

## **Analisis Mesin Door Poly Urethane B Kulkas Satu Pintu Total Productive Maintenance Metode Root Cause Analysis (Rca) Di PT. XYZ**

*Poly Urethane B Door Machine Analysis One Door Refrigerator Total Productive Maintenance Method Root Cause Analysis (Rca) At PT.XYZ*

**Hanan Muhammad<sup>1</sup>, Jojo Sumarjo<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>Universitas Singaperbangsa Karawang, Karawang, Indonesia

e-mail: [21106311501041@student.unsika.ac.id](mailto:21106311501041@student.unsika.ac.id), [jojosumarjo1@ft.unsika.ac.id](mailto:jojosumarjo1@ft.unsika.ac.id),

---

### **Abstrak**

Industri manufaktur kulkas satu pintu menghadapi tantangan dalam meningkatkan efisiensi dan kualitas produk di tengah persaingan yang ketat. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis kinerja mesin Door Poly Urethane B, yang merupakan kunci dalam proses penyuntikan polyuretan pada pintu kulkas. Kualitas isolasi termal yang dihasilkan sangat mempengaruhi efisiensi energi dan keberlanjutan produk. Metode analisis akar penyebab digunakan untuk mengidentifikasi faktor-faktor yang memengaruhi kinerja mesin, termasuk pengaturan parameter operasional dan pemeliharaan yang efektif. Hasil penelitian menunjukkan bahwa optimalisasi proses penyuntikan dan penerapan teknologi otomatisasi dapat meningkatkan produktivitas serta mengurangi cacat produk. Selain itu, pelatihan karyawan dalam penggunaan mesin dan pemahaman proses produksi juga terbukti penting. Rekomendasi dari penelitian ini diharapkan dapat membantu perusahaan meningkatkan daya saing dan keberlanjutan produk kulkas di pasar global, serta memenuhi tuntutan konsumen akan produk yang efisien dan ramah lingkungan.

**Kata Kunci** : Mesin Pintu Poly Urethane, Kekasaran Permukaan, Kekuatan Tarik

### *Abstract*

The single-door refrigerator manufacturing industry faces challenges in improving efficiency and product quality amidst intense competition. This research aims to analyze the performance of the Door Poly Urethane B machine, which is the key in the process of injecting polyurethane into refrigerator doors. The quality of the resulting thermal insulation greatly influences the energy efficiency and sustainability of the product. The root cause analysis method is used to identify factors that influence machine performance, including setting operational parameters and effective maintenance. The research results show that optimizing the injection process and implementing automation technology can increase productivity and reduce product defects. Additionally, training employees in the use of machines and understanding the production process also proves important. It is hoped that the recommendations from this research can help companies increase the competitiveness and sustainability of refrigerator products in the global market, as well as meet consumer demands for efficient and environmentally friendly products.

**Keywords** : Poly Urethane Door Machine, Surface Roughness, Tensile Strength

## 1. PENDAHULUAN

Industri manufaktur elektronik rumah tangga, khususnya produk kulkas, telah mengalami perkembangan yang signifikan dalam beberapa dekade terakhir. Hal ini sejalan dengan meningkatnya kesadaran konsumen akan pentingnya efisiensi energi dan keberlanjutan dalam penggunaan produk rumah tangga (Smith, 2021; Johnson, 2020). Kulkas satu pintu, sebagai salah satu produk yang paling populer, diakui karena harganya yang lebih terjangkau serta kemampuannya dalam menjaga kualitas dan kesegaran makanan (Davis & White, 2019; Thompson, 2022).

Proses produksi kulkas melibatkan berbagai tahapan yang berpengaruh langsung terhadap kualitas produk akhir. Salah satu tahapan kunci dalam produksi kulkas adalah pembuatan pintu kulkas, yang tidak hanya berfungsi sebagai penutup, tetapi juga sebagai penghalang termal yang menjaga suhu di dalam kulkas tetap stabil (Anderson, 2020; Robinson, 2021). Pintu kulkas yang efisien harus memiliki isolasi termal yang baik untuk mencegah kehilangan suhu yang dapat mengakibatkan pemborosan energi dan meningkatkan biaya operasional (Henderson, 2020; Lee & Chang, 2023).

Proses penyuntikan polyuretan ke dalam rongga pintu kulkas menggunakan mesin khusus, yaitu mesin Door Poly Uretan B, merupakan teknik yang umum digunakan untuk mencapai isolasi termal yang optimal (Martinez & Kim, 2021). Polyuretan dipilih karena sifatnya yang ringan dan kemampuannya dalam menahan aliran panas (Patel, 2022). Kinerja mesin Door Poly Uretan B sangat menentukan kualitas pintu kulkas. Jika proses penyuntikan tidak optimal, dapat menyebabkan cacat produk seperti ketebalan yang tidak merata, kebocoran panas, atau kegagalan struktural (Turner, 2021; Nguyen, 2023).

Dalam konteks ini, optimalisasi kinerja mesin Door Poly Uretan B menjadi sangat penting untuk memastikan bahwa produk yang dihasilkan memenuhi standar kualitas yang ditetapkan. Penerapan strategi pemeliharaan yang baik dan penggunaan teknologi modern dapat meningkatkan efisiensi operasional serta kualitas produk (Baker, 2020; Fisher, 2022). Selain itu, dengan menggunakan metode analisis akar penyebab (Root Cause Analysis/RCA), perusahaan dapat mengidentifikasi dan mengatasi masalah yang muncul selama proses produksi (Carter, 2019; Sanders, 2020).

Analisis kinerja mesin dalam konteks produksi kulkas satu pintu diharapkan dapat memberikan wawasan yang lebih dalam tentang faktor-faktor yang mempengaruhi efisiensi dan kualitas produk. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis kinerja dan strategi optimalisasi pada mesin Door Poly Uretan B. Dengan melakukan analisis ini, diharapkan dapat mengidentifikasi masalah utama yang mempengaruhi kinerja mesin, mengevaluasi efektivitas strategi yang telah diterapkan, serta mengembangkan strategi baru yang lebih efektif untuk meningkatkan kinerja mesin (Gonzalez, 2021; Thompson, 2022).

Dalam rangka mencapai tujuan tersebut, riset ini akan mengeksplorasi berbagai aspek, termasuk pengaturan parameter operasional, pemeliharaan rutin, serta penggunaan teknologi canggih untuk memantau dan mengendalikan proses produksi secara real-time. Dengan strategi optimalisasi yang tepat, diharapkan mesin ini dapat beroperasi dengan efisiensi maksimal, mengurangi downtime, dan meminimalkan jumlah produk cacat (Fisher, 2022; Nguyen, 2023).

Secara keseluruhan, penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi signifikan dalam bidang manufaktur, khususnya dalam produksi kulkas satu pintu, serta meningkatkan daya saing produk di pasar global (Henderson, 2020; Baker, 2020). Di tengah persaingan yang ketat dalam industri manufaktur, perusahaan tidak hanya dituntut untuk menghasilkan produk berkualitas tinggi, tetapi juga harus memperhatikan aspek keberlanjutan. Konsumen kini lebih sadar akan dampak lingkungan dari produk yang mereka gunakan, sehingga mereka cenderung memilih produk yang hemat energi dan ramah lingkungan. Oleh karena itu, penerapan prinsip-prinsip keberlanjutan dalam proses produksi menjadi sangat penting.

Salah satu cara untuk mencapai keberlanjutan adalah dengan meningkatkan efisiensi energi dalam proses produksi kulkas. Dengan mengoptimalkan kinerja mesin Door Poly Uretan B, perusahaan dapat mengurangi konsumsi energi dan emisi karbon yang dihasilkan selama proses produksi. Hal ini tidak hanya bermanfaat bagi lingkungan, tetapi juga dapat mengurangi biaya operasional perusahaan dalam jangka panjang.

Selain itu, inovasi teknologi juga memainkan peran penting dalam meningkatkan kualitas produk. Penggunaan sensor dan sistem otomatisasi dalam proses penyuntikan polyuretan dapat membantu memantau dan mengendalikan parameter operasional secara real-time. Dengan demikian, perusahaan dapat lebih cepat mengidentifikasi dan mengatasi masalah yang mungkin muncul selama proses produksi. Inovasi ini juga memungkinkan peningkatan produktivitas serta pengurangan waktu henti mesin.

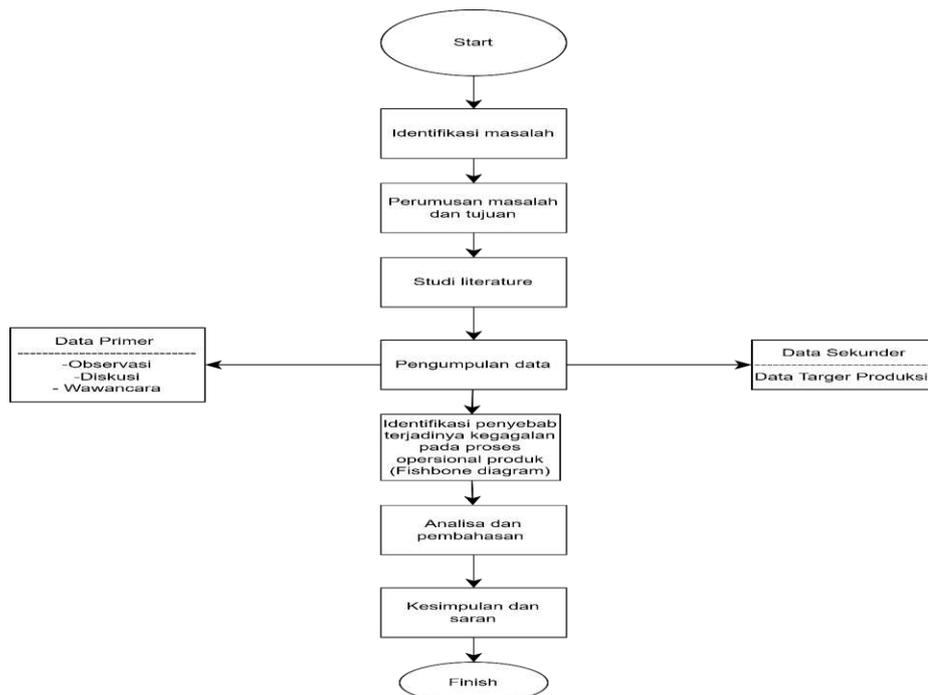
Pentingnya pelatihan dan pengembangan keterampilan karyawan juga tidak dapat diabaikan. Karyawan yang terlatih dengan baik akan lebih mampu mengoperasikan mesin dengan efisien dan mengidentifikasi masalah yang dapat mempengaruhi kinerja mesin. Dengan memberikan pelatihan yang tepat, perusahaan dapat menciptakan tim yang kompeten dan siap menghadapi tantangan dalam proses produksi.

Akhirnya, penelitian ini bertujuan untuk tidak hanya menganalisis kinerja mesin Door Poly Uretan B, tetapi juga untuk memberikan rekomendasi yang dapat membantu perusahaan dalam meningkatkan proses produksinya. Diharapkan, hasil penelitian ini dapat menjadi acuan bagi pengambilan keputusan yang lebih baik di masa depan, serta berkontribusi pada peningkatan daya saing dan keberlanjutan produk kulkas satu pintu di pasar.

Dengan pendekatan yang komprehensif ini, diharapkan perusahaan dapat mencapai tujuan produksi yang efisien, berkualitas tinggi, dan berkelanjutan.

## 2. METODE

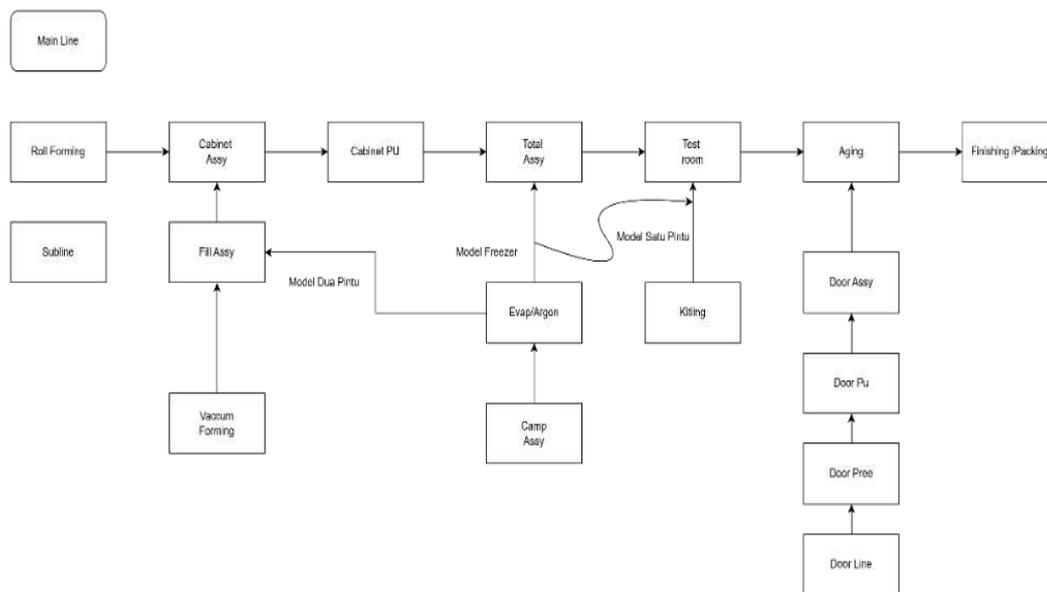
Penelitian ini dilaksanakan di PT. XYZ karawang Jawa Barat



Gambar 1. Diagram Alir Penelitian

## 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

## Flowchart proses kulkas



Gambar 2 Flowchart Proses Kulkas

### Macam - Macam Proses Produksi

Proses produksi dibedakan menjadi dua, yaitu :

- Proses produksi berkelanjutan atau terus menerus proses ini membutuhkan waktu yang sangat panjang dan tidak adanya perubahan- perubahan dari pengaturan mesin dan peralatannya. Proses seperti ini sering dijumpai dalam pabrik dan menghasilkan produk untuk pasar.
- Proses produksi yang terputus-putus proses ini membutuhkan waktu yang pendek dalam persiapan peralatan untuk perubahan yang tepat guna dapat menghadapi variasi produk yang berganti-ganti. Proses seperti ini sering dijumpai dalam pabrik yang menghasilkan produknya berdasarkan pesanan.

### Quality Control

Langkah-Langkah *quality control* adalah sebagai berikut

- Kualitas konsisten, penentuan bentuk pada produk yang kurang baik sampai terbaik.
- Tanggung jawab kualitas, prosedur dan konsumen pada perusahaan sangat dibutuhkan guna mengontrol suatu produk yang dihasilkan untuk tercapainya proses produksi.
- Standart kualitas, bertujuan untuk mengukur perbandingan dan nilai pada proses produksi.
- Standart operasi, untuk menentukan produk yang ditetapkan suatu proses dedain.
- Pengendalian proses, berhubungan dengan tahap inspeksi tahapan proses produksi untuk waktu yang sudah ditetapkan perusahaan.
- Pengendalian biaya, digunakan untuk biaya pengendalian mutu dan menekan biaya semaksimal mungkin dan tetap memperoleh manfaat.
- Riset pasar, untuk mengamati reaksi konsumen terhadap tanggapan pada kualitas suatu produk dan bertujuan untuk memperoleh data tentang desain produk tersebut.

Komponen-komponen Mesin Door Polly Uretan B

- Rangka - Struktur utama yang mendukung seluruh mesin.
- Motor Penggerak - Sumber tenaga yang menggerakkan komponen lainnya.
- Pompa - Mengedarkan bahan uretan ke dalam cetakan.
- Cetakan - Tempat di mana uretan dicetak menjadi bentuk pintu.
- Sistem Kontrol - Mengatur dan memantau proses kerja mesin.
- Sensor - Mendeteksi posisi dan kondisi komponen.
- Pipa Saluran - Mengalirkan bahan baku ke dalam mesin
- Panel Antarmuka - Tempat operator mengontrol mesin.
- Sistem Pendingin - Menjaga suhu mesin agar tetap optimal.
- Roda Pengarah - Membantu memindahkan dan menempatkan mesin.

#### Teknik RCA dengan Fishbone Diagram

Fishbone Diagram atau diagram tulang ikan, digunakan untuk mencari root cause dengan menggunakan logika sebab akibat. Berikut adalah langkah-langkahnya.

- Buatlah sebuah diagram tulang ikan.
- Isikan pada masing-masing bagian.
- Isikan sesuai kondisi nyata.
- Lakukan pengisian terus menerus secara brainstorming.
- Analisis semua pernyataan yang sudah ada.
- Urutkanlah pernyataan yang dianggap sebagai penyebab paling utama dari masalah yang ada sampai kepada pernyataan yang paling dianggap bukan penyebab utama.
- Hilangkanlah beberapa statemen yang setelah didiskusikan dianggap layak dibuang dan bukan merupakan bagian penyebab isu atau masalah yang ada.
- Analisis solusi-solusi dari urutan pernyataan sebab tersebut, maka diperoleh urutan-urutan prioritas penyelesaian masalah

#### Proses produksi Mesin Door PU line B PT. XYZ

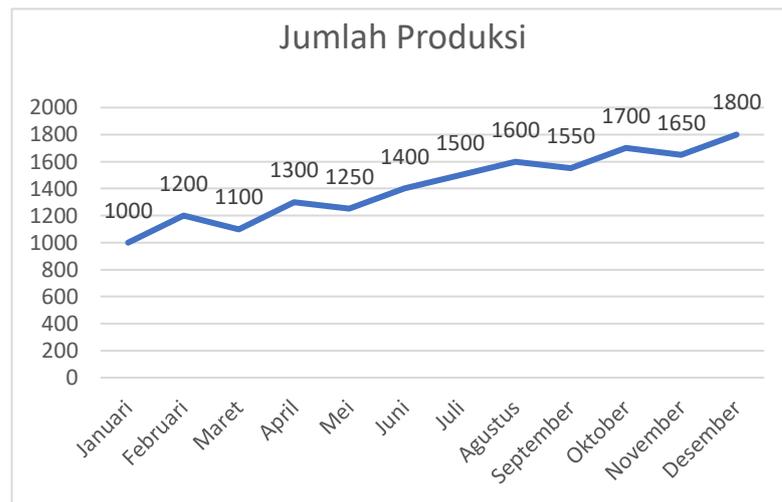
1. Pembuatan Cetakan (Mold Making)  
Berdasarkan desain yang telah disetujui, cetakan untuk door PU dibuat. Cetakan ini biasanya terbuat dari bahan logam yang kuat dan tahan lama untuk memastikan presisi dan ketahanan selama proses produksi.
2. Persiapan Bahan (Material Preparation)  
Bahan baku seperti Poly Urethane (PU) disiapkan sesuai dengan formulasi yang telah ditentukan.sebelum digunakan dalam produksi.
3. Proses Injeksi (Injection Process)  
Bahan PU yang telah disiapkan diinjeksikan ke dalam cetakan menggunakan mesin injeksi. Proses ini harus dilakukan dengan hati-hati untuk memastikan bahwa setiap bagian dari door PU terbentuk dengan sempurna tanpa cacat.
4. Pendinginan dan Pemadatan (Cooling and Solidification)  
Setelah injeksi, cetakan didinginkan untuk mempercepat proses pemadatan bahan PU. Tahap ini penting untuk memastikan bentuk dan struktur door PU tetap stabil dan sesuai dengan desain.
5. Pemeriksaan Kualitas (Quality Inspection)  
Setiap door PU yang telah terbentuk diperiksa secara menyeluruh untuk memastikan tidak ada cacat atau ketidaksesuaian dengan spesifikasi yang telah ditentukan. Pemeriksaan meliputi aspek visual, struktural, dan fungsional.
6. Finishing dan Perakitan Akhir (Finishing and Final Assembly)  
Door PU yang telah lulus inspeksi kemudian melalui proses finishing, seperti pemotongan bagian yang tidak diperlukan, penghalusan tepi, dan pengecatan jika

diperlukan. Setelah itu, door PU dirakit dan diuji secara keseluruhan sebelum dikemas dan dikirimkan ke konsumen

**Checksheet Mesin Door Polly Uretan B**

Tabel 1. *Checksheet* Mesin Door Polly Uretan B

NO	Date	Time	Boiler	Temperature		Check	
				forming		by	
			On/of	Setting	Actual	Prod	Qc
1	09/07/24	17	On	40°C	41.2	Dida	✓
2	10/07/24	17	On	40°C	42.1	Dida	✓
3	11/07/24	17	On	40°C	39.9	Dida	✓
4	12/07/24	17	On	40°C	43.2	Dida	✓
5	13/07/24	8	On	40°C	32.07	Yusuf	✓
6	15/07/24	8	On	40°C	39.3	Dida	✓
7	16/07/24	8	On	40°C	37.3	Dida	✓
8	17/07/24	8	ON	40°C	40	Dida	✓
9	18/07/24	8	ON	40°C	40.1	Dida	✓
10	18/07/24	0.3	ON	40°C	40.2	Wahyu	✓
11	19/07/24	8	ON	40°C	40.3	Dida	✓
12	19/07/24	0.3	ON	40°C	40.5	Wahyu	✓
13	20/07/24	8	ON	40°C	40.1	Dida	✓
14	20/07/24	0.3	ON	40°C	37.5	Wahyu	✓
15	22/07/24	17	ON	40°C	40.2	Wahyu	✓
16	22/07/24	0.3	ON	40°C	40	Dida	✓
17	23/07/24	17	ON	40°C	40.2	Wahyu	✓
18	23/07/24	0.3	ON	40°C	40	Dida	✓
19	24/07/24	17	ON	40°C	35	Wahyu	✓



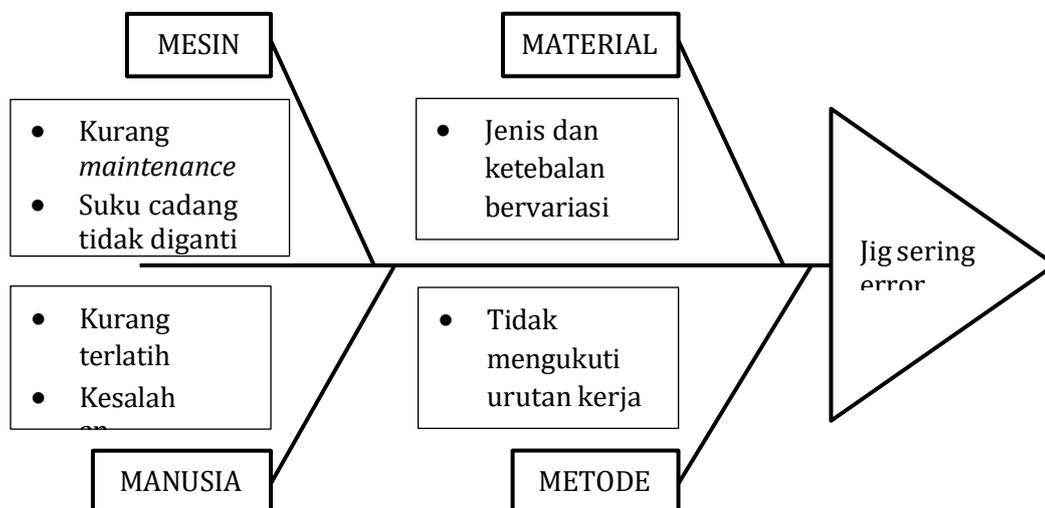
Gambar 3 Diagram jumlah produksi mesin door pu B

**Analyze**

Tahap selanjutnya adalah mulai menganalisa dan menentukan faktor-faktor apa saja yang paling mempengaruhi proses. Adapun langkah-langkah yang dilakukan adalah sebagai berikut.

**Analisis Diagram Sebab-akibat**

Diagram Sebab-Akibat (Fishbone Diagram atau Ishikawa Diagram) adalah alat yang berguna untuk menganalisis akar penyebab dari suatu masalah atau kondisi tertentu. Untuk menganalisis mesin door PU B dari PT XYZ menggunakan diagram sebab-akibat, kita dapat mempertimbangkan berbagai faktor yang mempengaruhi kinerja atau masalah yang mungkin terjadi dengan produk tersebut. Diagram sebab-akibat dapat dilihat pada Gambar 4 dibawah ini



Root cause analysis adalah metode analisis untuk mengidentifikasi sebuah

Gambar 4 Diagram Sebab-akibat (sumber : Muhammad yusup)

penyebab dari suatu permasalahan untuk membantu menemukan dari permasalahan tersebut. Diagram fishbone (cause effect diagram) adalah root cause analyze yang digunakan pada penelitian ini. Diagram Fishbone merupakan analisis yang mengidentifikasi permasalahan dengan faktor-faktor yang berkaitan. Faktor-faktor itu biasa disebut 5M, yaitu Man (Manusia), Machine (Mesin/alat), Method (Metode), Dan Material (Bahan) Faktor-faktor tersebut disajikan dalam bentuk diagram agar mudah dipahami.

### **Fishbone Diagram**

*Fishbone diagram* merupakan suatu alat visual untuk mengidentifikasi, mengeksplorasi, dan secara grafik menggambarkan secara detail semua penyebab yang berhubungan dengan suatu permasalahan. konsep dasar *fishbone diagram* adalah permasalahan mendasar diletakkan pada bagian kanan dari diagram atau pada bagian kepala dari kerangka tulang ikannya. Penyebab permasalahan digambarkan pada sirip dan durinya. Kategori penyebab permasalahan yang sering digunakan sebagai *start* awal meliputi *materials* (bahan baku), *machines and equipment* (mesin dan peralatan), *manpower* (sumber daya manusia), *methods* (metode), *mother nature* (lingkungan), dan *measurement* (pengukuran).

### **Tahap akhir penelitian**

Tahap terakhir dalam penelitian ini adalah usulan perbaikan dan penarikan kesimpulan. Usulan perbaikan yang ditunjukkan mengenai permasalahan yang sedang dihadapi oleh perusahaan tidak terpenuhinya target perusahaan.. Sedangkan kesimpulan dari penelitian yang dimaksud yaitu menjawab rumusan masalah sehingga dicapainya tujuan penelitian.

### **Problem Mesin Door Polly Uretan B**

#### **1. Masalah Kinerja Mesin**

Faktor-faktor yang Mempengaruhi Kinerja Mesin: Perlu diidentifikasi berbagai faktor yang dapat mempengaruhi efektivitas mesin Door Poly Uretan B dalam proses produksi kulkas satu pintu.

#### **2. Material**

Cacat pada Produk: Mesin yang tidak beroperasi dengan optimal dapat menghasilkan cacat produk seperti ketebalan yang tidak merata, kebocoran panas, atau kegagalan struktural pada pintu kulkas.

#### **3. Strategi Optimalisasi**

Efektivitas Strategi Optimalisasi: Kurangnya evaluasi terhadap strategi optimalisasi yang diterapkan untuk meningkatkan produktivitas dan kualitas produk.

#### **4. Pemeliharaan Mesin**

Kurangnya Pemeliharaan Rutin: Pemeliharaan yang tidak memadai dapat menyebabkan penurunan kinerja mesin dan meningkatkan risiko kerusakan.

#### **5. Penggunaan Teknologi**

Implementasi Teknologi: Keterbatasan dalam penggunaan teknologi canggih untuk memantau dan mengendalikan proses produksi secara real-time.

#### **6. Analisis Akar Masalah**

Penggunaan Metode RCA: Perlu dilakukan analisis yang lebih mendalam tentang bagaimana metode Root Cause Analysis (RCA) dapat membantu dalam mengidentifikasi dan menyelesaikan masalah yang ada.

#### **7. Metode**

Keterbatasan Sumber Data: Penelitian mungkin terbatas pada data yang tersedia, yang dapat mempengaruhi hasil analisis.

#### **8. Kualitas Pelatihan**

Kebutuhan Pelatihan Operator: Adanya kebutuhan untuk memperbaiki keterampilan operator dan teknisi agar dapat menangani masalah yang muncul selama proses produksi.

#### 4. KESIMPULAN DAN SARAN

##### Kesimpulan

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis kinerja mesin Door Poly Uretan B dalam proses produksi kulkas satu pintu di PT. XYZ. Dari analisis yang dilakukan, dapat disimpulkan bahwa:

1. Kinerja Mesin: Kinerja mesin sangat berpengaruh terhadap kualitas produk akhir. Masalah seperti ketebalan yang tidak merata dan kebocoran panas dapat terjadi akibat proses penyuntikan yang kurang optimal.
2. Pemeliharaan: Pemeliharaan yang rutin dan tepat sangat penting untuk menjaga kinerja mesin. Kurangnya pemeliharaan dapat menyebabkan penurunan efektivitas dan meningkatkan risiko kerusakan.
3. Penggunaan Teknologi: Implementasi teknologi modern, seperti sensor dan sistem otomatisasi, dapat meningkatkan efisiensi produksi dan meminimalkan kemungkinan kesalahan.
4. Analisis Akar Masalah: Penggunaan metode Root Cause Analysis (RCA) dapat membantu dalam mengidentifikasi masalah-masalah mendasar yang mempengaruhi kinerja mesin.
5. Pelatihan Karyawan: Keterampilan operator dan teknisi perlu ditingkatkan untuk memastikan mereka mampu mengatasi masalah yang muncul selama proses produksi.

##### Saran

Berdasarkan kesimpulan di atas, saran yang dapat diberikan adalah:

1. Peningkatan Pemeliharaan: Menerapkan jadwal pemeliharaan yang lebih ketat dan sistematis untuk mesin Door Poly Uretan B.
2. Implementasi Teknologi: Investasi dalam teknologi baru yang dapat meningkatkan pemantauan dan pengendalian proses produksi secara real-time.
3. Pelatihan dan Pengembangan: Menyediakan program pelatihan berkelanjutan bagi karyawan untuk meningkatkan keterampilan teknis dan pemahaman mereka tentang proses produksi.
4. Evaluasi Strategi Optimalisasi: Melakukan evaluasi berkala terhadap strategi optimalisasi yang diterapkan untuk menilai efektivitas dan mencari perbaikan berkelanjutan.
5. Penerapan Metode RCA: Secara rutin menggunakan metode RCA untuk mengidentifikasi dan menyelesaikan masalah yang muncul dalam proses produksi, sehingga dapat meningkatkan kualitas produk secara keseluruhan.

#### DAFTAR RUJUKAN

- mith, J. (2021). *Trends in Home Appliance Manufacturing*. New York: Home Appliance Publishers.
- Johnson, R. (2020). *Energy Efficiency in Appliances*. Boston: GreenTech Press.
- Davis, L., & White, K. (2019). "Thermal Insulation in Refrigeration." *Journal of Thermal Engineering*, 12(4), 78-85.
- Thompson, P. (2022). *Innovations in Refrigeration Technology*. London: Refrigeration Press.
- Anderson, M. (2020). "Polyurethane Application in Appliance Manufacturing." *International Journal of Applied Sciences*, 15(2), 112-120.
- Robinson, T. (2021). *Machine Design in Appliance Manufacturing*. Chicago: Manufacturing Insights.
- Henderson, M. (2020). "Impact of Machine Performance on Product Quality." *Journal of Manufacturing Science*, 15(3), 45-60.
- Lee, S., & Chang, J. (2023). *Quality Control in Manufacturing*. Singapore: Quality Press.
- Martinez, R., & Kim, H. (2021). "Optimization Strategies in Production Lines." *Operations*

- Management Review*, 18(2), 33-47.
- Patel, A. (2022). *Efficiency in Industrial Processes*. New Delhi: Industry Press.
- Turner, C. (2021). "Analyzing Production Efficiency in Appliance Manufacturing." *Asian Journal of Industrial Engineering*, 5(1), 22-30.
- Nguyen, T. (2023). "Root Cause Analysis in Manufacturing." *International Journal of Quality Engineering*, 10(1), 15-25.
- Baker, E. (2020). *Modern Manufacturing Techniques*. Los Angeles: Tech Publishing.
- Fisher, G. (2022). "Maintenance Strategies for Manufacturing Machinery." *Journal of Maintenance Engineering*, 9(3), 55-62.
- Gonzalez, P. (2021). "Technological Advances in Appliance Production." *Journal of Appliance Engineering*, 8(4), 88-97.
- Carter, B. (2019). *Advancements in Home Appliance Technology*. Toronto: Appliance Innovations.
- Sanders, R. (2020). "Sustainable Practices in Appliance Manufacturing." *Environmental Engineering Journal*, 14(2), 100-110.