatan *recompressor cooler* dilakukan untuk menghitung nilai kehandalan dari peralatan tersebut secara kuantitatif. Nilai *Time To Failure* (TTF) digunakan untuk mengetahui distribusi kerusakan pada peralatan untuk rentang waktu tertentu [6]. Nilai TTF diperoleh dari data *maintenance* komponen *recompressor cooler* selama periode 2011 sampai dengan 2018. Adapun data TTF dari *recompressor cooler* adalah sebagai berikut :

Tabel 1. Data TTF *Recompressor cooler*

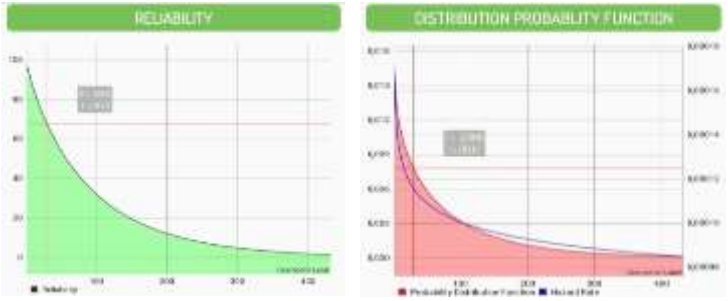
No	*Raise Date*	*Finish Date*	*TTF (day)*	*No*	*Raise Date*	*Finish Date*	*TTF (day)*
1	21/06/2011	26/08/2011	65	14	20/01/2016	11/08/2016	201
2	26/12/2012	19/07/2013	203	15	11/08/2016	23/09/2016	42
3	22/07/2013	18/09/2013	56	16	23/09/2016	12/10/2016	19
4	18/09/2013	25/09/2013	7	17	09/08/2016	30/09/2016	51
5	26/09/2013	25/11/2013	59	18	13/05/2016	10/08/2016	87
6	25/11/2013	06/06/2014	191	19	10/08/2016	17/02/2017	187
7	10/06/2014	12/01/2015	212	20	17/02/2017	06/04/2017	49
8	12/01/2015	27/03/2015	75	21	06/04/2017	07/04/2017	1
9	27/03/2015	09/04/2015	12	22	11/01/2017	17/01/2017	6
10	09/04/2015	20/04/2015	11	23	21/01/2017	07/04/2017	76
11	20/04/2015	20/10/2015	180	24	07/04/2017	12/07/2017	95
12	20/10/2015	13/11/2015	23	25	17/11/2017	09/01/2018	52
13	19/11/2015	20/01/2016	61				

Untuk mengetahui nilai distribusi weibull pada *recompressor cooler* maka nilai TTF dimasukkan kedalam *software weibull analysis*. Adapun hasil *running* dari software weibull analysis sebagai berikut :



Gambar 2. Hasil *software weibull analysis recompressor cooler*

Dari hasil running *software weibull analysis* diketahui bahwa nilai parameter weibull *recompressor cooler* yaitu nilai parameter shape β= 0.8834 dan nilai parameter scale η= 86.3798. Selanjutnya dilakukan penggambaran grafik dari distribusi weibull pada *recompressor cooler* yaitu :



Gambar 3. Grafik distribusi weibull *recompressor cooler*

Dari grafik distribusi weibull pada *recompressor cooler* diketahui bahwa jika *recompressor cooler* dijalankan interval waktu selama 30 hari atau 1 bulan maka maka tingkat kehandalannya menjadi 68% dengan nilai *failure rate* 0.008/*day*. Tingkat kehandalan dari *recompressor cooler* maka semakin berkurang seiring waktu berjalannya operasi dari *recompressor cooler* tersebut.

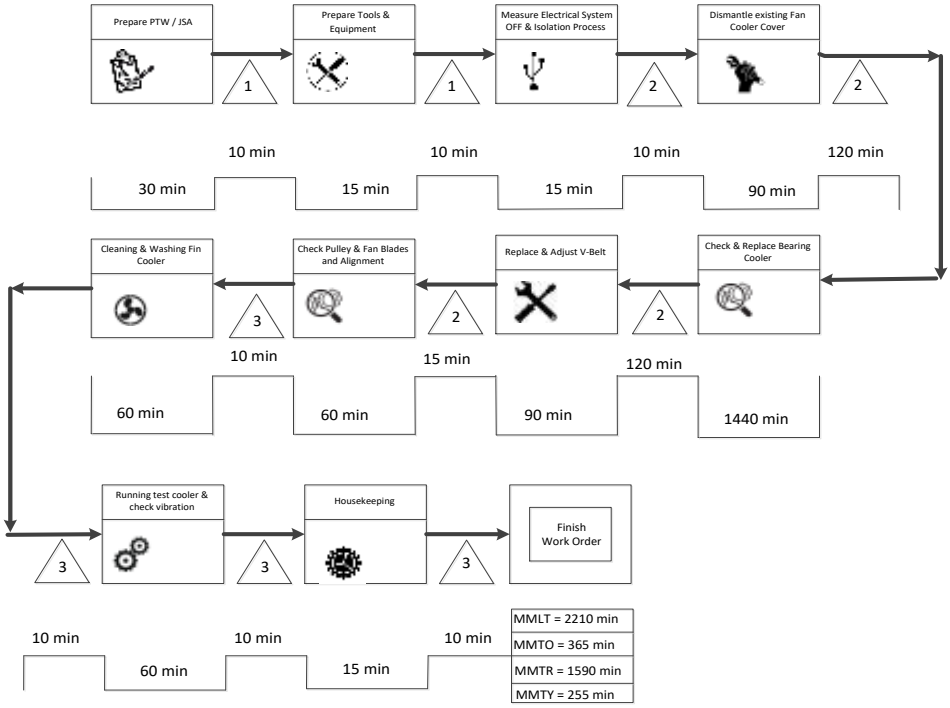
Pembahasan Data II

Pada tahap ini, akan dilakukan identifikasi nilai VA dan NVA untuk mengetahui tingkat efisien dari aktivitas perawatan *recompressor cooler*. Aktivitas *non value added* akan diidentifikasi dan dieliminasi sehingga dapat meningkatkan efisiensi dari fungsi perawatan *recompressor cooler*.

Tabel 2. Identifikasi Aktivitas Perawatan *recompressor cooler*

No	Rincian Kegiatan Perawatan	Durasi (menit)	Kategori MMLT	Kategori Aktivitas
1	*Preparation Permit To Work (PTW)/Job Safety Assessment (JSA)*	30	MTTO	NVA
2	*Delay 1 (Unavailability of equipment operator)*	20	MTTO	NVA
3	*Preparation tools and equipment*	15	MTTO	NVA
4	*Measure Electrical System OFF and Isolation Process*	15	MTTO	NVA
5	*Delay 2 (Unavailability of Tools & Parts)*	275	MTTO	NVA
6	*Dismantle existing Fan Cooler Cover*	90	MTTY	NVA
7	*Check and Replace Bearing Cooler*	1440	MTTR	VA
8	*Replace and adjust V-belt*	90	MTTR	VA
9	*Check pulley element & fan blades and alignment*	60	MTTR	VA
10	*Delay 3 (Unavailability of Appropriate Maintenance Personnel)*	40	MTTO	NVA
11	*Cleaning and washing fin cooler*	60	MTTY	NVA
12	*Running test the cooler, check vibration monitoring*	60	MTTY	NVA
13	*Housekeeping*	15	MTTY	NVA

Dari tabel diatas dapat diketahui rincian dari aktivitas perawatan dari *recompressor cooler.* Langkah selanjutnya adalah menggambarkan aktivitas perawatan dari *recompressor cooler* tersebut ke dalam *Value Stream Mapping*. Penggambaran *Maintenance Value Stream Mapping* akan memudahkan dalam menggambarkan dan mensimulasikan aktivitas perawatan dari *recompressor cooler* untuk mengevaluasi aktivitas VA dan NVA dari efisiensi fungsi pemeliharaan [7].



Gambar 4. MSVM *recompressor cooler*

Dari gambar diatas dapat diketahui nilai prosentase dari VA & NVA *recompressor cooler* yaitu :

$$VA = MTTR = 1590 \text{ min}$$

$$\%\, Value\ Added\ Activity = \frac{MTTR}{MMLT} = \frac{1590\ min}{2210\ min}\ X\ 100 = 71{,}94\%$$

$$NVA = MTTO + MTTY\ = 365\ min + 255\ min = 620\ min$$

$$\%\, Non\ Value\ Added\ Activity = \frac{MTTO + MTTY}{MMLT} = \frac{365 \text{ min} + 255\ min}{2210\ min}\ X\ 100\% = 28{,}06\%$$

Untuk mengetahui tingkat efisien dari perawatan *recompressor cooler* yaitu :

$$\%\, Efisiensi\ Perawatan\ = \frac{MTTR}{MTTR + MTTO + MTTY} = \frac{1590\ min}{1590 \text{ min} + 365 \text{ min} + 255 min} * 100\% = 72\%$$

Dari perhitungan diatas diketahui bahwa nilai efisiensi perawatan *recompressor cooler* adalah 72%.

Pembahasan Data III

Setelah dilakukan perhitungan MSVM maka dilakukan analisa *Reliability Centered Maintenance* II. Analisa *Reliability Centered Maintenance* pada *recompressor cooler* bertujuan untuk menentukan langkah – langkah yang harus dilakukan supaya peralatan – peralatan di sistem kriogenik agar berjalan sesuai dengan fungsinya [8]. Identifikasi terhadap faktor – faktor penyebab kegagalan fungsi akan dianalisa kedalam *RCM Decicion Worksheet*.

Adapun analisa RCM pada *recompressor cooler* berdasarkan *RCM II Decision Worksheet* adalah sebagai berikut :

Tabel 3. RCM *Worksheet* dari *Recompressor Cooler*

Equipment	***Main Function***		***Functional Failure***		***Failure modes***		***Failure Effect***
Recompressor Cooler	1	Menurunkan temperatur gas keluaran dari *Recompressor* sebelum gas dialirkan ke *Residu Gas Compressor* .	A	Menyebabkan temperatur tinggi pada gas keluaran dari *Recompressor* sebelum gas dialirkan ke *Residu Gas Compressor*.	1	Bilah kipas pendingin (*Fan Blades*) rusak	Transfer pertukaran panas pada gas tidak cukup sehingga temperatur tinggi
					2	Sabuk Pendingin (*Belt Cooler*) dari habis atau kendor	Kekuatan dan kecepatan dari sabuk pendingin jadi berkurang. Berpotensi kipas pendingin mati
					3	*Belt Pulley* terjadi *missalignment*	Menghasilkan vibrasi yang tinggi pada kipas pendingin.
					4	Struktur terjadi deformasi	Deformasi pada struktur *cooler* dapat mengakibatkan vibrasi
					5	*Motor Cooler* mengalami vibrasi	*Motor cooler* mengalami *overheat*

Tabel 4. RCM *Worksheet* lanjutan dari *Recompressor Cooler*

Equipment	***Information Reference***			***Consequences Evaluation***				**H1** **S1** **O1**	**H2** **S2** **O2**	**H3** **S3** **O3**	***Default Action***			***Proposed Task***	***Initial Interval***	***Repair Time (H)***	***Performed by***
	F	**FF**	**FM**	**H**	**S**	**E**	**O**	**N1**	**N2**	**N3**	**H4**	**H5**	**S4**				
Recompressor Cooler	1	A	1	Y	Y			Y						Memeriksa *oil cooler fan* dapat bekerja dengan baik	H	33	*Mechanic*
	1	A	2	Y	N	N	Y	Y						Memeriksa kondisi *belt cooler* secara periodik	H	33	*Mechanic*
	1	A	3	Y	N	N	Y	Y						Memeriksa vibrasi secara periodik	H	33	*Mechanic*
	1	A	4	Y	N	N	Y	Y						Memeriksa vibrasi secara periodik	H	33	*Mechanic*
	1	A	5	Y	N	N	Y	Y						Memeriksa vibrasi dan termograf secara periodik	H	33	*Electrical*

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil pengumpulan data, pengolahan data, serta analisis dan interpretasi data yang telah dilakukan maka dapat diperoleh kesimpulan yaitu :

1. Berdasarkan tingkat kehandalan peralatan di sistem kriogenik jika dioperasikan selama interval satu bulan yaitu : *recompressor cooler* memiliki tingkat kehandalan sebesar 68% dengan nilai *failure rate* 0.008/*day*.
2. Berdasarkan analisa MVSM maka diketahui tingkat efisien perawatan terhadap *recompressor cooler* sebesar 72%
3. Berdasarkan analisa RCM maka strategi perawatan *recompressor cooler* sebagai berikut :
   a) memeriksa *oil cooler fan* dengan baik.
   b) memeriksa kondisi *belt cooler* secara periodik.
   c) memeriksa kondisi vibrasi dan termograf secara periodik.

DAFTAR PUSTAKA

[1] J. Moubray, *Reliability-centered maintenance*. Industrial Press Inc., 2001.
[2] Mike Rother and J. Shook, *Value Stream Mapping.* Lean Enterprise Institute, Cambridge., 1999.
[3] H. Pranoto, *Reliability Centered Maintenance*. Jakarta: Mitra Wacana Media, 2015.
[4] F. Kurniawan, *Manajemen perawatan industri*. Yogyakarta: Graha Ilmu, 2013.
[5] M. S. Sarashvati, J. Alhilman, and Nopendri, "Optimalisasi Kebijakan Perawatan Menggunakan Metode RCM (Reliability Centered Maintenance) dan Perencanaan Pengelolaan Suku Cadang Menggunakan RCS (Reliability Centered Spares) Pada Continuous Casting Machine 3 Slab Steel Plant di PT Krakatau Steel, Tbk," *J. Ind. Serv.*, vol. 4, no. 2, pp. 2916–2923, 2017.
[6] D. A. Kurniawati and M. L. Muzaki, "Analisis Perawatan Mesin dengan Pendekatan RCM dan MVSM," *J. Optimasi Sist. Ind.*, pp. 16(2), 89–105, 2017.
[7] R. S. Prabowo, P. A. Setiawan, and A. I. Juniani, "Evaluasi Penjadwalan Perawatan Mesin Hanger Shot Blast KAZO dengan RCM II (Studi kasus: Foundry Plant Perusahaan Manufaktur)," *Semin. K3*, vol. Vol. 2, No, no. 2581, pp. 365–370, 2018.
[8] M. A. Rahman, R. Sandora, and N. Rachmat, "Perencanaan Kegiatan Perawatan Menggunakan Rcm Ii Dengan Mengaplikasikan Fmeca Dan Pendekatan Bca," *Politek. Perkapalan Negeri Surabaya*, vol. Vol. 2, No, no. 2581, pp. 183–188, 2018.