
ANALISIS PENYEBAB *REJECT* PRODUK *PAVING BLOCK* DENGAN PENDEKATAN METODE FMEA DAN FTA

Oleh

Rizky Dwi Hardianto¹, Nuriyanto²

^{1,2}Jurusan Teknik Industri Fakultas Teknik, Universitas Yudharta Pasuruan

Email: ¹rizkyhardianto21@gmail.com

Article History:

Received: 22-07-2023

Revised: 19-08-2023

Accepted: 24-08-2023

Keywords:

Produk *Reject*, *Paving Block*,
FMEA, FTA

Abstract: PT Duta Beton Mandiri adalah sebuah perusahaan swasta nasional yang mengkhususkan diri dalam produksi *paving block*, *Stone Crusher*, dan pagar beton *precast*. Perusahaan ini sangat berkomitmen untuk menjaga mutu, memberikan pelayanan terbaik, serta menghasilkan produk berkualitas guna memberikan kepuasan kepada konsumen. Namun, salah satu masalah yang dihadapi oleh PT Duta Beton Mandiri adalah terdapatnya tingkat produk *reject* yang masih cukup tinggi dalam proses produksi *paving block* setiap bulannya, sehingga permasalahan ini harus segera diatasi. Oleh karena itu, tujuan dari penelitian ini adalah untuk menemukan dan mengatasi masalah terjadinya *reject* pada produk *paving block* dalam proses produksi dengan menggunakan metode FMEA (*failure mode and effects analysis*). Dengan metode ini, penelitian akan mengidentifikasi dan mengevaluasi berbagai moda kegagalan potensial dengan menentukan nilai RPN (*Risk Priority Number*) tertinggi. Hasil analisis menunjukkan bahwa dua moda kegagalan dengan RPN tertinggi adalah penyiraman produk yang tidak merata dengan nilai RPN 448 dan produk yang kurang padat dengan nilai RPN 384. Selanjutnya, metode FTA (*fault tree analysis*) akan diterapkan untuk menganalisis akar permasalahan dari moda kegagalan potensial yang memiliki nilai RPN tertinggi.

PENDAHULUAN

Sektor industri memegang peran sentral dalam mendorong perkembangan ekonomi di Indonesia. Dalam perkembangannya, berbagai sektor industri mengalami pertumbuhan yang pesat, dari beberapa sektor industri yang mengalami kemajuan ialah industri konstruksi, terutama dalam pembangunan properti dan infrastruktur yang memerlukan berbagai material, termasuk *paving block*.

Paving blok adalah bahan bangunan yang produksi dari campuran abu batu, air, semen, agregat kasar dan halus. Fungsinya sebagai opsi untuk menutup atau mengeringkan permukaan tanah. bata beton atau *concrete block* adalah sebutan dari *Paving block* (Mudiyono & Tsani, 2019). Namun, seperti halnya dengan produk-produk lainnya, produksi

paving block juga mengalami *reject* yang dapat mempengaruhi kualitasnya.

Produk-produk yang dihasilkan harus menjamin kualitas terbaik agar perusahaan tetap mempertahankan kepercayaan konsumen. Sebaliknya, ketika perusahaan kurang memperhatikan mutu produknya, daya tarik produk di pasar akan berkurang, dan jumlah konsumen dapat berkurang pula (Mudiyono & Tsani, 2019).

Produk *reject* adalah produk yang tidak sesuai standar standar kualitas. Namun, dengan melakukan biaya untuk melakukan perbaikan, kemudian dapat diperbaiki sehingga ekonomisnya dapat menjadi produk jadi yang baik (Bakhtiar, A., Sembiring, J. I., & Suliantoro, 2018).

Reject pada produk dapat disebabkan oleh berbagai faktor, termasuk kesalahan manusia, kualitas bahan baku, tindakan produksi yang tidak sesuai dengan prosedur standar, dan keadaan lingkungan produksi yang kurang bersih dan teratur. Mengurangi produk *reject* memiliki pentingnya tidak hanya dari segi finansial, tetapi juga berkaitan dengan keamanan dan kehandalan produk. Produk yang tidak memenuhi standar dapat menyebabkan risiko kecelakaan dan kerusakan pada bangunan, sehingga pengendalian kualitas pada produksi *paving block* menjadi sangat krusial.

Pengendalian kualitas adalah serangkaian aktivitas untuk mengawasi proses produksi guna memastikan karakteristik kualitas produk yang sesuai dengan persyaratan/ spesifikasi yang telah ditetapkan. Jika terdapat perbedaan antara kualitas sebenarnya dengan persyaratan yang ditetapkan, langkah-langkah perbaikan yang sesuai akan diambil. Untuk memastikan bahwa produk atau jasa tetap berkualitas tinggi sehingga pelanggan dapat puas, pengendalian kualitas digunakan (Krisnaningsih et al., 2021).

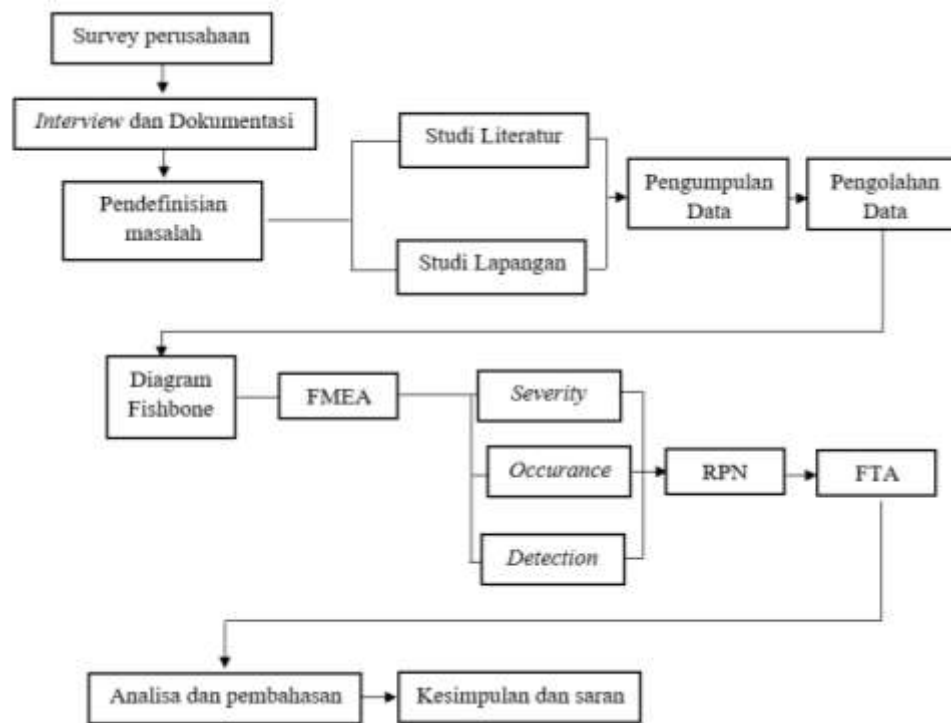
PT Duta Beton Mandiri perlu melakukan analisis mengenai alasan mengapa produk *reject* selama proses produksi *paving block*. Untuk melakukan analisis tersebut, perusahaan dapat menggunakan berbagai metode, salah satunya adalah FMEA (*failure mode and effects analysis*) dan FTA (*fault tree analysis*).

Dengan menerapkan metode FMEA bertujuan untuk memeriksa moda kegagalan yang mungkin, dampak kegagalan, sumber kegagalan yang mungkin, dan menetapkan rating terhadap *severity*, *occurrence*, dan *detection* dan RPN (*risk priority number*) pada proses produksi, setelah itu menerapkan metode FTA dalam menganalisis akar permasalahan dari moda kegagalan potensial dengan nilai RPN yang paling tinggi. Oleh karena itu, tujuan penelitian ini adalah untuk menemukan dan mengatasi masalah pada proses produksi *paving block*, dengan harapan dapat meningkatkan kualitas dan mengurangi *reject* produk untuk masa mendatang.

METODE PENELITIAN

Pada bagian ini membahas penelitian yang dilakukan di bagian produksi *paving block* PT. Duta Beton Mandiri, dikarenakan pada bagian tersebut masih ditemukannya produk *reject* setiap bulannya, yang mana permasalahan tersebut harus segera diselesaikan. Dari penelitian ini bertujuan untuk menganalisis penyebab *reject paving block* pada proses produksi dengan menggunakan metode FMEA (*failure mode and effects analysis*) dan FTA (*fault tree analysis*). Terdapat tahapan-tahapan yang dilalui dalam proses penelitian ini, seperti yang ditampilkan pada **Gambar 1**.

Gambar 1. Diagram Alur Penelitian



FMEA (*Failure mode and effects analysis*)

Failure Mode didefinisikan sebagai jenis kesalahan yang mungkin terjadi, baik yang berkaitan dengan spesifikasi maupun yang berdampak pada konsumen. Dari mode kegagalan ini, hasilnya dianalisis dan dampaknya terhadap perusahaan. Di sini, FMEA adalah proses untuk mengidentifikasi risiko selama proses. Ada beberapa definisi FMEA (*Failure Mode Effects Analysis*), di antaranya adalah: (Nadia, 2011) dalam (Rahman, 2014):

1. FMEA didefinisikan sebagai kumpulan tindakan sistematis yang bertujuan untuk menemukan dan mengevaluasi kemungkinan kegagalan produk atau proses dan konsekuensi dari kegagalan tersebut, mengidentifikasi langkah-langkah yang dapat mengurangi kemungkinan kegagalan dan mencatat seluruh proses.
2. FMEA adalah suatu proses terstruktur yang bertujuan untuk menemukan dan mencegah mode kegagalan sebanyak mungkin. FMEA digunakan untuk menemukan penyebab dan sumber masalah kualitas. Mode kegagalan dapat mencakup desain atau kesalahan desain, kondisi di luar batas spesifikasi yang telah ditetapkan, atau perubahan pada produk yang mengganggu fungsinya. Menurut Roger D. Leitch, FMEA didefinisikan sebagai analisis teknik yang dapat membantu proses pembuatan keputusan engineer selama pengembangan dan perancangan jika dilakukan dengan benar dan pada waktu yang tepat. Pemeriksaan dilakukan pada tingkat awal proses produksi dan mempertimbangkan kegagalan sistem yang berasal dari berbagai jenis kegagalan. Jenis analisis ini biasanya disebut sebagai analisis "*bottom up*".
3. Menurut John Moubray, FMEA adalah metode yang digunakan untuk memastikan bahwa pengaruh kegagalan terkait dengan setiap jenis kegagalan dan untuk mengidentifikasi jenis kegagalan yang mungkin menyebabkan setiap kegagalan fungsi dan untuk memastikan bahwa pengaruh kegagalan terkait dengan setiap jenis kegagalan.

Variabel FMEA (*Failure Mode and Effect Analysis*)

Menurut (Rachman et al., 2016) terdapat tiga proses variabel utama dalam FMEA (*Failure Mode and Effect Analysis*) yaitu *Severity*, *Occurance*, dan *Detection*. Ketiga prosedur ini digunakan untuk menghitung nilai rating keseriusan pada Mode Gagal Potensial. Dalam FMEA, tiga variabel utama adalah sebagai berikut:

Severity (Tingkat Keparahan)

Menurut (G. Ghivaris, K. Soemadi, 2015), *Severity* adalah istilah yang digunakan untuk menentukan dampak potensial suatu kesalahan dengan menilai kegagalan berdasarkan konsekuensi yang ditimbulkannya. Pengaruh kegagalan dinilai dari 1 hingga 10. Ranking terendah adalah tingkat keseriusan terendah (resiko kecil), dan tingkat tertinggi adalah tingkat keseriusan tertinggi (resiko besar). **Tabel 1** berikut menunjukkan penjelasan tingkat kegagalan mode untuk masing-masing ranking:

Tabel 1. Nilai *Severity*

Deskripsi	<i>Severity</i>	<i>Rating</i>
Dampak yang memiliki risiko disebabkan dari kegagalan sistem	Beresiko serius	10
Kesalahan pada sistem menyebabkan dampak yang serius	Sangat tinggi	9
Sistem tidak bekerja	Tinggi	8
Sistem bekerja namun tidak mampu beroperasi secara maksimal	Sedang	7
Sistem masih bisa bekerja dengan aman tetapi mengalami penurunan pada kinerjanya	Rendah	6
Kinerja mengalami penurunan secara bertahap	Sangat rendah	5
Dampak yang minim pada kinerja sistem	Berdampak kecil	4
Sedikit mempengaruhi pada kinerja sistem	Berdampak	3
Dampak yang tidak signifikan pada kinerja sistem	Sangat kecil	2
Tidak berpengaruh pada produk	Tidak ada dampak	1

Sumber: (Mukminin & Dahda, 2022)

Occurrence (Tingkat Kejadian)

Menurut (G. Ghivaris, K. Soemadi, 2015), *occurrence* merupakan kemungkinan bahwa faktor-faktor tersebut dapat muncul dan menyebabkan masalah selama penggunaan produk. Ranking kejadian terdiri dari 1–10. Ranking 1 menunjukkan tingkat kejadian rendah, atau tidak sering, sedangkan tingkat 10 menunjukkan tingkat kejadian tinggi, atau sering. **Tabel 2** berikut menunjukkan penjelasan frekuensi kegagalan untuk masing-masing peringkat:

Tabel 2. Nilai *Occurrence*
Sumber: (Mukminin & Dahda, 2022)

Deskripsi	<i>Occurrence</i>	<i>Rating</i>
Sering gagal	Sangat tinggi	10-9
Kegagalan Secara terus menerus	Tinggi	8-7
Kegagalan sangat jarang terjadi	Sedang	6-4
Kegagalan yang terjadi sangat kecil	Rendah	3-2
Hampir tidak ada kegagalan	Tidak berdampak	1

Detection (Tingkat terdeteksi)

Menurut (G. Ghivaris, K. Soemadi, 2015), Deteksi adalah prosedur, tes, atau analisis yang digunakan untuk menghindari kegagalan pada layanan, proses, atau pelanggan. Ranking dari 1 hingga 10 digunakan untuk mendeteksi ranking. Rangkaian satu menunjukkan tingkat kontrol yang dapat mendeteksi kegagalan, yang selalu dapat dilakukan, dan rangkaian sepuluh menunjukkan tingkat kontrol yang tidak dapat mendeteksi kegagalan. **Tabel 3** berikut menunjukkan tingkat penilaian pendeteksian:

Tabel 3. Nilai *Detection*

Deskripsi	<i>Detection</i>	<i>Rating</i>
Inspeksi tidak sanggup mengetahui penyebab kegagalan potensial serta mode kegagalan	Tidak pasti	10
Inspeksi mempunyai probabilitas sangat kecil guna dapat mengetahui penyebab kegagalan potensial serta mode kegagalan	Sangat kecil	9
Inspeksi mempunyai probabilitas kecil guna dapat mengetahui penyebab kegagalan potensial serta mode kegagalan	Kecil	8
Inspeksi mempunyai probabilitas sangat rendah guna dapat mengetahui penyebab kegagalan yang berpotensi serta mode kegagalan	Sangat rendah	7
Inspeksi mempunyai probabilitas rendah guna dapat mengetahui penyebab kegagalan yang berpotensi serta mode kegagalan	Rendah	6
Inspeksi mempunyai probabilitas sedang guna mengetahui penyebab kegagalan yang berpotensi serta mode kegagalan	Sedang	5
Inspeksi mempunyai probabilitas menengah ke atas guna mengetahui penyebab kegagalan yang berpotensi serta mode kegagalan	Menengah ke atas	4
Inspeksi mempunyai probabilitas tinggi guna mengetahui penyebab kegagalan yang berpotensi serta mode kegagalan	Tinggi	3
Inspeksi mempunyai probabilitas sangat tinggi guna mengetahui penyebab kegagalan yang berpotensi serta mode kegagalan	Sangat tinggi	2
Inspeksi akan selalu mengetahui faktor kegagalan potensial serta mode kegagalan	Hampir pasti	1

Sumber: (Mukminin & Dahda, 2022)

RPN (Risk Priority Number)

resiko adalah hasil matematis dari keseriusan efek (keseriusan), kemungkinan terjadinya penyebab akan menyebabkan kegagalan yang berhubungan dengan efek (kemungkinan terjadinya), dan kemampuan untuk mengidentifikasi kegagalan sebelum terjadi pada pelanggan (deteksi). Persamaan berikut menunjukkan persamaan nomor prioritas risiko (RPN):

$$\text{Severity} \times \text{Occurrence} \times \text{Detection} = \text{RPN}$$

Angka RPN adalah produk dari $S \times O \times D$, dengan angka RPN yang berbeda untuk setiap alat yang telah menjalani proses analisis sebab akibat kesalahan, dengan yang tertinggi adalah alat yang memiliki angka RPN tertinggi. Tim harus memprioritaskan faktor-faktor tersebut untuk mengambil tindakan atau upaya untuk mengurangi angka resiko melalui perawatan korektif (Septiana & Purwanggono, 2018).

FTA (Fault Tree Analysis)

Menurut (Kartikasari & Romadhon, 2019) FTA (*fault tree analysis*) merupakan metode untuk menemukan faktor risiko yang menyebabkan kegagalan, Metode ini menggunakan top-down approach. Ini dimulai dengan asumsi kegagalan dari kejadian puncak (top event), kemudian menjelaskan alasan kejadian puncak sampai pada sumber kegagalan. Analisa pohon kesalahan mengidentifikasi hubungan antara faktor penyebab dan menunjukkannya dalam bentuk pohon kesalahan. Salah satu cara yang dapat digunakan untuk menyelidiki sumber utama dari kecelakaan atau kegagalan kerja adalah analisis pohon kesalahan, juga dikenal sebagai analisis pohon kesalahan. *Fault Tree Analysis* menggunakan simbol pada **tabel 4** berikut:

Tabel 4. Simbol Dalam *Fault Tree Analysis*

Simbol	Istilah	Keterangan
	<i>Basic Event</i>	Peristiwa dasar dari penyimpangan yang tidak diharapkan dari suatu keadaan normal pada suatu komponen dari sebuah sistem
	<i>Top Event</i>	Kejadian yang dikehendaki pada <i>top level</i> yang menunjukkan kegagalan sehingga akan diteliti lebih lanjut
	<i>Logic Event AND</i>	Menunjukkan fungsi AND, fungsi ini digunakan untuk menunjukkan kejadian output akan muncul jika semua input terjadi
	<i>Logic Event OR</i>	Menunjukkan fungsi OR, fungsi ini digunakan untuk menunjukkan kegagalan output yang terjadi karena terdapat satu atau lebih dua kejadian kegagalan pada inputnya
	<i>Conditioning Event</i>	Kondisi khusus yang diterapkan pada gerbang logika bila memenuhi suatu kondisi tertentu
	<i>Undeveloped Event</i>	Peristiwa yang tidak berkembang tidak perlu dicari penyebabnya, karena tidak cukup berhubungan
	<i>External Event</i>	Menunjukkan kejadian yang diharapkan muncul dan tidak termasuk dalam kegagalan kejadian
	<i>Transferred Event</i>	Uraian lanjutan kejadian berbeda yang berada di halaman lain

Sumber: (Kartikasari & Romadhon, 2019)

HASIL DAN PEMBAHASAN

HASIL

Untuk mengetahui jenis-jenis reject yang terjadi pada proses produksi *paving block* secara pasti dan jelas pada data produksi selama periode Januari – Desember 2022, maka dilakukan pengambilan data dari Perusahaan, wawancara serta pengamatan, sehingga dapat diidentifikasi beberapa jenis *reject* yang terjadi pada **Tabel 5**.

Tabel 5. Data Jumlah Produksi dan *Reject* Produksi

Bulan	Jumlah Produksi (Pcs)	Jenis Reject (Pcs)			Jumlah Reject (Pcs)
		Reject Retak	Reject Gopel	Reject Kropos	
Januari	49.320	1.894	1.531	896	4.321
Februari	52.368	1.946	2.098	769	4.813
Maret	54.319	2.364	1.050	947	4.361
April	49.314	1.159	1.984	1.224	4.367
Mei	41.698	1.594	863	1.090	3.547
Juni	43.164	756	1.697	1.195	3.648
Juli	57.316	984	2.641	1.062	4.687
Agustus	61.497	2.649	1.269	1.396	5.314
September	57.135	1.986	1.169	1.214	4.369
Oktober	62.034	1.034	1.267	2.014	4.315
November	53.476	1.249	2.649	799	4.697
Desember	41.236	2.049	608	1.964	4.621
Total	622.877	19.664	18.826	14.570	53.060

Sumber: Intern Perusahaan

Berdasarkan data yang ditampilkan di **Tabel 5**. Terdapat 3 jenis *reject* pada proses produksi *paving block* yaitu *reject* retak, *reject* gopel, dan *reject* kropos, ketiga jenis *reject* produk ditampilkan pada **Gambar 2,3,4**.

Gambar 2. *Reject* Retak



Sumber: Dokumentasi Pribadi

Paving block mengalami *reject* retak dikarenakan produk tidak kering secara merata dan adonan *raw material* tidak sesuai spesifikasi produksi.

Gambar 3. *Reject Gopel*



Dokumentasi Pribadi

Paving block mengalami *reject gopel* dikarenakan kelalaian pekerja saat pemindahan dan penyimpanan akhir.

Gambar 4. *Reject Kropos*



Dokumentasi Pribadi

Paving block mengalami *reject kropos* dikarenakan adonan *raw material* tidak sesuai spesifikasi produksi.

Tahap Failure Mode and Effect Analysis (FMEA)

FMEA (*Failure Mode and Effect Analysis*) digunakan untuk melihat moda kegagalan mana yang memiliki nilai RPN tertinggi. Mengidentifikasi mode kegagalan proses produksi adalah langkah pertama, efek kegagalan potensial, penyebab potensi kegagalan dan menentukan tingkat keparahan, kejadian, dan deteksi. Pihak yang terlibat dalam proses produksi menentukan nilainya, yaitu bagian *Quality Control*, Pekerja, dan mekanik di PT Duta Beton Mandiri ditampilkan pada **Tabel 6**.

Tabel 6. Analisis FMEA

No	Proses	Moda Kegagalan Potensial	Efek Kegagalan Potensial	S	Penyebab Kegagalan Potensial	O	D	RPN
1	Pencampuran Raw Material	Raw material tidak sesuai ukuran	Produk akan mengalami reject kropos	3	Kelalaian pekerja pada saat pencampuran raw material	7	2	42
		Pisau mesin mixer aus	Raw material tidak tercampur merata	8	Tingkat penggunaan tinggi	8	2	128
2	Pencetakan Paving Block	Matras cetakan aus	Dimensi bentuk produk tidak sesuai	8	Tingkat penggunaan tinggi	7	2	112
		Produk kurang padat	Produk akan mengalami reject retak	8	Kualitas raw material buruk	8	6	384
3	Transportasi	Tidak berhati-hati saat pengangkutan	Produk akan mengalami reject gopel	8	Kelalaian operator forklift saat pemindahan ke truk pengangkut	8	2	128
4	Penyimpanan	Tidak berhati-hati saat penyimpanan akhir	Produk akan mengalami reject gopel	8	Kelalaian pekerja saat menata produk di area staple	7	3	168
		Penyiraman produk tidak merata	Produk akan mengalami reject retak	8	Kelalaian pekerja pada saat penyiraman	7	8	448

Hasil dari data pada Tabel 10. Analisis FMEA moda kegagalan potensial dari proses produksi *paving block*. Nilai kegagalan tertinggi ditemukan sebagai hasil dari perhitungan nilai RPN, yaitu, penyiraman produk tidak merata sebesar 448 dan produk kurang padat sebesar 384 dideskripsikan sebagai berikut:

1. Efek yang ditimbulkan dari moda kegagalan potensial penyiraman produk tidak merata yaitu produk akan mengalami *reject* retak yang disebabkan oleh kelalaian pekerja pada saat penyiraman. Berdasarkan hal tersebut maka diberi bobot nilai:
 - a. Nilai *severity* 8 diberikan karena kegagalan potensial penyiraman produk yang tidak merata dapat menyebabkan dampak yang serius terhadap kualitas dan kinerja produk. Jika proses penyiraman tidak merata, beberapa *paving block* akan mengalami pengeringan dan pengerasan yang tidak sempurna. Akibatnya, produk akan memiliki kekuatan yang tidak konsisten, daya dukung yang berbeda-beda, dan mungkin memiliki permukaan yang retak atau gopel. Kekurangan dalam kualitas ini dapat menyebabkan penolakan produk oleh pelanggan, kerugian finansial bagi perusahaan, dan reputasi yang buruk dalam industri.
 - b. Nilai *occurrence* 7 diberikan karena kegagalan penyiraman produk tidak merata dapat terjadi dengan frekuensi yang cukup tinggi. Ada beberapa variabel yang dapat menyebabkan tingkat penyiraman yang tidak rata, seperti kelalaian pekerja, pemeliharaan yang kurang, atau masalah pada alat penyiram, dapat terjadi relatif sering dalam lingkungan produksi yang berjalan terus-menerus. Frekuensi kejadian yang cukup tinggi ini meningkatkan risiko terjadinya kegagalan penyiraman produk tidak merata.
 - c. Nilai *detection* 8 diberikan karena ada kemungkinan bahwa penyiraman produk yang tidak merata mungkin tidak mudah dideteksi pada tahap pengujian atau inspeksi. Meskipun perusahaan dapat melakukan pemeriksaan kualitas dan

pengujian produk secara rutin, terkadang kegagalan penyiraman tidak merata baru akan terungkap saat produk akan dikirim ke pelanggan.

- d. Berdasarkan poin a, b, dan c diatas, nilai RPN yang diperoleh adalah $S \times O \times D = 8 \times 7 \times 8 = 448$
2. Efek yang ditimbulkan dari moda kegagalan potensial produk kurang padat yaitu produk akan mengalami *reject* retak yang disebabkan oleh kualitas raw material yang buruk. Berdasarkan hal tersebut maka diberi bobot nilai:
 - a. Nilai *severity* 8 diberikan karena produk yang kurang padat dapat menyebabkan dampak yang serius terhadap kualitas dan daya dukung produk. Ketika produk kurang padat, struktur dan kekuatan produk dapat terpengaruh sehingga mengurangi daya dukung dan daya tahan terhadap beban atau tekanan. Produk yang kurang padat juga dapat menyebabkan permukaan yang tidak rata, yang mengurangi kualitas estetika dan fungsionalitas produk. Kondisi ini dapat mengakibatkan penolakan produk oleh pelanggan dan mengurangi kepercayaan pelanggan terhadap produk dan merek.
 - b. Nilai *occurrence* 8 diberikan karena kegagalan produk kurang padat dapat terjadi dengan frekuensi yang cukup tinggi. Proses produksi yang kompleks, berulang, atau proses yang melibatkan banyak variabel dapat meningkatkan risiko produk yang kurang padat terjadi secara berulang. Selain itu, faktor seperti kesalahan operator, kesalahan dalam perhitungan campuran beton, atau masalah teknis dalam mesin cetak dapat menyebabkan produk kurang padat.
 - c. Nilai *detection* 6 diberikan karena kegagalan produk kurang padat cenderung lebih mudah dideteksi dibandingkan dengan kegagalan yang memiliki nilai *detection* yang lebih besar. Dalam produksi paving block, perusahaan memiliki sistem inspeksi dan pengujian kualitas yang baik untuk mendeteksi ketidakpadatan produk. Namun, ada kemungkinan bahwa beberapa produk kurang padat dapat lolos dari pengujian dan inspeksi, atau kegagalan baru terungkap setelah produk akan dikirim ke pelanggan.
 - d. Berdasarkan poin a, b, dan c diatas, nilai RPN yang diperoleh adalah $S \times O \times D = 8 \times 8 \times 6 = 384$

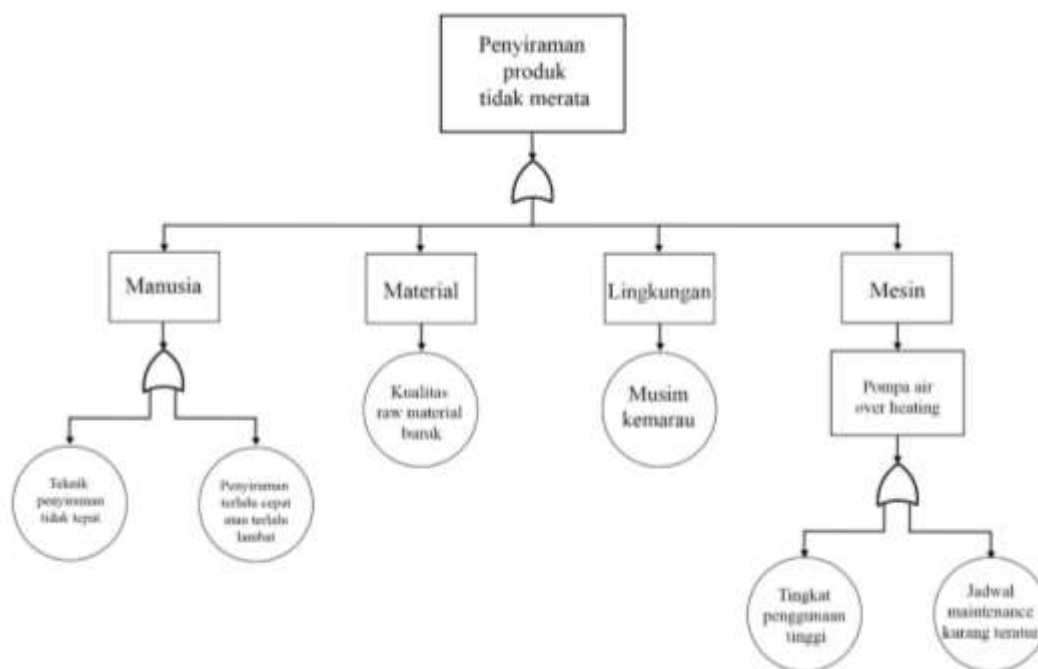
Tahap FTA (*Fault Tree Analysis*)

Analisis FTA (*Fault Tree Analysis*) ialah analisa yang digunakan agar mengetahui penyebab masalah beserta akarnya. Penentuan FTA dilakukan pada mode kegagalan yang memiliki nilai tertinggi pada metode FMEA karena FTA merupakan metode akar penyebab masalah. Dalam kasus ini, ada dua mode kegagalan tertinggi, yaitu:

1. Penyiraman produk tidak merata dengan nilai RPN sejumlah 448
2. Produk kurang padat dengan nilai RPN sejumlah 384

Kedua moda kegagalan ini harus dianalisis untuk mengidentifikasi penyebab masalah saat ini. Hasil pembuatan diagram FTA (*Fault Tree Analysis*) untuk masing-masing moda kegagalan ditunjukkan di sini.

1. Penyiraman produk kurang merata

Gambar 5. Analisis FTA Penyiraman Produk Kurang Tidak Merata

Dari **Gambar 5.** analisa yang telah dilakukan dengan menggunakan FTA (*Fault Tree Analysis*) diketahui faktor penyebab masalah dari penyiraman produk tidak merata sebagai berikut :

a. Manusia

Kualitas raw material buruk dapat mempengaruhi kemampuan paving block untuk menyerap dan mempertahankan air selama proses pengeringan, yang dapat menyebabkan keretakan pada produk.

b. Material

Cuaca kemarau dapat mempengaruhi laju penguapan air dari paving block. Jika lingkungan kering dan panas, air dapat menguap lebih cepat dan menyebabkan paving block menjadi kering lebih cepat.

c. Lingkungan

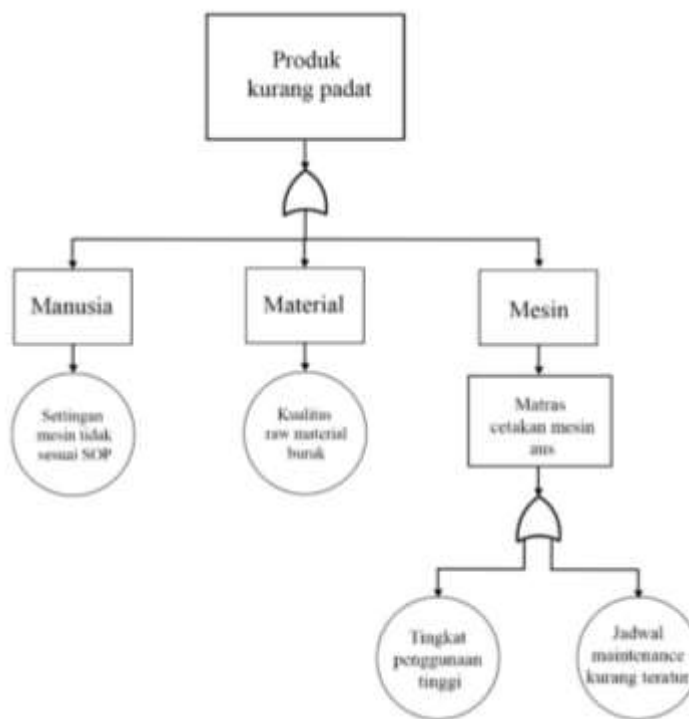
Cuaca kemarau dapat mempengaruhi laju penguapan air dari paving block. Jika lingkungan kering dan panas, air dapat menguap lebih cepat dan menyebabkan paving block menjadi kering lebih cepat.

d. Mesin

Pompa air dapat mengalami overheating jika beroperasi terlalu lama tanpa istirahat, atau jika kondisi lingkungan sekitar terlalu panas dan pompa air bisa mengalami kerusakan mekanis atau komponen internal yang rusak, seperti impeller yang aus, seal yang bocor, atau motor yang rusak, yang bisa menghambat proses penyiraman.

2. Produk kurang padat

Gambar 6. Analisis FTA Produk Kurang Padat



Dari **Gambar 6.** analisa yang telah dilakukan dengan menggunakan FTA (*Fault Tree Analysis*) diketahui faktor penyebab masalah dari produk kurang padat sebagai berikut :

a. Manusia

Proses pemadatan paving block saat proses produksi harus dilakukan dengan tepat. Jika pemadatan tidak efektif atau tidak merata, dapat menyebabkan terbentuknya rongga udara di dalam *paving block*, yang menyebabkan struktur *paving block* menjadi lemah dan lembek.

b. Material

Kualitas dari bahan baku yang digunakan dalam pembuatan *paving block* dapat berpengaruh pada kepadatan dan kekuatan akhir produk. Jika bahan baku yang digunakan tidak memenuhi standar yang diperlukan, maka *paving block* dapat menjadi lembek dan kurang padat.

c. Mesin

Matras cetakan yang aus tidak akan memberikan hasil cetakan yang baik dan presisi, sehingga kualitas produk paving block akan menurun. Produk yang dihasilkan mungkin memiliki dimensi yang tidak sesuai, permukaan yang kasar, dan kekuatan yang kurang.

Analisis Usulan Perbaikan Berdasarkan FMEA dan FTA

Bersasarkan penilaian RPN yang telah didapat dari proses produksi, terdapat moda kegagalan potensial yaitu penyiraman produk tidak merata dan produk kurang padat yang mempunyai nilai RPN tertinggi. Kedua mode kegagalan potensial ini memiliki dampak yang signifikan terhadap kualitas paving block. Sebagai hasil dari analisis mode dan efek kegagalan (FMEA) dan analisis pohon kegagalan (FTA), penyebab kegagalan dapat diidentifikasi dan

diperbaiki. Usulan perbaikan terhadap kedua proses produksi ditampilkan pada **Tabel 7**.

Tabel 7. Analisis Usulan Perbaikan Berdasarkan FMEA dan FTA

NO	Moda Kegagalan Potensial	Efek Kegagalan Potensial	Usulan Perbaikan
1	Penyiraman produk tidak merata	Produk akan mengalami <i>reject</i> retak	Melakukan pengawasan pada saat proses penyiraman
			Menambah pekerja dibagian penyiraman
			Melakukan maintenance pada pompa air secara berkala terutama pada bagian yang sering bermasalah
2	Produk kurang padat	Produk akan mengalami reject retak	Melakukan pengawasan pada saat proses pencetakan <i>paving block</i>
			Memberi arahan pekerja tentang SOP penggunaan mesin
			Melakukan maintenance pada mesin secara berkala terutama pada bagian yang sering bermasalah

KESIMPULAN

Berdasarkan temuan yang dihasilkan dari penelitian yang dilaksanakan pada proses produksi paving block di PT. Duta Beton Mandiri, dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

1. Berdasarkan analisa FMEA diperoleh nilai RPN tertinggi yaitu 448 dari moda kegagalan potensial penyiraman produk tidak merata dan 384 dari moda kegagalan potensial produk kurang padat, kedua moda kegagalan potensial tersebut harus dijadikan prioritas untuk dilakukannya perbaikan.
2. Berdasarkan analisa FTA diketahui Faktor manusia dan mesin paling sering menjadi penyebab kegagalan proses produksi., Ketidakteklian operator saat mengoperasikan mesin dan jadwal perawatan yang tidak teratur menyebabkan kerusakan manusia.
3. Penyebab dari kegagalan produksi pada perusahaan bersumber kekurangan konsentrasi dan ketelitian pekerja yang menyebabkan kegagalan mesin pada komponen dan Karena penggunaan yang berlebihan dan jadwal perawatan yang tidak teratur, fungsi peralatan yang digunakan menurun. Akibatnya, konsekuensi yang ditimbulkan sangat berdampak pada penurunan kualitas *paving block*.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Bakhtiar, A., Sembiring, J. I., & Suliantoro, H. (2018). Analisis Penyebab Kecacatan Dengan Menggunakan Metode Failure Mode and Effect Analysis (FMEA) Dan Metode Fault Tree Analysis (FTA) Di PT . Alam Daya Sakti Semarang. *Jurnal Ilmiah Teknik Industri*, 6(2), 95–170.
- [2] G. Ghivaris, K. Soemadi, A. D. (2015). Usulan Perbaikan Kualitas Proses Produksi Rudder Tiller Di PT . Pindad Bandung Menggunakan FMEA dan FTA*. *Jurnal Online Institut Teknologi Nasional*, 3(4), 73–84.
- [3] Kartikasari, V., & Romadhon, H. (2019). Analisa Pengendalian dan Perbaikan Kualitas Proses Pengalengan Ikan Tuna Menggunakan Metode Failure Mode And Effect Analysis (FMEA) dan Fault Tree Analysis (FTA) Studi kasus di PT XXX Jawa Timur. *Journal of*

-
- Industrial View*, 1(1), 1–10. <https://doi.org/10.26905/jiv.v1i1.2999>
- [4] Krisnaningsih, E., Gautama, P., & Syams, M. F. K. (2021). Usulan Perbaikan Kualitas Dengan Menggunakan Metode Fta Dan Fmea. *Jurnal InTent*, 4(1), 41–54.
- [5] Mudiyo, R., & Tsani, N. S. (2019). Analisis Pengaruh Bentuk Paving Block Terhadap Kelendutan Perkerasan Jalan. *Reviews in Civil Engineering*, 3(1), 12–17. <https://doi.org/10.31002/rice.v3i1.1231>
- [6] Mukminin, A., & Dahda, S. S. (2022). Identifikasi Penyebab Kecacatan Kemasan Minyak Kelapa Sawit Menggunakan Metode FMEA dan FTA Pada Departemen Shortening (Studi Kasus: PT. XYZ). *Jurnal Serambi Engineering*, 7(4). <https://doi.org/10.32672/jse.v7i4.4754>
- [7] Rachman, A., Adianto, H., & Liansari, G. P. (2016). Perbaikan Kualitas Produk Ubin Semen Menggunakan Metode Failure Mode and Effect Analysis dan Failure Tree Analysis di Institusi Keramik. *Jurnal Online Institut Teknologi Nasional*, 4(2), 24–35.
- [8] Rahman, A. (2014). Analisis Pengendalian Kualitas Produk Roti Tawar Mr . Bread Dengan Metode FMEA (Di Bagian Produksi CV . Essen). *Jurnal Online Teknik Industri*, 1(1), 1–8.
- [9] Septiana, B., & Purwanggono, B. (2018). Analisis Pengendalian Kualitas Dengan Menggunakan Failure Mode Error Analysis (Fmea) Pada Divisi Sewing Pt Pisma Garment Indo. *Ejournal3.Undip.Ac.Id*. <https://ejournal3.undip.ac.id/index.php/ieoj/article/view/22233>