

ANALISIS KEGAGALAN WATER SUPPLY DI INDUSTRI SEMEN DENGAN METODE FAILURE MODE AND EFFECT ANALYSIS (FMEA)

Tesa Lonika ^{1)*}, Muhammad Isa ²⁾

^{1,2)} Universitas Mercu Buana

Corresponding Author: tesalonikaf88@gmail.com

ABSTRAK

Salah satu pabrik semen yang ada di Jawa Barat menghadapi masalah kegagalan suplai air di Cooling Tower yang mengganggu produksi semen akibat kebocoran pipa bawah tanah dan kerusakan Valve Clayton. Hal ini menyebabkan matinya peralatan utama dan penghentian produksi. Penelitian ini bertujuan menganalisis akar penyebab kegagalan suplai air menggunakan metode Failure Mode and Effects Analysis (FMEA) untuk mengidentifikasi risiko prioritas yang memengaruhi efisiensi sistem pendingin air. Data dikumpulkan dari teknisi dan manajer operasional menggunakan teknik expert sampling. Dengan FMEA, ditemukan bahwa kebocoran pipa bawah tanah dan kerusakan Valve Clayton memiliki nilai Risk Priority Number (RPN) tertinggi. Faktor lain seperti usia instalasi tua, kurangnya perawatan, dan sistem berbasis gravitasi tanpa kontrol memperburuk kegagalan suplai air. Akibatnya, terjadi kerusakan pompa, penurunan suplai air, dan penghentian produksi. Penelitian ini merekomendasikan penggantian pipa, pembaruan dokumentasi teknis, serta penerapan sistem pemeliharaan preventif untuk meningkatkan keandalan suplai air. Implementasi rekomendasi ini diharapkan menjamin keberlanjutan produksi dan mendukung sustainability.

Kata kunci: *Suplai Air, Valve Clayton, FMEA, RPN, Cooling Tower*

1. PENDAHULUAN

Air digunakan secara luas dalam industri semen, terutama untuk pendinginan peralatan guna menjaga suhu operasi yang optimal dan mencegah overheating. Efisiensi sistem pendinginan sangat penting untuk memastikan keandalan peralatan serta mengurangi konsumsi air berlebih. Namun, potensi kegagalan dalam sistem suplai air pendingin dapat menyebabkan gangguan operasional dan peningkatan biaya perawatan.

1.1 Latar Belakang

Di salah satu pabrik semen di Jawa Barat menggunakan mesin yang beroperasi 24 jam untuk menjaga kelangsungan produksi. Sistem pendingin air menjadi faktor penting dalam mendukung kinerja mesin, dengan suplai air berasal dari sungai Cileungsi yang melalui proses pengolahan di Sand Basin, Reservoir, dan Cooling Tower sebelum didistribusikan ke mesin-mesin. Sistem suplai air ini, yang sudah beroperasi lebih dari 30 tahun tanpa perawatan rutin atau dokumentasi teknis, menunjukkan berbagai kelemahan, termasuk kebocoran pipa bawah tanah dan kerusakan Valve Clayton. Permasalahan ini telah menyebabkan gangguan suplai air, kavitasi pompa, hingga penghentian produksi akibat overheating pada peralatan. Pada

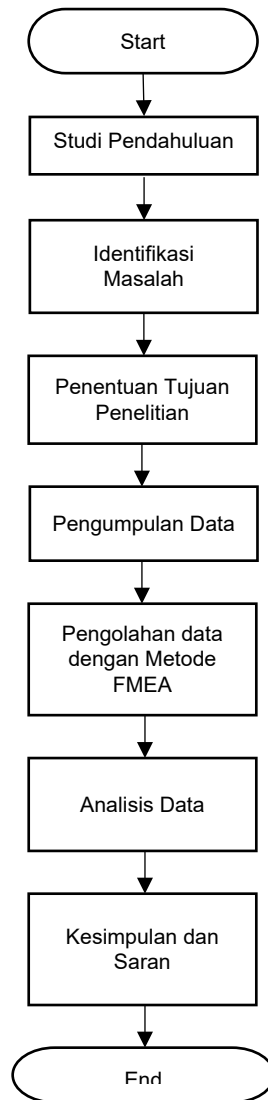
tahun 2023, tercatat kebocoran air sebesar 227.049 m³/tahun, menunjukkan tingkat kerugian yang signifikan bagi perusahaan.

1.2 Tujuan Penelitian

- a. Menganalisis penyebab kegagalan suplai air dengan menggunakan metode Failure Mode and Effect Analysis (FMEA), khususnya yang berkaitan dengan kondisi Valve Clayton.
- b. Memberikan rekomendasi perbaikan dan tindakan preventif untuk meningkatkan keandalan sistem pendingin air dan memastikan kelangsungan operasi produksi.

2. METODE

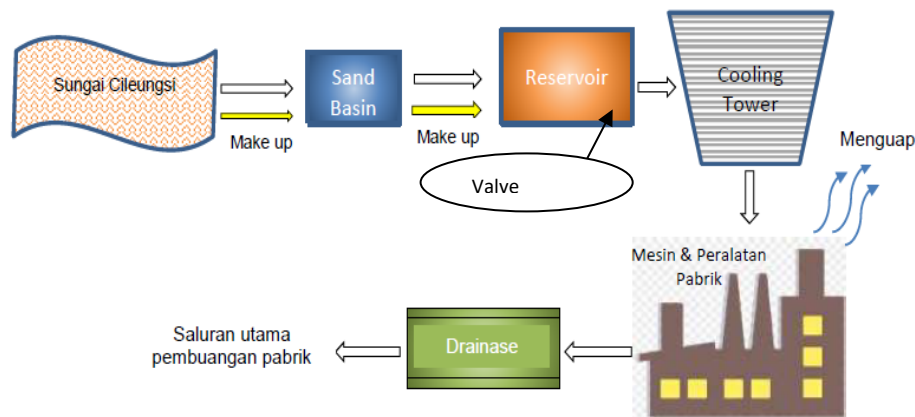
Penelitian dilakukan dengan menggunakan 2 pendekatan yaitu penelitian kuantitatif dan expert sampling. Pada tahap analisis data, penulis melakukan analisis menggunakan metode Failure Modes and Effect Analysis (FMEA). FMEA (Failure Mode and Effects Analysis) adalah metode analisis risiko yang digunakan untuk mengidentifikasi potensi kegagalan dalam suatu sistem atau proses. Metode ini bekerja dengan menentukan prioritas berdasarkan tingkat keparahan (Severity), frekuensi kejadian (Occurrence), dan deteksi (Detection). Penulis melakukan analisis menggunakan metode Failure Modes and Effect Analysis (FMEA) untuk menentukan prioritas dari berbagai potensi kegagalan yang dapat terjadi dalam sistem suplai air termasuk nilai RPN. Berikut adalah diagram alir rencana pelaksanaan penelitian.



Gambar 1. 1Diagram Alir

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Gambaran Umum Sistem Suplai Air. Berdasarkan Gambar 1 Air baku dari sungai Cileungsi dipompakan ke sand basin kemudian line pipa tersebut mengalirkan air menuju Reservoir) melewati Valve Clayton menggunakan pipa bawah tanah. Kemudian air dari reservoir dialirkan ke Cooling Tower untuk didistribusikan ke mesin dan peralatan pabrik yang memerlukan proses pendinginan. Air yang digunakan dalam proses pendinginan ini sebagian ada yang menguap dan sebagian ada yang terbuang ke drainase menuju saluran utama pembuangan pabrik.



Gambar 1 Skema Alur Air

Berdasarkan kondisi saat ini, ditemukan beberapa masalah pada sistem pendingin di area Cooling Tower. Salah satu masalah yang sering terjadi adalah meluapnya air dari Cooling Tower, yang dapat mengindikasikan adanya ketidakseimbangan dalam sistem pengisian dan pembuangan air, atau adanya kendala pada katup kontrol yang berfungsi mengatur level air di dalam Cooling Tower tersebut. Kondisi meluap ini tidak hanya berpotensi menyebabkan kerugian dalam hal penggunaan air, tetapi juga dapat mempercepat korosi di sekitar area Cooling Tower, menambah beban kerja pemeliharaan, dan meningkatkan risiko bagi keamanan operasional. Selain masalah pada Cooling Tower, ditemukan pula kebocoran di sejumlah titik pada pipa distribusi air, baik yang dapat dilihat secara langsung maupun kebocoran kecil yang sulit terlihat atau terdeteksi tanpa pemeriksaan mendalam.

Berdasarkan analisis data Neraca Air untuk tahun 2023, tercatat total volume kebocoran mencapai 227.049 m³ air. Jumlah ini mencerminkan tingkat kebocoran yang cukup signifikan dan menunjukkan bahwa sebagian besar suplai air mengalami pemborosan atau terbuang sebelum mencapai tujuan akhir yang membutuhkan suplai tersebut.

Berikut hasil wawancara dan survei langsung dengan teknisi di lapangan yang merupakan Supervisor Maintenance Utility yang telah bekerja selama >20 tahun serta membawahi 2 area yaitu Utility dan Maintenance Workshop:

Tabel 1 Hasil Wawancara

No	Pertanyaan	Jawaban
1	Bagaimana prosedur pemeliharaan yang diterapkan untuk sistem suplai air saat ini?	Prosedur pemeliharaan yang dilakukan menggunakan <i>check sheet</i> serta <i>Overhaul (Planned Maintenance)</i> yang diadakan setiap 1 tahun sekali.
2	Seberapa sering dilakukan inspeksi terhadap komponen <i>cooling tower</i> ?	Tidak ada inspeksi terhadap semua komponen <i>Cooling tower</i> , hanya ada inspeksi terhadap pompa dengan frekuensi inspeksi dilakukan sebanyak 3 kali dalam seminggu. Dan pembersihan rutin fan di <i>Cooling Tower</i> 1 kali dalam seminggu.
3	Seberapa sering terjadi kebocoran atau kerusakan pada pipa dalam 6 bulan terakhir?	Frekuensi kebocoran terjadi sebanyak 6 kali kejadian dalam enam bulan terakhir.

4	Apa penyebab umum kebocoran atau kerusakan pipa yang sering ditemukan?	Penyebab umum kebocoran pada pipa adalah korosi yang disebabkan usia dari pipa tersebut.
5	Bagaimana prosedur penanganan ketika terjadi kebocoran pada pipa?	Pada kasus ringan pipa akan dilakukan penyumbatana dengan wrap seal, sedangkan pada kasus berat perlunya penggantian pipa ataupun prosedur mekanikal lain.
6	Apakah ada catatan mengenai berapa lama waktu yang dibutuhkan untuk memperbaiki kebocoran pada pipa?	Waktu perbaikan kebocoran minimal 2 jam tergantung tingkat kebocoran, dan lokasi pipa yang bocor.
7	Apakah <i>Cooling Tower</i> mengalami kerusakan operasional dalam 6 bulan terakhir? Jika ya, berapa kali?	Ya terdapat beberapa kerusakan komponen <i>Cooling Tower</i> yaitu kerusakan <i>check valve</i> , rusaknya <i>seal</i> motor dan kapitasi pompa.
8	Apa penyebab kerusakan cooling tower yang paling sering terjadi?	Penyebab umum kerusakan <i>Cooling Tower</i> yang menyebabkan <i>over supply</i> dan <i>under supply</i> adalah kerusakan pada <i>Valve Clayton</i> dan kapitasi. Dalam 6 bulan terakhir terdapat 28 kali kejadian <i>supply drop</i> di <i>Cooling tower</i>
9	Apakah ada program pemeliharaan preventif khusus untuk <i>cooling tower</i> ?	Terdapat <i>checksheet</i> yang harus dilakukan sebanyak 3 kali dalam seminggu untuk inspeksi pompa di <i>Cooling Tower</i> , program <i>preventive</i> lain terdapat <i>overhaul (maintenance)</i> yang dilakukan sebanyak 1 kali dalam setahun.
10	Apakah pernah ada masalah dengan ketersediaan air atau fluktuasi suplai air yang memengaruhi operasi pabrik?	Ya, tercatat pada tanggal 10 November <i>equipment</i> utama yaitu Kiln mati dikarenakan suplai air <i>drop</i> di <i>Cooling Tower</i> sehingga menyebabkan <i>equipment</i> yang <i>interlock</i> dengan <i>Kiln</i> panas dan menyebabkan <i>Kiln</i> mati selama 2 jam.
11	Apakah terdapat catatan khusus terkait kebocoran, kerusakan pipa, dan kerusakan <i>cooling tower</i> yang terdokumentasi?	Dokumentasi tersebut terdapat di dalam <i>logbook</i> manual <i>team maintenance utility</i> .

Berdasarkan data dan hasil brainstorming dengan pembimbing lapangan yaitu Bapak Beni Yudistira sebagai karyawan maintenance Utility serta dikonfirmasi oleh Bapak Dwiyono yang merupakan Supervisor Maintenance Utility berikut adalah kegagalan-kegagalan komponen pada sistem suplai air termasuk Cooling Tower dan nilai RPN nya.

Tabel 2 Nilai Perhitungan RPN

	<i>Equipment Sub-Systems</i>	<i>Failure Modes</i>		<i>Cause</i>	<i>Effect</i>	<i>S</i>	<i>O</i>	<i>D</i>	<i>RP N</i>
A	Pompa	Pompa gagal beroperasi	1	Pompa rusak karena over lifetime	Pompa tidak dapat menghisap air karena motor tidak berputar.	7	6	5	210
			2	Kavitasi oleh seal bocor	Pompa tidak dapat menghisap air jika terdapat udara di suction (kavitasi)	7	7	6	294
			3	Coupling putus	Pompa tidak dapat beroperasi jika coupling antara motor dan pompa putus	7	3	5	105
			4	Check valve macet	Air tidak dapat mengalir ke pompa jika check valve macet karena tertutup disc	5	4	4	80
B	Motor	Motor mati	1	Motor rusak karena over lifetime	Motor tidak dapat beroperasi dengan baik karena komponen-komponennya mengalami keausan dan penurunan kinerja	8	6	5	240
			2	Tidak ada daya listrik	Motor tidak dapat berputar karena tidak adanya sumber daya listrik	8	3	5	120
			3	Over current	Motor trip karena arus berlebihan	8	5	5	200
C	Pipa	Pipa bocor	1	Korosi karena exposure air terus menerus	Pipa tidak dapat mengalirkan air dengan utuh karena kebocoran	5	7	5	175

					yang terjadi akibat korosi				
D	Cooling Tower	Cooling Tower Performa menurun	1	Cooling fill kotor	Heat exchanger tidak dapat menyerap panas dari air dengan baik karena tertutup kotoran	6	7	5	210
			2	Kipas mati	Air tidak dapat didinginkan dengan baik karena kipas mati	8	5	4	160
E	Sensor Temperature	Sensor abnormal	1	Sensor over lifetime	Suhu air tidak dapat dideteksi dengan benar karena penurunan performa	5	6	5	150
F	Flow meter	Flow meter malfungsi	1	Flow meter over lifetime	Pengukuran debit air tidak dapat diukur dengan benar karena penurunan performa	5	5	5	125
G	Clayton Valve	Valve stuck	1	Membran rusak	Air tidak dapat mengalir ataupun bebas mengalir karena membran sobek ataupun kehilangan elastisitasnya	8	9	9	648
H	Pressure Gauge	Pressure Gauge gagal beroperasi	1	Rusak karena pemakaian	Tekanan tidak dapat diukur dengan benar karena mengalami keausan	5	5	5	125
I	Level Sensor	Sensor abnormal	1	Sensor over lifetime	Ketinggian air tidak dapat diukur dengan benar karena mengalami penurunan performa	5	5	5	125

Berdasarkan nilai Risk Priority Number (RPN), berikut adalah kegagalan dengan nilai RPN tertinggi, yang perlu diutamakan untuk tindakan mitigasi. Valve Clayton stuck, Pompa Mati karena kavitasi dan Motor mati karena over lifetime masing-masing dengan RPN 648, 294, dan 240.

4. KESIMPULAN

Berdasarkan analisis terhadap sistem pendingin di area Cooling Tower, terdapat beberapa masalah utama yang perlu segera ditangani untuk menjaga keandalan operasional. Hasil analisis FMEA menunjukkan bahwa komponen kritis seperti motor, pompa, dan Valve Clayton memiliki nilai RPN tertinggi, yang mengindikasikan potensi kegagalan yang signifikan. Salah satu kegagalan utama adalah valve stuck akibat membran rusak pada Clayton Valve dengan nilai RPN 648. Kegagalan ini dapat menyebabkan aliran air tertahan atau mengalir bebas, yang berisiko mengganggu kestabilan suplai air. Untuk mengatasi hal ini, disarankan mengganti jalur air menggunakan pompa agar tidak lagi berada di bawah tanah. Selain itu, kegagalan lainnya adalah pompa mati akibat kavitasi serta motor mati karena over lifetime, yang dapat menyebabkan sistem suplai air berhenti beroperasi. Untuk mitigasi risiko ini, diperlukan perawatan berkala dengan mengecek seal pada pompa dan melakukan inspeksi rutin pada motor guna memastikan kinerja tetap optimal.

DAFTAR PUSTAKA

- Diana Rachmawati, O., Iza Riris, F., Ahmad Nurfaizi, F., Sa, F., Teknik Kimia, J., & Negeri Malang, P., 2024, EVALUASI EFISIENSI POMPA SENTRIFUGAL PADA RUMAH TANGGA DI DESA GERIH-KABUPATEN NGAWI, In JCI Jurnal Cakrawala Ilmiah (Vol. 3, Issue 8).
- Abrar, M., 2021, RANCANG BANGUN RETURN PIPE UNTUK PENGOPTIMALAN WATER RETURN COOLING SYSTEM PT. SOLUSI BANGUN ANDALAS, Politeknik Negeri Jakarta, dilihat pada 18 Juni 2024, <https://repository.pnj.ac.id/id/eprint/4076/>
- Ardyansyah, R., 2021, ANALISIS PENYEBAB CACAT PRODUK MENGGUNAKAN METODE FAILURE MODE AND EFFECT ANALYSIS (FMEA) PADA PT, SINAR SANATA ELECTRONIC INDUSTRY, Universitas Nasional Semen Indonesia, dilihat pada 19 Juni 2024, <https://repository.uisi.ac.id/5360/>
- Adhi, A., (2021), RANCANG BANGUN SISTEM MONITORING LEVEL AIR RESERVOIR. Politeknik Negeri Jakarta, dilihat pada 20 Agustus 2024, <https://repository.pnj.ac.id/id/eprint/4076/>
- Fauzi, Y. A., & Aulawi, H., (2016), ANALISIS PENGENDALIAN KUALITAS PRODUK Peci Jenis Overset Yang Cacat Di Pd. Panduan Illahi Dengan Menggunakan Metode Fault Tree Analysis (FTA) Dan Metode Failure Mode And Effect Analysis (FMEA), dilihat pada 20 Agustus 2024, <http://jurnal.sttgarut.ac.id>
- Taufiqurrahman, R., (2022), FAILURE MODE EFFECT ANALYSIS (FMEA) DAN FAULT TREE ANALYSIS (FTA) (STUDI KASUS: CV. UNICO INDONESIA), Universitas Islam Sultan Agung, dilihat pada 01 September 2024, <https://repository.unissula.ac.id/28020/>