

**ANALISA PERMASALAHAN PENGUMPAN SILIKA 331-WF2 SEBAGAI PENYEBAB RAW MILL 1 STOP DENGAN METODE FMEA (FAILURE MODE AND EFFECT ANALYSIS) DAN KAIZEN DI PT SBI PABRIK TUBAN****Robi Winarto<sup>1,2</sup>, Nurul Hidayati<sup>2</sup>**[winartorobi59@gmail.com](mailto:winartorobi59@gmail.com)<sup>1</sup>, [noeroel1982@gmail.com](mailto:noeroel1982@gmail.com)<sup>2</sup>**STT Wiworotomo Purwokerto****ABSTRAK**

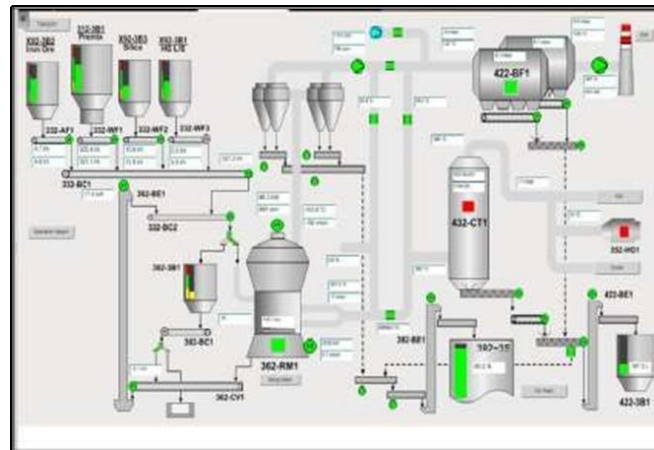
Weightfeeder 331-WF2 pada area Raw mill 1 PT Solusi Bangun Indonesia Pabrik Tuban berperan penting dalam menjaga kestabilan suplai material silika. Namun, dalam operasinya sering terjadi gangguan berupa penempelan material di dalam bin yang menyebabkan deviasi aliran silika sehingga berpotensi mengganggu kontinuitas proses produksi. Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi mode kegagalan prioritas. Analisis risiko menggunakan Failure Mode and Effect Analysis (FMEA) untuk menentukan nilai Risk Priority Number (RPN). Hasil FMEA menunjukkan tiga mode kegagalan utama dengan RPN tertinggi, yaitu deviasi karena penempelan material di bin sebesar 324 RPN, deviasi silika akibat kinerja Air blaster yang tidak optimal sebesar 270 RPN, dan pengisian bin terlalu penuh sebesar 240RPN. Penentuan akar penyebab permasalahan menggunakan metode Root Cause Analysis (RCA) dengan pendekatan Apollo chart, serta merumuskan solusi perbaikan berbasis Kaizen dengan konsep 5W1H. Pengumpulan data dilakukan melalui observasi lapangan, wawancara dengan pihak produksi dan maintenance, serta data historis dari Technical Information System (TIS). Analisis RCA mengidentifikasi empat akar masalah utama, yaitu storage silika tidak beratap yang meningkatkan kadar air material, pengisian bin yang tidak terkontrol, sistem kontrol Air blaster yang belum adaptif, serta adanya zona bin yang tidak terjangkau Air blaster. Solusi perbaikan meliputi pembangunan atap storage, pengendalian kadar air material, pengaturan otomatis pengisian bin, penambahan interlock Air blaster berbasis proximity sensor dan indikasi belt load, serta penambahan Air blaster di area rawan. Hasil monitoring menunjukkan tidak adanya gangguan signifikan pasca implementasi sehingga stabilitas aliran material dan keandalan sistem meningkat.

**Kata kunci:** Weightfeeder, FMEA, Root Cause Analysis, Apollo chart, Kaizen.

**PENDAHULUAN**

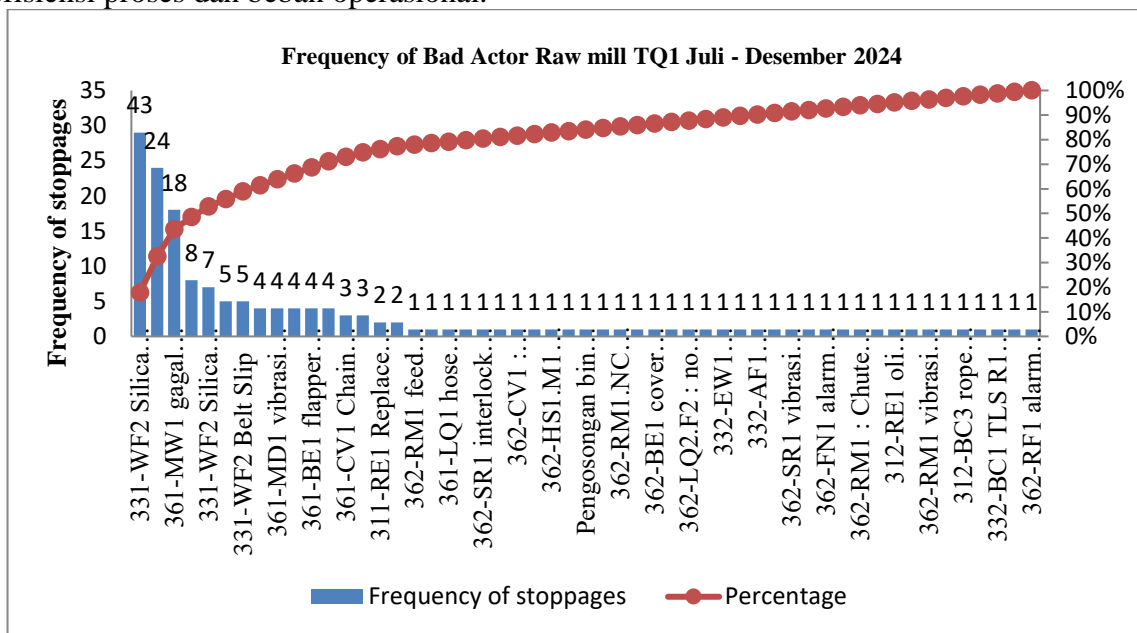
Di era globalisasi, industri manufaktur di Indonesia menghadapi persaingan yang semakin ketat baik dari dalam negeri maupun luar negeri. Terbukanya pasar global telah mendorong banyak perusahaan untuk meningkatkan efisiensi dan kualitas produksi demi mempertahankan daya saing di tengah arus masuk produk impor yang lebih murah dan berkualitas tinggi (Khofifah Saragih & Ibrahim, 2023). Produktivitas yang optimal menjadi kunci untuk mempertahankan posisi kompetitif, dengan memanfaatkan teknologi, sumber daya manusia yang terampil, dan sistem produksi yang efisien (Herawati et al., 2024)

Industri semen merupakan industri proses yang sangat bergantung pada keandalan peralatan produksi. Salah satu peralatan utama dalam proses pembuatan semen adalah Raw mill, yang berfungsi untuk menggiling dan mencampur bahan baku seperti batu kapur (limestone), tanah liat (clay), pasir silika, dan corrective material lainnya menjadi raw mix sebelum masuk ke proses pembakaran. Gangguan atau berhentinya operasi Raw mill dapat berdampak langsung terhadap kontinuitas produksi, efisiensi energi, serta stabilitas operasi unit berikutnya. Pada unit ini bahan baku mengalami empat proses yaitu pengeringan bahan baku hingga kadar airnya berkisar 0,5–1%, menggiling bahan baku dari ukuran awal 30mm hingga berukuran 170 mesh (90 mikron) dengan residu kurang dari 15%.



**Gambar 1.** Proses Aliran material di sistem Raw mill  
*Sumber: Data TIS Flowsheet Raw Mill 1*

Di PT SBI Pabrik Tuban, Raw mill 1 memiliki peranan penting dalam mendukung kapasitas produksi. Namun berdasarkan data historis operasional, masih sering terjadi Raw mill 1 stop yang disebabkan oleh berbagai gangguan pada sistem peralatan pendukung. Frekuensi dan durasi stop yang terjadi tidak hanya menurunkan tingkat ketersediaan (availability) peralatan, tetapi juga berpotensi meningkatkan losses produksi, efisiensi proses dan beban operasional.



**Gambar 2.** Data Durasi dan frekuensi Stop di Raw mill 1  
*Sumber: Stop Log Data TIS Juli-Desember 2024*

Berdasarkan data stop Raw mill 1 pada periode Juli-desember 2024, diketahui bahwa gangguan penyebab Raw mill stop paling banyak disebabkan karena masalah terkait pengumpanan silika. Data menunjukkan bahwa dari total 159 kejadian Raw mill stop, sebanyak 69 kejadian atau 43,4% berasal dari gangguan pada Weightfeeder 331-WF2. Hal ini membuat proses penggilingan Raw mill beberapa kali stop produksi serta merugikan dari sisi produksi, pembiayaan energi listrik dan kualitas produk dari raw meal.

Permasalahan ini dapat diselesaikan dengan metode Failure Mode and Effect Analysis (FMEA) dan Kaizen. FMEA digunakan untuk menganalisa potensi kegagalan dalam sistem Weightfeeder dan mengevaluasi dampaknya terhadap proses produksi

(Ummah, 2023). Dengan cara ini, kita dapat menetapkan prioritas tindakan perbaikan berdasarkan tingkat risiko, serta RCA untuk menentukan akar masalah dan Kaizen sebagai konsep perbaikan berkelanjutan (continuous improvement) yang dapat digunakan sebagai perumusan tindakan perbaikan yang efektif, dan sesuai dengan kondisi lapangan (Rizqya Ardyansyah & Utami Handayani, 2023). Dengan memadukan kedua metode ini, perusahaan dapat mengembangkan strategi yang efektif untuk meningkatkan keandalan 331-WF2, sehingga proses di Raw mill 1 dapat berjalan lebih lancar.

## **METODE**

Teknik analisis data merupakan metode untuk mengolah dan menyajikan data menjadi informasi yang valid dan mudah dipahami. Berikut adalah langkah analisis data dalam penelitian ini:

### **1. Membuat lembar kerja FMEA**

Lembar kerja FMEA merupakan dokumen utama yang digunakan untuk mencatat analisis kegagalan dalam proses FMEA. Lembar kerja ini berisi informasi terstruktur tentang sistem, daftar komponen alat, potensi mode kegagalan, efek kegagalan, penyebab kegagalan, yang kemudian dilakukan perhitungan nilai RPN berdasarkan persamaan 2.1 dari setiap potensi kegagalan yang ada. Dalam proses pengisian lembar kerja FMEA, peneliti akan melakukan brainstorming dan wawancara dengan karyawan produksi dan karyawan maintenance, yang sangat paham akan kondisi permasalahan pada Raw mill 1.

### **2. Mencari akar masalah dengan Apolo cart**

Proses ini dilakukan setelah tahapan FMEA selesai dilakukan, dan telah mendapatkan nilai Risk Priority Number (RPN) dari setiap mode kegagalan yang menjadi permasalahan di Raw mill 1. Tidak semua mode kegagalan pada penelitian ini akan dilakukan pendekatan Apolo chart, hanya 3 penyebab utama saja yang dilakukan berdasarkan dari nilai RPN tertinggi, yang kemudian mencari akar masalahnya.

### **3. Menetapkan solusi berdasarkan Pendekatan Kaizen**

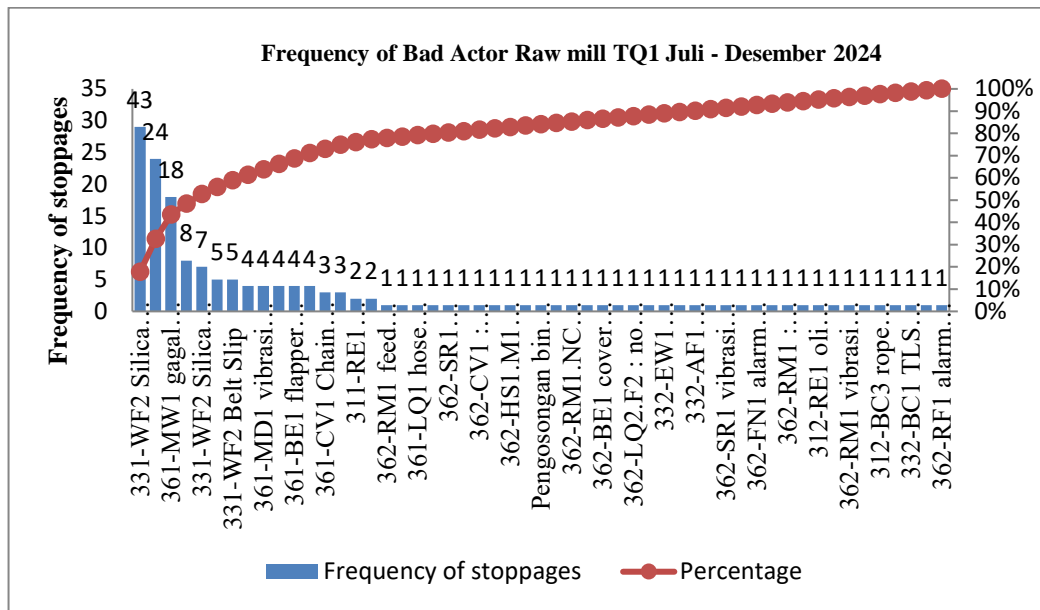
Proses ini dilakukan dalam tahap menentukan solusi dari akar masalah yang sudah didapatkan

## **HASIL DAN PEMBAHASAN**

### **Pengumpulan Data TIS**

Pada tahap ini, proses pengumpulan data permasalahan yang ada pada Raw mill 1 PT. SBI Tuban yaitu dengan mengambil data histori downtime stop peralatan dari Technical Information System (TIS) pabrik SBI Tuban yaitu pada bulan Juli sampai Desember 2024. Downtime stop merupakan keadaan yang tidak diinginkan dimana suatu mesin tidak dapat beroperasi sebagaimana mestinya karena adanya kerusakan dan diperlukan perbaikan agar mesin dapat beroperasi kembali.

Pada periode tersebut, proses di Raw mill 1 mengalami gangguan yang menyebabkan proses produksi tidak berjalan lancar. Permasalahan yang terjadi disebabkan karena adanya kerusakan pada equipment pendukung yang menyebabkan downtime stop. Berikut adalah data pareto permasalahan yang terjadi pada Raw mill 1 selama periode bulan Juli 2024 sampai Desember 2024.



**Gambar 3.** Frekuensi Stop di Raw mill 1 (Juli-Desember 2024)

*Sumber: Stop Log Data TIS Juli-Desember 2024*

Berdasarkan diagram pareto diatas dapat terlihat bahwa Weightfeeder 331-WF2 menjadi penyumbang terbanyak penyebab stop untuk proses produksi di Raw mill 1. Data menunjukkan bahwa dari total 159 kejadian Raw mill stop, sebanyak 69 kejadian atau 43,4% berasal dari gangguan pada Weightfeeder 331-WF2. Tingginya kontribusi gangguan dari satu unit peralatan ini mengindikasikan adanya permasalahan sistemik yang berulang, baik dari sisi karakteristik material, sistem pendukung, maupun pengendalian operasional. Persentase kontribusi yang tinggi tersebut menjadi dasar dilakukannya analisis lebih lanjut menggunakan metode FMEA dan RCA untuk mengidentifikasi akar permasalahan dan menentukan prioritas perbaikan dengan metode Kaizen. Untuk melihat masalah yang terjadi pada Weightfeeder 331-WF2, berikut adalah data stop log pada 331-WF2 yang di ambil dari data TIS perusahaan. Berikut merupakan data stop log yang berasal dari 331-WF2:

**Tabel 1, Stop Log Raw mill 1 karena 331-WF2 (Juli-Desember 2024)**

No	Stopdate	Duration [h]	Major Cause	Functional Loc	Deskripsi
1	01.11.2024 19:29:00	0,1	Production and Process	TQ.331-WF2	331-WF2 Silica deviasi
2	23.11.2024 03:32:00	0,4	Production and Process	TQ.331-WF2	331-WF2 Silica deviasi
3	24.11.2024 05:14:00	0,1	Production and Process	TQ.331-WF2	331-WF2 Silica deviasi
4	30.11.2024 00:16:00	0,32	Production and Process	TQ.331-WF2	331-WF2 Silica deviasi
5	30.11.2024 19:41:00	0,13	Production and Process	TQ.331-WF2	331-WF2 Silica deviasi
6	30.11.2024 21:41:00	0,73	Production and Process	TQ.331-WF2	331-WF2 Silica deviasi

No	Stopdate	Duration [h]	Major Cause	Functional Loc	Deskripsi
7	03.10.2024 07:04:00	0,37	Production and Process	TQ.331-WF2	331-WF2 Silica deviasi
8	03.10.2024 07:30:00	1,45	Production and Process	TQ.331-WF2	331-WF2 Silica deviasi
9	02.10.2024 04:22:00	0,18	Production and Process	TQ.331-WF2	331-WF2 Silica deviasi
10	10.07.2024 04:11:00	0,47	Production and Process	TQ.331-WF2	331-WF2 Silica deviasi
11	10.07.2024 04:45:00	1,98	Production and Process	TQ.331-WF2	331-WF2 Silica deviasi
12	25.10.2024 14:27:00	0,15	Production and Process	TQ.331-WF2	331-WF2 Silica deviasi
13	28.09.2024 02:37:00	0,9	Production and Process	TQ.331-WF2	331-WF2 Silica deviasi
14	14.10.2024 05:21:00	0,15	Production and Process	TQ.331-WF2	331-WF2 Silica deviasi
15	13.08.2024 14:00:00	0,25	Production and Process	TQ.331-WF2	331-WF2 Silica deviasi
16	13.08.2024 14:16:00	0,33	Production and Process	TQ.331-WF2	331-WF2 Silica deviasi
17	16.07.2024 00:44:00	0,25	Production and Process	TQ.331-WF2	331-WF2 Silica deviasi
18	08.11.2024 21:46:00	0,27	Production and Process	TQ.331-WF2	331-WF2 Silica deviasi
19	29.11.2024 22:33:00	0,62	Production and Process	TQ.331-WF2	331-WF2 Silica deviasi
20	11.07.2024 14:00:00	0,37	Production and Process	TQ.331-WF2	331-WF2 Silica deviasi
21	25.07.2024 14:00:00	0,88	Production and Process	TQ.331-WF2	331-WF2 Silica deviasi
22	28.07.2024 10:28:00	4,9	Production and Process	TQ.331-WF2	331-WF2 Silica deviasi
23	09.09.2024 21:02:00	0,13	Production and Process	TQ.331-WF2	331-WF2 Silica deviasi
24	21.09.2024 22:15:00	0,52	Production and Process	TQ.331-WF2	331-WF2 Silica deviasi
25	23.09.2024 08:42:00	1,93	Production and Process	TQ.331-WF2	331-WF2 Silica deviasi

No	Stopdate	Duration [h]	Major Cause	Functional Loc	Deskripsi
26	10.10.2024 02:26:00	0,3	Production and Process	TQ.331-WF2	331-WF2 Silica deviasi
27	05.11.2024 21:30:00	0,43	Production and Process	TQ.331-WF2	331-WF2 Silica deviasi
28	28.09.2024 16:34:00	0,47	Production and Process	TQ.331-WF2	331-WF2 Silica deviasi
29	05.08.2024 11:49:00	0,75	Production and Process	TQ.331-WF2	331-WF2 Silica deviasi
30	05.08.2024 12:43:00	0,57	Production and Process	TQ.331-WF2	331-WF2 Silica deviasi
31	22.08.2024 11:38:00	0,25	Production and Process	TQ.331-WF2	331-WF2 Silica deviasi
32	22.08.2024 14:08:00	0,88	Production and Process	TQ.331-WF2	331-WF2 Silica deviasi
33	23.09.2024 12:01:00	2,38	Production and Process	TQ.331-WF2	331-WF2 Silica deviasi
34	08.10.2024 19:17:00	1,05	Production and Process	TQ.331-WF2	331-WF2 Silica deviasi
35	01.11.2024 09:57:00	0,4	Production and Process	TQ.331-WF2	331-WF2 Silica deviasi
36	13.11.2024 02:36:00	0,93	Production and Process	TQ.331-WF2	331-WF2 Silica deviasi
37	13.11.2024 04:21:00	1,22	Production and Process	TQ.331-WF2	331-WF2 Silica deviasi
38	15.11.2024 23:41:00	1,72	Production and Process	TQ.331-WF2	331-WF2 Silica deviasi
39	16.11.2024 08:27:00	1,73	Production and Process	TQ.331-WF2	331-WF2 Silica deviasi
40	17.11.2024 05:38:00	0,43	Production and Process	TQ.331-WF2	331-WF2 Silica deviasi
41	17.11.2024 17:24:00	0,15	Production and Process	TQ.331-WF2	331-WF2 Silica deviasi
42	17.11.2024 20:42:00	0,38	Production and Process	TQ.331-WF2	331-WF2 Silica deviasi
43	18.11.2024 15:50:00	0,18	Production and Process	TQ.331-WF2	331-WF2 Silica deviasi
44	22.11.2024 15:45:00	1,08	Production and Process	TQ.331-WF2	331-WF2 Silica deviasi

No	Stopdate	Duration [h]	Major Cause	Functional Loc	Deskripsi
45	28.11.2024 13:15:00	0,35	Production and Process	TQ.331-WF2	331-WF2 Silica deviasi
46	28.11.2024 16:31:00	0,2	Production and Process	TQ.331-WF2	331-WF2 Silica deviasi
47	28.11.2024 17:06:00	2,63	Production and Process	TQ.331-WF2	331-WF2 Silica deviasi
48	30.11.2024 01:11:00	2,33	Production and Process	TQ.331-WF2	331-WF2 Silica deviasi
49	03.05.2024 01:41:00	0,62	Production and Process	TQ.331-WF2	331-WF2 Silica deviasi
50	11.03.2024 14:35:00	0,17	Production and Process	TQ.331-WF2	331-WF2 Silica deviasi
51	15.03.2024 15:47:00	1,35	Production and Process	TQ.331-WF2	331-WF2 Silica deviasi
52	17.03.2024 13:37:00	0,82	Production and Process	TQ.331-WF2	331-WF2 Silica deviasi
53	17.03.2024 14:28:00	0,4	Production and Process	TQ.331-WF2	331-WF2 Silica deviasi
54	01.12.2024 00:08:00	1,9	Production and Process	TQ.331-WF2	331-WF2 Silica deviasi
55	01.12.2024 14:51:00	4,43	Production and Process	TQ.331-WF2	331-WF2 Silica deviasi
56	01.12.2024 21:32:00	0,1	Production and Process	TQ.331-WF2	331-WF2 Silica deviasi
57	02.12.2024 07:03:00	3,73	Production and Process	TQ.331-WF2	331-WF2 Silica deviasi
58	02.12.2024 11:52:00	0,65	Production and Process	TQ.331-WF2	331-WF2 Silica deviasi
59	02.12.2024 18:24:00	1,67	Production and Process	TQ.331-WF2	331-WF2 Silica deviasi
60	13.12.2024 13:51:00	0,68	Production and Process	TQ.331-WF2	331-WF2 Silica deviasi
61	22.12.2024 02:11:00	0,63	Production and Process	TQ.331-WF2	331-WF2 Silica deviasi
62	22.12.2024 09:20:00	0,62	Production and Process	TQ.331-WF2	331-WF2 Silica deviasi
63	27.12.2024 00:22:00	1,38	Production and Process	TQ.331-WF2	331-WF2 Silica deviasi

No	Stopdate	Duration [h]	Major Cause	Functional Loc	Deskripsi
64	30.12.2024 21:52:00	0,1	Production and Process	TQ.331-WF2	331-WF2 Silica deviasi
65	20.08.2024 09:32:00	0,12	Production and Process	TQ.331-WF2	331-WF2 Silica deviasi
66	20.08.2024 12:29:00	0,12	Production and Process	TQ.331-WF2	331-WF2 Silica deviasi
67	25.08.2024 17:51:00	0,13	Production and Process	TQ.331-WF2	331-WF2 Silica deviasi
68	26.08.2024 18:17:00	0,15	Production and Process	TQ.331-WF2	331-WF2 Silica deviasi
69	28.08.2024 00:02:00	0,18	Production and Process	TQ.331-WF2	331-WF2 Silica deviasi

*Sumber: Stop Log Data TIS 331-WF2 Juli-Desember 2024*

Berdasarkan data stop di TIS pada 331-WF2. Gangguan tersebut didominasi oleh silika deviasi, Untuk memastikan kesesuaian antara data historis gangguan dengan kondisi aktual di lapangan, dilakukan observasi langsung terhadap peralatan dan material handling silika. Hasil observasi ini kemudian didokumentasikan dalam bentuk foto sebagai dasar analisis lanjutan terhadap penyebab gangguan yang terjadi.

Di bawah ini adalah beberapa contoh foto permasalahan-permasalahan yang terjadi pada 331-WF2 yang diperoleh dari lapangan.



**Gambar 4.** Beberapa hasil observasi permasalahan di 331-WF2

*Sumber: dokumentasi pribadi*

### Penerapan Analisa FMEA pada 331-WF2

Setelah dilakukan identifikasi sumber gangguan utama berdasarkan analisis data stop log, data dari TIS, diskusi dengan pihak terkait (departemen produksi dan maintenance), dan observasi lapangan pada sistem pengumpan silika di Weightfeeder 331-WF1, langkah selanjutnya adalah melakukan analisis risiko kegagalan secara sistematis menggunakan metode Failure Mode and Effects Analysis (FMEA).

Penerapan FMEA bertujuan untuk mengidentifikasi potensi mode kegagalan, penyebab kegagalan, serta dampak yang ditimbulkan terhadap operasi Raw mill. Selain itu, metode ini digunakan untuk menentukan tingkat prioritas risiko melalui perhitungan Risk Priority Number (RPN) sebagai dasar penentuan fokus perbaikan.

Berikut merupakan lembar kerja FMEA yang dibuat setelah dilakukan diskusi bersama pihak terkait terhadap semua komponen yang menyebabkan potensi WF stop. Lembar kerja tersebut sudah berisi penilaian dari severity (S), occurrence (O), dan detection (D) dari setiap mode kegagalan yang ada. Ketiga parameter inilah yang digunakan untuk menghitung nilai RPN (Risk Priority Number) dari setiap mode kegagalan yang ada. Nilai RPN dihitung menggunakan rumus RPN. Dibawah ini merupakan hasil nilai RPN berdasarkan diskusi tim FMEA yang berisikan pihak maintenance dan pihak produksi area Raw mill 1. Lembar kerja FMEA ini digunakan sebagai dasar untuk menentukan mode kegagalan dengan tingkat risiko tertinggi yang selanjutnya dianalisis lebih lanjut menggunakan metode analisis akar penyebab.

Hasil analisis tersebut disajikan dalam bentuk lembar kerja FMEA sebagaimana ditunjukkan pada tabel berikut:

**Tabel 2. Hasil Lembar Kerja FMEA 331-WF2 dengan RPN**

Lembar Kerja FMEA dengan RPN								
Alat : <i>Weightfeeder 331-WF2</i> Fungsi : <i>Silica transport</i> Lokasi : <i>Raw mill 1 PT SBI Tuban</i>		<b>Tim FMEA:</b> Robi Winarto / RMK1 / 62501527 (Produksi) Iswanto pamuji / CCR Engineer / 62501331 (Produksi) Amad / CBM RMK1 / 62501329 (Maintenance) Medianto/ Supervisor RMK1/ 62500858 (Maintenance)		<b>Scoring S, O, D</b> <i>Severity</i> : 1 sampai 10 <i>Occurrence</i> : 1 sampai 10 <i>Detection</i> : 1 sampai 10				
No	Proses/Komponen	Mode Kegagalan Potensial	Penyebab Kegagalan Potensial	Efek Kegagalan	Severity (S)	Occurrence (O)	Detection (D)	RPN
1	Motor	Motor rusak	Beban berlebih, motor overheat	WF berhenti beroperasi untuk perbaikan penggantian motor	8	3	4	96
2	Gearbox	Gear rusak	Gear aus, pelumasan buruk	WF berhenti beroperasi untuk perbaikan perbaikan gearbox	8	2	3	48
		Gearbox bocor	Seal gearbox aus	Gearbox panas dan noise, perlu penambahan oli dan perbaikan seal	5	2	3	25

## Lembar Kerja FMEA dengan RPN

Alat : <i>Weightfeeder</i> 331-WF2 Fungsi : <i>Silica transport</i> Lokasi : <i>Raw mill 1 PT SBI Tuban</i>	<b>Tim FMEA:</b> Robi Winarto / RMK1 / 62501527 (Produksi) Iswanto pamuji / CCR Engineer / 62501331 (Produksi) Amad / CBM RMK1 / 62501329 (Maintenance) Medianto/ Supervisor RMK1/ 62500858 (Maintenance)	<b>Scoring S, O, D</b> <i>Severity</i> : 1 sampai 10 <i>Occurrence</i> : 1 sampai 10 <i>Detection</i> : 1 sampai 10
--	---	--

No	Proses/Komponen	Mode Kegagalan Potensial	Penyebab Kegagalan Potensial	Efek Kegagalan	Severity (S)	Occurrence (O)	Detection (D)	RPN
3	<i>Belt</i>	<i>Belt</i> sobek atau rusak	<i>Belt</i> sobek terkena benda asing seperti plat besi	WF berhenti beroperasi untuk perbaikan penggantian <i>belt</i>	9	2	4	72
		WF selip	Material jatuh berlebih setelah hanging/nggantung	Overfeed saat material jatuh terlalu banyak	8	4	5	160
		<i>Belt</i> geser (drifting)	<i>Belt</i> aus, tail pulley miring, steering roller aus	WF stop <i>interlock</i> sensor <i>belt</i> drifting, perlu adjust <i>belt</i>	8	2	4	64
4	Head & tail pulley	<i>Bearing</i> pulley rusak	Debu, pelumasan buruk, beban berlebih	<i>Bearing</i> panas dan stuck, WF berhenti beroperasi untuk prnggantian <i>bearing</i>	8	2	4	64
5	Sensor Loadcell	Loadcell rusak	Sensor aus, kabel kendor/putus	WF berhenti beroperasi untuk perbaikan/penggantian loadcell	5	3	6	90
		Pembacaan loadcell tidak akurat	Kalibrasi kurang tepat	WF masih bisa beroperasi, tetapi pembacaan material tidak akurat	4	2	3	24
6	<i>Bin</i> /chute/hopper	Penempelan material didalam <i>bin</i> (Silika Deviasi)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Kandungan H<sub>2</sub>O Tinggi saat musim hujan</li> <li>- <i>Storage</i> silika tidak beratap</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- <i>Raw mill</i> stop akibat jaluur feeding silika tidak lancar (proses troubleshooting)</li> <li>- Material masuk <i>bin</i> dalam kondisi lengket</li> </ul>	9	6	6	324
		Isi <i>bin</i> terlalu penuh (tekanan material berlebih)	Belum ada SOP pengisian <i>bin</i> dan kontrol level <i>bin</i>	Material semakin padat saat diisi terlalu tinggi karena tekanan material yang terlalu banyak	8	5	6	240

### Lembar Kerja FMEA dengan RPN

Alat : <i>Weightfeeder</i> 331-WF2 Fungsi : <i>Silica</i> <i>transport</i> Lokasi : <i>Raw</i> <i>mill 1</i> PT SBI Tuban	<b>Tim FMEA:</b> Robi Winarto / RMK1 / 62501527 (Produksi) Iswanto pamuji / CCR Engineer / 62501331 (Produksi) Amad / CBM RMK1 / 62501329 (Maintenance) Medianto/ Supervisor RMK1/ 62500858 (Maintenance)	<b>Scoring S, O, D</b> <i>Severity</i> : 1 sampai 10 <i>Occurrence</i> : 1 sampai 10 <i>Detection</i> : 1 sampai 10						
No	Proses/Komponen	Mode Kegagalan Potensial	Penyebab Kegagalan Potensial	Efek Kegagalan	Severity (S)	Occurrence (O)	Detection (D)	RPN
7	<i>Air blaster</i>	AB tidak optimal (silika deviasi)	Kontrol AB hanya ON/OFF (tidak adaptif terhadap kondisi material)	AB aktif terus menyebabkan material semakin padat dan menempel di dalam <i>bin</i>	9	5	6	270
			Terdapat area <i>bin</i> yang tidak terjangkau <i>Air blaster</i> (dead zone)	Feeding silika tidak stabil, raw mix deviasi	9	5	6	270

#### Penentuan Urutan RPN

Setelah mengetahui nilai RPN dari setiap mode kegagalan, maka kita dapat mengurutkan atau memprioritaskan permasalahan utama pada *Weightfeeder* 331-WF2. Semakin besar nilai RPN suatu mode kegagalan, maka semakin menjadi prioritas dalam pemecahan masalah di 331-WF2. Untuk mempermudah melihat urutan nilai RPN dari setiap mode kegagalan, berikut tabel urutan nilai RPN dari yang terbesar kenilai RPN yang lebih kecil.

**Tabel 3. Urutan Hasil RPN Mode Kegagalan**

No	Mode Kegagalan	Severity	Occurrence	Detection	RPN
1	Penempelan material di <i>bin</i>	9	6	6	324
2	<i>Air Blaster</i> (AB) tidak optimal	9	5	6	270
3	Isi <i>Bin</i> terlalu Penuh	8	5	6	240
4	WF selip	8	4	5	160
5	Motor rusak	8	3	4	96
6	<i>Load cell</i> rusak	5	3	6	90
7	<i>Belt</i> sobek	9	2	4	72
8	<i>Belt</i> Geser	8	2	4	64
9	<i>Bearing Pulley</i> rusak	8	2	4	64
10	<i>Gear</i> rusak	8	2	3	48
11	<i>Gear box</i> bocor	5	2	3	25
12	<i>Load cell</i> tidak akurat	4	2	3	24

*Sumber: lembar kerja FMEA 331-WF2*

Berdasarkan tabel diatas dapat diketahui hasil dari nilai RPN dari setiap mode kegagalan di 331-WF2 pada *Raw mill* 1. Mode kegagalan dengan nilai RPN yang tinggi

akan menjadi prioritas untuk dicari akar masalahnya sehingga permasalahan pada Weightfeeder 331-WF2 dapat berkurang kedepannya. Terdapat 3 mode kegagalan tertinggi yaitu penempelan material di bin dengan nilai sebesar 324 RPN, AB tidak beroperasi secara optimal dengan nilai sebesar 270 RPN, dan isi bin yang terlalu tinggi dengan nilai sebesar 240 RPN.

Disini peneliti akan mengambil 3 mode kegagalan utama yang memiliki nilai RPN tertinggi yang artinya mempunyai resiko tinggi dan memerlukan segera penanganan. Jika ditelusuri lebih dalam dan dikonfirmasi kepada pihak produksi, permasalahan utama terkerucut di area Bin/hoper yaitu silika menempel di bin diperparah dengan pengisian bin yang terlalu banyak dan AB yang tidak bekerja secara optimal yang menyebabkan deviasi material silika pada 331-WF2.

### Penerapan RCA dengan metode apolo chart di 331-WF2

Dari hasil analisa FMEA, ditemukan ada 3 permasalahan utama pada Weightfeeder 331-WF2 yang mempunyai nilai RPN tinggi dibandingkan dengan mode kegagalan yang lainnya, yaitu dengan nilai RPN diatas 200. Untuk itu dilangkah selanjutnya adalah penerapan analisa RCA yang digunakan untuk mengidentifikasi penyebab masalah tersebut sehingga mampu menemukan akar masalahnya menggunakan apolo chart.

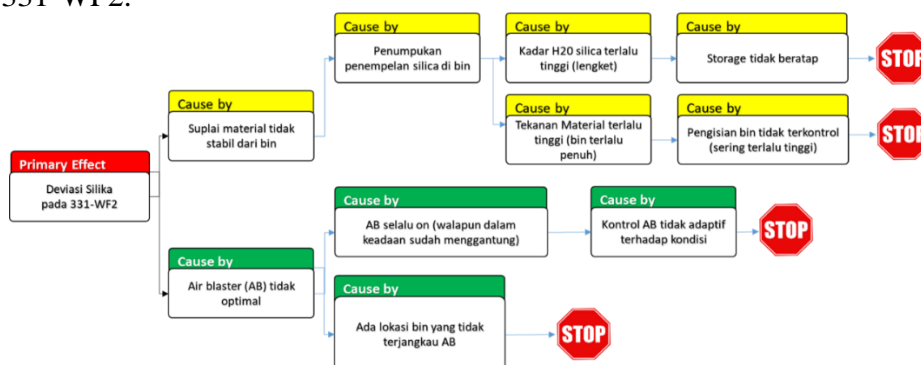
Berdasarkan hasil analisis FMEA, diperoleh tiga 3 kegagalan utama dengan nilai RPN tertinggi, yaitu penempelan material di bin, deviasi aliran silika, serta kondisi pengisian bin yang terlalu tinggi. Ketiga mode kegagalan tersebut tidak berdiri sendiri, melainkan saling berhubungan dan membentuk suatu rangkaian sebab-akibat yang kompleks.

Oleh karena itu, metode Root Cause Analysis (RCA) dengan menggunakan Apollo chart dipilih karena mampu menggambarkan hubungan sebab-akibat secara komprehensif, termasuk interaksi antar kondisi yang terjadi secara bersamaan. Metode ini memungkinkan identifikasi akar masalah yang bersifat sistemik, sehingga solusi perbaikan dapat difokuskan pada penyebab utama dan bukan hanya pada gejala yang muncul.

Dengan pendekatan Apollo chart, permasalahan silika deviasi tidak dipandang sebagai kegagalan tunggal pada peralatan, melainkan sebagai hasil dari kombinasi kondisi material, sistem kontrol, dan praktik operasional yang saling mempengaruhi.

### Penerapan Apolo Chart untuk 331-WF2

Saat terjadi deviasi aliran material didalam sistem Raw mill, maka sistem feeding Raw mill akan interlock stop sebagai mitigasi untuk menjaga kualitas produk tetap baik. Oleh karena itu harus dilakukan RCA untuk mencegah terjadinya deviasi silika pada 331-WF2. Berikut merupakan hasil penerapan Apolo Chart dari permasalahan transportasi silika di 331-WF2.



**Gambar 5.** Apolo chart akar masalah deviasi 331-WF2

*Sumber: Data RCA (apolo chart) 331-WF2 PT. SBI*

Berdasarkan Gambar diatas, ada 2 penyebab permasalahan deviasi silika yaitu suplai material dari bin kurang lancar dan kurang optimalnya kinerja Air blaster. Selanjutnya ke 2 penyebab tersebut menjadi beberapa sub penyebab yang menjadi 4 akar masalah. Beberapa temuan masalah dilapangan yaitu:

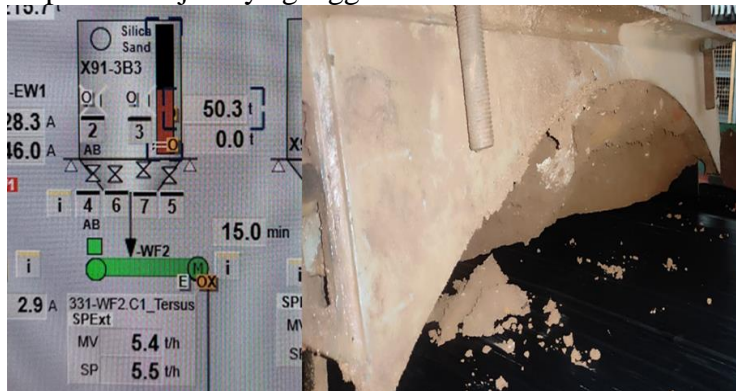
1. Storage tidak beratap: Kondisi storage silika yang tidak dilengkapi atap menyebabkan material terpapar langsung oleh hujan dan kelembapan lingkungan. Hal ini mengakibatkan peningkatan kadar air ( $H_2O$ ) pada silika, sehingga sifat alir material menurun dan material menjadi lebih lengket serta mudah menempel pada dinding bin.



**Gambar 6.** Storage material silika tidak beratap

*Sumber: Dokumentasi pribadi*

2. Pengisian bin tidak terkontrol: Pada kondisi material silika yang bersifat lengket, pengisian bin yang melebihi kapasitas optimal menyebabkan peningkatan tekanan material di dalam bin. Tekanan ini memperparah penempelan material dan mendorong terjadinya pemadatan (kompaksi), sehingga material menjadi lebih padat dan mengeras. Kondisi tersebut menyulitkan proses mitigasi penempelan dan meningkatkan potensi terjadinya gangguan aliran material.

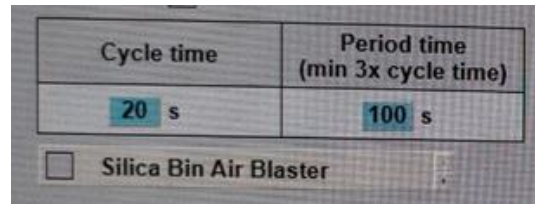


**Gambar 7.** Bin terisi sampai 50 ton (material memadat)

*Sumber: Dokumentasi pribadi*

3. Kontrol AB (Air blaster) tidak adaptif sesuai kondisi WF: Pengoperasian AB yang tidak mempertimbangkan kondisi aktual material, khususnya saat material silika sudah turun, justru memberikan tekanan tambahan pada material yang masih tersisa di dalam bin. Pada kondisi kadar air silika yang tinggi, impuls tekanan berulang dari AB menyebabkan material mengalami pemadatan (kompaksi) dan membentuk massa

padat yang sulit mengalir, sehingga memperparah potensi penyumbatan dan deviasi feeding pada 331-WF2.



**Gambar 8.** Kontrol AB silika hanya mode auto start dan stop dari operator CCR

*Sumber: Dokumentasi pribadi*

4. Ada zona bin yang tidak terjangkau AB: Terdapat area tertentu di dalam bin yang tidak terjangkau oleh jangkauan AB. Kondisi ini menyebabkan penumpukan dan penempelan material pada sisi-sisi tertentu yang tidak mendapatkan efek mitigasi dari AB, sehingga menjadi titik awal terjadinya hanging dan gangguan aliran material.



**Gambar 9.** Salah satu sisi penempelan (tidak terjangkau Air blaster)

*Sumber: Dokumentasi pribadi*

### **Penerapan Solusi FMEA dan RCA dengan Pendekatan Kaizen 5W1H**

Berdasarkan hasil Root Cause Analysis (RCA) menggunakan metode Apollo Chart dan evaluasi risiko melalui Failure Mode and Effects Analysis (FMEA). Selanjutnya, penentuan solusi menggunakan pendekatan Kaizen dengan metode 5W1H guna memastikan implementasi perbaikan dilakukan secara terstruktur, efektif, dan berkelanjutan. Berikut merupakan solusi metode 5W1H yang akan diimplementasikan:

Perhitungan Risk Priority Number (RPN) dilakukan dengan persamaan:

$$\mathbf{RPN=S \times O \times D}$$

Dimana:

S = Severity (tingkat keparahan dampak kegagalan)

O = Occurrence (frekuensi terjadinya kegagalan)

D = Detection (kemampuan sistem mendeteksi kegagalan)

Skala penilaian menggunakan rentang 1–10.

Berikut merupakan salah satu perhitungan RPN pada FMEA:

➤ Bin/Chute/Hopper – Penempelan Material (Silika Deviasi)

- Severity (S) = 9 (Menyebabkan Raw Mill stop akibat jalur feeding tidak lancar.)
- Occurrence (O) = 6 (Sering terjadi saat musim hujan dan kadar air tinggi.)
- Detection (D) = 6 (Sulit dideteksi sebelum terjadi penyumbatan.)

Perhitungan:  $RPN = 9 \times 6 \times 6 = 324$ .

(Perhitungan lengkap terlampir)

**Tabel 4. Penerapan Solusi Menggunakan Metode 5W-1H**

No	Faktor	What (Apa)	Why (Mengapa)	Where (Di mana)	When (Kapan)	Who (Siapa)	How (Bagaimana)
1	Peningkatan Kadar H <sub>2</sub> O material silika dikarenakan terpapar air hujan	Pembuatan atap <i>storage</i> silika	Mengurangi peningkatan kadar air (H <sub>2</sub> O) silika akibat paparan hujan	Area <i>storage</i> silika	Saat <i>receiving</i> material silika	<i>Maintenance &amp; Civil</i>	Membangun struktur atap permanen/kano pi untuk melindungi silika dari hujan langsung
2	Kadar H <sub>2</sub> O yang tinggi saat akan masuk ke dalam <i>bin</i>	Membuat Kontrol kadar H <sub>2</sub> O silika sebelum <i>feeding</i>	Menjamin silika yang akan dimasukan bin memiliki kadar air sesuai standar	Area <i>storage</i> silika	Sebelum <i>difeeding</i> ke dalam bin	QC & Operasional	Melakukan sampling acak silika dan pengujian kadar H <sub>2</sub> O sebelum digunakan.
3	<i>Air Blaster</i> tidak adaptif terhadap kondisi material diatas WF (aktif secara terus menerus) yang membuat material semakin terkompaksi	Penambahan <i>interlock Air blaster</i> berbasis <i>proximity</i> sensor	Mencegah pemadatan material akibat AB yang aktif terus-menerus	Area diatas WF	Saat silika sudah tidak deviasi (terindikasi dengan <i>proximity</i> sensor), maka AB akan OFF	<i>Automation &amp; Electrical</i>	AB aktif saat tidak terdeteksi material dan berhenti saat material terdeteksi di atas WF. Ini untuk mencegah material silika semakin terkompaksi
4	<i>Air Blaster</i> tidak adaptif terhadap kondisi material diatas WF (aktif terus menerus) yang membuat material semakin terkompaksi	Penambahan indikasi <i>belt load</i> dan Integrasi <i>belt load</i> sebagai <i>interlock</i> AB sebagai tambahan	Mengetahui kondisi aktual jumlah material di atas WF dan Menjaga kondisi <i>feeding</i> optimal	Sistem kontrol WF 331-WF2	Jangka menengah	<i>Instrument &amp; Automation</i>	Menginstal sensor <i>belt load</i> dan menampilkan nilai kg/m <sup>2</sup> di CCR AB bekerja berdasarkan batas <i>belt load</i> (<150 kg/m <sup>2</sup> aktif, 150–200 normal, >250 stop)
5	lokasi <i>Dead Zone</i> (area tidak terkena AB), awal mula penempelan	Penambahan <i>Air blaster</i> (AB) di zona rawan	Menghilangkan penempelan di area yang tidak terjangkau AB	Dinding <i>bin</i> silika	Pengerjaan penambahan AB saat PM <i>stop raw mill</i>	<i>Mechanical &amp; Maintenance</i>	Menambah unit AB pada titik rawan <i>hanging</i> material
6	Pengisian bin terlalu banyak	Pengaturan otomatis pengisian <i>bin</i>	Mencegah tekanan material berlebih dan kompaksi saat	<i>Bin</i> silika 331-WF2	Saat mulai ada indikasi penempelan material (deviasi)	<i>Automation &amp; Operasional</i> (operator CCR)	Membuat <i>interlock</i> batasan pengisian <i>bin</i> otomatis

			<i>bin</i> terlalu penuh				untuk mengatur level <i>bin</i> auto stop dilevel tertentu sesuai kondisi material. (Level <i>bin</i> maksimal saat musim hujan maksimal 12-15 ton, saat musim kemarau maksimal 30 ton)
--	--	--	--------------------------	--	--	--	---

*Sumber: Dokumentasi pribadi (Hasil Brainstorming RCA PT.SBI)*

Solusi diatas ditujukan untuk mencegah terjadinya kerusakan berulang dan memperlancar proses produksi di Raw mill 1 yang sudah diputuskan setelah melakukan diskusi bersama pihak terkait seperti departemen produksi, departemen tehnikal sebagai kontrol kualitas dan departemen perawatan (maintenance) sebagai eksekutor perbaikan. Berikut adalah beberapa solusi perbaikan yang telah diimplementasikan pada 331-WF2 di bulan Februari 2025.

1. Pembuatan struktur atap untuk storage silika

Struktur atap dipasang pada area storage silika guna melindungi material dari paparan hujan secara langsung. Dengan adanya atap, peningkatan kadar air ( $H_2O$ ) pada silika dapat diminimalkan sehingga risiko material menjadi lengket dan mudah menempel di dalam bin dapat dikurangi.



**Gambar 10.** Penambahan Atap Storage silika

*Sumber: Dokumentasi pribadi*

2. Kontrol kadar  $H_2O$  silika sebelum digunakan

Dilakukan pengendalian kualitas silika dengan cara pengujian kadar air ( $H_2O$ ) secara berkala sebelum material digunakan untuk proses feeding. Langkah ini bertujuan memastikan silika yang masuk ke sistem memiliki karakteristik yang sesuai dengan standar operasional dan tidak berpotensi menimbulkan masalah aliran material. Kontrol kadar air dilakukan rutin 3 kali perminggu dan dipetakan sebelah

mana yang akan digunakan untuk produksi guna menjaga stabilitas operasional, jika terdapat silika yang masih tinggi akan ditreatment terlebih dahulu. Berikut laporan mingguan hasil pengecekan kadar air silika:

**Tabel 5. Hasil Pengecekan Rutin Kadar H<sub>2</sub>O Silika**

<i>Silica Sand WF(weightfeeder) Quality Control</i>			
<i>Date</i>	<i>Sample ID</i>	<i>SiO<sub>2</sub> (%)</i>	<i>H<sub>2</sub>O (%)</i>
06.03.2025	T224018377	72,14	11,46
09.03.2025	T224018773	75,86	10,09
16.03.2025	T224019385	87,79	9,78
19.03.2025	T224019808	82,15	12,13
23.03.2025	T224021722	80,55	9,28
27.03.2025	T224022497	81,87	10,61
30.03.2025	T224023191	81,80	8,45
04.04.2025	T224023852	83,04	11,16
07.04.2025	T224024592	84,00	8,67
15.04.2025	T224024800	81,87	11,02
20.04.2025	T224025589	81,40	9,29
25.04.2025	T224026720	80,50	10,16
30.04.2025	T224027433	78,42	11,88
08.05.2025	T224029052	71,59	10,22
12. 05.2025	T224029088	86,66	12,84
17. 05.2025	T224029118	79,56	11,78
23. 05.2025	T224030007	86,67	10,72
25. 05.2025	T224030526	84,78	13,36
28. 05.2025	T224031591	78,94	12,82
30.05.2025	T224033553	80,6	13,85
<i>Target</i>		>80,00	≤11,00
<i>Min</i>		71,59	8,45
<i>Max</i>		87,79	13,85
<i>Avg</i>		81,01	<b>10,97</b>

*Sumber: Data TIS bulan Maret–Mei 2025*

### 3. Pembuatan interlock otomatis batas maksimal pengisian bin silika



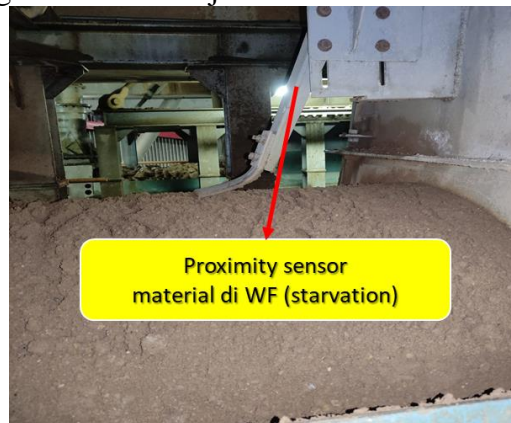
**Gambar 11.** Faceplate interlock auto stop pengisian level Bin

*Sumber: Dokumentasi pribadi*

Terkait pengisian bin silika, diterapkan interlock otomatis untuk membatasi level maksimal pengisian. Pengaturan ini bertujuan mencegah bin terlalu penuh, meningkatkan tekanan material, menyebabkan kompaksi, dan memperparah penempelan silika di dalam bin. Selektor H2 dapat diceklist untuk memastikan interlock berjalan, dengan nilai yang dapat dirubah menyesuaikan kondisi material silika.

#### 4. Penambahan interlock Air blaster berbasis proximity sensor

Sistem Air blaster dimodifikasi dengan penambahan interlock berbasis proximity sensor yang mendeteksi keberadaan material di atas weightfeeder. AB hanya aktif saat material tidak terdeteksi dan berhenti saat material sudah mengalir. Selain itu, sistem kontrol AB diintegrasikan ke ruang CCR sehingga operator dapat memantau dan mengendalikan kinerja Air blaster secara lebih efektif.

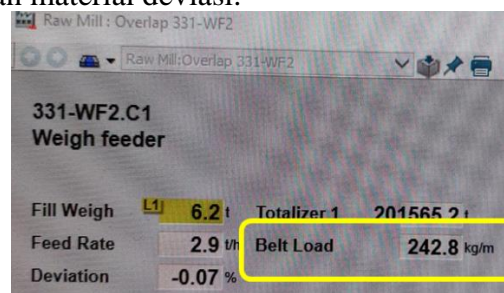


**Gambar 12.** Proximity sensor triger interlock start/stop AB

*Sumber: Dokumentasi pribadi*

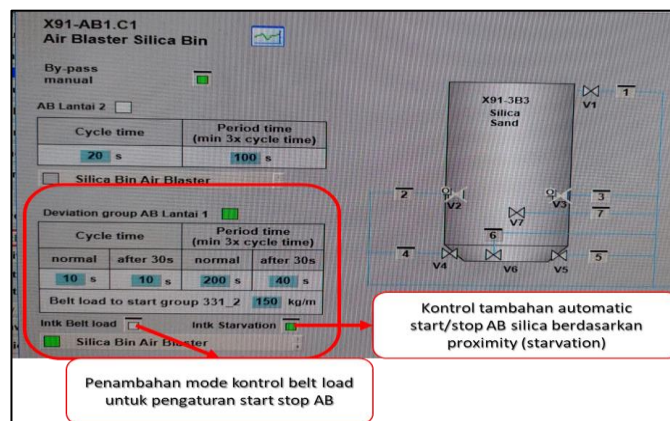
#### 5. Penambahan indikasi belt load dan integrasi dengan interlock Air blaster.

Dipasang indikasi belt load ke DCS di CCR untuk mengetahui kondisi aktual jumlah material di atas weightfeeder. Informasi ini digunakan sebagai dasar interlock start–stop Air blaster, sehingga Air blaster bekerja sesuai kondisi aktual material dan tidak menimbulkan pemadatan akibat tekanan berlebih. AB bekerja berdasarkan batas belt load (<100 kg/m aktif, 200–250 normal, >200 kg/m stop) artinya AB hanya aktif saat belt load dibawah 100 kg/m dan stop saat belt load 200 kg/m untukantisipasi sedini mungkin kejadian material deviasi.



**Gambar 13.** Indikasi belt load di 331-WF2

*Sumber: Dokumentasi pribadi*



**Gambar 14.** Faceplate AB mode interlock Belt load dan Startvation

*Sumber: Dokumentasi pribadi*

Penambahan proximity diatas WF dan indikasi belt load dibuat dasar pembuatan triger interlock baru aktivasi start dan stop AB secara otomatis. AB on saat indikasi material kosong ataupun belt load kurang dari target, dan stop saat ada indikasi material dari proximity maupun indikasi belt load sudah sesuai target. Sistem ini dirancang untuk memastikan AB bekerja secara adaptif sesuai kondisi aktual material di atas weightfeeder.

#### 6. Penambahan Air blaster di beberapa titik rawan

Untuk mengatasi penempelan material pada area bin yang sebelumnya tidak terjangkau, dilakukan penambahan Air blaster di beberapa titik rawan. Penambahan ini bertujuan memperluas zona mitigasi sehingga material silika dapat mengalir lebih merata dan risiko hanging material dapat diminimalkan.

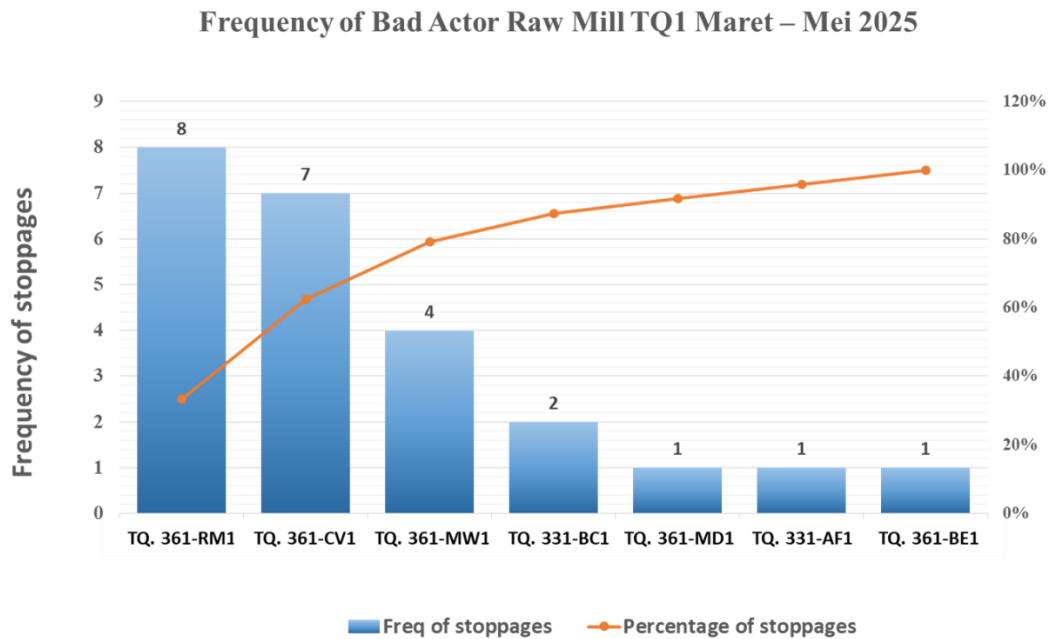


**Gambar 15.** Lokasi penambahan AB Baru

*Sumber: Dokumentasi pribadi*

#### Monitor Hasil Setelah Perbaikan pada 331-WF2

Berdasarkan data yang tercatat di TIS (Technical Information System) selama periode Maret-Mei 2025, setelah dilakukan perbaikan pada 331-WF2 sesuai dengan hasil analisa FMEA, Apolo Chart dan Kaizen, menunjukkan bahwa belum ditemukan adanya indikasi permasalahan atau gangguan 331-WF2 yang tercatat pada TIS, khususnya yang dapat menyebabkan terhentinya proses di Raw mill 1. Hal ini menunjukkan bahwa perbaikan berbasis analisa FMEA, Apolo Chart dan Kaizen yang dilakukan sejauh ini dapat dikategorikan berhasil dan efektif dalam menghilangkan potensi penyebab utama gangguan yang sebelumnya terjadi. Frekuensi stop Raw Mill 1 pada periode Maret–Mei 2025 disebabkan oleh peralatan lain, beberapa diantaranya adalah vibrasi di raw mill itu sendiri 361-RM1 yang dikarenakan kondisi roller dan table mill yang sudah mengalami keausan, kerusakan pada 361-CV1 cain conveyor, kegagalan proses di 361-MW1 dan beberapa minor di peralatan lain, bukan dikarenakan oleh suplai material di 331-WF2.



**Gambar 15.** Frekuensi Stop di Raw mill 1 (Maret-Mei 2025)  
*Sumber: Stop Log Data TIS Maret–Mei 2025*



**Gambar 16.** Memonitor kondisi WF setelah perbaikan  
*Sumber: Dokumentasi pribadi*

Kondisi material terpantau masih tetap dapat mengalir walupun material agak lengket. Ini merupakan inovasi yang sangat tepat karena dengan pengisian bin yang optimal dan penggunaan AB yang adaptif membantu kelancaran transportasi WF silika walaupun material terlihat agak lengket. Berdasarkan hasil pengujian laboratorium, kadar H<sub>2</sub>O silika sebelum pemasangan atap storage sebesar 15,86% dan menurun menjadi 10,90% setelah dipasang atap. Terjadi penurunan absolut sebesar 4,96% atau secara relatif sebesar 31,27%. Hal ini menunjukkan pemasangan atap storage efektif dalam mengurangi paparan air hujan terhadap material silika.

**Tabel 6. Tabel Perbandingan Kadar H<sub>2</sub>O sebelum dan sesudah Beratap**

Keterangan	Kadar SiO <sub>2</sub>	Kadar H <sub>2</sub> O
Sebelum <i>storage</i> memiliki atap	70,59	± 15,86
Setelah <i>storage</i> memiliki atap	87,79	± 10,90

*Sumber: Data sampling Kadar H<sub>2</sub>O dari laboratorium PT.SBI Tuban*

Meskipun belum ditemukan masalah baru dalam periode tersebut, pengawasan secara berkala tetap perlu dilanjutkan guna memastikan kestabilan dalam jangka panjang. Langkah ini bertujuan untuk mendeteksi secara dini jika terdapat potensi kegagalan lanjutan. Evaluasi berkala terhadap performa sistem aktivasi AB, termasuk pengecekan sensitivitas sensor, posisi pemasangan, dan respons sensor, perlu dilakukan untuk memastikan kestabilan dan akurasi sistem tetap terjaga dalam jangka Panjang.

## KESIMPULAN

- Berdasarkan hasil penggunaan metode Failure Mode and Effect Analysis (FMEA) dalam permasalahan di weightfeeder 331-WF2 di Raw mill 1, terdapat 3 mode kegagalan utama yang mempunyai resiko tinggi dan memerlukan segera penanganan. Ketiga permasalahan utamanya yaitu penempelan material silika di bin dengan nilai sebesar 324 RPN, Air Blaster tidak beroperasi secara optimal dengan nilai sebesar 270 RPN, dan isi bin yang terlalu tinggi dengan nilai sebesar 240 RPN.
- Penerapan RCA menggunakan Apolo Chart berhasil mengidentifikasi 4 akar masalah utama, yaitu:
  - Storage silika yang tidak beratap sehingga meningkatkan kadar air (H<sub>2</sub>O) material, dan kadar H<sub>2</sub>O yang belum terkontrol saat akan masuk kedalam bin.
  - Pengisian bin silika yang tidak terkontrol dan menyebabkan tekanan material berlebih,
  - Sistem kontrol Air blaster yang tidak adaptif terhadap kondisi aktual material,
  - Adanya zona bin yang tidak terjangkau oleh Air blaster.
- Solusi perbaikan dirumuskan secara komprehensif berdasarkan hasil FMEA dan RCA, mencakup aspek material, peralatan, sistem kontrol, dan prosedur operasional. Solusi tersebut kemudian diimplementasikan menggunakan pendekatan Kaizen 5W-1H agar perbaikan dilakukan secara terstruktur dan berkelanjutan. Berikut solusi perbaikan yang dihasilkan yang kemudian diimplementasikan untuk mengatasi permasalahan 331-WF2:
  - Pembuatan atap storage silika
  - Pengendalian kadar H<sub>2</sub>O
  - Pengaturan otomatis pengisian bin
  - Penambahan interlock Air blaster berbasis proximity sensor dan belt load
  - Penambahan Air blaster di zona rawan

Selain pengendalian kandungan H<sub>2</sub>O material silika, secara keseluruhan penerapan sistem aktivasi air blaster berbasis proximity sensor sebagai deteksi keberadaan material tepat di pengeluaran bin silika, kemudian menjadi pemicu (trigger) aktivasi air blaster untuk membantu memperlancar pengumpanan silika terbukti memberikan pengaruh positif yang signifikan terhadap efektivitas pengumpanan silika. Maka dapat disimpulkan sistem aktivasi air blaster dengan proximity sensor untuk mendeteksi keberadaan material di pengeluaran bin sangat efektif di terapkan untuk membantu memperlancar pengumpanan silika ke raw mill 1

Setelah dilakukan perbaikan pada 331-WF2 sesuai dengan solusi yang ada, maka selama periode Maret-Mei 2025 menunjukkan tidak ditemukan adanya indikasi

permasalahan atau gangguan yang tercatat pada TIS, khususnya yang dapat menyebabkan terhentinya proses di Raw mill 1. Perbaikan ini terbukti mampu meningkatkan stabilitas aliran material silika dan mengurangi potensi terjadinya hanging dan deviasi feeding.

### Saran

1. Meskipun belum ditemukan masalah baru dalam periode setelah perbaikan, monitoring dan evaluasi berkala terhadap sistem interlock Air blaster perlu terus dilakukan, khususnya pada sensitivitas proximity sensor dan akurasi indikasi belt load, untuk memastikan sistem tetap bekerja optimal dalam jangka panjang. Serta inspeksi atap storage juga perlu dipertimbangkan dari kebocoran.
2. Peningkatan kualitas material silika, khususnya pengendalian kadar air ( $H_2O$ ), sebaiknya menjadi perhatian utama. Meskipun sistem proximity bekerja efektif, kadar  $H_2O$  rata-rata pada silika dalam penelitian ini masih berada di atas standar pabrik ( $\leq 11\%$ ), yang berisiko memicu sumbatan dan penempelan material di bin. Perlu adanya treatment khusus saat penyimpanan material silika misalnya perlu dilakukan pengeringan terlebih dahulu dengan cara di jemur sebelum disimpan di storage yang beratap agar terhindar dari paparan air hujan secara langsung.
3. Sosialisasi kepada operator CCR dan teknisi terkait sistem berbasis sensor penting dilakukan agar proses pengawasan dan troubleshooting berjalan lebih efektif dan efisien, serta meminimalkan ketergantungan terhadap intervensi manual.

### DAFTAR PUSTAKA

- Abi, F., & Desrianty, A. (2023). Usulan Perbaikan Kualitas Produk Kerudung Berdasarkan Metode Failure Mode and Effect Analysis (FMEA) dan Pendekatan Prinsip Kaizen di CV Rabbani Asysa. *Prosiding Diseminasi Fakultas Teknologi Industri Genap 2021/2022*, 1, 1–11.
- Alhabsyi, G. A. P., Rangu, R. B., Syamsuddin, S., & Sani, H. (2024). *Pengenalan Kegiatan Pertambangan*. PT. Sonpedia Publishing Indonesia.
- Allo, S. L., Hanifi1, R., & Anjani2, R. D. (2022). Proses Produksi Mixer Tank Kapasitas 500 Liter Pada Pt. Xyz,. *Universitas Singaperbangsa Karawang.*, 8(July), 230–242.
- Aupanisa, D. (2022). Proses Produksi Semen Portlant PT . Semen Baturaja masalah produksi yang terjadi di PT . Semen Baturaja ( Persero ) Tbk , Memahami Proses Pembuatan semen.
- Chandradhinata, D., & Nurdiana, W. (2022). Analisis Pengendalian Kualitas Pada Crude Palm Oil untuk Meningkatkan Kualitas di PT. Condong Garut. *Jurnal Kalibrasi*, 19(1), 43–52. <https://doi.org/10.33364/kalibrasi/v.19-1.1045>
- De Fretes, R. A. (2022). Analysis of the Causes of Transformer Damage Using the Rca Method (Fishbone Diagram and 5-Why Analysis) At Pt. Pln (Persero) Kiandarat Service Office. *Agustus*, 16(2).
- DH Stamatis. (2019). Risk management using failure mode and effect analysis (FMEA) (ASQ (ed.)). Quality Press.
- Dhillon, B. S. (Balbir S. . (2006). *Maintainability, Maintenance, and Reliability for Engineers* (C. Press & T. & F. Group (eds.)). CRC Press Taylor & Francis Group.
- Global Manufacturing, I. (2018). Air Blaster Operating Instructions. *GlobalManufacturing.com*
- GmbH, Q. E. (2025). <https://www.schenckprocess.com/data/en/files/986/TECHNICAL-ARTICLE-CHOOSING-A-FEEDER.pdf>.
- Habibi, I. I. A., Siswoko, & Putri, R. I. (2016). Kontrol kecepatan weigh feeder pada sistem conveyor menggunakan metode pid. 3(1), 99–110.
- Herawati, N., Mulyani, A. S., Ranteallo, A. T., Manajemen, P. S., & Ekonomi, F. (2024). 9633-+9643 (2). 4, 9633–9643.
- Istitho'ah, N. (2024). Pencegahan Deviasi Material pada Weightfeeder 331-WF2 untuk menjaga Kualitas LSF. *Politeknik Negeri Jakarta (PNJ)*.

- Khofifah Saragih, S., & Ibrahim, H. (2023). Eksistensi Bisnis Internasional Ekspor Karet Alam Indonesia Ke China Dalam Meningkatkan Perekonomian Masyarakat Indonesia. *Jurnal Minfo Polgan*, 12(2), 2609–2617. <https://doi.org/10.33395/jmp.v12i2.13330>
- Mahsyar, A. A. (2023). Evaluasi Kinerja Crushing Plant Produksi Batu Andesit untuk Memenuhi Target Produksi 150 Ton/Jam Di PT GUNUNG BUMI PERKASA, KAB Sukabumi, Propinsi Jawa Barat. Skripsi UIN Syarif Hidayatullah Jakarta.
- Oktaviani, R., & Singgih, M. (2024). Analisis Perawatan Grinding Ball Guna Meminimalisasi Kerugian Akibat Recycle Produksi Semen. *Jurnal Ilmiah Wahana Pendidikan*, 10(9), 558–566.
- Pratama, J. N., Rojab, N., & Hernady, D. (2021). Perancangan dan Pembuatan Mekanisme Pengumpulan Material Bambu pada Mesin Penipis (Irat) Bambu. *Prosiding Diseminasi FTI Genap 2021/2022*.
- Puspitasari, H., Susetyo, J., & Khasanah, R. (2022). Produk Cacat Kemasan Minyak Telon. *Jurnal REKAVASI*, 10(1), 35–44.
- Putra, H. R. (2020). Analisis Maintenance Mesin Dalam Menunjang Kelancaran Produksi Pada PT. Sumber Sawit Sejahtera. Universitas Islam Riau.
- Rahmawati, D., Suprihardjo, R., Santoso, E. B., Setiawan, R. P., Pradinie, K., & Yusuf, M. (2016). Penerapan Metode Rootcause Analysis ( RCA ) dalam Pengembangan. *Jurnal Penataan Ruang*, 11, 1–9.
- Rizqya Ardiansyah, H., & Utami Handayani, N. (2023). Analisis Pengendalian Kualitas Produk Kain Grey PS 946 Dalam Upaya Mengurangi Tingkat Kecacatan Produk Menggunakan Metode Failure Mode And Effect Analysis (FMEA) Dan Pendekatan Kaizen (Studi Kasus PT Primissima). *Industrial Engineering Online Journal*, 12(3), 1–10.
- Safitri, D., Muzaki, M. M., & Safaruddin, S. (2022). OBSERVASI SIFAT, KANDUNGAN KIMIA & KADAR DEBU DI PT. SEMEN BATURAJA. *Jurnal Multidisipliner Bharasumba*, 1(04), 445–461.
- Sayuti, M., & Muhammad, S. R. (2013). Evaluasi manajemen perawatan mesin dengan menggunakan metode reliability centered maintenance pada PT. Z. Malikussaleh *Industrial Engineering Journal*, 2(1), 9–13.
- Suherman, A., & Cahyana, B. J. (2019). Pengendalian Kualitas Dengan Metode Failure Mode Effect And Analysis (FMEA) Dan Pendekatan Kaizen untuk Mengurangi Jumlah Kecacatan dan Penyebabnya. *Prosiding Semnastek 2019*, 16, TI-013. <https://jurnal.umj.ac.id/index.php/semnastek/article/view/5222>
- Ummah. (2023). Analisis Efektifitas Kinerja Mesin Cutting Manual Dan Otomatis Menggunakan Metode OEE (Overall Equipment Effectiveness ) Di PT. XYZ.
- Voley, G. (2008). *Mini Guide to Root Cause Analysis (Quality Management & Training Limited (ed.))*. Quality Management & Training Limited.
- Widodo, puput rahayu. (2024). Analisa Pengaruh Penambahan Shockblower pada Bin Silika untuk Mengurangi Deviasi Weightfeeder 332-WF2. Universitas Muhammadiyah Surabaya.
- Yusuf, M. (2024). PT Kilang Pertamina International Refery Unit II Production Sungai Pakning.
- Zerlynda Fitria Nur Mayanti, 14522187. (2018). Risk management on machine defects at PT, yoska prima inti with reality charting by apollo root cause analysis and defect forecasting by arima.