Identifikasi Penyebab dan Analisis Risiko Kegagalan Proses Produksi *Geomembrane* Pabrik Plastik Menggunakan Pendekatan FMEA

Endra Yuafanedi Arifianto^{1*}, Ridha Nurlita Briliana²
^{1,2}Teknik Industri, Universitas Brawijaya, Kota Malang, Indonesia
(*endra@ub.ac.id)

Abstrak – Perkembangan sektor industri dan kemajuan teknologi yang pesat menyebabkan persaingan antar perusahaan semakin ketat. Kualitas *output* yang baik dapat dihasilkan apabila menggunakan *input* dengan kualitas yang baik serta menjalankan proses produksi yang tepat dan sesuai standar kualitas. Untuk memenuhi permintaan konsumen, perlu dilakukan identifikasi dan perbaikan secara menyeluruh terhadap kualitas dari produk yang dihasilkan. Meskipun proses pengendalian kualitas telah dilaksanakan sebaik mungkin, masih sering ditemukan ketidaksesuaian antara produk jadi dengan produk yang diharapkan. Beberapa faktor bisa mempengaruhi kondisi tersebut seperti mesin, material, lingkungan, manusia, dan metode yang digunakan. Dalam suatu proses produksi, seringkali ditemukan *defect* pada *output*. Dalam penelitian ini, dilakukan analisa terhadap penyebab dan risiko kegagalan produksi. Penerapan metode *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA) serta *Root Cause Analysis* (RCA) untuk mengetahui akar penyebab dari masalah *defect* produk supaya dapat dilakukan peningkatan kualitas oleh perusahaan.

Kata kunci: FMEA; pengendalian kualitas; proses produksi; RCA

I. PENDAHULUAN

Sebelum terjadi penurunan kualitas produk perusahaan melakukan pencegahan dengan menerapkan pengendalian kualitas. Disamping itu, perlu dilakukan perbaikan sistem maupun metode produksi dari segi manusia ataupun mesin untuk meningkatkan kualitas. Pengendalian kualitas dapat dimulai dari pengadaan bahan baku, saat berlangsungnya proses produksi, hingga pada produk akhir dan penyesuaian dengan standar produksi yang sudah ditetapkan. Selanjutnya, pengendalian produk dapat dilakukan dengan cara memeriksa kembali produk akhir yang siap didistribusikan ke pelanggan. Pengendalian kualitas pada bahan mentah atau material, dalam proses produksi, dan produk jadi dapat mengurangi kemungkinan adanya cacat atau produk yang rusak.

Pabrik plastik “X” merupakan perusahaan yang bergerak untuk keperluan konstruksi, agrikultur, pertanian, *packaging* produk, dan lain sebagainya. Dalam proses produksinya, merupakan suatu hal yang wajar ketika terjadi cacat pada hasil produk. Namun, perlu diketahui penyebab dan dampak dari cacat tersebut sebagai upaya untuk meningkatkan kualitas produk perusahaan sehingga mampu berkembang dan bersaing dengan perusahaan kompetitor kedepannya. Penelitian ini, melakukan analisis terhadap penyebab dan risiko kegagalan produksi plastik *geomembrane* dengan pendekatan metode *Failure Mode and Effect Analysis* serta *Root Cause Analysis* menggunakan tools yaitu *fishbone* diagram. Diagram ini digunakan untuk mengetahui akar penyebab dari permasalahan cacat produk perusahaan. Penjelasan detail melalui diagram bisa menghasilkan usulan perbaikan kualitas produk.

II. STUDI LITERATUR

Konsep *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA) pertamakali dikenalkan oleh *Aerospace Industry* sekitar tahun 1960. Selanjutnya, di sekitar tahun 1980 perusahaan Ford juga menggunakan FMEA, kemudian disusul tahun 1993 perusahaan *American Society for Quality Control* (ASQC) dan *AIAG* (*Automotive Industry Action Group*) menetapkannya sebagai standard. Suatu tata cara yang sistematis, runtut, teratur, integral untuk mengidentifikasi dan menahan kemungkinan terbanyak kegagalan (*failure*) definisi dari FMEA. Dalam ISO/TS 16949:2022 (*Technical Specification for Automotive Industry*), FMEA merupakan salah satu *core tools*.

Selain itu FMEA juga dapat digunakan untuk mengkaji dan menguji bagian – bagian pada sistem sehingga dapat mengurangi risiko atau dampak dari suatu tingkat kegagalan. Hal ini digunakan untuk mendukung penilaian kinerja sistem perusahaan (Imanuell & Lutfi, 2019). Menurut Sukwadi dkk, (2017), metode ini juga

mampu digunakan untuk mengetahui risiko kecelakaan pada sistem, risiko kegagalan produksi komponen, risiko sistem rantai pasok, dan lain sebagainya.

Terdapat banyak variasi di dalam rincian FMEA dengan tujuan untuk mencapai hal berikut.

1. Mengetahui dan memprediksi potensi kegagalan produk maupun proses produksi.
2. Memperkirakan dan melakukan evaluasi dampak kegagalan fungsi dalam sistem.
3. Menunjukkan daftar prioritas peningkatan proses yang harus diperbaiki dari suatu proses atau sub sistem
4. Mengidentifikasi dan menyusun tindakan perbaikan yang dapat dilakukan untuk meminimalkan kemungkinan kegagalan pada sistem.
5. Mendokumentasikan setiap proses secara menyeluruh.

A. Tingkat Keparahahan (*Severity*)

Severity menunjukkan tingkat keseriusan dari dampak yang timbul dari kegagalan produksi. Semakin kritis dampak/efek yang terjadi, maka nilai *severity* yang ditunjukkan akan semakin tinggi. Berikut merupakan tabel skala keparahan (*severity*).

Tabel 1
Skala Keparahahan (*Severity*)

Tingkat Bahaya	Kriteria	Tingkat
Sangat Rawan Sekali	Terjadi kecelakaan kerja secara tiba-tiba tanpa adanya peringatan akibat kerusakan komponen dan dapat membahayakan keselamatan kerja.	10
Sangat Rawan	Terjadi kecelakaan kerja dan mesin tidak dapat beroperasi dengan adanya peringatan atau deteksi dini akibat kerusakan bagian/ <i>part</i>	9
Sangat Tinggi	Mesin mati dan hilang fungsi utama mesin akibat kerusakan komponen	8
Tinggi	Sistem mati namun mesin dapat beroperasi akibat kerusakan komponen/bagian	7
Moderat	Terjadi penurunan kinerja sistem secara drastis namun mesin masih dapat beroperasi akibat kerusakan komponen	6
Rendah	Terjadi penurunan kinerja sistem secara bertahap dan mesin masih dapat beroperasi akibat kerusakan komponen	5
Sangat Rendah	Terjadi pengaruh kecil pada kinerja sistem namun mesin masih dapat beroperasi dengan sempurna akibat kerusakan komponen	4
Kecil	Terjadi penurunan kinerja namun mesin dan komponen sistem masih berjalan dengan sempurna akibat	3
Sangat Kecil	Komponen memburuk namun sistem masih baik dan mesin beroperasi secara sempurna	2
Tidak Ada	Tidak berpengaruh	1

B. Tingkat Kejadian (*Occurence*)

Frekuensi tingkat banyaknya kejadian yang ditunjukkan skala *occurence* (O) yaitu banyaknya terjadi gangguan yang dialami komponen hingga menyebabkan adanya kegagalan pada sistem atau adanya potensi munculnya gangguan. Skala kejadian (*occurence*) dapat dijelaskan pada tabel 2.

Tabel 2
Skala Kejadian (*Occurrence*)

Tingkat Terjadi	Kriteria	Tingkat
Sangat sering terjadi sehingga tak dapat dihindarkan	Hampir setiap saat terjadi pada 1-2 kali waktu pengoperasian	10
Sangat sering terjadi	Sangat tinggi tingkat terjadi pada 3-4 kali waktu pengoperasian	9
Sering terjadi (1)	Tinggi tingkat terjadi pada 5-8 kali waktu pengoperasian	8
Sering terjadi (2)	Tinggi tingkat terjadi pada 9-20 kali waktu pengoperasian	7
Jarang terjadi (1)	Menengah terjadi pada 21-80 kali waktu pengoperasian	6
Jarang terjadi (2)	Rendah terjadi pada 81-400 kali waktu pengoperasian	5
Jarang terjadi (3)	Jarang terjadi pada 401-2000 kali waktu pengoperasian	4
Jarang sekali terjadi (1)	Sangat jarang terjadi pada 2001-15000 kali waktu pengoperasian	3
Jarang sekali terjadi (2)	Hampir tidak pernah pada >15000 kali waktu pengoperasian	2
Tidak pernah terjadi	Tidak pernah terjadi	1

C. *Tingkat Deteksi (Detection)*

Tingkat deteksi pada skala *detection* (D) yaitu kemungkinan kegagalan dapat diidentifikasi sebelum terjadi. Penilaian tingkat deteksi bergantung pada pengalaman narasumber sehingga bersifat subjektif. Skala deteksi (*detection*) ditunjukkan dalam tabel di bawah ini.

Tabel 3
Skala Deteksi (*Detection*)

Deteksi	Kriteria	Tingkat
Tidak mungkin terdeteksi	Penyebab potensi kegagalan serta kerusakan selanjutnya tidak dapat dikontrol/dideteksi	10
Sangat susah untuk terdeteksi	Penyebab kemungkinan dan jenis kegagalan berikutnya sangat sulit untuk dikontrol dan dideteksi	9
Sudah untuk terdeteksi	Penyebab kemungkinan dan jenis kegagalan berikutnya sulit untuk dikontrol dan dideteksi	8
Kemungkinan terdeteksi sangat rendah	Penyebab kemungkinan dan jenis kegagalan berikutnya sangat rendah kemungkinannya untuk dapat dikontrol dan dideteksi	7
Kemungkinan terdeteksi rendah	Penyebab kemungkinan dan jenis kegagalan berikutnya rendah kemungkinannya untuk dapat dikontrol dan dideteksi	6
Kemungkinan terdeteksi sedang	Penyebab kemungkinan dan jenis kegagalan berikutnya hampir tidak mudah untuk dikontrol dan dideteksi	5
Kemungkinan terdeteksi menengah keatas	Penyebab kemungkinan dan jenis kegagalan berikutnya hampir mudah untuk dikontrol dan dideteksi	4
Mudah untuk terdeteksi	Penyebab kemungkinan dan jenis kegagalan berikutnya mudah untuk dikontrol dan dideteksi	3
Sangat mudah untuk terdeteksi	Penyebab kemungkinan dan jenis kegagalan berikutnya sangat mudah untuk dikontrol dan dideteksi	2
Deteksi dapat dilakukan secara kasat mata	Penyebab potensi dan jenis kegagalan dapat diduga dari awal	1

D. *Risk Priority Number*

RPN (*Risk Priority Number*) adalah gabungan dari ketiga variabel yang telah disebutkan di atas, yaitu *severity* (S), *occurrence* (O) dan *detection* (D) yang saling berkaitan (Priharanto dkk, 2017). Perhitungan RPN dapat menggunakan persamaan berikut.

$$RPN = S \times O \times D \quad (1)$$

Pengumpulan data dari hasil penilaian dapat menggunakan skema parameter yang dapat membantu menentukan gangguan yang terjadi. Penilaian RPN ditetapkan menggunakan skala kuantitatif yang kemudian ditafsirkan dengan skala kualitatif yang dapat menjelaskan informasi untuk menentukan prioritas potensi

kegagalan pada komponen. Nilai RPN komponen yang berada di atas batas nilai rata-rata RPN secara keseluruhan menjadi prioritas perawatan komponen. (Hidayat dkk, 2014)

E. Fishbone Diagram

Fishbone diagram adalah *tools* yang dapat digunakan untuk mengidentifikasi dan menggambarkan secara detail semua penyebab yang berhubungan dengan suatu permasalahan. Konsep dasar *fishbone diagram* menurut Scarvada (2004) adalah meletakkan permasalahan mendasar di bagian kanan diagram (kepala kerangka tulang ikan). Selanjutnya, penyebab permasalahan digambarkan pada sirip dan duri. Klasifikasi permasalahan yang umum digunakan yaitu 6M meliputi: *machines and equipment* (mesin dan alat); *material* (bahan baku); *manpower* (sumber daya manusia); *measurement* (pengukuran); *methods* (metode); dan *mother nature/environment* (lingkungan). Selain dari keenam faktor di atas juga dapat digunakan jika diperlukan. Selanjutnya, untuk mengidentifikasi akar dari permasalahan dapat digunakan teknik *brainstorming*.

III. METODOLOGI

Metodologi yang digunakan dalam penelitian ini adalah studi literatur dan studi lapangan dengan langkah-langkah sebagai berikut.

Gambar 1. Metodologi Penelitian

IV. HASIL DAN DISKUSI

A. Analisis Faktor Kegagalan

Dari hasil pengumpulan data, diketahui bahwa terdapat 3 macam jenis cacat dimensi pada produksi plastik *geomembrane*, yaitu panjang kurang, *overweight* diatas 2%, dan permukaan plastik yang tidak rata. Adapun proses analisis dengan FMEA adalah memeriksa faktor kegagalan proses produksi yaitu variabel-variabel bebas yang teridentifikasi yang mengakibatkan produk cacat. Berikut ini merupakan data faktor penyebab kegagalan produksi dari tiap cacat dan efek yang dapat timbul bila kegagalan ditemukan.

Tabel 4
Analisis Faktor Kegagalan

Jenis Cacat	Faktor Kegagalan	Efek Ditimbulkan
Panjang kurang	Kurang akuratnya sensor pembaca panjang plastik di beberapa roll pembimbing	Pemotongan plastik terjadi terlalu cepat sehingga tidak sesuai dengan standar
<i>Overweight</i> >2%	Kecepatan putaran cetakan tidak sesuai standar	Plastik yang digulung terlalu banyak sehingga bobot dan ketebalan plastik melebihi standar
Permukaan plastik tidak rata	<i>Flat dies</i> kurang rutin dikonfigurasi ulang	Plastik yang telah dilakukan <i>mixing</i> memiliki ketebalan yang berbeda

B. Penilaian RPN

Pemberian nilai terhadap data yang sudah dikumpulkan, yaitu nilai *severity* (S), *occurrence* (O), dan *detection* (D), serta perhitungan RPN seperti berikut.

Tabel 5
Penilaian RPN

Jenis Cacat	Faktor Kegagalan	Efek Ditimbulkan	S	O	D	RPN
Panjang kurang	Kurang akuratnya sensor pembaca panjang plastik di beberapa <i>roll</i> pembimbing	Pemotongan plastik terjadi terlalu cepat sehingga tidak sesuai dengan standar	5	5	3	75
<i>Overweight</i> >2%	Kecepatan putaran cetakan tidak sesuai standar	Plastik yang digulung terlalu banyak sehingga bobot dan ketebalan plastik melebihi standar	6	7	4	168
Permukaan plastik tidak rata	<i>Flat dies</i> kurang rutin dikonfigurasi ulang	Plastik yang telah dilakukan <i>mixing</i> memiliki ketebalan yang berbeda	7	3	6	126

Nilai RPN tertinggi didapatkan sebesar 168 terdapat pada faktor kegagalan jenis cacat *overweight*>2%, yaitu kecepatan putaran cetakan tidak sesuai standar sehingga parameter yang digunakan tidak akurat. Selanjutnya, dalam pemilihan strategi pemeliharaan dapat dilakukan dengan cara mengkategorikan strategi pemeliharaan berdasarkan nilai RPN. Nilai RPN berkisar dari angka 1 sampai dengan 1000. Nilai risiko akan makin tinggi apabila nilai RPN makin tinggi, begitu juga dengan sebaliknya. Berikut merupakan tabel klasifikasi teknik pemeliharaan berdasarkan nilai RPN (Puthillath & Sasikumar, 2012; Sahoo dkk, 2014).

Tabel 6
Klasifikasi Teknik Pemeliharaan

Tingkat	Teknik Pemeliharaan	Kriteria
1	Prediktif	RPN>300
2	Preventif	200<RPN<300
3	Korektif	RPN<200

Nilai RPN yang didapatkan menunjukkan RPN<200, sehingga teknik pemeliharaan yang sesuai untuk mesin produksi adalah pemeliharaan korektif yaitu berupa perawatan guna mengembalikan fungsi alat-alat produksi yang rusak, baik rusak ringan, rusak sedang maupun rusak parah. Hal tersebut dilakukan agar ala-

alat produksi dapat menjalankan kembali fungsinya dalam proses produksi. Contoh pemeliharaan korektif yang dapat dilakukan adalah penggantian komponen mesin, pembersihan, dan perawatan lainnya, istilah yang biasa digunakan adalah *repair* atau servis.

C. Root Cause Analysis

Untuk mengetahui akar penyebab dari *defect* dengan nilai RPN tertinggi yaitu *overweight*>2%, digunakan diagram *fishbone* sebagai berikut.

Gambar 2. Fishbone Diagram

Pada diagram di atas, dapat diketahui penyebab kegagalan produksi yaitu *overweight*>2% pada produk *geomembrane* disebabkan karena adanya faktor mesin, material, manusia, dan metode.

1. Mesin

Dalam proses produksi *geomembrane*, ditemukan bahwa parameter mesin pemotong yang digunakan tidak akurat, hal ini dapat disebabkan karena kurangnya intensitas perawatan karena menghemat biaya perawatan ataupun *human error*. Selain itu, juga dapat disebabkan karena timbangan yang digunakan tidak akurat.

2. Metode

Dalam proses kerja, kebersihan *workstation* kurang terjaga akibat penerapan SOP kerja yang kurang maksimal, sehingga menyebabkan ketidakakuratan pengukuran dimensi produk.

3. Material

Adanya material *geomembrane* yaitu *polyethylene* yang kualitasnya kurang memenuhi standar akibat penyimpanan ataupun kelalaian pengecekan pada bagian penerimaan bahan baku menyebabkan *output* yang dihasilkan menjadi kurang maksimal.

4. Manusia

Operator proses produksi sering didapati kurang tertib dalam mencatat parameter mesin yang bisa disebabkan kurangnya perhatian dari atasan. Selain itu, kurangnya pengawasan terhadap operator tersebut juga bisa disebabkan sistem manajemen yang kurang optimal.

D. Rekomendasi Perbaikan

Dari *fishbone diagram*, dapat diketahui rekomendasi perbaikan yang dapat diusulkan. Berikut ini merupakan rekomendasi perbaikan dari faktor permasalahan yang menyebabkan kegagalan produksi dan berdampak pada terjadinya cacat pada produk.

Tabel 7
Rekomendasi Perbaikan

Faktor	Penyebab	Rekomendasi Perbaikan
Mesin	Kurangnya intensitas <i>maintenance</i> Alat timbang tidak akurat	<ul style="list-style-type: none"> Menjadwalkan waktu <i>maintenance</i> dari tiap mesin Mengawasi proses <i>maintenance</i> supaya dapat berjalan dengan baik Melakukan pengecekan dan konfigurasi ulang setiap akan menggunakan timbangan
Material	Kualitas <i>polyethylene</i> yang digunakan kurang memenuhi standar	<ul style="list-style-type: none"> Memperketat pengecekan kualitas bahan baku secara keseluruhan sebelum diterima
Manusia	Operator tidak tertib dalam pencatatan parameter	<ul style="list-style-type: none"> Memperketat pengawasan dari atasan Membuat SOP kerja Mengadakan <i>focus group discussion</i> secara rutin untuk mengevaluasi serta mencari solusi kinerja yang lebih baik
Metode	Kurangnya pengawasan Kebersihan <i>workstation</i> kurang terjaga	<ul style="list-style-type: none"> Melakukan evaluasi kerja organisasi perusahaan secara rutin Membuat atau memperketat SOP kebersihan <i>workstation</i> Memberikan pelatihan kepada operator untuk secara rutin membersihkan sisa-sisa produk

V. KESIMPULAN

Berdasarkan data yang diperoleh, diketahui adanya 3 jenis cacat produksi *geomembrane*, yaitu panjang kurang, *overweight* di atas 2%, dan permukaan yang tidak rata. Dari 3 jenis cacat yang disebutkan, yang paling sering ditemui adalah cacat *overweight* diatas 2%. Faktor yang menyebabkan kegagalan produksi ini adalah kecepatan putaran cetakan yang tidak sesuai dengan standard, sehingga menyebabkan plastik yang digulung terlalu banyak dan bobot serta kelebihan plastik menjadi lebih dari standar. Strategi pemeliharaan yang perlu dilakukan adalah pemeliharaan korektif karena nilai RPN cacat tersebut di bawah 200. Berdasarkan faktor-faktor yang menyebabkan *overweight* di atas 2%, maka rekomendasi perbaikan yang dapat diusulkan kepada perusahaan adalah menjadwalkan waktu *maintenance* dan konfigurasi ulang mesin dan alat-alat produksi secara rutin, memperketat pengecekan kualitas bahan baku secara keseluruhan sebelum diterima, memperketat pengawasan dari atasan serta membuat SOP kerja untuk kebersihan *workstation*, dan memberikan pelatihan kepada operator untuk secara rutin membersihkan sisa-sisa produk.

DAFTAR PUSTAKA

- Hidayat, R., Tama, I. P., Efranto. R. Y. (2014). Penerapan *Lean Mmanufacturing* dengan Metode VSM dan FMEA untuk Mengurangi *Waste* pada Produk *Plywood*.
- Imanuell, R., & Lutfi, M. (2019). Analisa Perawatan Berbasis Keandalan Pada Sistem Bahan Bakar Mesin Utama KMP Bontoharu. *JST (Jurnal Sains Terpadu)*
- Priharanto, Y. E., Latif, M. Z., & Saputra, R. S. H. (2017). Penilaian Risiko pada Mesin Pendingin di Kapal Penangkap Ikan Dengan Pendekatan FMEA. *Jurnal Airaha*, 6(1), 24–32.
- Puthillath, B., & Sasikumar, R. (2012). Selection of Maintenance Strategy Using Failure Mode Effect and Criticality Analysis. *International Journal of Engineering and Innovative Technology (IJEIT)*, 1(6), 73–79
- Sahoo, T., Sarkar, P. K., & Sarkar, A. K. (2014). Maintenance Optimization for Critical Equipments in Process Industries Based on FMECA Method. *International Journal of Engineering and Innovative Technology (IJEIT)*, 3(10), 107-112
- Scarvada, A.J., Tatiana Bouzdine-Chameeva, Susan Meyer Goldstein, Julie M.Hays, Arthur V. Hill. 2004. A Review of the Causal Mapping Practice and Research Literature. Second World Conference on POM and 15th Annual POM Conference, Cancun, Mexico, April 30 – May 3, 2004
- Sukwadi dkk, (2017). The Moderating Role of Service Innovation On The Relationship Between Customer Satisfaction And Customer Value: A Case Of 3-Star Hotels In Jakarta. *International Journal of Services, Economics and Management*, 8(1-2), 18-34.