Science and Education Journal
Vol 5 No 2 (2026)
E-ISSN : 2962-9713
P-ISSN : 2963-928X

Identifikasi Dan Perbaikan Kegagalan Operasional Mesin *Chiller* Menggunakan *Failure Tree Analysis* (FTA), *Failure Mode And Effects Analysis* (FMEA), Dan 5w+1h Di PT MIJ 1

Muhamad Arraffi[1], Abimanyu[2], Rakay Edhiargo Toyosito[3], Sita Kurniaty Ratoko[4], Lifia Citra Ramadhanti[5]
[1]Teknik Industri, Universitas Tangerang Raya, arafimuhamad7@gmail.com
[2]Teknik Industri, Universitas Tangerang Raya, abimanyu@untara.ac.id
[3]Teknik Industri, Universitas Tangerang Raya, rakaytoyosito@untara.ac.id
[4]Teknik Industri, Universitas Tangerang Raya, sitakurniaty89@gmail.com
[5]Teknik Industri, Universitas Singaperbangsa Karawang, lifia.citra@ft.unsika.ac.id

Abstrak

Mesin *chiller* merupakan peralatan penting dalam menjaga suhu ruangan produksi agar tetap sesuai standar proses. Tingginya frekuensi kerusakan mesin *chiller* dapat mengganggu operasional produksi, menurunkan kualitas produk, serta meningkatkan biaya perawatan. Oleh karena itu, diperlukan analisis yang komprehensif untuk mengidentifikasi penyebab kerusakan dan menentukan tindakan perbaikan yang tepat. Penelitian ini bertujuan untuk menganalis penyebab tingginya tingkat kerusakan mesin *chiller* di area Utility PT MIJ 1 serta menyusun usulan perbaikan yang efektif untuk meminimalkan potensi kegagalan. Metode yang digunakan dalam penelitian ini meliputi *Fault Tree Analysis* (FTA) untuk mengidentifikasi akar penyebab kegagalan, *Failure Mode and Effects Analysis* (FMEA) untuk menentukan prioritas risiko berdasarkan *nilai Risk Priority Number* (RPN), *diagram Ishikawa* untuk mengelompokkan faktor penyebab, serta pendekatan 5W+1H untuk menyusun rekomendasi perbaikan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa penyebab utama kerusakan berasal dari aspek metode, mesin, dan manusia. Berdasarkan analisis FMEA, tiga penyebab dengan nilai RPN tertinggi adalah belum adanya standar parameter atau SOP operasional mesin *chiller* (RPN = 180), mesin *chiller* mengalami *shutdown* dan tidak *termonitoring* (RPN = 180), serta kurangnya pelatihan teknisi (RPN = 120). Analisis *Ishikawa* dan FTA menguatkan bahwa ketiga faktor tersebut merupakan akar penyebab dominan. Implementasi perbaikan melalui penyusunan SOP, pelatihan teknisi, dan pemasangan sistem *monitoring* menghasilkan penurunan suhu ruangan produksi dari 23,9°C menjadi 21,3°C atau sebesar 10,88% dalam periode enam bulan. Dapat disimpulkan bahwa penerapan metode FTA, FMEA, dan *ishikawa* efektif dalam mengidentifikasi akar penyebab kerusakan serta mendukung penyusunan tindakan perbaikan yang mampu meningkatkan kinerja mesin *chiller*. Perusahaan disarankan untuk melakukan evaluasi berkala terhadap SOP, program pelatihan teknisi, dan sistem monitoring guna menjaga keandalan mesin secara berkelanjutan.

Kata Kunci: *Mesin Chiller, Fault Tree Analysis (FTA), Failure Mode and Effects Analysis (FMEA), Diagram Ishikawa, 5W+1H.*

Abstract

A chiller machine is an essential piece of equipment used to maintain production room temperatures within the required process standards. A high frequency of chiller failures can disrupt production operations, reduce product quality, and increase maintenance costs. Therefore, a comprehensive analysis is required to identify the causes of failures and determine appropriate corrective actions. This study aims to analyze the causes of the high failure rate of the chiller machine in the Utility Area of PT MIJ 1 and to develop effective improvement recommendations to minimize potential failures. The methods employed in this study include Fault Tree Analysis (FTA) to identify the root causes of failures, Failure Mode and Effects Analysis (FMEA) to prioritize risks based on the Risk Priority Number (RPN), the Ishikawa Diagram to classify contributing factors, and the 5W+1H approach to formulate improvement recommendations. The results indicate that the main causes of chiller failures are related to method, machine, and human factors. Based on the FMEA analysis, the three dominant

E-ISSN : 2962-9713
P-ISSN : 2963-928X

causes with the highest RPN values are the absence of standard operating parameters or Standard Operating Procedures (SOPs) for chiller operation (RPN = 180), chiller shutdown conditions that are not monitored (RPN = 180), and insufficient technician training (RPN = 120). The Ishikawa and FTA analyses further confirm that these three factors are the dominant root causes of failure. The implementation of corrective actions through SOP development, technician training, and the installation of a monitoring system resulted in a reduction in production room temperature from 23.9°C to 21.3°C, representing an improvement of 10.88% over a six-month period. In conclusion, the application of FTA, FMEA, and the Ishikawa Diagram is effective in identifying the root causes of failures and supporting the development of corrective actions that improve chiller machine performance. The company is recommended to conduct periodic evaluations of SOP implementation, technician training programs, and monitoring systems to maintain machine reliability on a sustainable basis
Keywords: *Chiller Machine, Fault Tree Analysis (FTA), Failure Mode and Effects Analysis (FMEA), Ishikawa Diagram, 5W+1H.*

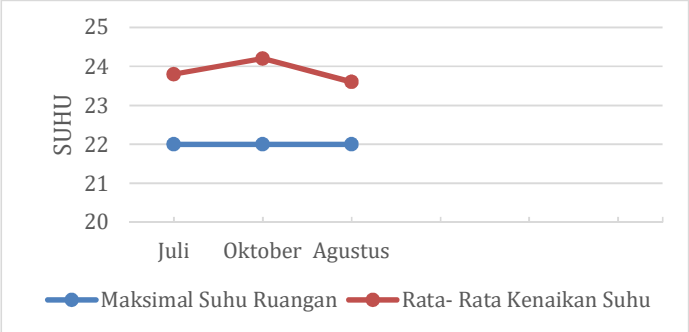
Corresponding Author:
Muhamad Arrafi

Universitas Tangerang Raya, arafimuhamad7@gmail.com

PENDAHULUAN

Dalam industri manufaktur pangan, kestabilan temperatur ruang produksi merupakan salah satu faktor penting yang berpengaruh terhadap kualitas produk, efisiensi proses, serta kontinuitas operasional perusahaan. Mesin *chiller* menjadi komponen utama dalam sistem *Heating, Ventilation, and Air Conditioning* (HVAC) yang berfungsi menjaga suhu ruangan sesuai standar proses produksi. Gangguan pada mesin *chiller* dapat menyebabkan peningkatan suhu ruangan, penurunan kualitas produk, meningkatnya konsumsi energi, hingga terjadinya *downtime* produksi. Oleh karena itu, keandalan operasional mesin *chiller* perlu dijaga melalui sistem pemeliharaan yang efektif dan berbasis analisis kegagalan (Susilo, 2020).

Berdasarkan data operasional PT MIJ 1, mesin *chiller* mengalami berbagai gangguan seperti *high condenser temperature*, *shutdown* unit, kerusakan *bearing*, gangguan *relay*, serta kegagalan sistem kontrol yang menyebabkan temperatur ruang produksi meningkat hingga mencapai 24,2°C, melebihi standar operasional sebesar 20–22°C. Kondisi tersebut menunjukkan bahwa sistem penanganan kerusakan yang masih bersifat korektif belum mampu mengidentifikasi akar penyebab kegagalan secara menyeluruh sehingga potensi kerusakan berulang masih cukup tinggi. Berikut merupakan rata-rata kenaikan suhu pada ruangan produksi dibulan Juli 2025 sampai September 2025:



Gambar 1. Rata-Rata Kenaikan Suhu Ruang *Butter Cookies Moulding*

E-ISSN : 2962-9713
P-ISSN : 2963-928X

Beberapa penelitian terdahulu telah membuktikan bahwa metode *Fault Tree Analysis* (FTA) efektif digunakan untuk mengidentifikasi akar penyebab kegagalan sistem secara sistematis melalui pendekatan *top-down* sehingga hubungan antar penyebab kegagalan dapat diketahui secara logis (Febrianty, 2023). Selain itu, *Failure Mode and Effects Analysis* (FMEA) banyak digunakan untuk menentukan prioritas risiko kegagalan berdasarkan nilai *Risk Priority Number* (RPN), sehingga perusahaan dapat memfokuskan sumber daya pada penyebab kegagalan yang memiliki tingkat risiko tertinggi (Hisprastin & Musfiroh, 2021). Pendekatan Diagram Ishikawa juga mampu mengelompokkan faktor penyebab berdasarkan aspek manusia, mesin, metode, material, dan lingkungan sehingga mempermudah proses identifikasi akar masalah (Hisprastin & Musfiroh, 2021). Selanjutnya, metode 5W+1H telah digunakan sebagai pendekatan sistematis dalam menyusun rencana tindakan perbaikan yang lebih terarah dan mudah diimplementasikan di lingkungan industri (Misrah, 2021).

Meskipun demikian, sebagian besar penelitian sebelumnya hanya memanfaatkan satu atau dua metode analisis kegagalan secara terpisah sehingga hasil identifikasi masih terbatas pada penentuan akar penyebab ataupun prioritas risiko tanpa mengevaluasi implementasi tindakan perbaikan secara komprehensif. Penelitian mengenai kegagalan operasional mesin *chiller* pada industri makanan juga masih relatif terbatas, khususnya yang mengintegrasikan metode FTA, Diagram Ishikawa, FMEA, dan 5W+1H dalam satu kerangka analisis hingga tahap implementasi perbaikan serta evaluasi hasilnya.

Kebaruan (*scientific novelty*) penelitian ini terletak pada penerapan pendekatan terintegrasi antara *Fault Tree Analysis* (FTA), Diagram Ishikawa, *Failure Mode and Effects Analysis* (FMEA), dan metode 5W+1H untuk mengidentifikasi akar penyebab kegagalan operasional mesin *chiller*, menentukan prioritas risiko menggunakan nilai *Risk Priority Number* (RPN), menyusun strategi perbaikan, serta mengevaluasi efektivitas implementasi perbaikan berdasarkan perubahan temperatur ruang produksi di PT MIJ 1. Pendekatan tersebut menghasilkan analisis yang lebih komprehensif dibandingkan penelitian sebelumnya karena tidak hanya berhenti pada identifikasi risiko, tetapi juga mengevaluasi dampak implementasi tindakan perbaikan terhadap peningkatan keandalan sistem pendingin.

Berdasarkan uraian tersebut, penelitian ini merumuskan tiga permasalahan utama, yaitu bagaimana mengidentifikasi akar penyebab kegagalan operasional mesin *chiller* menggunakan metode FTA, bagaimana menentukan prioritas potensi kegagalan menggunakan metode FMEA berdasarkan nilai RPN, serta bagaimana menyusun usulan tindakan perbaikan menggunakan pendekatan 5W+1H agar mampu meningkatkan keandalan operasional mesin *chiller*.

Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi akar penyebab kegagalan operasional mesin *chiller* menggunakan metode FTA, menentukan prioritas risiko kegagalan berdasarkan metode FMEA, serta menyusun usulan tindakan perbaikan menggunakan pendekatan 5W+1H guna meningkatkan keandalan operasional mesin *chiller* pada area Utility PT MIJ 1.

METODE

Penelitian ini menggunakan pendekatan deskriptif kualitatif dengan studi kasus yang bertujuan mengidentifikasi akar penyebab kegagalan operasional mesin *chiller* serta menyusun usulan tindakan perbaikan pada area Utility PT MIJ 1. Penelitian dilaksanakan di PT MIJ 1, Kabupaten Tangerang, Banten, dengan objek penelitian berupa mesin *chiller* yang berfungsi sebagai sistem pendingin ruang produksi *Butter Cookies*. Data yang digunakan terdiri atas data primer yang diperoleh melalui observasi langsung terhadap kondisi operasional mesin, wawancara dengan teknisi dan operator Utility, serta data sekunder berupa histori kerusakan mesin, data temperatur ruang produksi, dokumen pemeliharaan, dan standar operasional perusahaan selama periode Oktober 2025 hingga Maret 2026.

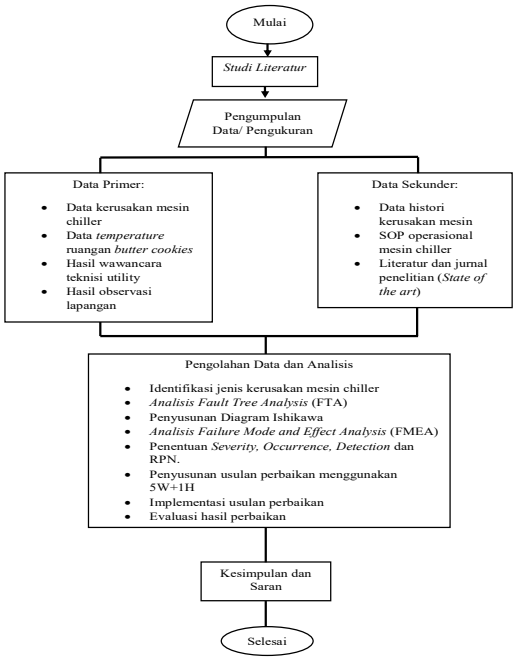
E-ISSN : 2962-9713
P-ISSN : 2963-928X

Peralatan utama yang digunakan dalam penelitian meliputi mesin *chiller* McQuay sebagai objek penelitian, sistem *Human Machine Interface* (HMI) berbasis EasyBuilder untuk monitoring parameter operasional secara *real-time*, perangkat komputer untuk pengolahan data, serta formulir inspeksi dan dokumen histori kerusakan sebagai media pencatatan hasil observasi. Penggunaan HMI memungkinkan proses pemantauan temperatur, tekanan, status kompresor, alarm sistem, serta parameter operasional lainnya dilakukan secara berkelanjutan sehingga memudahkan proses identifikasi kegagalan.

Analisis data dilakukan menggunakan metode *Fault Tree Analysis* (FTA), Diagram Ishikawa, *Failure Mode and Effects Analysis* (FMEA), dan pendekatan 5W+1H. Metode FTA digunakan untuk mengidentifikasi hubungan logis antar penyebab kegagalan sehingga diperoleh akar penyebab (*root cause*) dari gangguan operasional mesin *chiller*. Selanjutnya, Diagram Ishikawa digunakan untuk mengelompokkan penyebab kegagalan berdasarkan aspek manusia (*man*), mesin (*machine*), metode (*method*), material (*material*), dan lingkungan (*environment*). Hasil identifikasi tersebut kemudian dianalisis menggunakan metode FMEA melalui penilaian tingkat keparahan (*severity*), peluang kejadian (*occurrence*), dan kemampuan deteksi (*detection*) untuk memperoleh nilai *Risk Priority Number* (RPN). Nilai RPN dihitung menggunakan Persamaan (1).

Hasil perhitungan RPN digunakan untuk menentukan prioritas kegagalan yang memerlukan tindakan perbaikan. Selanjutnya, rekomendasi perbaikan disusun menggunakan pendekatan 5W+1H yang meliputi identifikasi tindakan yang dilakukan (*what*), pihak yang bertanggung jawab (*who*), waktu pelaksanaan (*when*), lokasi implementasi (*where*), alasan pelaksanaan (*why*), dan mekanisme pelaksanaan (*how*). Efektivitas implementasi perbaikan dievaluasi melalui perbandingan temperatur ruang produksi sebelum dan sesudah tindakan perbaikan selama periode pengamatan enam bulan.

Tahapan penelitian diawali dengan identifikasi permasalahan berdasarkan data histori kerusakan mesin *chiller*, dilanjutkan dengan pengumpulan data melalui observasi dan wawancara, analisis akar penyebab menggunakan FTA dan Diagram Ishikawa, penentuan prioritas risiko menggunakan FMEA, penyusunan usulan perbaikan melalui metode 5W+1H, implementasi tindakan perbaikan, serta evaluasi hasil berdasarkan perubahan temperatur ruang produksi dan kondisi operasional mesin.



Gambar 2. Diagram Alir Penelitian

E-ISSN : 2962-9713
P-ISSN : 2963-928X

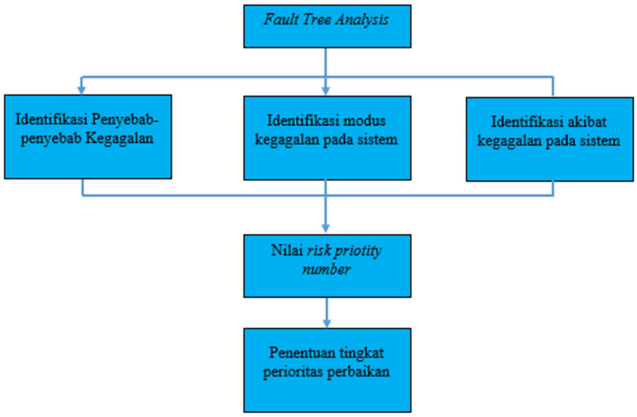
HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengumpulan Data

Sebelum menyusun laporan ini, penulis terlebih dahulu melaksanakan penelitian dan pengumpulan data yang dibutuhkan guna menunjang upaya pemecah masalah. Permasalahan utama yang menjadi focus adalah potensi kegagalan operasional mesin *chiller* yang terjadi selama proses pengoprasian, yang secara langsung mempengaruhi mutu produk. Sebagai dasar analisis, penulis mengumpulkan data kerusakan pada saat opearsional mesin *chiller* dari periode Oktober 2025 hingga Maret 2026. Dari hasil pengumpulan data tersebut, diperoleh berbagai jenis kerusakan yang muncul selama proses operasional berlangsung.

Tahapan Penyelesaian Malasah Operasional Mesin *Chiller*

Berikut adalah tahapan penyelesaian masalah opersional mesin *chiller*. Seperti Gambar 1 dibawah ini:



Gambar 3. Tahapan penyelesaian masalah
Sumber: Pengumpulan Data, (2026)

Metode *Fault Tree Analysis* (FTA) menerapkan pendekatan *top-down*, yaitu analisis yang dimulai dari tingkat sistem secara keseluruhan (*top level*) kemudian ditelusuri ke bagian yang lebih rendah untuk mengidentifikasi penyebab kegagalan. Karena FTA merupakan bagian dari analisis sistem, maka perlu dipahami terlebih dahulu konsep dasar sistem itu sendiri. Sistem dapat didefinisikan sebagai sekumpulan elemen atau komponen yang saling berinteraksi dan bekerja sama untuk mencapai tujuan tertentu. Dalam konteks ini, metode analisis sistem digunakan untuk mengidentifikasi serta menganalisis potensi kesalahan atau kegagalan yang terjadi di dalam suatu sistem.

Jenis Kerusakan Pada Mesin *Chiller*

Berikut data kerusakan mesin *chiller* di area *utility* seperti pada Tabel 1 dibawah ini.

Tabel 1. Peluang Terjadinya Kerusakan Komponen Mesin *Chiller*

No.	Jenis Kerusakan	Kejadian	Bulan					
			Okt-2025	Nov-2025	Des-2025	Jan-2026	Feb-2026	Mar-2026
	Mekanik							
1	*Bearing*	3	1		1			1
2	Kopling	1		1				
3	*Filter Oil*	1						1
	Elektrikal							
1	Sekring	2		1		1		
2	Kontak *relay*	2			1		1	
3	Peralatan *control*	1				1		

E-ISSN : 2962-9713
P-ISSN : 2963-928X

	Sistem Fluida & Proteksi							
7	Kebocoran oli & *freon*	1		1				
8	*Flow switch*	1				1		
Total		12						

Sumber: Data Perusahaan, (2026)

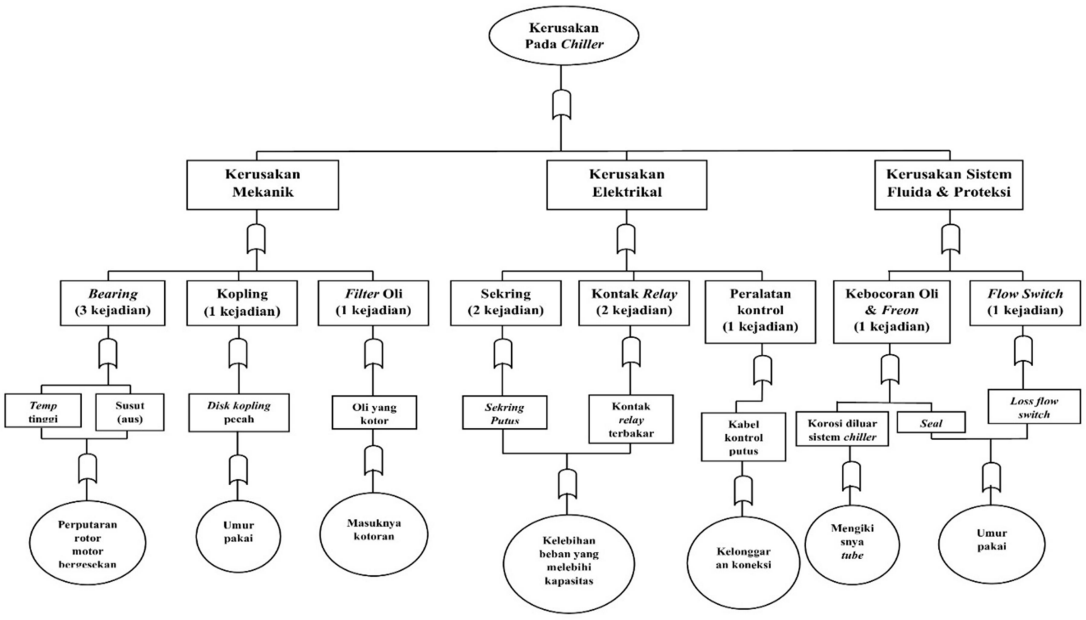
Data periode Juli–September 2025 digunakan sebagai data pendahuluan untuk menunjukkan adanya peningkatan suhu ruangan produksi akibat gangguan operasional mesin *chiller*. Sedangkan data kerusakan yang dianalisis dalam penelitian ini dibatasi pada periode Oktober 2025 sampai Maret 2026. Menurut hasil data pada Tabel 1 dimana kerusakan selama operasional mesin *chiller* di area *utility* selama periode Oktober 2025 sampai dengan Maret 2026 mencapai 12 kali kerusakan. Sehingga komponen yang sering terjadi pada kerusakan harus *dimonitoring*.

Pengolahan Data

Berdasarkan Tabel 1 diatas, dapat dilihat bahwa jenis kerusakan paling dominan adalah *bearing* yang menyumbang lebih dari separuh total kerusakan. Hal ini menunjukkan bahwa penanganan *chiller* saat proses operasional belom dilakukan secara optimal, khusus nya pada saat pemeliharaan terkait *sparepart* yang krusial terhadap kerusakan, maka dari itu langkah selanjutnya akan diterapkan langkah perbaikan menggunakan metode *Failure Tree Analysis* (FTA) serta dengan metode *Failure Mode and Effects Analysis* (FMEA). Proses pengolahan data dilakukan melalui membuat diagram *fishbone*. Diagram *fishbone* dimanfaatkan untuk menganalisis hubungan sebab-akibat dari suatu permasalahan dengan menelusuri faktor-faktor penyebab yang terlibat.

Pengolahan Data Kerusakan Mesin *Chiller*

Pengolahan data dengan metode *Fault Tree Analysis* (FTA) dilakukan dengan mengidentifikasi masalah yang paling dominan. Berikut merupakan data kerusakan selama operasional mesin *chiller* periode Oktober 2025 hingga Maret 2026 yang ditampilkan pada Gambar 2



Gambar 4. Diagram FTA

Sumber: Pengolahan Data, (2026)

E-ISSN : 2962-9713
P-ISSN : 2963-928X

Berdasarkan hasil *Fault Tree Analysis* (FTA), diketahui bahwa kegagalan operasional mesin *chiller* disebabkan oleh tiga kelompok penyebab utama yaitu gangguan mekanik, gangguan elektrikal, dan gangguan sistem fluida. Ketiga kelompok penyebab tersebut kemudian diuraikan menjadi beberapa *basic event* yang berkontribusi terhadap terjadinya shutdown mesin *chiller*.

Analisis Penyebab Kerusakan Mesin *Chiller* Dengan *Fault Tree Analysis* (FTA)

Setelah dilakukan pengumpulan data mengenai kerusakan yang terjadi pada kegagalan operasional mesin *chiller* menggunakan akar pohon *Fault Tree Analysis* (FTA) pada Gambar 2 dari bulan Oktober 2025 hingga Maret 2026. Hasil analisis tersebut ditampilkan pada Tabel 2 sebagai berikut:

Tabel 2. Faktor Penyebab Kegagalan Mesin *Chiller*

No.	Faktor Kerusakan	Penyebab Gangguan	Keterangan
		Temperatur Tinggi	Tingginya temperatur pada *bearing* menyebabkan sensor temperatur aktif dan memicu *alarm* pada sistem *Microtech.* Kondisi ini mengakibatkan *chiller* mengalami *shutdown* sehingga terjadi kegagalan operasional (berdasarkan hasil wawancara).
1	*Bearing*	Susut (aus)	Keausan bearing akibat perputaran rotor motor yang menimbulkan gesekan terus-menerus menyebabkan penurunan kondisi bearing. Hal ini mempercepat kenaikan temperatur, mengaktifkan sensor temperatur, dan memicu *alarm* pada sistem *Microtech* sehingga *chiller* mengalami *shutdown* dan berujung pada kegagalan operasional.
2.	Kopling	*Disk kopling* pecah	Kerusakan disk *kopling* disebabkan oleh pemasangan yang tidak *center* antara motor dan kompresor serta faktor umur pakai. Kondisi ini menyebabkan putaran tidak simetris, memicu kerusakan pada motor dan *bearing*, hingga menimbulkan *alarm* yang berujung pada kegagalan operasional *chiller*.
3	Kontak *relay*	Kontak *relay* terbakar	Kontak *relay* terbakar akibat beban yang melebihi kapasitas sehingga menimbulkan panas berlebih pada kontak. Kondisi ini menyebabkan aliran arus listrik terputus dan mengakibatkan *chiller* tidak dapat beroperasi.
4	*Sekring*	*Sekring* putus	Putusnya s*ekring* terjadi akibat kelebihan beban pada rangkaian listrik, sehingga sistem kontrol *chiller* mati dan unit tidak dapat beroperasi.
5	Peralatan *Control*	Kabel *control* putus	Kelonggaran koneksi instalasi kontrol disebabkan oleh panas akibat aliran listrik yang menyebabkan pemuaian pada sambungan kabel. Kondisi ini membuat aliran listrik ke *Microtech* menjadi tidak stabil dan memicu *alarm* pada sistem.
6	Kebocoran oli dan *Freon*	Korosi diluar sistem *chiller*	Korosi pada bagian luar sistem *chiller* yang terjadi secara bertahap dapat mengikis *tube*. Dalam kondisi tekanan tinggi, hal ini berpotensi menyebabkan kebocoran pada *tube chiller*.
		Seal	Penggunaan *seal* dalam jangka waktu lama menyebabkan kelelahan material sehingga karet mengalami pengerasan dan

E-ISSN : 2962-9713
P-ISSN : 2963-928X

			retak. Kondisi ini memicu kebocoran melalui celah-celah pada *seal*.
7	*Flow Switch*	*Loss flow switch*	Terlepasnya *stik flow switch* menyebabkan suplai listrik dari sensor tidak tersalurkan ke *Microtech*, sehingga sistem *chiller* mengalami *shutdown*.
8	*Filter oil*	*Filter* tersumbat	Filter *oil* berfungsi menyaring kotoran dari oli agar tetap bersih, mencegah penyumbatan pada pipa berdiameter kecil, serta menjaga kelangsungan operasional *chiller*.
		Oli yang kotor	Oli menjadi terkontaminasi akibat masuknya kotoran ke dalam sistem *chiller*.

Sumber: Pengolahan Data, (2026)

Tabel 3. Akibat Kerusakan Komponen Mesin *Chiller*

No.	Penyebab Kerusakan	Akibat Kerusakan
1	*Bearing*	Motor utama mati
		Pompa *evaporator* mati
		Pompa *condenser* mati
2	Kopling	Putaran motor tidak simetris
		Bearing lebih cepat panas
3	Kontak relay	*Supply power* terganggu
4	Sekring	*Mictrotech* mati
5	Peralatan Kontrol	*Chiller* tidak bisa beroprasi
6	Kebocoran oli dan *freon*	Oli menjadi berkurang
		Kerusakan *pada compressor*
		Freon menjadi berkurang
		Pendinginan pada *evaporator* tidak sempurna
7	*Flow switch*	Pompa *evaporator* mati
		Pompa oli mati
8	*Filter* kotor	Sirkulasi oli tidak lancar
		Pelumasan pada *compressor t*idak sempurna

Sumber: Pengolahan Data, (2026)

Langkah berikutnya adalah melakukan analisis guna mengungkap penyebab terjadinya kerusakan. Analisis ini dilakukan dengan pendekatan 4M+1L, yang mencakup unsur manusia, peralatan mesin, metode kerja, bahan/material, serta kondisi lingkungan. Hasil dari analisis tersebut ditampilkan pada Tabel 4 berikut:

Tabel 4. Faktor Penyebab Masalah

Aspek	Kondisi Yang Ada	Kondisi Ideal
Manusia	Kurang pedulinya karyawan terhadap perawatan terhadap *spare part* yang krusial	Karyawan mengamati kondisi area kerja, disiplin SOP, dan rutin melakukan perawatan pada *part* yang krusial
Metode	Jadwal *preventif maintenance* tidak rutin, monitoring kurang	*Preventif maintenance* terjadwal, dan setting optimal
Mesin	Bearing aus, kerusakan peralatan control, kerusakan kompresor, dan *disk kopling*	Kompnen dalam kondisi baik, umur pakai terkontrol, tidak ada kerusakan dan termonitoring secara online
Material	Kualitas oli buruk, seal aus, *filter*	Material berkualitas, seal dan filter dalam

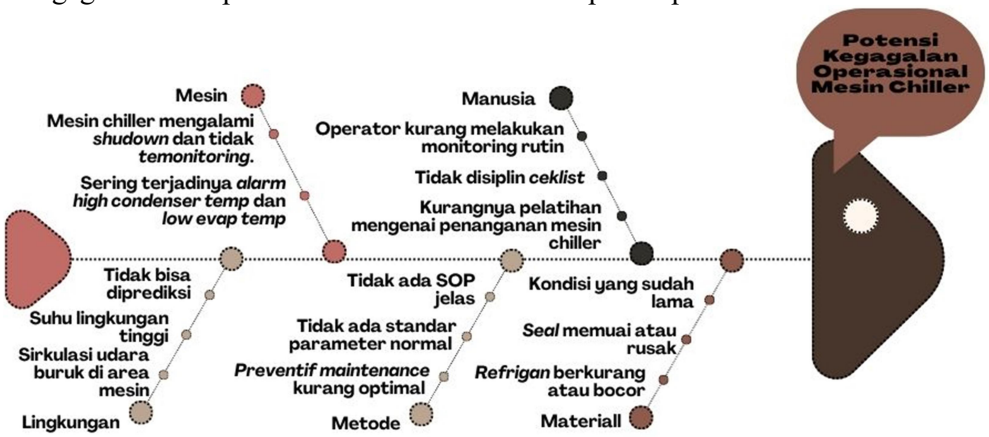
E-ISSN : 2962-9713
P-ISSN : 2963-928X

	kotor, dan kebocoran *freon*	kondisi baik
Lingkungan	Suhu tinggi, kelembaban tinggi, banyak debu/kotoran, dan terjadi korosi	Lingkungan bersih, suhu & kelembaban terkontrol, dan bebas dari korosi.

Sumber: Pengolahan Data, (2026)

Analisis Diagram *Ishikawa*

Pada tahap analisis sebab-akibat, digunakan diagram *ishikawa* dan metode FMEA. Diagram *Ishikawa* berguna untuk menelusuri berbagai faktor penyebab yang berkontribusi terhadap kerusakan potensi kegagalan mesin *chiller*. Berdasarkan analisis sebelumnya pada Tabel 4, Berdasarkan hasil observasi lapangan, wawancara dengan teknisi utility, serta data histori kerusakan mesin *chiller* periode Oktober 2025 sampai Maret 2026, diperoleh beberapa faktor yang diduga menjadi penyebab potensi kegagalan operasional mesin *chiller*. Faktor-faktor tersebut kemudian dikelompokkan menggunakan Diagram *Ishikawa* berdasarkan aspek manusia, metode, mesin, material, dan lingkungan. Hasil analisis *ishikawa* terkait kerusakan potensi kegagalan saat operasional mesin *chiller* ditampilkan pada Gambar 3.



Gambar 5. Diagram Sebab Akibat
Sumber: Pengolahan Data, (2026)

Tabel 5. Faktor Penyebab Potensi Kegagalan Operasional Mesin *Chiller*

Faktor	Penyebab	Dasar Temuan
Manusia	Kurangnya pelatihan mesin *chiller*	Hasil wawancara teknisi utility
Manusia	Operator kurang melakukan monitoring rutin	Hasil observasi lapangan
Metode	Tidak ada SOP yang jelas	Dokumen perusahaan
Metode	*Preventive maintenance* kurang optimal	*Form maintenance* dan wawancara
Mesin	*Chiller shutdown* dan tidak *termonitoring*	Data histori kerusakan
Mesin	*Alarm high condenser temperatur* dan *low evap temperatur*	Data histori *alarm*
Material	Refrigeran berkurang atau bocor	Hasil inspeksi teknisi
Material	Seal memuai atau rusak	Hasil pemeriksaan komponen
Lingkungan	Suhu lingkungan tinggi	Hasil pengukuran lapangan
Lingkungan	Sirkulasi udara buruk	Hasil observasi area mesin

Sumber: Pengolahan Data, (2026)

Berdasarkan Diagram *Ishikawa* dan hasil validasi penyebab, diketahui bahwa potensi kegagalan operasional mesin *chiller* dipengaruhi oleh lima faktor utama yaitu manusia, metode, mesin, material, dan lingkungan. Faktor manusia berkaitan dengan kurangnya

E-ISSN : 2962-9713
P-ISSN : 2963-928X

pelatihan serta monitoring yang belum optimal. Faktor metode disebabkan belum adanya SOP yang jelas dan *preventive maintenance* yang belum berjalan secara maksimal. Faktor mesin ditunjukkan oleh kondisi *shutdown* yang tidak *termonitoring* dan sering munculnya *alarm high condenser temperature* serta *low evaporator temperature*. Faktor material dipengaruhi oleh kebocoran *refrigeran* dan kerusakan *seal*, sedangkan faktor lingkungan berkaitan dengan tingginya suhu sekitar dan buruknya sirkulasi udara.

Analisis *Failure Mode And Effect Analysis* (FMEA)

Berdasarkan hasil analisis sebab-akibat yang ditunjukkan pada Gambar 3, tahap selanjutnya adalah melakukan analisis lanjutan dengan menggunakan metode FMEA. Metode ini bertujuan untuk mengidentifikasi faktor-faktor penyebab kerusakan yang memiliki potensi kejadian paling tinggi. Penentuan prioritas perbaikan dilakukan berdasarkan nilai *Risk Priority Number* (RPN) tertinggi, di mana nilai RPN yang besar menunjukkan tingkat risiko serta dampak kerusakan yang signifikan. Dalam perhitungan RPN, diperlukan beberapa parameter, yaitu tingkat keparahan (*severity*), frekuensi kejadian (*occurrence*), dan tingkat kesulitan dalam mendeteksi kerusakan (*detection*). Hasil wawancara dengan tim teknik *utility* yang sering menangani kerusakan berdasarkan historynya. Hasil S, O dan D berupa kuantitatif berdasarkan hasil wawancara dengan memperhatikan parameter FMEA. Parameter FMEA antara lain yaitu:

a) tingkat keparahan bahaya atau *Severity* (S) merupakan parameter yang digunakan untuk menilai besarnya dampak yang ditimbulkan ketika sistem beroperasi, baik terhadap mesin maupun lingkungan sekitarnya. Penentuan nilai *Severity* (S) mengacu pada kriteria yang telah ditetapkan, sebagaimana disajikan pada Tabel 6:

Tabel 6. Tingkat Keparahan Kegagalan atau *Severity* (S) dengan parameter ukurnya

Tingkat Bahaya	Kriteria	Tingkat
Sangat berbahaya sekali	Kegagalan tersebut mengakibatkan kerusakan serius secara mendadak serta berpotensi menimbulkan risiko tinggi terhadap keselamatan kerja.	10
Sangat berbahaya	Kondisi kegagalan ini dapat mengakibatkan kerusakan serius secara tiba-tiba dan berisiko tinggi terhadap keselamatan, namun masih dapat teridentifikasi lebih awal melalui sistem deteksi dini.	9
Sangat tinggi	Terjadinya kegagalan pada komponen menyebabkan mesin mengalami penghentian operasi sehingga fungsi utama tidak dapat dijalankan.	8
Tinggi	Kegagalan komponen menghentikan operasi mesin dan menurunkan peforma sistem.	7
Menengah	Kerusakan pada komponen mengakibatkan performa sistem menurun secara drastis, namun sistem tetap mampu menjalankan operasinya.	6
Rendah	Kegagalan komponen menyebabkan penurunan kinerja sistem secara bertahap, namun mesin masih tetap dapat beroperasi.	5
Sangat rendah	Terjadinya kegagalan komponen hanya berdampak ringan terhadap kinerja sistem, namun mesin tetap berjalan dengan normal tanpa gangguan signifikan.	4
Kecil	Komponen mengalami penurunan kinerja, namun sistem dan mesin masih tetap beroperasi.	3
Sangat kecil	Komponen dinilai dalam kondisi kurang baik, namun masih berfungsi dengan baik sehingga sistem dan mesin tetap beroperasi	2

E-ISSN : 2962-9713
P-ISSN : 2963-928X

	secara optimal.	

b) Tingkat kejadian kegagalan *Occurrence* (O) menggambarkan frekuensi terjadinya kegagalan pada komponen tertentu. Evaluasi parameter ini dilakukan dengan mengacu pada kriteria yang telah ditetapkan dalam Tabel 7:

Tabel 7. *Occurrence* (O) tingkat kejadian kegagalan yang dinilai berdasarkan parameter pengukuran tertentu.

Tingkat Terjadi	Jumlah Kejadian	Tingkat
Sangat sering terjadi kerusakan tidak bisa dihindari	Hampir setiap saat terjadi dalam operasional mesin *chiller* berlangsung	10
Sangat sering terjadi	Sangat tinggi terjadi dalam operasional mesin *chiller* berlangsung	9
Sering terjadi (1)	Tinggi terjadi dalam waktu operasional berlangsung	8
Sering terjadi (2)	Cukup tinggi dalam waktu operasional berlangsung	7
Jarang terjadi (1)	Menengah terjadi saat waktu operasional	6
Jarang terjadi (2)	Rendah terjadi saat waktu operasional	5
Jarang terjadi (3)	Jarang terjadi saat waktu operasional	4
Sangat jarang terjadi (1)	Sangat jarang terjadi dalam waktu operasional	3
Sangat jarang terjadi (2)	Hampir tidak pernah dalam waktu operasional	2
Tidak terjadi	Tidak pernah terjadi	1

Sumber: Pengolahan Data, (2026)

c) *Detection* (D) adalah indikator yang digunakan untuk menilai sejauh mana tingkat kesulitan dalam mendeteksi kegagalan yang terjadi pada suatu sistem. Penentuan nilainya didasarkan pada kriteria dan tingkat penilaian yang tercantum dalam Tabel 9:

Tabel 8. Tingkat Deteksi Kegagalan atau *Detection* (D) Beserta Parameter Pengukurannya.

Deteksi	Kriteria	Tingkat
Mustahil terdeteksi	Tidak dapat dikendalikan dan/atau dideteksi adanya potensi penyebab kegagalan selanjutnya.	10
Sangat sulit terdeteksi	Pengendalian terhadap perubahan untuk mengidentifikasi potensi penyebab serta jenis kegagalan sangat sulit dilakukan.	9
Sulit terdeteksi	Pengendalian terhadap perubahan dalam rangka mengidentifikasi potensi penyebab serta jenis kegagalan berikutnya masih sulit dilakukan.	8
Terdeteksi sangat rendah	Deteksi terhadap potensi penyebab dan jenis kegagalan berikutnya sangat minim.	7
Terdeteksi rendah	Deteksi terhadap potensi penyebab dan jenis kegagalan berikutnya masih rendah.	6
Terdeteksi sedang	Proses identifikasi terhadap potensi penyebab dan jenis kegagalan lanjutan sangat sulit dilakukan.	5
Terdeteksi menengah	Relatif mudah untuk mendeteksi potensi penyebab dan jenis kegagalan selanjutnya.	4
Mudah terdeteksi	Mudah dikendalikan untuk mendeteksi potensi penyebab dan jenis kegagalan selanjutnya.	3
Sangat mudah	Sangat mudah dikendalikan untuk mendeteksi potensi penyebab dan jenis kegagalan selanjutnya.	2

E-ISSN : 2962-9713
P-ISSN : 2963-928X

terdeteksi		
Deteksi dapat dilakukan	Frekuensi kejadian yang tinggi dapat diperkirakan sehingga memudahkan deteksi terhadap potensi penyebab dan kejadian kegagalan.	1

Sumber: Pengolahan Data, (2026)

Penentuan nilai *Risk Priority Number* (RPN) sangat dipengaruhi oleh tiga parameter utama, yaitu *Severity* (S), *Occurrence* (O), dan *Detection* (D), dengan rumus RPN = S × O × D. Indeks risiko dan matriks RPN digunakan sebagai dasar pengumpulan data yang diperoleh dari hasil penilaian serta wawancara. Matriks penilaian parameter risiko disajikan pada tabel. Nilai RPN ditetapkan melalui konversi skala kualitatif menjadi kuantitatif, kemudian hasil perhitungan tersebut digunakan sebagai dasar dalam menentukan komponen kritis untuk implementasi pada operasional mesin *chiller*. Selanjutnya berdasarkan hasil analisis sebab-akibat pada tahap sebelumnya, diperoleh hasil analisis FMEA yang disajikan pada Tabel 9:

Tabel 9. Analisis FMEA Berdasarkan Diagram *Ishikawa*

No.	Aspek	S	O	D	RPN
	Manusia				
1	Operator kurang *monitoring* rutin	3	5	5	75
2	Tidak disiplin ceklis	2	8	5	80
3	Kurangnya pelatihan mengenai penanganan mesin *chiller*	6	4	5	120
	Mesin				
1	Mesin *chiller* mengalami *shutdown* dan tidak *termonitoring*	6	10	3	180
2	Terjadinya alarm *high condenser temperatur* dan *low evap temperatur*	2	6	4	48
	Material				
1	*Refrigan* berkurang atau bocor	6	5	1	30
2	*Seal* memuai atau rusak	2	5	1	10
3	Kondisi yang sudah lama	2	5	1	10
	Metode				
1	*Preventif maintenance* kurang optimal	5	4	3	60
2	Tidak ada standar parameter normal	4	5	2	40
3	Tidak ada SOP jelas	6	10	3	180
	Lingkungan				
1	Sirkulasi udara buruk di area mesin *chiller*	2	5	1	10
2	Suhu lingkungan tinggi	2	5	1	10
3	Tidak bisa diprediksi	2	5	1	10

Sumber: Pengolahan Data, (2026)

Contoh perhitungan RPN:
Belum adanya standar perawatan mesin *chiller*:

- *Severity* (S) =6 (Dampak tinggi jika gagal)
- *Occurrence* (O) =10 (Sering terjadi)
- *Detection* (D) =3 (Mudah terdeteksi)
- RPN =S x O x D = 6 x 10 x 3 = 180

Berdasarkan nilai RPN yang telah dihitung, diambil tiga peringkat teratas yang berarti sangat butuh dan diperioritaskan untuk dicari usulan perbaikannya. Tabel 10 menunjukkan peringkat RPN berdasarkan akar penyebab masalah pada kerusakan potensi kegagalan operasional mesin *chiller* di area *utility*.

Tabel 10. Peringkat RPN Penyebab Kerusakan Potensi Kegagalan Oprasional Mesin *Chiller*.

E-ISSN : 2962-9713
P-ISSN : 2963-928X

No.	Faktor	Aspek RPN Tertinggi	RPN	Kategori
1	Manusia	Kurangnya pelatihan mengenai penanganan mesin *chiller*	120	*Medium*
2	Metode	Tidak ada SOP jelas	180	*High*
3	Mesin	Mesin *chiller* mengalami *shutdown* dan tidak *termonitoring*	180	*High*

Sumber: Pengolahan Data, (2026)

Rencana Perbaikan

Berdasarkan hasil analisis dengan metode FMEA, diperoleh tiga prioritas utama yang menjadi fokus dalam usulan perbaikan. Upaya perbaikan terhadap ketiga prioritas tersebut selanjutnya direncanakan menggunakan metode *Failure Mode And Effect Analysis* (FMEA) dengan pendekatan 5W+1H. Penyusunan usulan perbaikan ini didasarkan pada hasil diskusi bersama pihak perusahaan, yang kemudian disajikan pada Tabel 11.

Tabel 11. Rencana Perbaikan 5W+1H

No.	*What*	*Why*		*How*	*When*	*Who*	*Where*
		Kenapa terjadi					
		Why 1	Why 2				
1	Operator kurang *monitoring* rutin	Belum adanya evaluasi terkait kerusakan saat operasioanl mesin *chiller* berlangsung	Belum dilakukan sosialisasi terkait kerusakan potensi kegagalan operasional mesin *chiller*	Melakukan pelatihan kepada seluruh teknik *utility* terkait kerusakan komponen pada saat operasional mesin *chiller* berlangsung	Januari 2026	DH,SH,UH	*Utility*
2	Tidak ada standar parameter normal ketika operasional mesin *chiller* berlangsung	Saat operasional mesin *chiller* berlangsung tidak ada pemantauan lebih lanjut	Belum adanya metode yang benar untuk keberhasilan operasional mesin *chiller*	Belum adanya standar parameter untuk melihat kinerja mesin *chiller* yang baik saat operasional	Januari 2026	Operator	*Utility*
3	Membuat sistem *monitoring chiller*	Lokasi mesin *chiller* yang jauh dan tidak *termonitoring* menyebabkan *chiller* tidak dikatahui apabila mengalami	Belum adanya cara penangan lebih efisien ketika kerusakan mesin *chiller* terjadi	Mengkoneksikan komunikasi *chiller* dengan sistem *monitoring* yang sudah ada	Januari 2026	*Enggineering*	*Utility*

E-ISSN : 2962-9713
P-ISSN : 2963-928X

		shutdown					

Sumber: Pengolahan Data, (2026)

Melaksanakan Perbaikan

Berdasarkan rencana perbaikan yang telah disusun, perusahaan perlu menentukan mekanisme implementasi yang sesuai agar perbaikan dapat berjalan efektif. Dalam pelaksanaannya, terdapat tiga aspek utama yang menjadi fokus, yaitu sumber daya manusia, metode, dan mesin. Rekomendasi implementasi perbaikan tersebut disusun berdasarkan hasil diskusi dan kesepakatan bersama pihak perusahaan.

Melaksanakan Perbaikan Aspek Manusia

Berikut adalah langkah-langkah melaksanakan perbaikan pada faktor Manusia yang dapat dilihat pada Tabel 12 dan Gambar 4 dibawah ini:

Tabel 12. Pelaksanaan Perbaikan

Masalah	Aktifitas dari rencana perbaikan	Target
Belum dilakukan pelatihan secara internal terkait potensi kerusakan pada saat operasional mesin *chiller*	Melakukan pelatihan kepada seluruh teknisi dan operator area *utility* mengenai kerusakan potensi kegagalan opersional mesin *chiller*	Membangun *awareness* seluruh karyawan area *utility* saat operasional mesin *chiller*

Sumber: Pengolahan Data, (2026)



Gambar 6. Sosialisasi Teknisi dan Operator Area Utility

Sumber: Pengolahan Data, (2026)

Melaksanakan Perbaikan Aspek Metode

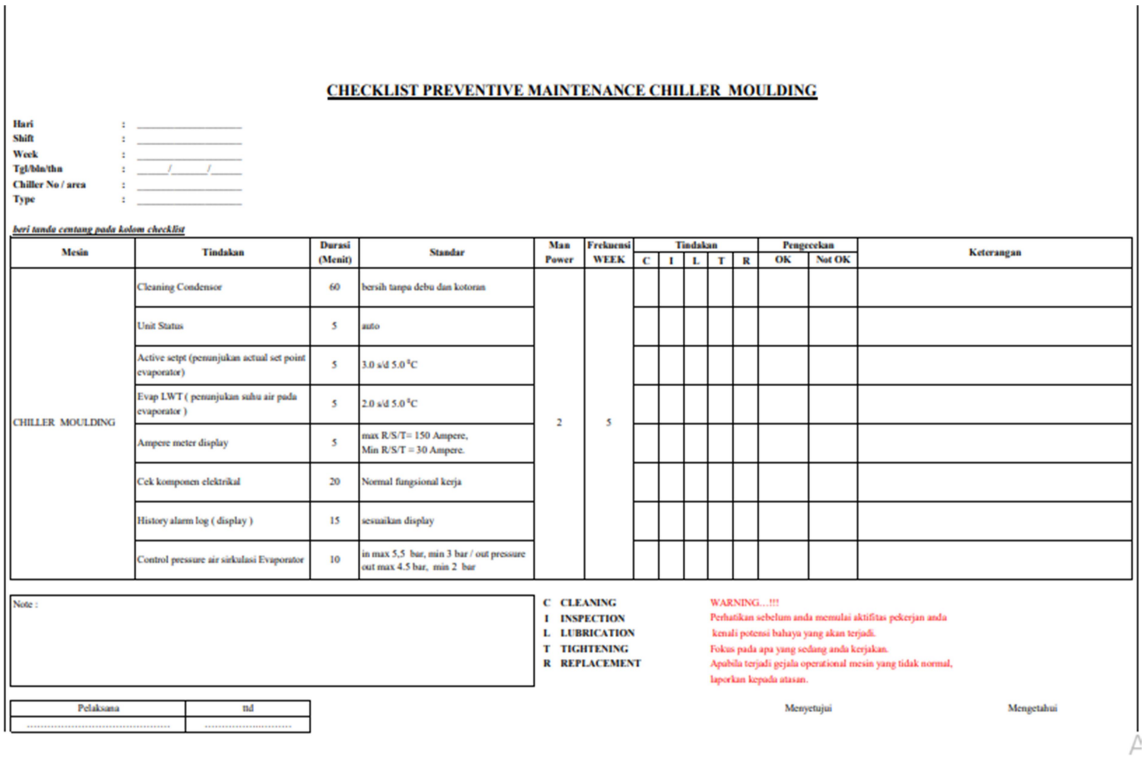
Berikut langkah-langkah pelaksanaan perbaikan pada aspek metode dapat dilihat secara rinci pada Tabel 13, Tabel 14 dan Gambar 5 dibawah ini:

Tabel 13. Pelaksanaan Perbaikan

Masalah	Aktifitas dari rencana perbaikan	Target
Belum adanya standar parameter untuk melihat kinerja mesin *chiller* yang baik saat operasional	Melakukan pembuatan *form* ceklis dan penjadwalan *preventif maintenance* untuk parameter pengecekan mesin *chiller*	Terjaganya output yang dihasilkan dari mesin *chiller* untuk suhu ruangan

Sumber: Pengolahan Data, (2026)

E-ISSN : 2962-9713
P-ISSN : 2963-928X



CHECKLIST PREVENTIVE MAINTENANCE CHILLER MOULDING

Hari :
Shift :
Week :
Tgl/bln/thn : ____/____/____
Chiller No / area :
Type :

beri tanda centang pada kolom checklist

Mesin	Tindakan	Durasi (Menit)	Standar	Man Power	Frekuensi WEEK	Tindakan C	I	L	T	R	Pengecekan OK	Not OK	Keterangan
CHILLER MOULDING	Cleaning Condensor	60	bersih tanpa debu dan kotoran	2	5								
	Unit Status	5	auto										
	Active setpt (penunjukan actual set point evaporator)	5	3.0 s/d 5.0 °C										
	Evap LWT (penunjukan suhu air pada evaporator)	5	2.0 s/d 5.0 °C										
	Ampere meter display	5	max R/S/T= 150 Ampere, Min R/S/T = 30 Ampere.										
	Cek komponen elektrikal	20	Normal fungsional kerja										
	History alarm log (display)	15	sesuaikan display										
	Control pressure air sirkulasi Evaporator	10	in max 5,5 bar, min 3 bar / out pressure out max 4.5 bar, min 2 bar										

Note :

C CLEANING
I INSPECTION
L LUBRICATION
T TIGHTENING
R REPLACEMENT

WARNING...!!!
Perhatikan sebelum anda memulai aktifitas pekerjan anda kenali potensi bahaya yang akan terjadi.
Fokus pada apa yang sedang anda kerjakan.
Apabila terjadi gejala operational mesin yang tidak normal, laporkan kepada atasan.

Pelaksana	ttd
.....	.....

Menyetujui Mengetahui

Gambar 7. Pembuatan *Form* Ceklis *Preventif Maintenance Chiller*
Sumber: Data Perusahaan (2026)

Tabel 14. Pembuatan Jadwal *Preventif Maintenance Chiller* selama 6 bulan

No.	Mesin	Man Power	Jan	Feb	Mar	Apr	Mei	Jun
1	*Chiller MC Quay Moulding*	3	Minggu ke-3	Minggu ke-3	Minggu ke-3	Minggu ke-3	Minggu ke-3	Minggu ke-3
2	*Air Handling Unit* (AHU)	3	Minggu ke-2	Minggu ke-2	Minggu ke-2	Minggu ke-2	Minggu ke-2	Minggu ke-2

Sumber: Data Perusahaan, (2026)

Berdasarkan Tabel 15 dijelaskan bahwa penerapan jadwal *prefentif maintenance* terhitung pemeliharaan perbulannya per 3 minggu sekali *preventif* dilakukan pengerjaan 1 *shft*.

Melaksanakan Perbaikan Aspek Mesin

Berikut adalah langkah-langkah melakukan perbaikan pada faktor Mesin yang dapat di lihat pada Tabel dan Gambar dibawah ini:

Tabel 15. Pelaksanaan Perbaikan

Masalah	Aktifitas dari rencana perbaikan	Target
Monitoring secara *offline* dan teknisi tidak selamanya *stand by* di mesin *chiller*	Melakukan pembuatan *monitoring online* dengan menggunakan komunikasi melalui HMI *easybuilder*	Mesin *chiller termonitoring* secara *real time* dan ketika ada masalah bisa memangkas waktu dalam perbaikan oleh teknisi

Sumber: Pengolahan Data, (2026)

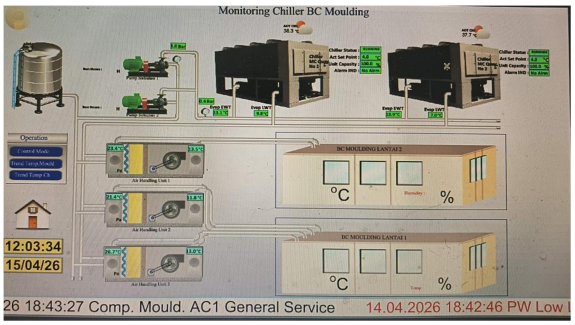
E-ISSN : 2962-9713
P-ISSN : 2963-928X

Sebelum Perbaikan



Gambar 8. Melakukan *Monitoring* Secara Manual Dengan Menuju Lokasi Pada Mesin *Chiller*
Sumber: Data Perusahaan, (2026)

Sesudah Perbaikan



Gambar 9. Monitoring Mesin *chiller* dan AHU Secara *Online* Dengan Data *Real Time*
Sumber: Data Perusahaan, (2026)

Analisa Hasil

Analisis Kondisi Awal Berdasarkan FTA

Sebelum dilakukan perbaikan, kerusakan pada potensi operasional kegagalan mesin *chiller* akibat *shutdown* di area *utility* PT MIJ 1 mencapai 12 kali peluang kerusakan selama periode Oktober 2025 sampai Maret 2026. Kerusakan paling dominan meliputi:

1. *Bearing* sebanyak 3 kali kejadian.
2. *Sekring* sebanyak 2 kali kejadian.
3. Kontak *relay* sebanyak 2 kali kejadian.

Kondisi ini menunjukkan bahwa proses penanganan operasional mesin *chiller* belum optimal dan berpotensi merugikan perusahaan mulai dari sisi kualitas dan kepuasan proses produksi akibat suhu ruangan yang tidak tercapai. Penyebab utama kerusakan berasal dari kesalahan dalam penanganan operasional mesin *chiller* di area *utility*.

Analisis Faktor Penyebab Masalah

Analisis menggunakan sebab akibat (*Ishikawa diagram*) mengidentifikasi tiga faktor utama yang menjadi penyebab kerusakan, yaitu:

1. Manusia : Kurangnya kepedulian operator teknisi dalam memeriksa operasional mesin *chiller* dan minimnya pelatihan terkait penanganan operasional mesin *chiller* yang benar.

E-ISSN : 2962-9713
P-ISSN : 2963-928X

2. Metode : Tidak adanya standar parameter dalam *preventif maintenance* mesin *chiller* sehingga menyebabkan kerusakan saat operasional mesin *chiller*.
3. Mesin : Tidak adanya *monitoring online* pada mesin *chiller* sehingga ketika mesin *chiller* mengalami masalah seperti *shutdown* tidak *termonitoring*.

Analisis Menggunakan FMEA

Analisis FMEA dilakukan terhadap berbagai potensi kegagalan operasional mesin *chiller* yang ditemukan dalam *fishbone* diagram. Tiga penyebab utama dengan nilai RPN tertinggi yaitu:

1. Tidak adanya SOP jelas : *Severity* (6), *Occurrence* (10), *Detection* (3), RPN =180
2. Mesin *chiller* mengalami *shutdown* dan tidak *termonitoring* : *Severity* (6), *Occurrence* (10), *Detection* (3), RPN = 180
3. Kurangnya pelatihan mengenai penanganan mesin *chiller* : *Severity* (6), *Occurrence* (4), *Detection* (5), RPN =120

Ketiga faktor tersebut dianggap prioritas karena beresiko tinggi terhadap kerusakan mesin *chiller* dan menurunkan kualitas proses produksi.

Perencanaa Perbaikan (Metode 5W+1H)

Rencana perbaikan dilakukan dengan metode 5W+1H sebagai berikut:

1. *What* : Masalah yang terjadi adalah kurangnya *monitoring*, kurangnya evaluasi lebih lanjut, dan kurangnya pelatihan.
2. *Why* : Tidak ada SOP baku, minimnya pelatihan, tidak ada pengawasan rutin.
3. *How* : Menyusun dan menerapkan SOP operasional mesin *chiller*, mengadakan pelatihan rutin, serta pemasangan alat bantu (*monitoring online*).
4. *When* : Pelaksanaan dilakukan secara bertahap selama bulan April 2026.
5. *Who* : Tanggung jawab pelaksanaan ada pada divisi teknik *utility*, *quality control*, dan *staff utility*.
6. *Where* : Implementasi dilakukan di area utility.

Pelaksanaan Perbaikan

Perbaikan dilakukan secara menyeluruh pada aspek berikut:

1. Manusia : Pelatihan diberikan kepada seluruh teknik *utility* di area *utility* terkait operasional mesin *chiller* dan pentingnya laporan hasil operasional setelah pengerjaan.
2. Metode : *Form* ceklis disusun dan disosialisasikan kepada seluruh teknik *utility* di area *utility*. *Form ceklis* ini mengembangkan keterampilan mengenai pemeliharaan *preventif* dan *prediktif*.
3. Mesin : *Monitoring online* dilakukan untuk menghindari kegagalan operasional mesin *chiller* dan jeda untuk memperbaiki tidak terlalu lama.

Evaluasi Hasil

Setelah dilakukan implementasi perbaikan berdasarkan hasil analisis *Fault Tree Analysis* (FTA), *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA), dan metode 5W+1H, dilakukan evaluasi untuk mengetahui efektivitas tindakan perbaikan yang telah diterapkan. Perbaikan difokuskan pada tiga faktor prioritas yang memiliki nilai *Risk Priority Number* (RPN) tertinggi, yaitu kurangnya pelatihan mengenai penanganan mesin *chiller*, belum adanya standar operasional yang jelas, serta belum tersedianya sistem *monitoring online* pada mesin *chiller*.

Implementasi perbaikan dilakukan melalui pelatihan teknisi utility, penyusunan *form checklist preventif maintenance*, pembuatan jadwal pemeliharaan berkala, serta pengembangan sistem *monitoring online* menggunakan *Human Machine Interface* (HMI) *EasyBuilder*. Perbaikan tersebut bertujuan untuk meningkatkan kemampuan deteksi dini terhadap potensi gangguan operasional dan mempercepat proses penanganan ketika terjadi abnormalitas pada mesin *chiller*.

E-ISSN : 2962-9713
P-ISSN : 2963-928X

Untuk mengetahui efektivitas perbaikan yang telah dilakukan, dilakukan pemantauan terhadap kinerja mesin *chiller* melalui pengukuran temperatur ruangan produksi *butter cookies* sebelum dan sesudah implementasi perbaikan. Hasil pengukuran sebelum perbaikan disajikan pada Tabel 13, sedangkan hasil pengukuran setelah perbaikan disajikan pada Tabel 14. Adapun perbandingan kondisi sebelum dan sesudah perbaikan ditunjukkan pada Tabel 15.

Tabel 16. Temperatur Ruangan *Butter Cookies* akibat operasional mesin *chiller* sebelum perbaikan.

No.	Bulan	Temperatur
1	Oktober-2025	24°c
2	November-2025	24,2^{o}c
3	Desember-2025	23,5^{o}c
Rata-rata	23,9^{o}c	

Sumber: Pengolahan Data, (2026)

Tabel 17. *Temperatur* Ruangan *Butter Cookies* Akibat Operasional Mesin *Chiller* Sesudah Perbaikan.

No.	Bulan	Temperatur
1	Januari-2026	22°c
2	Februari-2026	21,5^{o}c
3	Maret-2026	20,5^{o}c
Rata-rata	21,3^{o}c	

Sumber: Pengolahan Data, (2026)

Berdasarkan Tabel 16 dan Tabel 17, diketahui bahwa rata-rata temperatur ruangan produksi sebelum perbaikan adalah 23,9°C, sedangkan setelah perbaikan menjadi 21,3°C. Dengan demikian terjadi penurunan temperatur sebesar:

$$23{,}9 - 21{,}3 = 2{,}6°C.$$

Persentase penurunan temperature dihitung menggunakan persamaan:

$$= \frac{Temperatur\ Sebelu\ Perbaikan - Temperatur\ Sesudah\ Perbaikan}{Temperatur\ Sebelum\ Perbaikan}\ x\ 100\%$$

Persentase penurunan.

$$= \frac{23{,}9 - 21{,}3}{23{,}9}\ x\ 100\%$$

$$= 2{,}6\ x\ 100\% = 10{,}88\%$$

Hasil perhitungan menunjukkan bahwa terjadi penurunan temperatur ruangan sebesar 10,88% dibandingkan kondisi sebelum perbaikan. Penurunan tersebut mengindikasikan bahwa sistem pendinginan bekerja lebih optimal setelah dilakukan implementasi tindakan perbaikan.

Tabel 18. Perbandingan Sebelum dan Sesudah Perbaikan

Indikator	Sebelum Perbaikan	Sesudah Perbaikan	Perubahan
Rata-rata temperature ruangan	23,9^{o}c	21,3^{o}c	Turun 2,6^{o}c
Persentase penurunan temperatur	-	-	10,88%
Sistem *monitoring*	Manual	*Online* (HMI)	Meningkat
Preventif Maintenance	Belum terstandar	Terjadwal	Meningkat
Pelatihan Teknisi	Belum rutin	Sudah dilakukan	Meningkat

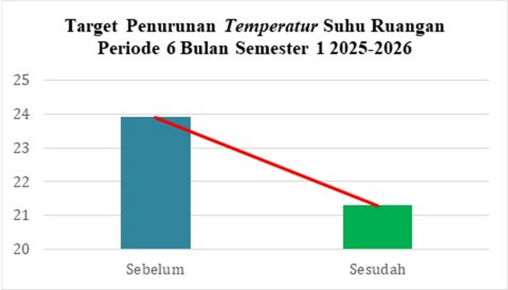
(Sumber: Pengolahan Data, (2026)

Berdasarkan Tabel 18, dapat diketahui bahwa implementasi perbaikan yang dilakukan memberikan dampak positif terhadap operasional mesin *chiller*. Hal ini ditunjukkan oleh penurunan rata-rata temperatur ruangan produksi dari 23,9°C menjadi 21,3°C atau mengalami penurunan sebesar 2,6°C (10,88%).

E-ISSN : 2962-9713
P-ISSN : 2963-928X

Selain itu, sistem *monitoring* yang sebelumnya dilakukan secara manual telah berubah menjadi *monitoring online* berbasis HMI sehingga kondisi mesin dapat dipantau secara *real time*. Pada aspek pemeliharaan, perusahaan juga telah menerapkan jadwal *preventive maintenance* yang lebih terstruktur melalui *form checklist* dan jadwal inspeksi berkala. Dari sisi sumber daya manusia, pelatihan yang diberikan kepada teknisi utility meningkatkan pemahaman terhadap potensi kegagalan operasional mesin *chiller*.

Hasil tersebut menunjukkan bahwa tindakan perbaikan yang diusulkan mampu meningkatkan keandalan operasional mesin *chiller* sehingga kestabilan temperatur ruangan produksi dapat lebih terjaga sesuai kebutuhan proses produksi. Untuk memperjelas perbandingan temperatur ruangan produksi sebelum dan sesudah implementasi perbaikan, data tersebut disajikan dalam bentuk grafik pada Gambar 8.



Gambar 10. Grafik *Temperatur* Suhu Ruangan *Butter Cookies* Akibat Operasional Mesin *Chiller*

Berdasarkan grafik tersebut terlihat adanya tren penurunan temperatur ruangan setelah implementasi perbaikan. Kondisi ini menunjukkan bahwa penerapan pelatihan teknisi, penyusunan standar pemeliharaan, serta sistem monitoring online mampu meningkatkan keandalan operasional mesin *chiller*.

Selain itu, sistem monitoring online memungkinkan teknisi memperoleh informasi kondisi mesin secara real time sehingga respon terhadap gangguan menjadi lebih cepat dan risiko shutdown dapat diminimalkan.

Secara keseluruhan, hasil evaluasi menunjul 21.3 ahwa usulan perbaikan yang disusun berdasarkan metode FTA, FMEA, dan 5W+1H berhasil meningkatkan keandalan operasional mesin *chiller*. Keberhasilan tersebut ditunjukkan oleh penurunan rata-rata temperatur ruangan produksi dari 23,9°C menjadi 21,3°C atau sebesar 10,88%, peningkatan sistem monitoring menjadi berbasis HMI, pelaksanaan *preventive maintenance* yang lebih terstruktur, serta peningkatan kompetensi teknisi melalui pelatihan. Hasil ini menunjukkan bahwa tindakan perbaikan yang diterapkan mampu mengurangi potensi kegagalan operasional mesin *chiller* sehingga kestabilan temperatur ruangan produksi dapat terjaga dan mendukung kualitas proses produksi di PT MIJ 1.

Standarisasi dan Rencana Berikutnya

Setelah tahap perencanaan perbaikan, pelaksanaan, serta pemantauan hasil perbaikan dilakukan, perusahaan perlu menetapkan standard dan menyusun rencana lanjutan guna mencegah peningkatan resiko kegagalan operasional mesin *chiller* serta untuk meningkatkan kualitas proses produksi. Proses standarisasi dan penyusunan rencana kedepan dilakukan dengan mengamati langsung pihak yang bertanggung jawab atas aktivitas terkait diperusahaan. Hasil dari *observasi* tersebut disajikan pada Tabel 19 berikut:

Tabel 19. Standarisasi dan Rencana Berikutnya

No.	Faktor	Aspek RPN Tertinggi	Evaluasi Hasil
1	Manusia	Kurangnya Pelatihan mengenai operasional mesin *chiller*	Sebelum melakukan aktifitas pekerjaan teknisi *dibriefing* untuk bekerja sesuai SOP agar tidak ada lagi kerusakan fatal akibat operasional mesin *chiller*

E-ISSN : 2962-9713
P-ISSN : 2963-928X

No.	Faktor	Aspek RPN Tertinggi	Evaluasi Hasil
2	Metode	Belum adanya standar parameter terkait pemeliharaan *preventif* dan *prediktif*	Dilakukan penambahan sistem otomatisasi dengan menggunakan prinsip jidoka. Pengajuan untuk pembelian komponen Iot untuk *monitoring* bekerja lebih optimal
3	Mesin	Belum adanya *monitoring online* pada mesin *chiller*	Dilakukan modifikasi pada mesin *chiller* dengan prinsip jidoka. Modifikasi dengan menggunakan sensor suhu di bagian sirip *evap condensor*, penarikan pipa air menuju *evap*, serta sensor *solenoid*. Maka ketika *high temperature* otomatis penyiraman air ke *evap* agar mencegah terjadinya *shutdown* atau *alarm high temperature* pada mesin *chiller*

Sumber: Pengolahan Data, (2026)

SIMPULAN

Penelitian ini menunjukkan bahwa penerapan metode *Fault Tree Analysis* (FTA), *Failure Mode and Effects Analysis* (FMEA), dan pendekatan 5W+1H efektif dalam mengidentifikasi akar penyebab serta menentukan prioritas perbaikan kegagalan operasional mesin *chiller* di PT MIJ 1. Hasil FMEA menunjukkan tiga prioritas utama, yaitu belum adanya SOP operasional yang jelas (RPN 180), mesin *chiller* mengalami shutdown dan tidak termonitoring (RPN 180), serta kurangnya pelatihan teknisi (RPN 120). Implementasi perbaikan melalui penyusunan SOP, pelatihan teknisi, penerapan preventive maintenance terjadwal, dan sistem monitoring berbasis HMI mampu meningkatkan keandalan operasional mesin. Hal tersebut ditunjukkan dengan penurunan rata-rata temperatur ruang produksi dari 23,9°C menjadi 21,3°C atau sebesar 10,88%. Dengan demikian, usulan perbaikan yang diterapkan berhasil mengurangi potensi kegagalan operasional serta mendukung kestabilan proses produksi.

DAFTAR PUSTAKA

Anisa, M., Burhan, B., & Indarto, C. (2024). *Food Safety Risk Analysis of Songkem Duck Using Failure Mode and Effect Analysis (FMEA) Method Analisis Risiko Keamanan Pangan pada Bebek Songkem Menggunakan Metoda Failure Mode and Effect Analysis (FMEA)*. *8*(1), 46–59.

Annisa, Ade Yanyan Ramdhani, M. A. S. (2023). *Penerapan FMEA (Failure Mode And Effect Analysist) Untuk Mengidentifikasi Risiko Kegagalan Pada Kemasan Produk XYZ*. *16*(1), 241–250.

Dwilestari, C., & Feriyanto, D. (2025). *Analisis Reliability dan Umur Pakai Bearing 6207*. *16*(1), 23–36.

Febrianty Tasidalle, F. N. (2023). *Analisis Penilaian Risiko Proses Assembly Tube Bundle Heat Exchanger Dengan Metode HIRADC dan FTA. Journal of Safety, Health, and Environmental Engineering*, *1*(1), 56–63.

Hisprastin, Y., & Musfiroh, I. (2021). *Ishikawa Diagram dan Failure Mode Effect Analysis (FMEA) sebagai Metode yang Sering Digunakan dalam Manajemen Risiko Mutu di Industri. Majalah Farmasetika*, *6*(1), 1.

Laksana, K. A., Aulia, N. F., & Hendrawati, D. (2021). *Evaluasi Kinerja Air-Cooled Water Chiller Dengan Kapasitas 594 kW. Eksergi*, *17*(3), 191–200.

Marwita, F., & Nurullah, D. (2021). *Prototype Pengisi Cetakan Coklat Menggunakan PLC dan HMI Prototype of Chocolate mold filling using PLC and HMI bimetal untuk menstabikan suhu dan solenoid valve sebagai valve . XXIII*(2), 33–41.

E-ISSN : 2962-9713
P-ISSN : 2963-928X

Misrah, M. (2021). *Peningkatan Kemampuan Siswa Membuat Kalimat Tanya melalui Teknik 5w 1h di Kelas IV SD Inpres Lobu Gio Jurnal Kreatif Tadulako Online Vol . 1 No . 4 ISSN 2354-614X. Jurnal Kreatif Tadulako*, *1*(4), 55–66.

Nur Alfayer, M., Nugroho, A., Rahayu, T., & Gunartu, R. (2025). *Analisis Pengaruh Menurunnya Tekanan Refrigerant Terhadap Kompresor Mesin Pendingin Makanan di SV . Osam Jumbo 05*. *4*(2), 3175–3182.

Pranata, R. D. (2022). *Monitoring Temperatur Chiller Water Menggunakan Android Berbasis IOT (Internet Of Thinks)*. *4*(April), 1–8.

Sodikin, I., Parwati, (2024). *Penjadwalan Perawatan Mesin Dengan Metode Preventive Maintenance & Predictive Maintenance (Studi Kasus Di PLTD Kota Masohi)*. *7*(1), 37–46.

Sugianto, Harwata, & Purnamasari, N. A. (2021). *Perawatan Mesin Pendingin (Chiller) Untuk Sistem Tata Udara Instalasi Pengolahan Limbah Radioaktif. Jurnal Industri Pangan*, *12*(8), 275–282.

Susilo, A., Rohimat, R. I., & Husniah, H. (2020). *Analisis Kegagalan Operasional Mesin Chiller dengan Metoda FTA dan FMEA. Integrasi : Jurnal Ilmiah Teknik Industri*, *4*(2), 19.