

**USULAN KEBIJAKAN PERAWATAN PADA MESIN POMPA COSORB P-201
DENGAN MENGGUNAKAN METODE *RELIABILITY CENTERED MAINTENANCE*
(RCM) DI PT ANS**

***PROPOSED POLICY TREATMENT ON THE PUMP COSORB P-201 USING RELIABILITY
CENTERED MAINTENANCE (RCM) IN PT ANS***

Dinda Tria Kusuma¹, Endang Budiasih², Aji Pamoso³

^{1,2,3}Prodi S1 Teknik Industri, Fakultas Rekayasa Industri, Universitas Telkom

¹dindatria@student.telkomuniversity.ac.id, ²endangbudiasih@telkomuniversity.ac.id,

³humamsiddiq@telkomuniversity.ac.id

Abstrak

PT ANS merupakan salah satu perusahaan yang memproduksi pupuk di Indonesia. Mesin pompa COSORB P-201 merupakan mesin yang digunakan oleh PT ANS untuk memproduksi pupuk dan beroperasi selama 24 jam/hari, 7 hari/minggu. Permasalahan yang sering terjadi di PT ANS terdapat pada mesin pompa COSORB P-201 dengan jumlah kerusakan 70 kali selama 2017 sampai 2019. Oleh karena itu, perusahaan menerapkan kegiatan *preventive maintenance* dan *corrective maintenance* untuk memastikan kinerja mesin pompa COSORB P-201 tetap bekerja sesuai fungsinya. Tujuan dari penelitian ini untuk menentukan interval waktu perawatan dan estimasi biaya perawatan yang efisien. Metode yang dipilih yaitu *Reliability Centered Maintenance (RCM)* kemudian menggunakan analisis *Failure Mode Effect and Critical Analysis (FMECA)* untuk mendapatkan output berupa nilai RPN pada komponen kritis yang terpilih pada sistem yaitu *bearing ball*, *mechanical seal*, dan *impeller*. Berdasarkan hasil pengumpulan dan pengolahan data menggunakan *RCM Worksheet* kemudian ditentukan kebijakan perawatan dengan hasil 2 *scheduled on-condition task*, 1 *scheduled restoration task*, dan 3 *scheduled discard task* dengan masing-masing interval waktu perawatan sesuai kategori *tasknya*. Total biaya perawatan usulan sebesar Rp500.802.048 untuk satu tahun, menghemat biaya perawatan sebesar Rp29.458.944 dibandingkan biaya perawatan aktual.

Kata Kunci: *Maintenance, Reliability Centered Maintenance, Failure Mode Effect and Critical Analysis, RCM Worksheet, Maintenance Cost.*

Abstract

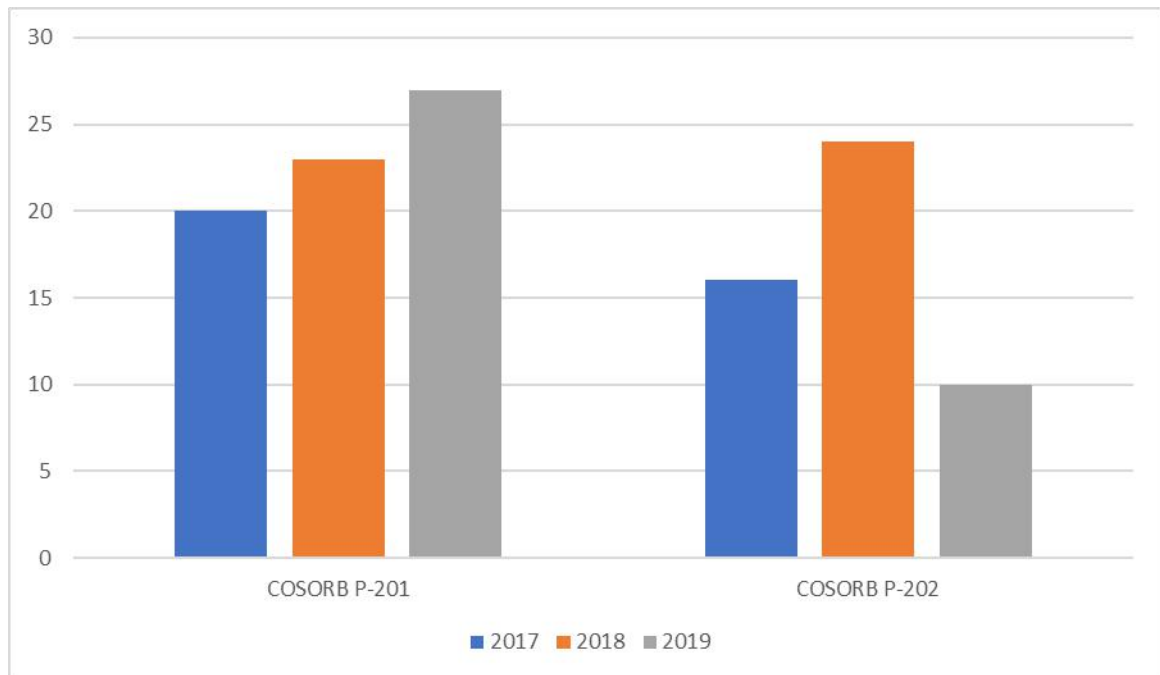
PT ANS is a company that produces fertilizer in Indonesia. The COSORB P-201 pumping machine is a machine used by PT ANS to produce fertilizer and operates 24 hours continuously. Problems that often occur in PT ANS are on the COSORB P-201 pumping machine with 70 times amount of damage during 2017 to 2019. Therefore, the company implements preventive maintenance and corrective maintenance to ensure the COSORB P-201 pumping machine's performance to keep working in accord with its function. The purpose of this study was to determine the treatment time interval and the estimated cost of efficient maintenance. So the method chosen in this study was Reliability Centered Maintenance (RCM) which used the Failure Mode Effect Analysis and Critical Analysis (FMECA) to obtain an output in the form of RPN values on the critical components which selected in the system, namely ball bearings, mechanical seals, and impellers. Based on the results of data collection and data processing using the RCM Worksheet then maintenance policies are determined with the results of 2 scheduled on-condition tasks, 1 scheduled restoration and 3 scheduled discard tasks with maintenance time intervals according to each task category. The total cost of proposed treatment was Rp 500.802.048. The difference in actual maintenance costs and proposed maintenance costs can save maintenance costs by Rp 29.458.944.

Keywords : Maintenance, Reliability Centered Maintenance, Failure Mode Effect and Critical Analysis, RCM Worksheet, Maintenance Cost.

Pendahuluan

PT ANS adalah salah satu perusahaan yang bergerak pada bidang industri pengolahan pupuk yang berada di kecamatan Cikampek, kabupaten Karawang, didirikan pada tanggal 9 juni 1975. Pada PT ANS terdapat unit-unit produksi diantaranya adalah Unit Pembangkit Listrik (UPL), Unit Penjernihan Air (UPA), Unit Pembangkit Uap (UAP), Unit Urea (UU), dan Unit Amonia (UA). Selain itu PT ANS menghasilkan produk sampingan yaitu gas CO yang dihasilkan akibat reaksi kimia antara *steam* dengan gas yang diproduksi oleh pabrik amonia, Gas CO dihasilkan oleh pabrik ANS 1A. Proses awal produksi di pabrik amonia yaitu gas alam yang bereaksi dengan *steam* di Primary Reformer menghasilkan CO, CO₂, dan H₂. Pabrik Amonia memiliki pompa untuk menyerap gas CO yang merupakan produk buangan dari proses produksi pupuk amonia (*side product*) karena memiliki kadar CO yang tinggi pada keluaran tahap di Secondary Reformer. Mesin pompa COSORB P-201 ini memiliki peranan yang sangat penting karena akan menyerap

larutan COSORB dan mengalirkannya ke *tower* yang bernama Absorber (T-201) dimana larutan COSORB digunakan untuk menyerap gas CO. Berikut merupakan grafik jumlah kerusakan mesin PT ANS dalam waktu periode tahun 2017 hingga 2019 yang dapat dilihat pada gambar 1.



Gambar 1 Grafik Jumlah Kerusakan Mesin di PT ANS
Tahun 2017 - 2019

Berdasarkan grafik pada gambar 1, mesin yang sering mengalami kerusakan adalah mesin COSORB P-201. Mesin COSORB P-201 mengalami sejumlah 70 kerusakan, Mesin COSORB P-202 mengalami sejumlah 50 kerusakan, Mesin STRIPPER BOTTOM PUMP A mengalami sejumlah 47 kerusakan, dan Mesin STRIPPER BOTTOM PUMP B mengalami sejumlah 45 kerusakan. Penyebab kerusakan atau kegagalan pada pompa COSORB P-201 karena pemakaian secara terus menerus untuk menyerap larutan COSORB yang sangat reaktif dan mengandung tembaga sehingga beberapa komponen di pompa tersebut mengalami kerusakan. Dalam upaya untuk mengurangi risiko kerusakan pada mesin pompa COSORB P-201 yang dapat menimbulkan kegagalan pompa pada proses pemurnian CO yang rentan atau mudah rusak terhadap kontaminasi air, dan CO₂. Oleh karena itu, upaya untuk menjaga keberlangsungan pasokan gas CO ke PT SKP agar tidak terganggu, diperlukan suatu kegiatan untuk mempertahankan atau mengembalikan mesin tersebut dari kerusakan dan pemberhentian. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah *Reliability Centered Maintenance* (RCM). Metode RCM ini digunakan untuk mengetahui kebijakan perawatan yang tepat serta memperhitungkan interval waktu perawatan dan menentukan penjadwalan kegiatan perawatan dengan mempertimbangkan efisiensi biaya dan efektif operasional.

2. Dasar Teori dan Metodologi Penelitian

2.1 Dasar Teori

2.1.1 Perawatan

Perawatan adalah kegiatan untuk memelihara atau menjaga fasilitas serta mengadakan perbaikan atau penggantian yang diperlukan agar terdapat suatu keadaan operasi produksi yang memuaskan sesuai dengan apa yang direncanakan. Jadi dengan adanya kegiatan maintenance maka mesin/peralatan dapat dipergunakan sesuai dengan rencana dan tidak mengalami kerusakan selama dipergunakan untuk proses produksi atau sebelum jangka waktu tertentu direncanakan tercapai [1]. Kegiatan perawatan yang dilakukan terhadap suatu peralatan atau komponen dapat dibedakan atas dua macam yaitu Perawatan preventif (*preventive maintenance*) dan Perawatan korektif (*corrective maintenance*) [2]. *Preventive maintenance* merupakan tindakan pemeliharaan yang terjadwal dan terencana. Hal ini dilakukan untuk mengantisipasi masalah yang dapat mengakibatkan kerusakan pada komponen/alat dan menjaganya selalu normal selama dalam operasi. *Corrective maintenance* adalah kegiatan perawatan yang dilakukan setelah mengenal kerusakan yang berulang untuk dilakukan perbaikan agar mesin kembali dalam keadaan yang di perlukan [3].

2.1.2 Reliability Centered Maintenance

Reliability Centered Maintenance (RCM) adalah suatu proses yang digunakan untuk menentukan apa yang harus dilakukan agar setiap asset fisik dapat terus melakukan apa yang diinginkan oleh penggunaannya dalam konteks operasionalnya [4]. Penggunaan dari metode ini Untuk mengembangkan sistem maintenance yang dapat mengembalikan kepada reliability dan safety seperti awal mula peralatan dari deteriorasi yang terjadi setelah sekian lama dioperasikan dan memperoleh informasi yang penting dalam melakukan improvement pada desain awal yang kurang baik.

2.1.3 Failure Modes and Effect Criticality Analysis

Failure Modes and Effect Criticality Analysis dapat didefinisikan sebagai suatu teknik untuk mendesain ataupun mengevaluasi keandalan dari komponen pada suatu sistem dengan cara meneliti potensi modus kegagalannya untuk menentukan dampak yang ditimbulkan, baik dari keselamatan pengguna dan peralatan ataupun keberhasilan sistem tersebut, sehingga dapat diketahui kemungkinan kondisi paling kritis pada komponen-komponen tersebut [5]. Menentukan sistem yang akan dianalisis, yang terdiri dari penentuan batas sistem, identifikasi fungsi, dan definisi kegagalan dan mengidentifikasi efek potensial dari mode kegagalan, dimana setiap mode kegagalan diidentifikasi pula konsekuensi pada sistem.

2.1.4 Risk Priority Number

Risk Priority Number (RPN) merupakan produk matematis dari keseriusan *effects* (*Severity*), kemungkinan terjadinya akan menimbulkan kegagalan yang berhubungan dengan *effects* (*Occurrence*), dan kemampuan untuk mendeteksi kegagalan sebelum terjadi pada pelanggan (*Detection*) [5]. *Severity* adalah tingkat keparahan atau efek yang ditimbulkan oleh mode kegagalan terhadap keseluruhan mesin. *Occurrence* adalah tingkat keseringan terjadinya kerusakan atau kegagalan. *Detection* adalah pengukuran terhadap kemampuan mengendalikan atau mengontrol kegagalan yang dapat terjadi.

$$RPN = Severity \times Occurrence \times Detection$$

$$RPN = S \times O \times D$$

2.1.5 Logic Tree Analysis

Logic Tree Analysis (LTA) merupakan suatu alat pengukuran secara kualitatif yang bertujuan untuk menekankan suatu prioritas dan sumber daya yang harus dialokasikan pada setiap mode kegagalan untuk mengklasifikasikan mode kegagalan, karena mode kegagalan tidak dibuat sama. [6] LTA digunakan untuk mengklasifikasikan konsekuensi failure mode yang terdiri dari empat kategori, yaitu *Hidden Failure* (H), *Safety Consequences* (S), *Environment Consequences* (E), dan *Operational Consequences* (O).

2.1.6 Preventive Task

Preventive Task pada RCM dibagi menjadi 3 kategori, yaitu schedule on-condition task dilakukan untuk mendeteksi kegagalan potensial, kegagalan potensial merupakan kondisi fisik yang teridentifikasi dan dapat mengindikasikan akan munculnya suatu kegagalan fungsional, schedule restoration task merupakan upaya pemulihan secara periodik dengan tujuan mengembalikan sistem ke kondisi semula, dan schedule discard task merupakan kegiatan maintenance yang paling tidak cost-effective diantara ketiga preventive task. Penentuan preventive Tasks ini didasarkan kepada beberapa faktor yaitu jenis konsekuensi kegagalan, keuntungan dan kerugian tiap Tasks, serta pertimbangan biaya dan waktu pelaksanaannya. [7]

2.1.7 Biaya Perawatan

Biaya perawatan digunakan untuk menganalisis kondisi operasi yang terjadi dan karakteristik perawatan sistem. Total biaya perawatan merupakan jumlah biaya operasional dari masing – masing komponen, maka biaya operasional sistem dapat didefinisikan sebagai penjumlahan biaya awal, perbaikan biaya, dan biaya manajemen keseluruhan. [8]

$$\text{Biaya pemeliharaan} = F_m \times C_m$$

Dimana:

F_m = Frekuensi Maintenance

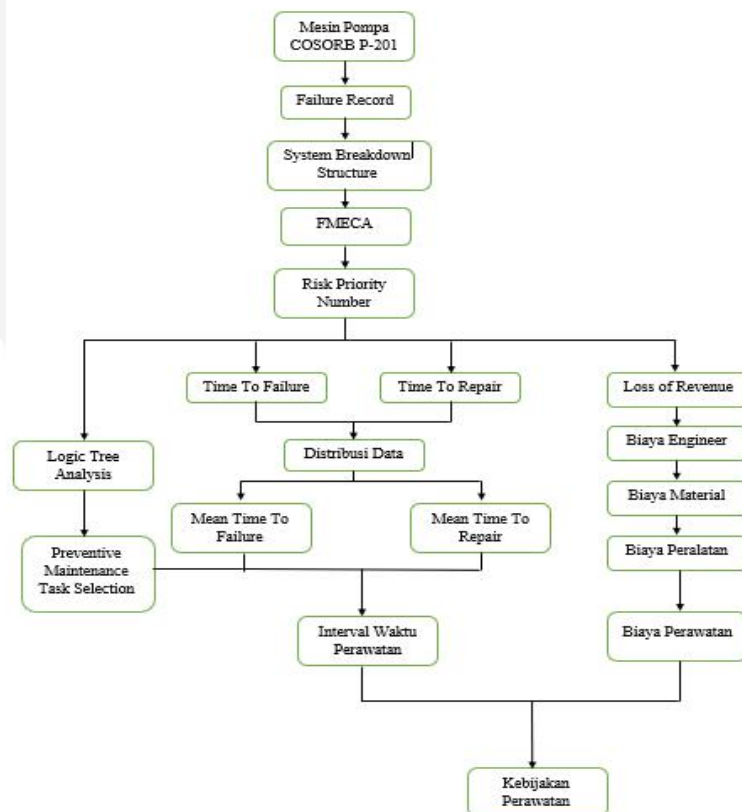
C_m = Cost Maintenance

3. Metode Penelitian

Pada Metode Penelitian akan dijelaskan langkah-langkah yang akan digunakan dalam penelitian ini.

3.1 Model Konseptual

Model konseptual merupakan sebuah rancangan atau gambaran yang memiliki alur pengerjaan secara terstruktur. Berikut merupakan model konseptual dalam penelitian ini.



Gambar 2. Model Konseptual

4. Pembahasan**4.1 Penentuan Komponen Kritis**

Untuk menentukan komponen kritis, dilakukan dengan menggunakan metode FMECA dimana didapatkan output berupa nilai RPN. Penentuan RPN ini bertujuan untuk mendapatkan komponen kritis yang didapatkan melalui analisis FMECA sebelumnya dengan perkalian $\text{severity} \times \text{occurrence} \times \text{detection}$ lalu menghasilkan nilai RPN.

Tabel 1. Penentuan *Risk Priority Number*

No	Equipment	RPN	Criterion
1	Bearing Ball	280	Critical
2	Drive Pinion Gear	70	High
3	Mechanical Seal	256	Critical
4	Impeller	256	Critical
5	Sleeve	30	Minor
6	Inducer	60	Medium
7	Reducer	60	Medium
9	Stud	60	Medium
8	Washer	60	Medium
9	Rubber	60	Medium
10	O-Ring	70	High
11	Coupling	30	Minor

4.2 Penentuan Nilai *Mean Time To Failure*

Mean Time to Failure merupakan rata-rata selang waktu suatu kerusakan dari sebuah distribusi kerusakan dan rata-rata waktu ini menjadi waktu ekspektasi terjadi sebuah kerusakan yang beroperasi saat kondisi berjalan normal.

Tabel 2. Nilai MTTF

Komponen	Distribusi	Parameter		1+1/ β	Tabel Gamma	MTTF (jam)
		η	β			
Bearing Ball	Weibull	η	1617,11	2,03	1,01	1637,8
		β	0,971428			
Mechanical Seal	Weibull	η	1902,89	2,21	1,11	2113,3
		β	0,823393			
Impeller	Weibull	η	2209,02	2,56	1,39	3076,1
		β	0,639149			

4.3 Penentuan Nilai *Mean Time To Repair*

Mean Time to Repair merupakan rata-rata atau penentuan nilai tengah dari fungsi probabilitas waktu perbaikan. Penentuan pengujian ini dilakukan dengan cara yang sama seperti penentuan mean time to failure.

Tabel 3. Nilai MTTR

Komponen	Distribusi	Parameter		1+1/β	Tabel Gamma	MTTR (jam)
Bearing Ball	Weibull	η	3,75203	1,444095	0,885735695	3,3233069
		β	2,25177			
Mechanical Seal	Weibull	η	3,39186	1,223583	0,912250029	3,094224382
		β	4,47262			
Impeller	Weibull	η	4,27728	1,572807	0,890742721	3,809956028
		β	1,74579			

4.4 Perhitungan Interval Waktu Perawatan *Scheduled on Condition*

4.4.1 Perhitungan Interval Waktu Perawatan *Scheduled on Condition*

Perhitungan dengan menghitung ½ dari P-F Interval masing-masing komponen tersebut. P-F interval yang digunakan data MTTF dari setiap komponen kritis terpilih.

Tabel 4. Kebutuhan Suku Cadang

Schedule On Condition Task							
Komponen	Information Reference			Proposed Maintenance Task	MTTF	Interval (Jam)	Interval (Bulan)
	F		FM				
Bearing Ball	1	1	Salah satu titik bagian impeller memiliki berat yang tidak seimbang	Do the scheduled on-condition task. Melakukan tes balancing pada poros.	1637,8	818,9	1,71
Mechanical Seal	1	2	Perputaran RPM yang tinggi	Do the scheduled on-condition task. Penurunan kecepatan rpm	2113,3	1056,7	2,20

4.4.2 Perhitungan Interval Waktu Perawatan *Scheduled Restoration Task dan Scheduled Discard Task*

Penentuan interval waktu perawatan *scheduled restoration task* dan *scheduled discard task* diperlukan beberapa data variabel dan rumus yang digunakan untuk menghitung.

$$Interval\ maintenance\ time = \gamma + \eta \times \left(\frac{C_m}{C_f \times (\beta - 1)} \right) 1/\beta$$

$$C_m = C_w + \text{biaya preventive maintenance} + C_o$$

Tabel 5. Perhitungan EOQ

Schedule On Restoration Task and Discard Task								
Komponen	Information Reference			Proposed Maintenance Task	Biaya Preventive Maintenance	Biaya Downtime (Co)	Cw	CM
	F		FM					
Bearing Ball	1	2	Suhu terlalu panas	Do the schedule Discard Task. Bearing Ball diganti	Rp3.292.450	Rp1.585.625	Rp25.625	Rp4.903.700
Mechanical Seal	1	1	Suhu terlalu panas	Do the schedule Discard Task. Pergantian Mechanical Seal	Rp3.292.450	Rp1.585.625	Rp25.625	Rp4.903.700
Impeller	1	1	Berkurangnya tekanan hingga dibawah tekanan uap jenuh pada fluida	Do the scheduled Restoration Task. Tekanan udara diatur kembali	Rp3.292.450	Rp1.585.625	Rp25.625	Rp4.903.700
		2	Salah satu benda asing salah satu contoh nya baut	Do the schedule Discard Task. Impeller diganti	Rp3.292.450	Rp1.585.625	Rp25.625	Rp4.903.700

4.4.3 Analisis Kebijakan Persediaan

Perhitungan biaya perawatan didapatkan melalui perkalian *Cost maintenance* (C_m) dengan *Frekuensi maintenance* (F_m). Biaya perawatan didapatkan melalui pengukuran dengan menggunakan metode RCM yang menghasilkan *proposed maintenance task* beserta interval waktu perawatannya untuk setiap komponen kritis, kemudian dilakukan perhitungan biaya perawatan usulan.

Tabel V.2 Perbandingan Biaya Perawatan

Komponen	Information Reference		Biaya	
	FF	FM	Aktual	Usulan
Bearing Ball	1	1	Rp116.444.400	Rp67.925.900
		2	Rp116.444.400	Rp77.629.600
Mechanical Seal	1	1	Rp84.029.600	Rp63.022.200
		2	Rp84.029.600	Rp52.518.500
Impeller	1	1	Rp179.614.800	Rp134.711.100
		2	Rp179.614.800	Rp134.711.100
Total			Rp760.177.600	Rp530.518.400

4. Kesimpulan

Penentuan interval waktu perawatan menggunakan metode RCM untuk mesin COSORB P-201 diperoleh sebanyak 2 *scheduled on-condition task*, 1 *scheduled restoration task*, dan 3 *scheduled discard task*. Interval waktu perawatan untuk *Scheduled on-Condition Task* pada komponen *bearing ball* adalah 818,9 jam dan *mechanical seal* adalah 1056,7 jam. Interval waktu perawatan untuk *scheduled restoration task* pada komponen *impeller* adalah 284,35 jam. Interval waktu perawatan untuk *scheduled discard task* pada komponen *bearing ball* adalah 284,35 jam, *mechanical seal* adalah 517,4 jam, dan *impeller* adalah 284,35 jam. Setelah itu mencari Total biaya perawatan aktual yang diperoleh berdasarkan *proposed maintenance task* pada mesin pompa COSORB P-201 untuk jangka

waktu 3 tahun yaitu sebesar Rp760.177.600 sedangkan biaya perawatan usulan sebesar Rp530.518.400. Selisih biaya perawatan aktual dan biaya perawatan usulan dapat menghemat biaya perawatan sebesar Rp 229.659.200.

5. Daftar Pustaka

- [1] F. T. D. Atmaji, "Optimasi Jadwal Perawatan Pencegahan Pada Mesin Tenun Unit Satu Di Pt Ksm, Yogyakarta," *J. Rekayasa Sist. Ind.*, no. April, pp. 7–11, 2015.
- [2] C. E. Ebeling, "An Introduction to Reliability and Maintainability Engineering. Singapore: The McGraw-Hill Companies Inc." 2000.
- [3] Pham, H., & Wang, H. (2006). Springer Series in Reliability Engineering. In *Springer*. <https://doi.org/10.1007/978-1-4471-4588-2>.
- [4] C. E. Ebeling, "An Introduction to Reliability and Maintainability Engineering. Singapore: The McGraw-Hill Companies Inc." 2000.
- [5] Yssaad, B. and Abene, A. (2015) 'Rational Reliability Centered Maintenance Optimization for power distribution systems', *International Journal of Electrical Power and Energy Systems*. Elsevier Ltd, 73, pp. 350–360. doi: 10.1016/j.ijepes.2015.05.015
- [6] Moubray, J. (1997) Reliability-centred maintenance, *Fuel and Energy Abstracts*. doi: 10.1109/TR.1987.5222285.
- [7] CONNOR, P. D. T. O. (1992). Reliability Centred Maintenance, J. Moubray, Butterworth-Heinemann, 1991. Number of pages: 320. *Quality and Reliability Engineering*. <https://doi.org/10.1002/qre.4680080114> pp. 63–74, 2015.
- [8] Bae, C., Koo, T., Son, Y., Park, K., Jung, J., Han, S., & Suh, M. (2009). A study on reliability centered maintenance planning of a standard electric motor unit subsystem using computational techniques. *Journal of Mechanical Science and Technology*. <https://doi.org/10.1007/s12206-009-0305-8>
- [9] L. E. E. J. Krajewski, L. P. Ritzman, and A. Goldstein, "Operations Management: Process and Supply Chains," pp. 1–20, 2016.