



Analisis Pemeliharaan Aset dengan Metode RAM pada Unit Reciprocating Compressor C-8200

Rachmasari Paramita Wardhani^{1*}, Lukman²

^{1,2}Program Studi Teknik Industri, Sekolah Tinggi Teknologi Migas, Balikpapan

Riwayat Artikel:

Diajukan: 29/05/2025

Diterima: 17/06/2025

Daring: 21/06/2025

Terbit: 30/06/2025

Kata Kunci:

Keandalan
Ketersediaan
Kemampuan
Pemeliharaan
RAM

Keywords:

Reliability
Availability
Maintainability
Maintenance
RAM

Abstrak

Dalam industri migas sistem pemeliharaan mesin yang terencana dapat meminimalisasi terjadinya kegagalan pada mesin dimana tingkat kegagalan mesin dalam memproduksi sangat memungkinkan sehingga ketidakhandalan suatu mesin juga dapat terjadi. Oleh karena itu perusahaan XYZ perlu menerapkan system perawatan mesin dengan metode yang sesuai untuk mengontrol laju kegagalan pada mesin. Unit *Reciprocating Compressor C-8200* adalah yang digunakan sebagai salah satu kompresor yang beroperasi tentunya memiliki kegagalan dan juga terjadinya unplanned downtime. Penelitian ini dilakukan untuk menganalisis dan mengetahui sejauhmana pemeliharaan aset pada unit *Reciprocating Compressor C-8200* yang telah dilakukan di unit tersebut, dan apakah dapat dilaksanakan metode RAM sebagai saran perbaikan dalam meningkatkan performansi dari unit tersebut. Dengan analisis metode RAM maka didapatkan hasil perhitungan MTBF sebesar 242,22 jam, MTTR sebesar 3.49 jam dan *availability* adalah sebesar 99%, dari hasil yang didapatkan maka pihak manajemen dan pelaksana teknik dapat melakukan pencatatan secara continue terhadap waktu *shutdown* yang tidak terjadwal guna melakukan pencegahan terjadinya *unplanned shutdown* lebih banyak serta meningkatkan perawatan terjadwal *shutdown* agar mesin dapat terus beroperasi dengan baik.

Abstract

In the oil and gas industry, a planned machine maintenance system can minimize the occurrence of machine failures where the failure rate of machines in production is very possible so that the unreliability of a machine can also occur. Therefore, the XYZ company needs to implement a machine maintenance system with an appropriate method to control the failure rate of the machine. The *Reciprocating Compressor C-8200 Unit* is used as one of the compressors that operates, of course, has failures and also unplanned downtime. This study was conducted to analyze and determine the extent of asset maintenance on the *Reciprocating Compressor C-8200 unit* that has been carried out in the unit, and whether the RAM method can be implemented as a suggestion for improvement in improving the performance of the unit. With the RAM method analysis, the MTBF calculation results were obtained as 242.22 hours, MTTR of 3.49 hours and *availability* of 99%, from the results obtained, the management and technical implementers can record continuously the unscheduled shutdown time in order to prevent more unplanned shutdowns and increase scheduled shutdown maintenance so that the machine can continue to operate properly.

Pendahuluan

Proses produksi merupakan proses transformasi untuk menghasilkan *output* yang berkualitas tentunya memerlukan kegiatan pemantauan serta pemeliharaan terhadap aset perusahaan yang melakukan kegiatan pemrosesan tersebut diantaranya yaitu pemeliharaan mesin-mesin produksi yang harus terjaga secara berkala sehingga mampu untuk bekerja dengan optimal. Perusahaan tentunya terus berupaya agar kegiatan produksi dapat terus berkerja dengan memperkecil biaya pemeliharaan yang adakalanya menjadi hambatan karena timbulnya kerusakan pada fasilitas produksi yang disebabkan oleh adanya komponen mesin yang mendadak mengalami kegagalan sehingga tak dapat menjalankan fungsinya untuk beroperasi. Maka untuk menjaga agar aset mampu dimanfaatkan secara

*Korespondensi: rachmasari@stmigas.ac.id



optimal maka perlu dilakukan pemeliharaan dengan baik dan terjadwal hal ini agar dapat mengurangi hambatan yang terjadi yang dapat disebut dengan unplanned maintenance pada mesin.

Sukendar, 2020, menjabarkan bahwa pemeliharaan atau *maintenance* ialah suatu konsep dari seluruh pelaksanaan yang dipakai untuk memelihara komponen agar supaya selalu berada dalam pelaksanaan operasional yang normal [9]. Menurut Smith, 2011, bahwa setiap kegagalan /kerusakan pada peralatan pendukung dari suatu sistem produksi maka dapat menyebabkan berhentinya pelaksanaan kegiatan produksi, dan berujung pada terciptanya kerugian yang tak sedikit dilihat dari finansial perusahaan dan juga pekerjanya [14].

Pompa atau compressor yang digunakan kemudian menuju *boiler* lalu ke arah turbin, hal ini berfungsi menghasilkan energi listrik yang merupakan transformasi dari energi mekanik seperti yang terjadi pada penyaluran bahan bakar gas yang berasal dari beberapa penyuplai seperti Pertamina ataupun Perusahaan Gas Negara (PGN). Penyuplaian gas disampaikan untuk pelanggan yang berjarak jauhnya kilo meter maka untuk hal tersebut diperlukan peralatan yang memadai guna menaikkan tekanan bahan bakar seperti BBM atau gas sehingga nilai kalori dan energi yang akan dibawa oleh gas dapat terjaga. Alat ini dapat berupa pompa atau kompresor yang memiliki fungsi menaikkan tekanan. Kompresor adalah salah satu komponen terpenting di dalam turbin gas. Dalam hal ini kompresor memiliki peran menyuplai udara bertekanan yang dialirkan ke ruang bakar [2].

Kompresor udara menjadi peralatan penting didalam dunia perindustrian khususnya pada sistem *utility* dimana komponen ini memiliki tujuan melakukan supply udara bertekanan. Pemakaian kompresor bersifat vital berguna dalam menunjang pneumatic sistem pada kegiatan proses produksi, karenanya diharapkan *compressor* selalu berada pada kondisi prima [16].

Reciprocating compressor dikenal dengan kompresor piston yaitu *compressor* yang memiliki sistem torak/piston yang bergerak pada silinder dan berfungsi untuk mengkompresi udara. Pada tabung silinder yang dimiliki kompresor reciprocating ada dua *port* yaitu *port inlet (suction)* dan *port outlet (discharge)*. Ketika piston berada di posisi atas atau dekat *port inlet (suction)* dan outlet (*discharge*) berada dalam silinder lalu bergerak turun hingga aliran udara dari *port inlet (suction)* masuk memenuhi ruang silinder. *Reciprocating compressors* memiliki keunggulan yaitu kompresor torak ini dibandingkan jenis kompresor lainnya memiliki efisiensi volumetrik tinggi, sehingga mampu menghasilkan kapasitas udara yang lebih besar. Selain itu debu juga pasir tidak mudah masuk kedalam silindernya hal ini karena udara yang dihisap harus melalui saringan udara terlebih dahulu sebelum udara tersebut masuk ke dalam silinder yang melalui katup isap. Hal ini mencegah silinder dan juga piston tidak mudah rusak dikarenakan adanya kotoran masuk ke silinder tersebut. Konstruksi sederhana dimiliki pada kompresor torak sehingga pada penggunaannya menjadi ekonomis, serta mempunyai rasio kompresi lebih besar [12]. PT.XYZ adalah perusahaan yang bergerak dibidang Migas, memiliki aset diantaranya unit-unit mesin yang digunakan dalam kegiatan proses produksi salah satunya adalah unit Reciprocating Compressor di Mutiara field.

Mutiara Field memiliki beberapa *remote satellite* yang mengoperasikan beberapa kompresor dengan tipe reciprocating. Kompresor-kompresor ini memiliki kapasitas 5 MMSCFD. Adanya kesulitan mengakses data parameter operasi unit kompresor baik untuk mengamati performa kompresor atau tindakan pemeliharaan yang diperlukan, dikarenakan lokasi yang berada di *remote* dan mengandalkan pencatatan manual operator sehingga menyebabkan tingginya *unplanned shutdown* kompresor [10].

Mesin merupakan peralatan yang memiliki peran penting pada jalannya kegiatan proses produksi. Penggunaannya dan *maintenance* pada komponen unit yang berkesinambungan dan terencana maka efisiensi dan efektifitas mampu ditingkatkan. Menurut Gao & Wang, 2021 ketika melakukan *maintenance* pada mesin maka harus memiliki rencana *reliability* dan *availability*. Konsep *reliability* ini berguna dalam menentukan suatu periode waktu tertentu berada dibawah keadaan yang telah direncanakan ketika beroperasi. *Availability* (ketersediaan) adalah suatu system atau komponen yang beroperasi menurut fungsinya dalam keadaan beroperasi yang normal [6].

Metode RAM (*reliability, availability, maintainability*) yaitu suatu pendekatan strategis dimana keandalan, ketersediaan, dan pemeliharaan berintegrasi memakai metode, dan alat, juga teknik rekayasa (*Mean Time to Failure, downtime* peralatan, juga nilai ketersediaan sistem) guna melakukan identifikasi dan pengukuran pada *failure* komponen peralatan, serta sistem untuk mencegah tercapainya tujuan dari kegiatan produksi. Penerapan metodologi tersebut memerlukan pengalaman, dan pengetahuan yang mendalam bersama dengan kemungkinan memperoleh dan memproses data dalam kondisi operasi [5].

Analisis *reliability, availability, maintainability* (RAM) menjadi suatu metode dalam prediksi kinerja keandalan (*reliability*), ketersediaan (*availability*), dan kemampuan rawatan (*maintainability*) komponen atau *system* [4].

Indikator kinerja penting dalam RAM adalah *availability* yang merupakan bagian dari waktu ketika sistem berfungsi secara penuh. Analisis RAM digunakan guna mengidentifikasi subsistem yang kritis dan sensitif dalam sistem produksi yang dapat memberikan efek besar pada kinerja sistem. Analisis RAM juga dapat digunakan untuk membantu pemilihan konsep, serta dapat memberikan keputusan secara mendetail terkait pada sistem *front end engineering* [3]. Untuk mengetahui nilai keandalan maka *reliability* mesin dihitung sebagai fungsi probabilitas yang menurun secara eksponensial yang bergantung pada tingkat kegagalan. MTBF penting dilakukan untuk menilai keandalan dan kinerja dari suatu sistem atau komponen peralatan. MTBF (*Mean Time Between Failure*)

ialah nilai rata-rata dari interval waktu kegagalan yang terjadi ketika komponen selesai perbaikan sampai waktu komponen tersebut Kembali mengalami kerusakan [11].

Perhitungan nilai MTBF yaitu dengan membagi jumlah waktu operasi mesin dengan jumlah kegagalan (*failures*) selama waktu operasional tersebut. Hasil dari MTBF merupakan nilai rerata yang digunakan untuk memperkirakan maka penggunaan yang diharapkan dari suatu sistem atau komponen peralatan. Kemampuan (*Maintainability*) menurut Ebeling dalam I.Akbari, H., 2024, *maintainability* adalah suatu peluang dari sistem atau komponen saat mengalami kerusakan untuk dikembalikan pada kondisi kerja penuh dalam suatu periode waktu yang telah ditentukan dengan adanya prosedur *maintenance* tertentu [7]. Sedangkan *downtime* yaitu waktu yang dibutuhkan guna melaksanakan kegiatan operasional produksi namun karena terjadinya *equipment failures*, ini menyebabkan mesin tersebut tidak mampu menjalankan kegiatan operasional memproduksi [15]. Perhitungan ketersediaan (*Availability*) pada mesin berguna menentukan kinerja sesaat suatu komponen pada waktu tertentu berdasarkan durasi waktu antara kegagalan dan pemulihannya.

Downtime ada dua macam yaitu *planned downtime* yaitu waktu *downtime* yang sudah direncanakan seperti waktu istirahat, pemeliharaan terjadwal, dan *Unplanned downtime* (*downtime* tak terencana) adalah waktu yang tidak ditetapkan seperti kejadian komponen mesin mendadak mengalami kerusakan, terjadi mati listrik dan lainnya. *Operating time* adalah waktu sebenarnya yang diperlukan ketika melakukan proses operasional produksi [1],

Agar kompresor dapat terus beroperasi dengan optimal tentu perlu dilakukan pemeliharaan terjadwal guna meminimalkan perbaikan dan kerusakan yang terjadi serta meningkatkan performansi pada mesin, sehingga perlu dilakukan pemeliharaan yang optimal terhadap mesin kompresor tersebut. Berdasarkan observasi lapangan seringkali terjadi *unplanned shutdown* pada unit *Reciprocating Compressor* C-8200 maka penelitian ini bertujuan untuk melihat efektifitas penggunaan metode RAM sebagai metode pada pemeliharaan mesin untuk pengambilan keputusan pihak manajemen dalam meningkatkan perfoemansi mesin pada unit tersebut. selain mengenalkan metode RAM untuk perusahaan diharapkan juga bermanfaat sebagai bahan referensi penelitian selanjutnya bagi akademisi dan bagi yang memerlukannya.

Metodologi Studi

Penelitian menggunakan metode deskriptif kuantitatif, dimana pada pelaksanaannya dilakukan pengumpulan data dengan cara:

1. Studi lapangan (observasi).
2. Studi pustaka yang terkait dengan analisis RAM dan unit yang akan diteliti yaitu pemeliharaan yang diterapkan pada *Reciprocating Compressor* C-8200.
3. Menghitung *Reliability*, *Maintainability*, dan *Availability* dari *Reciprocating Compressor* C-8200.
 - a. Perhitungan *Reliability* (MTBF) yaitu:

$$MTBF = \frac{\text{Available time} - \text{Total downtime}}{\text{Total Number of breaks}} = \frac{\text{Total Operation time}}{\text{Total Number of Failure}} = \frac{1}{\lambda}$$

- b. Perhitungan *maintainability* sebagai berikut:

$$MTTR = \frac{\text{Total Hours of Downtime}}{\text{Total Number of failure}} = \frac{1}{\mu}$$

Dimana *total hours of maintenance* adalah total waktu *downtime*, dan *total number of service breaks* adalah jumlah kegagalan.

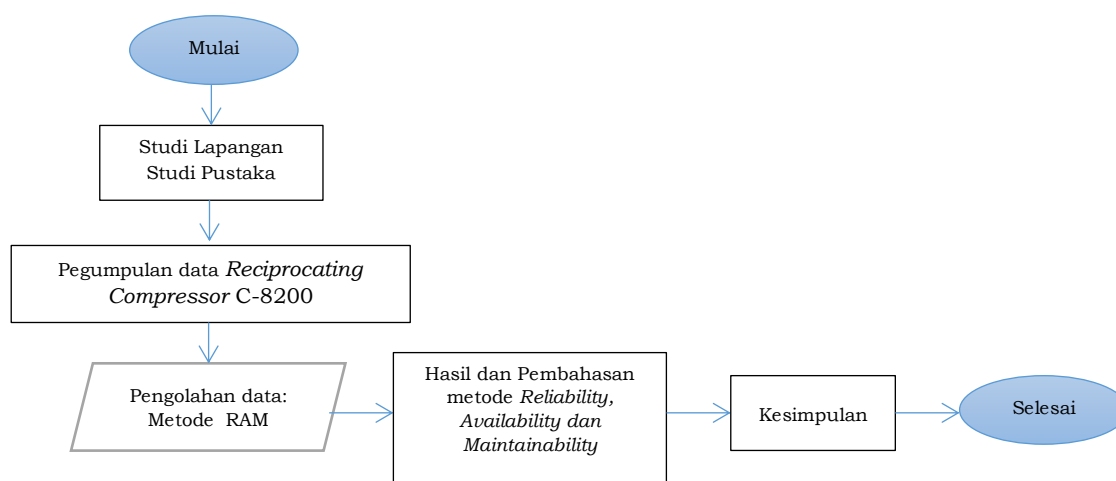
- c. *Availability* (ketersediaan) sebagai persentase rasio waktu *operation time* terhadap *loading time* [8].

$$\text{Availability} = \frac{\text{Operation time}}{\text{loading time}} \times 100\%$$

dimana :

Loading time = *working operation time-planned downtime (schedule downtime)*
Operating time = *loading time - downtime*
Downtime = Waktu Produksi yang Direncanakan – Waktu Operasional

4. Melakukan analisis dengan diagram batang untuk melihat tingkat prioritas hasil pada MTTR dan MTBF.



Gambar 1. Diagram Alir Penelitian

Berikut penjelasan dari diagram alir penelitian (**Gambar 1**) yang dilakukan :

1. Melakukan observasi kemudian mengidentifikasi masalah serta merumuskan masalah.
2. Mencari literatur terkait dengan tema penelitian serta mengumpulkan teori-teori dari literatur dan data historis yang mendukung penelitian,
3. Melakukan pengumpulan data *Reciprocating Compressor C-8200* untuk menyelesaikan permasalahan baik data primer maupun data sekunder berupa data perencanaan jadwal operasional, data operasional mesin serta schedule maupun unplanned yang ada pada data historis.
4. Melakukan perhitungan data dengan metode RAM yaitu menghitung *reliability*, *maintainability*, dan *availability* pada object yang dikaji guna mengetahui kinerja mesin.
5. Melakukan Analisis dari data yang telah diolah untuk diambil Kesimpulan.

Hasil dan Pembahasan

Menurut Stapelberg, 2009. Keandalan (*Reliability*) merupakan peluang pada item untuk bekerja pada kondisi normal saat beroperasi. Ketersediaan (*Availability*) ialah ketersediaan suatu item menjalankan fungsi dengan bekerja pada kondisi normal saat operasional. *Maintainability* ialah suatu kesempatan pada sistem atau komponen yang mengalami keusakan/kegagalan untuk kembali ke fungsi semula pada periode waktu yang telah telah direncanakan, dan dilaksanakan berdasarkan procedure *maintenance* tertentu [13]. Berikut data kinerja *Reciprocating Compressor C-8200* selama pengamatan 12 bulan :

Tabel 1 Data Operasional *Reciprocating Compressor C-8200* per bulan

MONTH	TAG NUMBER	PLANNED OPERATION (HOURS)	PLANNED DOWN TIME (HOURS)	UNPLANNED DOWN TIME (HOURS)
1	C-8200	744	8.50	0.42
2	C-8200	720	0.00	7.17
3	C-8200	744	5.00	0.50
4	C-8200	696	0.00	0.08
5	C-8200	744	0.00	0.33
6	C-8200	720	0.00	0.08
7	C-8200	744	0.00	0.17
8	C-8200	720	7.50	10.50
9	C-8200	744	0.00	0.00
10	C-8200	744	0.00	14.00
11	C-8200	720	4.50	0.08
12	C-8200	240	0.00	0.50
TOTAL		8280	25,5	33,83

Untuk dapat mengetahui *reliability* mesin maka dari **Tabel 1** harus lebih dahulu menghitung waktu *downtime* dimana pengertian *downtime* dapat berarti bahwa suatu keadaan dimana sistem atau mesin tidak dapat berfungsi di waktu tertentu. *Downtime* juga dikenal sebagai waktu henti atau *idle time*.

Tabel 2 Perhitungan Downtime Mesin *Reciprocating Compressor* C-8200.

MONTH	PLANNED OPERATION (HOURS)	TOTAL DOWNTIME	LOADING TIME	OPERATION TIME
1	744	8.92	735.50	726.58
2	720	7.17	720.00	712.83
3	744	5.50	739.00	733.50
4	696	0.08	696.00	695.92
5	744	0.33	744.00	743.67
6	720	0.08	720.00	719.92
7	744	0.17	744.00	743.83
8	720	18.00	712.50	694.50
9	744	0.00	744.00	744.00
10	744	14.00	744.00	730.00
11	720	4.58	715.50	710.92
12	240	0.50	240.00	239.50
Total	8280	59.333	8254.50	8195.17

Dari **Tabel 2** diatas dapat diketahui bahwa total *downtime* keseluruhan selama setahun adalah sebesar 59,33 jam, dan waktu loading sebesar 8254,50 jam, dimana *loading time* merupakan waktu *running* atau jumlah jam kerja yang dibutuhkan mesin ketika melakukan proses produksi dikurangi dengan *downtime* yang telah direncanakan oleh manajemen untuk melakukan kegiatan terjadwal seperti waktu istirahat mesin, waktu untuk set up dan perbaikan lainnya .

Sedangkan waktu *operation time* adalah waktu *loading* (yaitu selisih kapasitas waktu yang tersedia untuk peralatan melaksanakan kegiatan produksi) dengan *downtime* didapatkan hasil perhitungan sebesar 8195.17 jam.

A. *Perhitungan Reliability : MTBF = Σ operation time / Σ number of breaks*

$$MTBF = \frac{8195,17}{33,83} = 242,22 \text{ jam}$$

Dari perhitungan diatas menunjukkan bahwa rata-rata mesin tersebut akan mengalami kegagalan pada setiap 242,22 jam.

B. *Perhitungan Maintainability (MTTR):*

$$MTTR = 59,33 / 17 = 3.49 \text{ jam}$$

Dari perhitungan diatas maka nilai MTTR adalah 3,49 jam berarti rata-rata waktu yang diperlukan untuk memperbaiki terjadinya kegagalan pada mesin adalah 3,49 jam.

C. *Perhitungan Availability:*

$$Availability = \frac{Operating \text{ time}}{loading \text{ time}} \times 100\% = \frac{8195,17}{8254,50} \times 100\% = 99\%$$

Pada perhitungan diperoleh tingkat *availability* dari unit kompresor reciprocating C-8200 yaitu sebesar 99%. Ketersediaan disini diartikan sebagai keseluruhan waktu yang tersedia bagi unit untuk beroperasi adalah 99%. hal ini termasuk terjadinya *failure*, waktu pengoperasian, *planned downtime*, *unplanned downtime*, perawatan rutin, waktu perbaikan dan juga waktu setup unit dalam setahun.

Dengan didapatkannya hasil *reliability* sebesar 252,22 jam, *maintainability* (MTTR) sebesar 3,49 jam dan *availability* 99% dengan analisis RAM maka melalui perhitungan yang sistematis dapat diketahui tingkat keandalan, laju kegagalan dan kemampuan dari mesin dan kapan mesin harus dijadwalkan agar mengurangi *unplanned downtime*. Para operator dapat melakukan pencatatan data saat mesin beroperasi dan pengecekan dengan cek list untuk mengetahui factor penyebab terjadinya *unplanned downtime* sehingga dapat meningkatkan performansi dan keandalan mesin tersebut.

Kesimpulan

Kesimpulan yang didapat dari hasil analisis pengolahan data maka dapat diketahui bahwa perusahaan telah melakukan system perawatan secara berkala namun belum menerapkan pemeliharaan unit dengan menggunakan metode RAM secara intensif. Pada Unit *Reciprocating Compressor* C-8200 perawatan yang dilakukan cukup baik dan terjadwal terlihat dengan diperolehnya nilai *reliability* yang menandakan waktu rata-rata *compressor* tersebut beroperasi selama 242,22 jam sebelum mengalami kegagalan maka hal ini sebagai antisipasi bahwa setiap jam tersebut dapat dilakukan penjadwalan pemeliharaan aset unit C-8200. Diperolehnya presentase nilai *availability* sebesar 99% serta nilai

maintainability sebesar 3,49 jam telah menunjukkan bahwa perusahaan dapat mengurangi *downtime* dan kegagalan yang terjadi.

Saran untuk manajemen dan penelitian selanjutnya adalah manajemen perawatan di perusahaan dapat menerapkan metode RAM untuk membantu meningkatkan performa dan mengetahui faktor-faktor yang terjadi pada *unplanned downtime* serta melakukan pencatatan secara intensif agar dapat diketahui dan dianalisa lebih lanjut supaya perbaikan terhadap sebab terjadinya kegagalan prioritas atau yang sering terjadi dapat terdata dengan baik sehingga dapat dilakukan analisis perbaikan dengan diagram sebab akibat guna mencari solusi dari faktor kegagalan.

Daftar Pustaka

- [1] Anisya Permata, A.. Analisis Overall Equipment Effectiveness (Oee) Pada Paper Making Machine Dan Pendekatan 5 Whys Untuk Perbaikan Pada PT.Indah Kiat Pulp & Paper Perawang (Studi Kasus: PT.Indah Kiat Pulp & Paper Perawang), *Industrial Engineering Online Journal*, vol.12, no.1, 2023.
- [2] A.Fauzi dan R.Hermawan. Analisa Unjuk Kerja Kompresor Reciprocating Kapasitas 1m³/s Terhadap Perubahan Volume Variable Clearance Pocket (VVCP). *Prosiding SENIATI 2018*.Vol.4.No.1., 235-238. 2018. <https://doi.org/10.36040/seniati.v4i1.789>
- [3] A.Firman Yusra, E.Budiasih, A.Pamoso, Analisis Performance Mesin Weaving pada PT Abc Menggunakan Metode Reliability Availability Maintainability (Ram) Dan Overall Equipment Effectiveness (OEE). Vol. 5 No. 2, 2535-2543. 2018.
- [4] E.S.Sujatman, F.T.D.Atmaji, N.A.Supratman. Performance Assessment Berbasis Reliability Menggunakan Metode Reliability, Availability, Maintainability (Ram) Dan Cost Of Unreliability (Cour) Pada Mesin Cincinnati Milacron Di Direktorat Aerostructure PT Dirgantara Indonesia. *e-Proceeding of Engineering*, Vol.3, No.2, 2478-2484. 2016.
- [5] F.Corvaro, G.Giacchetta, B.Marchetti, M.Recanati. Reliability, Availability, Maintainability (RAM) Study, On Reciprocating Compressors API 618. Vol.3, Issue 2, 266-272,2017.
- [6] Gao,S.,& Wang,J.). Reliability And Availability Analysis Of A Retrial System With Mixed Standbys And An Unreliable Repair Facility. *Reliability Engineering & System Safety*, 205, 107240.2021.
- [7] H.I.Akbari, J.Alhilman, A.Pamoso. Analisis Performansi Dan Biaya Perawatan Mesin Menggunakan Metode Reliability, Availability, And Maintainability (Ram) Dan Cost Of Unreliability (Cour) Pada Mesin Lean Carbonate Circulation Pump Di PT. XYZ. *e-Proceeding of Engineering*, Vol.7, No.2, 5284-5293, 2020.
- [8] H.Winarno dan Susilonoto, Analisis Total Productive Maintenance untuk Peningkatan Efisiensi Produksi dengan Menggunakan Metode Overall Equipment Effectiveness di PT. Purna Baja Harsco. *Prosiding Seminar Nasional XI "Rekayasa Teknologi Industri dan Informasi 2016 Sekolah Tinggi Teknologi Nasional Yogyakarta*. 304-312. 2016.
- [9] I.Sukendar. Analisa Kebijakan Sistem Penggantian Cutting Tool Dengan Metode Reliability Availability Maintainability (RAM) Dan Maintenance Value Stream Mapping (MVSM) Di Area Machining NR Crankshaft Pada PT. MMN. Vol.15, No.0 . 2020.
- [10] J.B.Pahli. dkk. Buku Sustainable Innovation For Better Oil And Gas Production. pp.39-40, Pertamina. 2023.
- [11] N. Fatma, H. Ponda, and R. Kuswara, "Analisis Preventive Maintenance Dengan Metode Menghitung Mean Time Between Failure (Mtbfi) Dan Mean Time To Repair (Mtrr) (Studi Kasus PT. Gajah Tunggal Tbk)", *Heuristic*, vol. 17, no. 2, pp. 87-94, Oct. 2020.
- [12] M.Pasau and M. Hetharia, "Analisis Daya Pada Kompresor Reciprocating 3K-O1-B Tpye P 116H 280csh Di Pertamina Unit VI KASIM", *jvoe*, vol. 7, no. 2, pp. 61-68, Dec. 2022.
- [13] R.F.Stapelberg. *Handbook of Reliability, Availability, Maintainability and Safety in Engineering Design*. 43-527. 2009.
- [14] Smith, David J. *Reliability Maintainability and Risk*. USA: Elsevier ltd Eighth Edition. 2011.
- [15] S.Lestari, S.H.Sa'diyah, Z.Muttaqien. Pengukuran Efektivitas Mesin Cartonng Pada Proses Pengemasan Produk Dengan Pendekatan Overall Equipment Effectiveness (OEE). *Motor Bakar: Jurnal Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Tangerang*, Vol. 8, No. 2, 2024.
- [16] U.Wiharja, dan S.W.Groho. Analisis Efisiensi Daya Motor Induksi 3 Fasa Dengan Menggunakan Soft Starter Pada Reciprocating Compressor. *Jurnal Elektro* Vol.10, No.1. pp.32-42. 2022.

Ucapan penghargaan

"Tidak tersedia"

Pernyataan Penulis

Penulis menyatakan tidak ada konflik kepentingan dalam publikasi artikel ini. Semua penulis menyetujui penerbitan artikel ini. Jangan dihapus bagian ini.

Lampiran

"Tidak tersedia"