

Implementasi Metode *Failure Mode Effect and Analysis (FMEA)* Pada Siklus Air *PLTU*

Indrik Affua Bayu Nirwana^{1*}, Akhmad Wasiur Rizqi², Moh. Jufriyanto³

^{1,2,3} Jurusan Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Gresik

Jl. Sumatera No. 101, Kec. Kebomas, Kab. Gresik, 61121

Email: tolosrip435@gmail.com, akhmad_wasiur@umg.ac.id, jufriyanto@umg.ac.id

ABSTRAK

Di Pembangkit Listrik Tenaga Uap, secara sistematis listrik di hasilkan dengan mengubah air *feed* menjadi uap bertekanan tinggi sehingga dapat menggerakkan *turbine* yang terhubung dengan generator, dan listrik dapat dihasilkan. Pada kondisi ini, air *feed* merupakan komponen penting dalam siklus produksi listrik, kualitasnya harus dijaga, guna menjaga peralatan produksi agar tetap beroperasi secara optimal. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui faktor apa saja yang mempengaruhi kualitas air *feed*, menggunakan metode *FMEA (Failure Mode Effect and Analysis)* untuk mengidentifikasi faktor penyebab kualitas air *feed* keluar dari parameter. Dari penelitian yang di lakukan, hasil analisa uji mutu air *feed* mengalami *out of parameter* konsentrasi *Phospate* (PO_4) dan *Hidrazine* (N_2H_4). Dari data analisa mutu air periode Januari - Maret 2022 menampilkan hasil *out of parameter* dari *Phospate* (PO_4) sebesar 23,5 % dan *Hidrazine* (N_2H_4) sebesar 47,7 % dari total analisa mutu air yang di lakukan. Diketahui bahwa faktor penyebab terjadinya *out of parameter* diantaranya adalah manusia, metode, mesin, dan lingkungan perusahaan. Dengan metode *FMEA* di dapatkan faktor penyebab kegagalan yang di nilai kritis pada *out of parameter Phospate* adalah perbedaan pembacaan sensor, dengan skor RPN sebesar 336, sementara untuk *Hidrazine* di sebabkan oleh terganggunya fungsi *auto injection*, dengan skor RPN sebesar 648.

Kata Kunci : Air *feed*, *FMEA*, Kualitas, Pembangkit listrik,

ABSTRACT

In steam power plants, electricity is systematically generated by converting feed water into high-pressure steam so that can rotate a turbine connected to generator, and electricity can be generated. In this condition, water feed is an important component in electrical production cycle, the quality must be maintained, in order to keep the production equipment operating optimally. This study aims to find out what factors affect the quality of feed water, using the FMEA (Failure Mode Effect and Analysis) method to identify the factors that cause the quality of feed water out of the parameters. From the research conducted, the results of the water feed quality test analysis experienced out of the Phospate (PO_4) and Hidrazine (N_2H_4) concentration parameters. From the water quality analysis data for the January - March 2022 period, shows out of parameter results from Phospate (PO_4) of 23.5% and Hidrazine (N_2H_4) of 47.7% of the total water quality analysis carried out. It is known that the factors causing the occurrence of out of parameters include humans, methods, machines, and company's environment. With the FMEA method, the factor causing the failure that is critically valued at the out of parameter Phospate is the difference in sensor readings, with an RPN score of 336, while for Hidrazine is caused by disruption of the auto injection function, with an RPN score of 648.

Keywords: feed wáter, *FMEA*, Power Plan, Qualit

Pendahuluan

Listrik merupakan komponen penting dalam kehidupan masyarakat, dimana hampir seluruh kegiatan sehari hari membutuhkan listrik dalam kelangsungannya, secara kontinyu dan di usahakan untuk tetap mengalir di setiap saat. Sesuai dengan Peraturan Menteri ESDM (Mineral, 2021), Instalasi tenaga listrik harus dapat beroperasi secara berkesinambungan. Kondisi inilah yang menjadikan pembangkit listrik di tuntut untuk dapat beroperasi secara optimal setiap saat dan keandalannya juga harus dapat di pastikan baik unit sedang beroperasi maupun tidak. Keandalan dan optimalnya sebuah pembangkit tentunya di pengaruhi oleh faktor produksi yang berjalan, baik input maupun output dalam produksi listrik harus dapat di kendalikan setiap saat.

PT. PJB UP Gresik merupakan perusahaan pembangkit listrik yang beroperasi dengan memanfaatkan gas maupun minyak Solar/HSD sebagai bahan bakar utama, dan menggunakan air demin (make up) untuk di ubah menjadi uap bertekanan tinggi sehingga dapat menggerakkan *turbine* sebagai penghasil listrik. Menurut pedoman kualitas pembangkit PLN (Persero, 2017), air *feed* pembangkit harus di tambahkan bahan kimia pendukung agar kualitasnya terjaga. Secara tidak langsung

kualitas air feed pembangkit dapat menambah keandalan unit, baik saat beroperasi maupun tidak, dikarenakan peralatan yang di gunakan tidak mengalami kerusakan apabila kualitas air feed sesuai dengan parameter

Kualitas sendiri merupakan faktor penting dalam berjalannya produksi, sebagaimana menurut [1] kualitas adalah konsistensi dari sebuah produk ataupun jasa yang dapat memenuhi harapan dari konsumen. Sedangkan menurut [2] kualitas adalah sebuah cara untuk mendongkrak performa secara berkelanjutan pada sektor operasi/proses dari setiap fungsi di dalam sebuah organisasi dengan memanfaatkan sumber daya yang sudah ada di dalamnya. Adapun unsur yang dinilai dapat mempengaruhi sebuah kualitas, menurut [3]–[6] adalah Manusia (*Man*), Mesin (*Machine*), Bahan (*Material*), Ukuran (*Measurement*), Lingkungan (*Environment*).

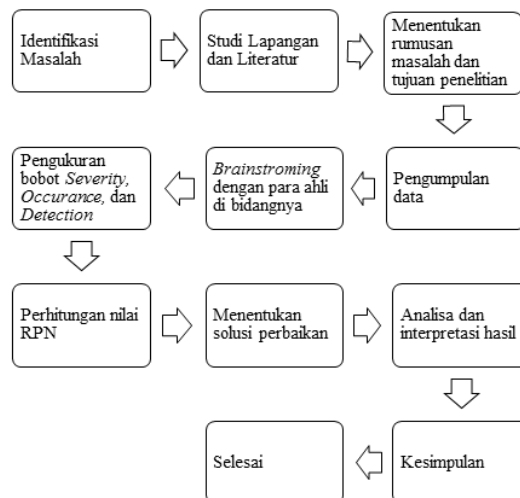
Fungsi manajemen dalam pengendalian kualitas juga selayaknya di terapkan, dimana Manajemen kualitas menurut [7] adalah sebuah cara untuk mengembangkan hasil kinerja secara kontinyu pada setiap bidang organisasi/perusahaan dengan memanfaatkan sumber daya manusia maupun finansial yang ada. Sementara menurut dokumen (ISO, 1986) Manajemen kualitas di definisikan sebagai sebuah tindakan dari fungsi manajemen, secara menyeluruh, sehingga dapat menentukan kebijakan dari sebuah kualitas itu sendiri, dengan menimbang tujuan - tujuan dari kualitas, serta menerapkan tujuan kualitas dengan memanfaatkan peralatan/tools yang ada, contohnya adalah merencanakan kualitas (*quality planning*), mengendalikan kualitas (*quality control*), menjamin kualitas (*quality assurance*) dan meningkatkan kualitas (*quality improvement*)[8]–[13].

Salah satu tools yang dapat di gunakan untuk membantu mengendalikan kualitas adalah FMEA (*Failure Mode Effect and Analisis*), *Failure Mode Effect and Analisis* adalah salah satu metode yang dapat di gunakan untuk melakukan sebuah identifikasi kegagalan sebuah sistem maupun produk, seberapa sering kegagalan terjadi, dan faktor - faktor probabilitas terjadinya kegagalan [14]–[18]. Namun, FMEA lebih terfokus pada sektor frekuensi terjadinya kegagalan, dan kegagalan yang memiliki nilai tertinggi akan di tetapkan menjadi saran utama perbaikan sistem maupun produk[19]–[23]

Dari uraian penjelasan di atas, tujuan dari penulis melakukan penelitian ini adalah untuk mengetahui faktor apa saja yang mempengaruhi kualitas air feed pembangkit listrik tenaga uap.

Metode Penelitian

Sistematika penelitian akan di lakukan sesuai dengan tahapan yang sudah di susun olen peneliti sebagai berikut ;



Gambar 1. Diagram alir penelitian

Identifikasi Masalah

Pada tahap ini, akan di lakukan identifikasi kualitas dari air siklus internal pembangkit yang di anggap tidak sesuai dengan parameter yang sudah di tetapkan perusahaan, dan tentunya memiliki dampak yang dapat mengganggu atau bahkan menghentikan proses produksi, dan juga akan di jelaskan dampak yang di timbulkan dari adanya masalah yang sudah terjadi.

Studi Lapangan Dengan Mencari Teori Yang Relevan Dengan Problematika

Dalam tahap ini, peneliti akan mengamati adanya defect pada hasil analisa mutu air di unit pembangkit listrik, dan juga mencari teori yang relevan untuk mengidentifikasi masalah yang ditemui, di harapkan teori – teori tersebut dapat membantu dalam menyelesaikan masalah.

Menetapkan Rumusan Masalah Dan Tujuan Penelitian

Pada tahap ini, peneliti akan mengidentifikasi masalah yang terjadi pada siklus air feed pembangkit listrik, berdasarkan hasil pengamatan yang sudah di laksanakan, dan menentukan arah dan juga tujuan dari adanya penelitian.

Pengumpulan Data Historis

Pada tahap ini, akan di kumpulkan data data hasil analisa air selama 3 bulan terakhir, sebagai landasan berfikir penulis untuk identifikasi faktor faktor penyebab kegagalan/defect..

Brainstroming Dan Juga Wawancara Dengan Para Ahli Dalam Bidang Pengolahan Air Dan Juga Produksi

Pada tahap ini akan dilakukan brainstroming dengan para ahli, dimana untuk mengetahui faktor apa saja yang menyebabkan terjadinya sebuah kegagalan/defect harus melibatkan pihak - pihak yang berkecimpung di bidang produksi dan pengolahannya.

Penentuan Bobot Dari Severity, Occurance, Dan Detection Terhadap Faktor Dari Kegagalan

Pada tahap ini akan di lakukan penilaian dengan memberikan kuisioner kepada para ahli, terhadap *severity*, *occurance*, dan *detection* dari faktor - faktor penyebab terjadinya kegagalan/defect yang sudah di dapatkan dari hasil brainstroming, dan agar nilai yang di dapatkan sesuai dengan kondisi unit pembangkit listrik.

Menentukan Risk Priority Number (RPN)

Pada tahap ini, akan di simpulkan tingkat keseriusan potensial kegagalan, dimana nilainya akan didapatkan melalui bobot dari *severity*, *occurance*, dan *detection* ($S \times O \times D$). Pemberian nilai atau bobot di laksanakan oleh pihak yang dinilai kompeten di bidangnya, yakni supervisor produksi dan juga supervisor kimia & lab

Memberikan Solusi Tindakan

Pada tahap ini akan diberikan solusi terhadap prioritas faktor dari kegagalan/defect oleh ahli pada bidangnya bersama dengan peneliti. Pemberian solusi tentunya juga di sesuaikan dengan tingkat kemampuan unit dalam memperbaiki masalah.

Kesimpulan

Pada tahap ini, peneliti akan memberikan kesimpulan dari penelitian yang sudah di laksanakan, dan juga memberikan saran terhadap perusahaan untuk tindakan yang akan di lakukan guna mengurangi kegagalan dalam proses produksi. Menguraikan tentang metode penelitian yang dipakai. Disusun sedemikian rupa sehingga dapat menceritakan bagaimana penelitian dilakukan.

Hasil Dan Pembahasan

Pengambilan data di ambil dari hasil check sheet harian dari laboratorium uji kualitas air selama periode bulan Januari sampai dengan bulan Maret 2022, dengan sampling point pada *Low Pressure Drum* PLTGU ST 1.0 - 3.0 dan *High Pressure Drum* PLTGU ST 1.0 - 3.0 untuk pengujian kadar *Phospate* (PO_4) dalam air, lalu untuk pengujian kadar *Hidrazyne* (N_2H_4) dalam air di ambil sampling Point pada *Deaerator Out* PLTGU ST 1.0 - 3.0, dari data tersebut peneliti mengamati adanya out of parameter yang terjadi pada periode 3 bulan terakhir. Unit pembangkit PT PJB UP Gresik memiliki sistem produksi start dan stop di kesehariannya, hal tersebut tentunya menjadikan total analisa yang di ambil berbeda antara unit satu dengan lainnya, dan di dapatkan hasil total analisa mutu air sebagai berikut :

Tabel 1. Tabel Total Analisa Mutu Air

No	Sampling Point	Jenis Defect	Total Analisa	Defect	Presentase
1	Deaerator ST 1	Out of parameter Hidrazyne (N_2H_4)	90	11	12,2%
2	LP Drum ST1	Out of parameter Phospate (PO_4)	200	20	10 %
3	LP Drum ST1	Out of parameter Chloride (Cl)	200	0	0 %
4	LP Drum ST1	Out of parameter Silica (SiO_2)	200	0	0 %
5	HP Drum ST 1	Out of parameter Phospate (PO_4)	200	47	23,5 %
6	HP Drum ST 1	Out of parameter Chloride (Cl)	200	0	0 %
7	HP Drum ST 1	Out of parameter Silica (SiO_2)	200	0	0 %
8	Deaerator ST 2	Out of parameter Hidrazyne (N_2H_4)	79	9	11,3 %
9	LP Drum ST 2	Out of parameter Phospate (PO_4)	101	9	8,9 %
10	LP Drum ST 2	Out of parameter Chloride (Cl)	101	0	0 %
11	LP Drum ST 2	Out of parameter Silica (SiO_2)	101	0	0 %
12	HP Drum ST 2	Out of parameter Phospate (PO_4)	101	2	1,9 %
13	HP Drum ST 2	Out of parameter Chloride (Cl)	101	0	0 %
14	HP Drum ST 2	Out of parameter Silica (SiO_2)	101	0	0 %

15	Deaerator ST 3	Out of parameter Hidrazine (N ₂ H ₄)	90	43	47,7 %
16	LP Drum ST 3	Out of parameter Phospate (PO ₄)	170	4	2,3 %
17	LP Drum ST 3	Out of parameter Chloride (Cl)	170	0	0 %
18	LP Drum ST 3	Out of parameter Silica (SiO ₂)	170	0	0 %
19	HP Drum ST 3	Out of parameter Phospate (PO ₄)	170	35	20,5 %
20	HP Drum ST 3	Out of parameter Chloride (Cl)	170	0	0 %
21	HP Drum ST 3	Out of parameter Silica (SiO ₂)	170	0	0 %

Dari data diatas, didapatkan hasil bahwasannya presentase terbesar kejadian kegagalan/defect terjadi pada hasil analisa kadar *Hidrazine* dalam air dengan presentase sebanyak 47,7 % dari total 90 kali analisa dan 23,5% dari total 200 kali analisa kadar Phospate (PO₄) dalam air.

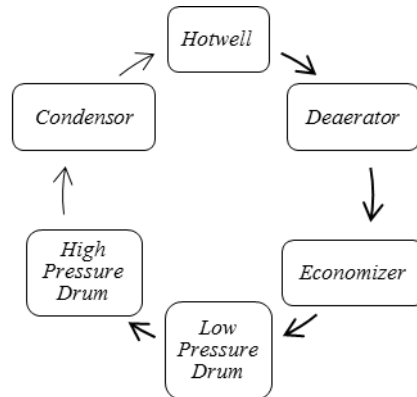
Mode Kegagalan Potensial (Failure Mode)

Tabel 2 Tabel kegagalan potensial

No	Jenis Defect	Sampling Point	Efect
1	Out of parameter Hydrazine (N ₂ H ₄)	Deaerator Out Block 1	Menimbulkan senyawa baru yakni Amonia (NH ₃) yang berbahaya bagi lingkungan dan pekerja.
		Deaerator Out Block 2	
		Deaerator Out Block 3	
2	Out of parameter Phospate (PO ₄)	Low Pressure Drum Block 1	Menyebabkan keretakan basa pada dinding boiler (korosi) dan jika terlalu tinggi akan terbawa pada uap (<i>steam</i>) dan menimbulkan kerak pada <i>turbine</i> .
		Low Pressure Drum Block 2	
		Low Pressure Drum Block 3	
		High Pressure Drum Block 1	
		High Pressure Drum Block 2	
		High Pressure Drum Block 3	

Dilihat dari proses siklus air yang berlangsung di pembangkit listrik tenaga uap, sampling point berada pada titik injeksi bahan kimia terjadi, dimana prosesnya berawal dari transfer *make up* (air demin) dari tangki penampungan awal (*Make Up Tank*) menuju *Hotwell* atau *Condensor*, untuk menjaga standar dari mutu *air feed* pembangkit listrik maka di lakukan injeksi bahan kimia operasi berupa *Hidrazine* (N₂H₄), dengan tujuan dapat mengikat oksigen yang terlarut pada air, sehingga meminimalisir adanya korosi pada peralatan pembangkit listrik yang di lalui *feed water*, setelah mengalami injeksi, di harapkan bahan kimia dapat bereaksi secara sempurna. Dari *Hotwell*, air feed di alirkan menuju Pre-heater untuk di panaskan secara bertahap, lalu di alirkan menuju ke Deaerator untuk di treatment lagi secara mekanis, dari Deaerator terdapat pengawasan terhadap konsentrasi Hydrazine (N₂H₄) yang terlarut dalam air, di khawatirkan jika konsentrasinya berlebih, akan menimbulkan senyawa baru dalam siklus air, yakni Amonia (NH₃), hal tersebut tentunya berbahaya bagi lingkungan sekitar unit pembangkit, dan jika hal tersebut terjadi, maka air feed akan di drain menuju saluran pembuangan atau bisa di sebut *blowdown*. Jika konsentrasi Hidrazine kurang dari parameter juga tidak diperbolehkan, dikarenakan dapat menimbulkan oksigen terlarut dalam air, secara kimiawi hal tersebut dapat memicu terjadinya korosi pada peralatan pembangkit listrik.

Dari Deaerator air feed akan di lewatkan Economizer agar pemanasan menjadi maksimal, sebelum di alirkan menuju Boiler Drum. Setelah dari Economizer air di alirkan menuju Boiler Drum dengan Boiler Feed Pump, di dalam Boiler Drum terjadi pemanasan air agar menjadi uap dengan tekanan tinggi, sesuai dengan standar kualitas air pembangkit, kondisi pH (kesaadahan air) air feed harus di atas 9.2, maka dari itu di lakukan injeksi bahan kimia operasi yakni Phospate (PO₄) agar kondisi pH air feed terjaga. Pada kondisi ini, pengawasan kadar Phospate dalam air di lakukan pada dua Boiler Drum, yakni Low Pressure Drum dan juga High Pressure Drum, agar tidak terjadi kekurangan atau kelebihan pada kadar Phospate (PO₄) dalam air. Jika kadar Phospate (PO₄) dalam air terlalu tinggi, di khawatirkan akan berakibat fatal pada turbin, dimana Phospate (PO₄) akan ikut terbawa dalam uap (*steam*) penggerak turbine, sehingga turbine akan cepat berkerak dan menimbulkan korosi pada komponen turbine. Ketika kondisi air feed mengalami out of parameter, tindakan yang dilakukan adalah Continous Blow Down (CBD), atau dengan kata lain air di anggap sebagai limbah, tentunya akan merugikan bagi perusahaan [24].



Gambar 2. Siklus air feed pembangkit listrik

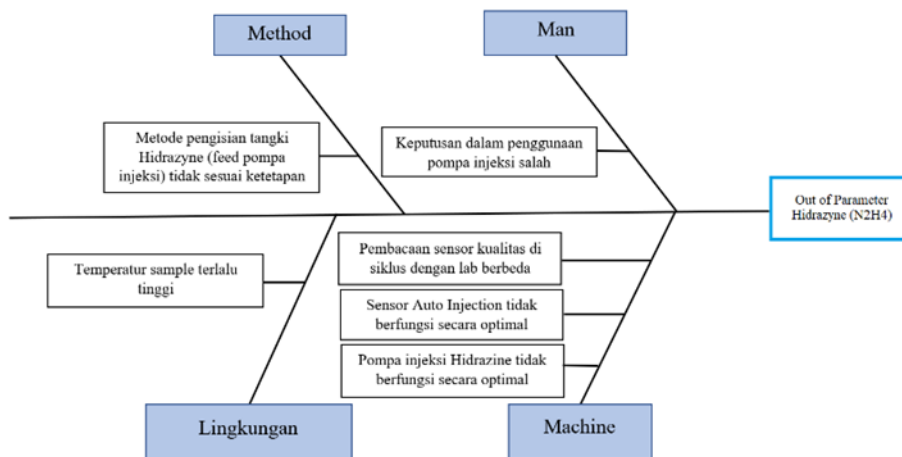
Dengan demikian, penelitian di fokuskan untuk menganalisa faktor faktor penyebab terjadinya defect pada kedua sampling point tersebut, dengan tujuan meminimalisir adanya kegagalan/defect dan merumuskan adanya perbaikan/rework terhadap faktor faktor penyebab kegagalan/defect tersebut.

Identifikasi Penyebab Kegagalan

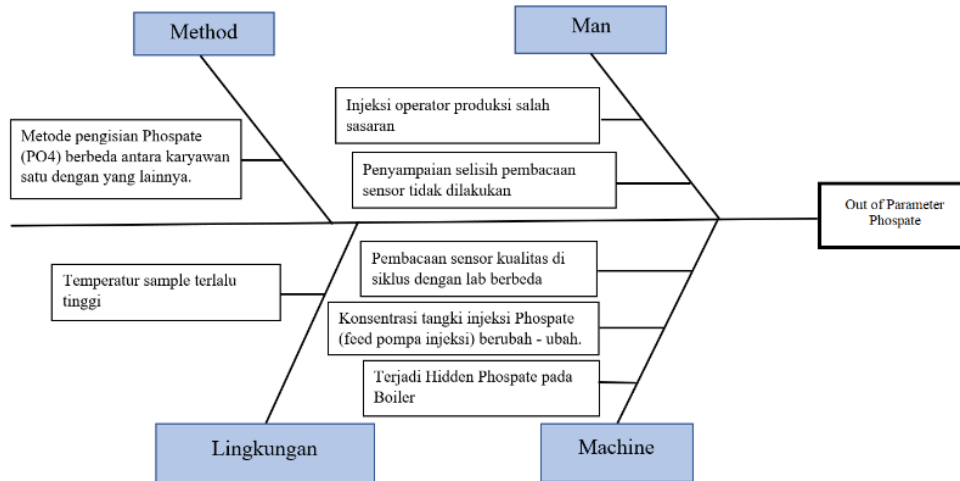
Kegagalan yang di alami dalam siklus air feed pembangkit di antaranya adalah tingginya konsentrasi *Phospate* (PO4) dan juga *Hidrazine* (N₂H₄) dimana sumber dari terjadinya kegagalan tersebut belum diketahui. Untuk merumuskan faktor - faktor penyebab kegagalan tersebut harus melibatkan pihak yang di nilai kompeten di bidangnya, oleh karena itu pada penelitian ini akan di lakukan brainstorming bersama dengan Supervisor Produksi seluruh shift (A, B, C, dan D) dan juga Supervisor Kimia & lab selaku pihak yang mengetahui kualitas air feed pembangkit baik ataupun tidak. Dalam mengidentifikasi faktor penyebab kegagalan, peneliti menggunakan diagram sebab akibat (*Fishbone*) sebagai *tools* untuk mempermudah proses identifikasi.

Menurut [25] Diagram *Fishbone* adalah sebuah diagram yang di gunakan untuk menunjukkan hubungan antara sebab dengan akibat dan juga faktor - faktor penyebab kejadian dari sebuah permasalahan. Adapun unsur yang terdapat yang menjadi sumber penyebab sebuah kegagalan menurut [7] adalah 6M, *Man, Machine, Method, Media (Environment), Motivation, dan Money*.

Alasan utama dalam penggunaan *Fishbone* Diagram sebagai alat bantu dalam mencari faktor penyebab kegagalan menurut [26] adalah kemudahan dan efisiensi dalam menemukan faktor penyebab sebuah kegagalan, dengan memanfaatkan rutinitas pekerjaan sehari – hari sebagai sarana informasi dalam identifikasi



Gambar 3. Diagram *fishbone* defect *Hidrazine* (N₂H₄)



Gambar 4. Diagram fishbone defect Phosphate (PO₄)

Kendali Proses Produksi (Current Control)

Dengan sudah di ketahuinya beberapa faktor yang menyebabkan kegagalan dalam siklus air feed pembangkit, untuk memantau perkembangan dari penelitian, diperlukan kendali proses untuk kegagalan kadar Phosphate (PO₄) dan Hidrazine (N₂H₄) yang keluar dari parameter

Tabel 3 Kendali proses produksi

Defect	Penyebab Defect	Current Procces Control	Solusi Perbaikan
Out of parameter Hydrazine (N₂H₄)	Keputusan dalam penggunaan pompa injeksi salah	Analisa kualitas air	Penambahan <i>job desk</i> pada karyawan
	Pompa injeksi <i>Hidrazine</i> tidak berfungsi secara optimal	Analisa kualitas air dan pengamatan	Penggantian spare part pada pompa
	Sensor <i>Auto Injection</i> tidak berfungsi secara optimal	Analisa kualitas air	Penggantian sensor secara berkala
	Pembacaan sensor kualitas di siklus dengan lab berbeda	Analisa kualitas air	Perawatan sensor secara berkala (kalibrasi)
	Metode pengisian tangki <i>Hidrazine</i> (<i>feed</i> pompa injeksi) tidak sesuai ketetapan.	Analisa kualitas air	Pembaharuan Intruksi Kerja (IK)/SOP
	Temperatur sample terlalu tinggi	Analisa kualitas air	Perbaikan sistem <i>cooling sampling</i>
Out of parameter Phosphate (PO₄)	Penyampaian selisih pembacaan sensor tidak dilakukan.	Analisa kualitas air	Penambahan <i>job desk</i> pada karyawan
	Injeksi operator produksi salah sasaran	Analisa kualitas air dan pengamatan	Pembuatan modifikasi jalur injeksi
	Pembacaan sensor kualitas di siklus dengan lab berbeda	Analisa kualitas air	Perawatan sensor secara berkala (kalibrasi)
	Terjadi <i>Hidden Phosphate</i> pada <i>Boiler</i>	Analisa kualitas air	Pembaharuan Intruksi Kerja (IK)/SOP
	Metode pengisian <i>Phosphate</i> (PO ₄) berbeda antara karyawan satu dengan yang lainnya.	Analisa kualitas air	Pembaharuan Intruksi Kerja (IK)/SOP
	Konsentrasi tangki injeksi <i>Phosphate</i> (<i>feed</i> pompa injeksi) berubah - ubah.	Analisa kualitas air	Pembaharuan Intruksi Kerja (IK)/SOP
Temperatur sample terlalu tinggi.	Analisa kualitas air	Perbaikan sistem <i>cooling sampling</i>	

Implementasi Metode FMEA (Failure Mode Effect Analysis)

Dari seluruh penyebab kegagalan/defect siklus air feed pembangkit akan di tentukan prioritas kegagalan yang perlu di utamakan dalam perbaikan/rework, prioritas tersebut di dapat dari nilai Risk Priority Number (RPN) tertinggi, dimana nilainya di pengaruhi oleh bobot dari severity, occurance dan juga detection. Dalam mencari bobot nilai severity, occurance,

dan detection diperlukan brainstorming antara pihak yang kompeten di bidangnya, yakni Supervisor Produksi dan Supervisor Kimia & Lab. Dengan total pengisi kuisisioner ada 5 orang, dengan rincian 4 orang Supervisor Produksi (Shift A, B, C, dan D) dan 1 Orang Supervisor kimia & lab.

Untuk mendapatkan nilai RPN, nilai dari severity, occurrence, dan detection harus di ketahui terlebih dahulu, nilai RPN akan di dapatkan dari hasil perkalian antara ketiga faktor tersebut ($S \times O \times D = RPN$). Berikut adalah hasil penilaian faktor - faktor penyebab kegagalan, menurut para ahli di bidangnya :

Tabel 4 Penilaian *risk priority number*

<i>Defect</i>	<i>Failure Mode</i>	<i>Effect of Failure</i>	<i>Penyebab Defect</i>	S	O	D	RPN
<i>Out of parameter Hidrazyne (N₂H₄)</i>	Pompa injeksi tidak berfungsi secara optimal	<i>Air feed</i> akan di buang (<i>Blowdown</i>)	Keputusan dalam penggunaan pompa injeksi salah	6	5	6	180
			Pompa injeksi <i>Hidrazyne</i> tidak berfungsi secara optimal	9	8	8	576
			Sensor <i>Auto Injection</i> tidak berfungsi secara optimal	9	8	9	648
			Pembacaan sensor kualitas di siklus dengan lab berbeda	8	6	5	240
			Metode pengisian tangki <i>Hidrazyne (feed pompa injeksi)</i> tidak sesuai ketentuan.	7	6	4	168
			Temperatur sample terlalu tinggi	7	6	4	168
<i>Out of parameter Phospate (PO₄)</i>	Anomali pembacaan sensor kualitas aktual di siklus air <i>feed</i>	<i>Air feed</i> akan di buang (<i>Blowdown</i>)	Penyampaian selisih pembacaan sensor tidak dilakukan.	5	6	5	150
			Injeksi operator produksi salah sasaran	7	6	5	210
			Pembacaan sensor kualitas di siklus dengan lab berbeda	8	7	6	336
			Terjadi <i>Hidden Phospate</i> pada <i>Boiler</i>	7	5	7	245
			Metode pengisian <i>Phospate (PO₄)</i> berbeda antara karyawan satu dengan yang lainnya.	8	6	6	288
			Konsentrasi tangki injeksi <i>Phospate (feed pompa injeksi)</i> berubah - ubah.	7	6	7	294
Temperatur sample terlalu tinggi.	6	6	4	144			

Dari data, menunjukkan hasil bahwasannya *out of parameter Hidrazyne (N₂H₄)* dalam air disebabkan faktor penyebab tertinggi tingkat kritisnya pada sensor *auto injection* tidak bekerja secara optimal dengan nilai RPN sebesar 648, dan pembacaan sensor kualitas di siklus dengan lab berbeda menjadi penyebab kritis *out of parameter Phospate (PO₄)* dalam air dengan nilai RPN sebesar 336.

Usulan Perbaikan

Dalam memberikan rekomendasi perbaikan, faktor - faktor dengan prioritas kerusakan paling tinggi pada kegagalan kualitas air feed pembangkit tentunya menjadi prioritas utama di dalam melakukan *rework/perbaikan*, dikarenakan faktor tersebut menurut para ahli memiliki pengaruh yang tinggi terhadap kualitas air feed pembangkit. Pemberian alternatif perbaikan di lakukan bersama dengan para ahli dan di perhitungkan pula pertimbangan yang matang dalam menyimpulkannya. Berikut adalah usulan perbaikan yang sudah di simpulkan :

Tabel 5 Tabel rekomendasi perbaikan

<i>Jenis defect</i>	<i>Cause dengan RPN tertinggi</i>	<i>Rekomendasi action/perbaikan</i>
<i>Out of parameter Hidrazyne (N₂H₄)</i>	Sensor <i>Auto Injection</i> tidak berfungsi secara optimal	<ul style="list-style-type: none"> • Penggantian sensor <i>Auto injection</i> secara berkala. • Dilakukan perawatan terhadap sensor (Kalibrasi)



Out of parameter Phosphate (PO₄) Pembacaan sensor kualitas di siklus dengan lab berbeda

- Dilakukan kalibrasi terhadap sensor secara berkala.
- Penyampaian anomali pembacaan sensor kepada operator juga harus selalu dilakukan.

Simpulan

Berdasarkan kegiatan penelitian yang sudah di laksanakan, peneliti memaparkan beberapa kesimpulan, diantaranya sebagai berikut :

- Peneliti melakukan observasi pada hasil analisa mutu air *feed* pembangkit, didapatkan dua buah *defect* yang intensitasnya tinggi, dimana *defect* tersebut adalah *out of parameter Hidrazine* (N₂H₄) dan *out of parameter Phosphate* (PO₄) yang dapat menyebabkan pemakaian air dalam industri pembangkit menjadi berlebihan.
- Berdasarkan hasil perhitungan bobot *severity*, *occurance* dan *detection* yang di dapat dari faktor - faktor yang ada, didapatkan nilai *RPN* untuk faktor *defect out of parameter Hidrazine* (N₂H₄) berupa sensor *auto injection* tidak berfungsi secara optimal sebesar 648, sedangkan untuk *defect out of parameter Phosphate* (PO₄) berupa pembacaan sensor kualitas di siklus yang berbeda memiliki skor 336.
- Dalam tindakan perbaikan terhadap prioritas faktor penyebab kegagalan/*defect*, penulis bersama dengan para ahli mencoba untuk memberikan solusi agar kegagalan dapat berkurang atau tidak ada sama sekali, diantaranya adalah :
 - Out of parameter Hidrazine* (N₂H₄), dilakukan upaya untuk mengganti sensor *auto injection* secara berkala dan juga berupa perawatan kalibrasi terhadap sensor
 - Out of parameter Phosphate* (PO₄), dilakukan kalibrasi terhadap sensor, agar tidak terjadi selisih pembacaan kualitas air feed antara pembacaan di siklus dengan pembacaan di laboratorium.

Ucapan Terima Kasih

Penulis mengucapkan banyak terimakasih kepada PT PJB UP Gresik yang telah memberikan kesempatan untuk melakukan penelitian berkaitan kualitas air feed pembangkit listrik tenaga uap, dan juga rekan rekan dari bidang operasi beserta laboratorium PLTGU yang bersedia membantu dalam pengumpulan data – data yang di perlukan dalam hal penelitian, semoga penelitian yang sudah di laksanakan dapat menjadi acuan dalam perusahaan dalam pengembangan kualitas produksi di perusahaan

Daftar Pustaka

- J. Elbert and A. B. Setyawan, “Pengendalian Kualitas Menggunakan Metode FMEA (Failure Mode and Effect Analysis) di PT. Asia Mandiri Lines Surabaya,” *CALYPTRA*, vol. 7, no. 2, pp. 2570–2583, 2019.
- M. Yusuf, “Optimasi Penurunan Defect pada Produk Meble Berbasis Polypropilen Menggunakan Metode Six Sigma, FMEA, dan Anova untuk Meningkatkan Kualitas,” *JITMI (Jurnal Ilm. Tek. dan Manaj. Ind.,* vol. 2, no. 2, pp. 81–86, 2019.
- M. Rizki *et al.*, “Maintenance Of Raw Mill Machines Using Monte Carlo Simulation: A Case Study at Cement Company in Indonesia,” in *the International Conference on Industrial Engineering and Operations Management, 2022*, pp. 1652–1664.
- A. Efendi, M. Rizki, F. S. Lubis, and M. I. Hadiyul, “An Analysis of the Crispy Mushroom Business For Small And Medium-Sized Enterprises (SMEs) In Indonesia,” 2022.
- S. Sutoyo *et al.*, “Data Analysis Of Near Vertical Incidence Skywave (NVIS) Propagation In Pekanbaru,” in *Proceedings of the UR International Conference on Educational Sciences, 2022*, pp. 85–90.
- S. Prawirosentono, “Filosofi Baru Tentang Manajemen Mutu Terpadu Abad 21 ‘Kiat Membangun Bisnis Kompetitif,’” *Jakarta Bumi Aksara*, 2007.
- V. Gaspersz, “Metode Analisis untuk peningkatan kualitas,” 2005.
- R. M. Jannah, S. Supriyadi, and A. Nalhadi, “Analisis Efektivitas pada Mesin Centrifugal dengan Menggunakan Metode Overall Equipment Effectiveness (OEE),” *Pros. Semin. Nas. Ris. Ter. SENASSET*, no. 2013, pp. 170–175, 2017.
- D. Chandrahadinata and W. Nurdiana, “Analisis Pengendalian Kualitas Pada Crude Palm Oil untuk Meningkatkan Kualitas di PT. Condong Garut,” *J. Kalibr.*, vol. 19, no. 1, pp. 43–52, 2022, doi: 10.33364/kalibrasi/v.19-1.1045.
- T. H. Suryatman, M. E. Kosim, and S. Julacha, “Pengendalian Kualitas Produksi Roma Sandwich Menggunakan Metode Statistik Quality Control (Sqc) Dalam Upaya Menurunkan Reject Di Bagaian Packing,” *J. Ind. Manuf.*, vol. 5, no. 1, p. 1, 2020, doi: 10.31000/jim.v5i1.2429.
- S. H. Saheb, V. K. Annam, and Y. Avula, “DFMEA of a Roller Mill Gear box,” 2016.
- D. Febriyanti and E. Fatma, “Analisis Efektivitas Mesin Produksi Menggunakan Pendekatan Failure and Mode Effect Analysis dan Logic Tree Analysis,” *Jiems (Journal Ind. Eng. Manag. Syst.,* vol. 11, no. 1,

- pp. 39–47, 2018, doi: 10.30813/jiems.v1i1.1015.
- [13] Y. M. Wang, K. S. Chin, G. K. K. Poon, and J. B. Yang, “Risk evaluation in failure mode and effects analysis using fuzzy weighted geometric mean,” *Expert Syst. Appl.*, vol. 36, no. 2 PART 1, pp. 1195–1207, 2009, doi: 10.1016/j.eswa.2007.11.028.
- [14] A. S. M. Absa and S. Suseno, “Analisis Pengendalian Kualitas Produk Eq Spacing Dengan Metode Statistic Quality Control (SQC) Dan Failure Mode And Effects Analysis (FMEA) Pada PT. Sinar Semesta,” *J. Teknol. dan Manaj. Ind. Terap.*, vol. 1, no. III, pp. 183–201, 2022.
- [15] A. Wicaksono and F. Yuamita, “Pengendalian Kualitas Produksi Sarden Menggunakan Metode Failure Mode And Effect Analysis (FMEA) Dan Fault Tree Analysis (FTA) Untuk Meminimalkan Cacat Kaleng Di PT XYZ,” *J. Teknol. dan Manaj. Ind. Terap.*, vol. 1, no. III, pp. 145–154, 2022.
- [16] A. Wicaksono and F. Yuamita, “Pengendalian Kualitas Produksi Sarden Menggunakan Metode Failure Mode and Effect Analysis (FMEA) Untuk Meminimalkan Cacat Kaleng Di PT. Maya Food Industries,” *J. Teknol. dan Manaj. Ind. Terap.*, vol. 1, pp. 1–6, 2022, doi: <https://doi.org/10.55826/tmit.v1i1.6>.
- [17] A. Anastasya and F. Yuamita, “Pengendalian Kualitas Pada Produksi Air Minum Dalam Kemasan Botol 330 ml Menggunakan Metode Failure Mode Effect Analysis (FMEA) di PDAM Tirta Sembada,” *J. Teknol. dan Manaj. Ind. Terap.*, vol. 1, no. I, pp. 15–21, 2022.
- [18] U. E. Sukardi and A. S. Dyah, “Aplikasi Six Sigma pada Pengujian Kualitas Produk di UKM Keripik Apel Tinjauan dari Aspek Proses,” *J. Teknol. Pertan.*, vol. 12, no. 1, pp. 1–7, 2011.
- [19] M. Rizki *et al.*, “Aplikasi End User Computing Satisfaction pada Penggunaan E-Learning FST UIN SUSKA,” *SITEKIN J. Sains, Teknol. dan Ind.*, vol. 19, no. 2, pp. 154–159, 2022, Accessed: Jun. 05, 2022. [Online]. Available: <http://ejournal.uin-suska.ac.id/index.php/sitekin/article/view/14730>.
- [20] V. Puspasari, K. Kunci, and K. Pelayanan, “Perbaikan Kualitas Toko Dunia Foto Dengan Metode Servqual, Zot (Zone Of Tolerance), Dan Siklus PDCA,” *ejournal.uin-suska.ac.id*, vol. 19, no. 2, pp. 178–185, 2022, Accessed: Jun. 05, 2022. [Online]. Available: <http://ejournal.uin-suska.ac.id/index.php/sitekin/article/view/9491>.
- [21] Arif Rahman and S. Perdana, “Analisis Produktivitas Mesin Percetakan Perfect Binding Dengan Metode OEE Dan FMEA,” *J. Ilm. Tek. Ind.*, vol. 7, no. 1, pp. 34–42, 2019.
- [22] R. E. Mcdermott, R. Mikulak, M. R. Beauregard, and F. Group, *The basics of FMEA*, 2nd ed. CRC Press, 2008.
- [23] N. Y. Hidayah and N. Ahmadi, “Analisis Pemeliharaan Mesin Blowmould Dengan Metode RCM Di PT. CCAI,” *J. Optimasi Sist. Ind.*, vol. 16, no. 2, p. 167, 2017, doi: 10.25077/josi.v16.n2.p167-176.2017.
- [24] S. Nasution, Bambang, *Proses Kimia Pembangkit Thermal (Pengalaman Dari Gresik)*. Jakarta: Lintang Pancar Semesta, 2018.
- [25] J. Mohammad, “Pengaruh Penerapan Metode Failure Mode Effect Analysis Terhadap Perbaikan Kualitas Chip E900 Di Pt. Indonesia Toray Synthetics.” <http://unugha.ac.id>, 2019.
- [26] M. F. Hafid and A. M. S. Yusuf, “Analisis penerapan quality control circle untuk meminimalkan binning loss pada bagian receiving PT. Hadji Kalla Toyota Depo Part Logistik Makassar,” *J. Ind. Eng. Manag.*, vol. 3, no. 2, pp. 44–50, 2018.