

PERENCANAAN DAN PENGENDALIAN INTERVAL TURNAROUND DENGAN PENGEMBANGAN METODE FMEA DAN FTA BERDASARKAN CRITICAL ITEM PABRIK 5 (Studi Kasus: PT Pupuk Kalimantan Timur) Winter Ferdinand Siahaan¹

¹Departemen Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro,
Jl. Prof. Soedarto, SH. Kampus Undip Tembalang, Semarang, Indonesia 50275

Abstrak

Pada salah satu item Pabrik 5 PT. Pupuk Kalimantan Timur yaitu HTS Effluent, ditemukan bahwa kebocoran pada seat flange menuju tube bundle to shell dapat menyebabkan situasi berbahaya, memerlukan shutdown pabrik demi keamanan. Melalui analisis Mean Time Between Failure (MTBF) dan Failure Rate, item HTS Effluent diidentifikasi sebagai penyebab utama kegagalan dengan MTBF sebesar 1,385 tahun dan failure rate sebesar 0,722 tahun. Metode Failure Mode and Effect Analysis (FMEA) digunakan untuk menilai tingkat kekritisan item. Item HTS Effluent menunjukkan nilai Risk Priority Number (RPN) tertinggi, yakni 180. Analisis setelah FMEA dilakukan dengan metode Fault Tree Analysis (FTA), menunjukkan bahwa interval Turn Around (TA) untuk area Ammonia kurang dari target 2 tahun. Perbaikan lebih lanjut diperlukan untuk mencapai target interval TA dan meminimalisir dampak kegagalan pada item kritis. Studi ini memberikan kontribusi pada pemahaman kritis terhadap permasalahan unit Ammonia dan merumuskan langkah-langkah perbaikan yang diperlukan.

Kata Kunci: Turn Around; FMEA; FTA

Abstract

[Title: TURNAROUND INTERVAL PLANNING AND CONTROL THROUGH THE DEVELOPMENT OF FMEA AND FTA METHODS BASED ON CRITICAL ITEMS IN PLANT 5

(Case Study: PT East Kalimantan Fertilizer)] Air On one of the items in Plant 5 of PT. East Kalimantan Fertilizer, namely HTS Effluent, a leakage was identified in the seat flange leading to the tube bundle to shell, which could pose a hazardous situation, necessitating a factory shutdown for safety. Through Mean Time Between Failure (MTBF) and Failure Rate analysis, HTS Effluent is identified as the main cause of failure with an MTBF of 1,385 years and a failure rate of 0.722 per year. The Failure Mode and Effect Analysis (FMEA) method was employed to assess the criticality level of the HTS Effluent. The item showed the highest Risk Priority Number (RPN) at 180. Subsequent analysis using Fault Tree Analysis (FTA) revealed that the Turn Around (TA) interval for the Ammonia area is below the target of 2 years. Further improvements are required to achieve the target TA interval and minimize the impact of failures on critical items. This study contributes to a critical understanding of the Ammonia unit issues and formulates necessary improvement steps.

Keywords: Turn Around; FMEA; FTA

1. Pendahuluan

PT Pupuk Kalimantan Timur merupakan Badan Usaha Milik Negara (BUMN) yang berdiri pada tanggal 7 Desember 1977. PT Pupuk Kalimantan Timur merupakan salah satu anak perusahaan dari Pupuk Indonesia Holding Company (PIHC) yang memproduksi pupuk jenis Ammonia, NPK dan Urea sebagai produk utama. PT Pupuk Kalimantan Timur terletak di Kota Bontang Provinsi Kalimantan Timur yang juga merupakan ikon terbesar dari perusahaan pupuk terbesar di Indonesia. Penyebaran hasil produksi pupuk PT Pupuk Kalimantan Timur menjangkau 2/3 dari keseluruhan penyebaran di Indonesia dan aktif di kegiatan ekspor pupuk ke

berbagai negara. PT Pupuk Kalimantan Timur juga menjadi produsen pupuk urea terbesar di Indonesia dan memiliki hasil produksi pupuk lain yaitu Ammonia dan NPK. PT. Pupuk Kalimantan Timur memiliki 6 pabrik yang masing – masing pabrik terdiri dari unit utilitas, Ammonia, dan urea, yaitu Departemen Operasi Pabrik 1, 1A, 2, 3, 4, dan 5. Namun, saat ini Pabrik 1 tidak beroperasi karena Pabrik 5 sudah mulai beroperasi. Selain itu, PT. Pupuk Kalimantan Timur memiliki pabrik 6 (Pabrik Boiler Batu Bara) dan Pabrik 7 (Pabrik NPK). Total kapasitas produksi per tahunnya mencapai 2,74 juta ton Ammonia, 3,43 juta ton urea, 350 ribu ton NPK.

Menghasilkan produk Ammonia, urea, dan NPK yang berkualitas serta diakui tidak lepas dari input-proses-output yang terpelihara. Kehandalan

peralatan pabrik menjadi aspek penting dalam pengoptimalan produktivitas. Dalam peninjauan dari segi peralatan sampai proses dan jadinya, agar selalu terjaga kehandalannya, maka butuh yang namanya sistem maintenance management yang tepat dan sesuai sasaran. Entah dalam keadaan pabrik normal maupun breakdown. Turn Around (TA) bertujuan memeriksa dan memperoleh data, memperbaiki ataupun mengganti peralatan pabrik yang dilakukan hanya saat pabrik dalam keadaan shut down/tidak beroperasi.

Kegiatan TA ini diawali dengan tahap consinering, atau mengidentifikasi aspek apa saja yang akan dikerjakan saat TA (meliputi aspek lingkungan, penilaian dampak lingkungan, serta pengendalian dampak lingkungan, serta adanya masukan item list yang akan menjadi Work Order (WO) pada saat TA dilaksanakan. Dimana yang membuat keputusan terhadap item list tersebut adalah top management dari perusahaan sendiri. Kemudian adanya freeze date, yakni tahapan yang menjadi tanggal batas akhir perubahan TA list, lingkup TA, jadwal TA dan apabila ada perubahan atau usulan tambahan setelah freeze date ini berlaku, maka butuh persetujuan khusus dari gatekeeper TA. Bisaanya tambahan item list bisa diberikan dari departemen operasi, inspeksi teknik, PE, rental TA sendiri, dan departemen material. Item list tersebut merupakan item apa saja yang butuh adanya perbaikan. Finalisasi keputusan setelah melalui gatekeeper TA akan ada pada tahapan gatekeeping, dimana item list yang diajukan setelah freeze date pada TA sudah dikaji dan tidak dapat diganggu gugat lagi untuk dikerjakan pada TA saat itu.

Dengan target setelah diberlakukannya Turn Around, peralatan pabrik bisa dioptimalkan semaksimal mungkin hingga mencapai maximum provent capacity yang sudah ditargetkan. Adapun aktivitas TA meliputi pembuatan barchart pekerjaan, rencana harian TA, dan perhitungan progress pekerjaan harian TA. Dengan adanya histori pengalaman TA, diharapkan pada TA pabrik bisa menghasilkan pemeriksaan atau pengambilan data yang akurat, berkualitas lebih baik, serta sebisa mungkin meminimalisir/mencegah adanya rework yang bisa memperpanjang interval TA.

Pada dasarnya, durasi pengerjaan TA dilakukan maksimal selama 21 hari. Dengan durasi untuk tiap pekerjaan dalam item list target pengerjaannya selama 7 hari. Namun apabila terdapat beberapa pekerjaan tiap item yang pengerjaannya butuh waktu lebih dari sama dengan 7 hari dan mengalami kerusakan yang mengkhawatirkan, maka item tersebut tergolong sebagai critical item. Timbulnya critical item ini karena item tersebut merupakan item vital dan utama sebagai penunjuk performansi pabrik dan bisaanya butuh durasi perbaikan paling lama.

Durasi perbaikan yang kian meningkat atau tidak mencapai target akan berdampak pula terhadap

kenaikan biaya, kenaikan kebutuhan tenaga kerja dikarenakan pada saat pengerjaan TA, pabrik akan berhenti beroperasi. Ketika pabrik berhenti beroperasi maka perusahaan mengalami kerugian.

Untuk itu dibutuhkan penilaian dan analisa terhadap perbaikan critical item pada TA. Menilai hasil perbaikan critical item dapat menggunakan beragam tools. Alternatif penilaian critical item yang ada pada pabrik, dapat ditinjau dengan penggunaan metode FMEA serta pengembangannya dengan criticality analysis dan FTA guna mengetahui berapa interval TA dengan critical item sebagai pengaruhnya.

2. Metodologi Penelitian

Studi Pendahuluan

Merupakan studi awal yang dilakukan dengan mengacu pada Sistem and Procedure Operation Support dan berkaitan dengan penentuan permasalahan pada Departemen Rental TA. Hal ini dilakukan agar dapat mengerti bidang kerja apa saja dan kajian apa saja yang terdapat dalam lingkup pembahasan ini.

Identifikasi Masalah

Dalam hal ini, pendahuluan penelitian dilakukan melalui wawancara dan diskusi melalui Departemen Perencanaan dan Pengendalian TA di PT. Pupuk Kalimantan Timur, mengenai penjadwalan TA. Pada penelitian ini, yang dijadikan objek merupakan Pabrik Kaltim 5. Dimana proses TA merupakan proses penting yang dilakukan secara periodik untuk menjaga keoptimalan produksi melalui perawatan tiap peralatan produksinya. Sehingga dilakukan penelitian terhadap item utama yang menjadi ikon dalam kasus TA ini. Item tersebut biasanya membutuhkan waktu yang lebih lama untuk diperbaiki dan bisa terjadi perbaikan terhadap item tersebut di periode TA yang berbeda. Dari analisis tersebut juga bisa diketahui seberapa besar tingkat keparahan dan akar penyebab adanya critical item saat TA.

Penetapan Tujuan

Tujuan penelitian merupakan poin penting dalam pelaksanaan yang hendak dicapai untuk permasalahan yang sedang terjadi pada PT. Pupuk Kalimantan Timur adalah sebagai berikut:

1. Penelitian ini dilakukan di Departemen Perencanaan dan Pengendalian Turnaround PT Pupuk Kalimantan Timur
2. Pengumpulan data dilakukan dengan menggunakan akses pihak internal PT Pupuk Kalimantan Timur

3. Pengumpulan data dilakukan dengan wawancara dan diskusi dengan pihak perusahaan dalam Departemen Perencanaan dan Pengendalian Turnaround

Penetapan tujuan ini tidak lepas dari kaitannya dengan sumber pendukung seperti studi lapangan dan studi pustaka. Studi lapangan dilakukan untuk mengetahui kondisi nyata dari perusahaan. Prosedur TA yang diamati secara langsung dapat memberikan gambaran kepada penulis mengenai permasalahan yang sedang dihadapi oleh perusahaan. Wawancara pun dilakukan untuk mendukung pemahaman penulis. Dari studi lapangan ini diharapkan dapat memberikan solusi pemecahan masalah yang tepat. Dalam melakukan penelitian, penulis menggunakan studi pustaka yang dapat menunjang dan memberikan pengetahuan kepada penulis mengenai permasalahan yang sedang dihadapi oleh perusahaan sehingga permasalahan tersebut dapat dipecahkan dengan sebaik-baiknya.

Pengumpulan Data

Pengumpulan data merupakan kegiatan mengumpulkan data yang diperlukan oleh penulis dalam melakukan pemecahan masalah yang sedang dihadapi oleh pihak perusahaan dan data-data lain yang secara tidak langsung menunjang tercapainya tujuan dari kerja praktek ini. Data-data yang dikumpulkan penulis merupakan data primer dan data sekunder.

1. Data Primer
 - a. Wawancara, yaitu pengumpulan data yang dilakukan dengan cara tanya jawab secara lisan kepada penanggungjawab bagian Departemen Perencanaan dan Pengendalian TA maupun departemen lain terkait sumber perolehan data.
 - b. Data yang diperoleh dari Rekomendasi Perbaikan
 - c. Data hasil wawancara dengan pihak terkait di Rendal TA guna mengetahui kegagalan peralatan dan perencanaan perbaikan untuk

menyusun Metode FMEA dan FTA

2. Data Sekunder

Data sekunder diperoleh dari studi literatur yang sesuai dengan materi dari kerja praktek yang diambil oleh penulis yang terkait dengan pembelajaran FMEA, CA, FTA, sampai sistem perawatan.

Pengolahan Data dan Analisis

Pada tahap ini dilakukan analisis untuk dilakukan pengolahan terhadap data-data yang sudah diperoleh dengan metode yang akan digunakan. Penelitian ini melakukan tahap pengolahan data sebagai berikut :

- a. Identifikasi kegagalan-kegagalan yang ada dalam TA Pabrik 5 tahun 2021. Setelah itu dicari tahu sumber dan penyebab kegagalan yang ada untuk melakukan penyusunan metode FMEA. Dalam metode ini juga diberlakukan pemberian skor terhadap tingkat keparahan, kejadian, serta deteksi pada critical item TA. Memilah mana yang menjadi kegagalan utama dan butuh perhatian yang lebih. Kemudian dari metode FMEA dilanjutkan dengan perhitungan biaya sebagai aspek ekonomi dan melakukan analisis kelayakan ekonomi. Juga didapatkan nilai RPN dengan penggunaan Criticality Analysis sebagai pengembangan konsep FMEA, guna mengetahui seberapa besar risiko suatu peralatan/item yang rusak.
- b.

- c. Menemukan penyebab *critical items* yang kemudian akan diidentifikasi lebih lanjut menggunakannya untuk penyusunan metode FTA. Setelahnya dilakukan penentuan cutset yang akan dikenakan dengan perhitungan MTBF dari perolehan data historis 15 tahun lalu dengan total 8 kali periode TA Pabrik 5. Hal ini untuk mengetahui estimasi interval TA dimasa mendatang dari criticality point yang dianalisis.

Kesimpulan dan Saran

Pada tahap terakhir akan disimpulkan hasil dari penulisan Laporan Kerja Praktik ini. Kesimpulan diberikan atas dasar pembahasan yang telah dilakukan dan disesuaikan dengan tujuan penelitian, serta saran-saran yang dipaparkan diharapkan dapat bermanfaat untuk penelitian selanjutnya.

3. Pengumpulan dan Pengolahan Data Pengumpulan

Pengumpulan data ini diperoleh dari hasil wawancara dan diskusi dengan pihak perusahaan khususnya Departemen Perencanaan dan Pengendalian TA serta diputuskan berdasar historis TA. Data yang digunakan sebagai pondasi penentuan interval TA mendatang bersumber dari Rekomendasi Perbaikan *Critical Items* Pabrik 5 Tahun 2021 yang ditunjukkan pada tabel berikut :

Identifikasi Masalah

Identifikasi awal dilakukan dengan melakukan kajian terhadap permasalahan pada item kritis TA terkait pada Area Ammonia dan Urea. Dari area Ammonia, item kritis yang ditinjau adalah HTS Effluent/Steam Generator. Hasil identifikasi untuk dilaksanakannya TA yakni seberapa besar pengaruh kerusakan pada item diatas terhadap interval TA. Hasil identifikasi selanjutnya dapat dilihat pada tabel berikut:

Item D1-103-C1 teridentifikasi menjadi item kritis karena item tersebut dianggap dapat mempengaruhi durasi interval TA, penjelasan lebih lanjut sebagai berikut:

1. Pada item D1-103-C1 dengan *part name* HTS Effluent/Steam Generator pada area Ammonia terdapat permasalahan yaitu terjadi kebocoran via seat flange to flange tube bundle to

shell. Item tersebut berpengaruh besar terhadap interval TA dikarenakan efeknya akan menyebabkan gas outlet masuk ke dalam air pendingin sehingga air pendingin dapat mengakibatkan eksposif dan

No	Item	Part Name	Area	Failure Mode	Failure Effect
1	D1-103-C1	HTS Effluent/Steam Generator	Ammonia	Terjadi kebocoran via seat flange to flange tube bundle to shell	Jika terjadi kebocoran disekitar flange maka akan terjadi eksplosive dan jika sampai menyebar dengan jarak tidak aman maka akan menyebabkan peledakan, untuk
				Masalah	tidak akan safety
	D1-103-C1	HTS Effluent/Steam Generator	Ammonia	Terjadi kebocoran via seat flange to flange tube bundle to shell	maka Dampaknya adalah injeksi steam dan
1	103-C1	Steam Generator	Ammonia	flange to flange tube bundle to shell	order material Gasket dan stud Bolt/Nut

membahayakan equipment downline nya. Perbaikan tersebut akan membutuhkan waktu dan alat serta pekerja sehingga perbaikan tersebut

akan mempengaruhi durasi interval TA.

Pengolahan Data

Pada tahap ini dilakukan pengolahan data yang sudah diperoleh sebelumnya menggunakan metode yang dipilih, yaitu pengolahan data menggunakan metode FMEA dan *Criticality Analysis* serta metode FTA untuk mengidentifikasi indikasi kegagalan. Dilakukan perhitungan *Mean Time Between Failure* (MTBF) untuk item yang menjadi *criticality point* tentang bagaimana pengaruh kegagalannya terhadap interval TA yang akan datang.

Penyusunan Failure Mode dan Effect Analysis

Berdasarkan hasil wawancara dan diskusi, dapat diketahui nilai severity dan occurrence dari item kritis. Berikut merupakan hasil penilaian skor severity dan occurrence.

- HTS Effluent/Steam Generator (D1-103-C1)
= $Severity \times Occurrence = 10 \times 6 = 60$

Berdasarkan hasil pemberian skor *detection* diatas, didapatkan nilai *Risk Priority Number* dari item kritis dengan perhitungan sebagai berikut:

- RPN HTS Effluent/Steam Generator =
 $Severity \times Occurrence \times Detection =$
 $10 \times 6 \times 3 = 180$

Berdasarkan hasil rekap skor *severity*, *occurrence*, dan *detection* didapatkan nilai RPN untuk HTS Effluent yang merupakan item dengan nilai RPN yang tinggi, sehingga menjadi prioritas untuk dilakukan perbaikan. Perbaikan yang bisa dilakukan untuk skor RPN yang tinggi adalah dengan melakukan injeksi sealant dan order material Gasket dan stud Bolt/Nut.

Penyusunan Metode FTA

Fault Tree Analysis (FTA) adalah metode yang digunakan untuk menganalisis penyebab dari top event suatu item sampai ke basic event berdasarkan kegagalan/failure mode suatu item yang didapatkan dari hasil analisa FMEA Setelah melakukan metode FTA, maka dilakukan pula perhitungan Mean Time Between Failure (MTBF). Dalam perhitungan MTBF diperlukan frekuensi breakdown. Pada periode TA terhitung selama sejarah operasi TA Pabrik 5 pada unit Ammonia, item D1-103-C1 dengan frekuensi kegagalan 10 kali. Frekuensi kegagalan atas dasar data laporan kegagalan dan rekomendasi perbaikan TA Pabrik 5 dari pihak Departemen Inspeksi Teknik.

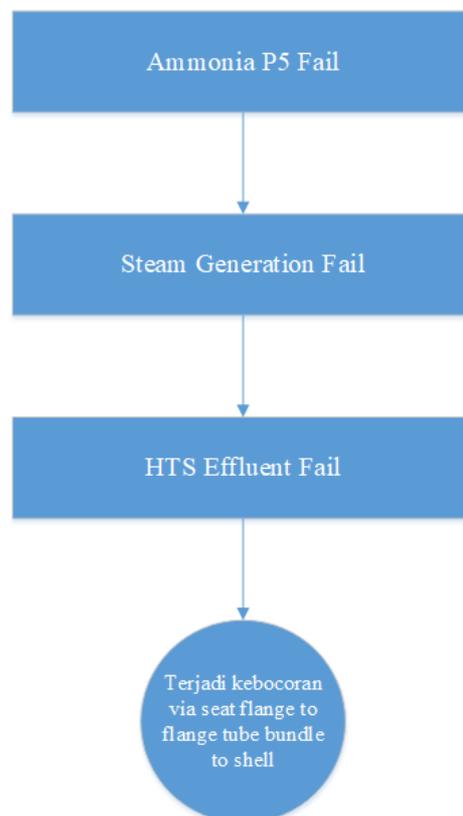
Berikut ini merupakan perhitungan MTBF dan *failure rate* item D1-103-C1 unit Ammonia.

- HTS Effluent (D1-103-C1)

Pada item ini, perhitungan MTBF dilakukan dengan membagi total waktu operasi item selama 14 hari unit Ammonia beroperasi. Adapun *history* kegagalan item ini berfrekuensi selama 10 kali dalam 8 periode TA. Dengan history kegagalan didapatkan total jumlah hari TA 71,29 hari.

$$\begin{aligned}
 & \text{Total Operation Time} \\
 &= \text{jumlah hari} \\
 & - \text{jumlah hari TA} \\
 & \text{Total Operation Time} \\
 &= 5110 - 53,7 \\
 & \text{Total Operation Time} = 5056,3 \\
 & \text{MTBF} = \frac{\text{Total Operation Time}}{\text{Frekuensi Breakdown}} \\
 &= \frac{13,85}{10} \\
 &= 1,385 \text{ tahun} \\
 & \text{Failure Rate} = \frac{1}{1,385} \\
 &= 0,722 \text{ tahun}
 \end{aligned}$$

Berdasarkan hasil perhitungan diatas, maka diperoleh hasil MTBF dan *failure rate*. Dari kegiatan tersebut didapatkan nilai untuk item HTS Effluent/Steam Generator (D1-103-C1) unit Ammonia selama 1,38 tahun dan 0,722 tahun. Dengan total frekuensi *breakdown* sebanyak 10 kali kegagalan sepanjang 14 tahun. Berikut merupakan penyusunan FTA area Ammonia.



Berdasarkan penyusunan FTA diatas, menunjukkan pada area Ammonia mengalami

kegagalan dikarenakan salah satu unitnya terdapat masalah pada unit Steam Generation. Pada unit tersebut terdapat part *HTS Effluent* yang mengalami kerusakan yaitu kebocoran via seat flange to flange tube bundle shell.

Berdasarkan perhitungan dapat diketahui bahwa area Ammonia memiliki interval TurnAround 1,385 tahun. Dengan keadaan seperti itu, maka interval TA area Ammonia tidak mencapai target TA untuk dilakukan selama 2 tahun dan butuh adanya perbaikan dengan peninjauan lapangan yang lebih rutin dan akurat lagi.

4. Kesimpulan dan Saran

Kesimpulan

Dari penelitian yang telah dilakukan pada Pabrik 5 unit Ammonia PT Pupuk Kalimantan Timur didapatkan kesimpulan sebagai berikut:

1. Permasalahan yang diidentifikasi dalam penelitian ini berdasarkan data yang diperoleh melalui Lampiran Rekomendasi Perbaikan D1-103-C1 Tahun 2021 pada unit Ammonia
2. Masalah yang ada di unit Ammonia pada part HTS Effluent adalah terjadi kebocoran via seat flange to flange tube bundle to shell, jika terjadi kebocoran disekitar flange maka akan terjadi explosive dan jika sampai menyebar dengan jarak tidak aman maka akan menyebabkan peledakan, untuk tindakan safety maka pabrik mengalami *shutdown*.
3. Melalui perolehan data laporan kegagalan item dan durasi TA Pabrik 5 dapat dilakukan perhitungan *Mean Time Between Failure* dan *Failure Rate* item HTS Effluent dalam penelitian ini. Dari FMEA, item yang memiliki nilai RPN yang tinggi adalah item HTS Effluent unit Ammonia. Kemudian dilakukan perhitungan dan didapatkan hasil *MTBF* dan *Failure Rate* pada item HTS Effluent sebesar 1,385 tahun dan *failure rate* sebesar 0,722 tahun.
4. Penerapan metode *FMEA* sebagai tahap awal tentang identifikasi masalah yang pada item kritis dan pemberian skor atau penilaian berdasarkan ketentuan *severity*, *occurrence*, dan *detection* sesuai dengan hasil diskusi dengan pihak Departemen Rendal TA. Dari skor tersebut

didapatkan tingkat kekritisan dan nilai RPN. Nilai RPN tertinggi ada pada item HTS Effluent dengan nilai 180. Setelah dilakukan tahap FMEA maka dilanjutkan analisa lebih lanjut dengan metode FTA. Dari perhitungan MTBF yang nantinya merujuk pada interval TA untuk area Ammonia dalam penyusunan metode FTA, didapatkan hasil bahwa interval TA untuk area ammonia kurang dari 2 tahun, dari hasil tersebut dapat disimpulkan bahwa interval TA tidak mencapai target sehingga membutuhkan perbaikan lebih lanjut.

Saran

Saran yang dapat diberikan dari pelaksanaan penelitian ini adalah:

1. Hasil penelitian dengan sistem pengendalian kualitas produk menggunakan metode pengembangan konsep FMEA dan FTA diharapkan dapat memberikan sumbangsih pemikiran mengenai hasil analisis kegagalan yang berpengaruh terhadap interval TA Pabrik 5
2. Sebaiknya dapat melakukan penelitian lebih detail dan mendalam lagi, dengan memperoleh semakin banyak sumber data dan menggunakan bantuan software serta analisa yang lebih canggih untuk memperkuat keakuratan hasil yang didapatkan.

5. Daftar Pustaka

- Ahyari, A. (2002). Manajemen Produksi Perencanaan Sistem Produksi. Yogyakarta: BPFE.
- Asyari, D. (2008). Diktat Manajemen Pemeliharaan Mesin. Jakarta: Universitas Indonesia.
- Darmawi, H. (2010). Manajemen Risiko. Jakarta: Jakarta Bumi Aksara.
- Gani, A. (1985). Maintenance Management. Bandung: Institut Teknologi Bandung.
- KERZNER, H. (2001). Strategic Planning for Project Management Using a Project Management Maturity Model. New York: John Wiley.
- Pupuk, K. (2008). SMT-HAR-05. Bontang

- Ahyari, A. (2002). Manajemen Produksi Perencanaan Sistem Produksi. Yogyakarta: BPFE.
- AS/NZS 4360 SET Risk Management Set. (2004, Agustus 31). Retrieved from Ucop Edu: https://www.ucop.edu/enterprise-risk-management/files/as_stdnds4360_2004.pdf
- Asyari, D. (2008). Diktat Manajemen Pemeliharaan Mesin. Jakarta: Universitas Indonesia.
- Darmawi, H. (2010). Manajemen Risiko. Jakarta: Jakarta Bumi Aksara.
- Gani, A. (1985). Maintenance Management. Bandung: Institut Teknologi Bandung.
- KERZNER, H. (2001). Strategic Planning for Project Management Using a Project Management Maturity Model. New York: John Wiley.
- Kho, B. (2018, Juni 27). Hubungan antara Perencanaan dan Pengendalian. Retrieved from Ilmu Manajemen Industri: <https://ilmumanajemenindustri.com/hubungan-antara-perencanaan-dan-pengendalian/>
- OHSAS 18001:2007 . (2007). In Occupational Health and Safety Management Certification.
- Picincu, A. (2018, Oktober 17). Difference Between FMEA & FMECA. Retrieved from Bizfluent: <https://bizfluent.com/facts-7643514-difference-between-fmea-fmecca.html>
- Rahardjo, B. (2017). An Analysis For Providing Safety Through FMECA Approach. Singapore: Saabruken.
- Ramli, S. (2010). Sistem Management Keselamatan dan Kesehatan Kerja. Jakarta: Dian Rakyat.
- Setiawan. (2008). Perawatan Mekanikal Mesin Produksi. Yogyakarta: Maximus.
- Stamatis. (1995). Failure Mode and Effect Analysis. Milwaukee, Wisconsin b.
- Suardi, R. (2005). Sistem Manajemen Keselamatan & Kesehatan Kerja Panduan Penerapan Berdasarkan OHSAS 18001. Jakarta: PPM.
- Suharto. (1991). Manajemen Perawatan Mesin. Aceh: Rineka Cipta.
- Teng, M. (2002). Corporate Turnaround Merawat Perusahaan Sakit Menjadi Sehat Kembali. Jakarta: Prenhallindo.
- Trisakti, U. (2004). Process Plant Reliability and Maintenance For Pacesetter Performance. PennWell: Jakarta Pusat.
- Kho, B. (2018, Juni 27). Hubungan antara Perencanaan dan Pengendalian. Retrieved from Ilmu Manajemen Industri