

BAB III METODE PENELITIAN

3.1 Objek Penelitian

Kegiatan penelitian ini dilaksanakan pada departemen produksi semi produk seksi E2 Cutting PT. Maxxis yang beralamat di Kawasan Industri Deltamas Kecamatan Cikarang Pusat, Kabupaten Bekasi, Jawa Barat. Perusahaan milik asing (PMA) berasal dari Taiwan yang bergerak dalam bidang otomotif pembuatan ban sepeda motor. Objek penelitian ini adalah menentukan peringkat dari breakdown mesin yang terjadi dan dilanjutkan pengelolaan data yang menghasilkan usulan penjadwalan perawatan yang baik dengan mempertimbangkan biaya yang dikeluarkan untuk perbaikan dan mencegah terjadinya *Unplanned Downtime* yang mengharuskan proses terhenti. Penelitian ini dimulai dengan pengambilan data dari bulan Oktober 2020 hingga September 2021.

3.2 Data dan Informasi

3.2.1 Data Primer

Dalam penulisan penelitian ini sebagai data primer penulis melakukan penyebaran kuisisioner dan wawancara kepada *Leader* seksi E2 Cutting, *Leader Maintenance* dan karyawan-karyawan senior seksi E2 Cutting yang diharapkan mampu memberikan informasi lanjutan tentang semua sumber – sumber yang berhubungan langsung dan tidak langsung dengan *Unplanned Downtime* yang terjadi pada bulan Oktober 2020 sampai dengan bulan September 2021.

3.2.2 Data Sekunder

Data sekunder penelitian ini terdiri dari data-data yang digunakan untuk membantu penulis dalam memberikan informasi langsung dari tempat penelitian yang berupa dokumentasi foto, video, dokumen-dokumen yang relevan untuk menunjang kebutuhan data penelitian, peraturan, dan laporan kegiatan. Dengan informasi ini peneliti diharapkan mendapat data dengan mengetahui proses konstruksi dan permasalahan yang terjadi. Bahan utama yang digunakan adalah *Unplanned Downtime* produksi *equipment cutting* Oktober 2020 hingga September 2021.

Berikut data yang diambil:

1. Laporan *preventive maintenance* dan potensi kerusakan mesin ply cutting, mesin bead filler dan mesin bead wire.

Berikut adalah Jadwal *Preventive Maintenance* mesin ply cutting, mesin bead wire dan mesin bead filler.

Tabel 3.1 Perawatan mesin ply cutting

Mesin Ply Cutting (Tingkat perawatan mesin kelas B)		
No	Bagian yang diperiksa	Periode pemeriksaan
1	Fotolistrik, microswitch	2 Bulan
2	Control panel	2 Bulan
3	Footswitch	2 Bulan
4	Motor dan Inverter	2 Bulan
5	Gear box	2 Bulan

(Sumber: Data Perusahaan)

Tabel 3.2 Perawatan bead filler

Mesin Bead filler (Tingkat perawatan mesin kelas)		
No	Bagian yang diperiksa	Periode pemeriksaan
1	Tekanan mesin extruder	3 Bulan
2	Unit control suhu	3 Bulan
3	Unit Bonding	3 Bulan
4	Panel listrik	3 Bulan
5	Feed conveyer	3 Bulan

(Sumber: Data Perusahaan)

Tabel 3.3 Perawatan mesin bead wire

Mesin Bead wire (Tingkat perawatan mesin kelas C)		
No	Bagian yang diperiksa	Periode pemeriksaan
1	Motor dan Redcer	1 Bulan
2	Setiap bagian Microswitch	1 Bulan
3	Sebagian Panel Listrik	1 Bulan

(Sumber: Data Perusahaan)

Berikut adalah Potensi Kerusakan yang timbul di mesin ply cutting, mesin bead wire dan mesin bead filler.

Tabel 3.4 Potensi kerusakan di mesin ply cutting

Potensi Kerusakan Mesin Ply Cutting		
Potensi Kerusakan	Penyebab	Penanganan
Gearbox	Break rusak	Ganti disk brake
Tor Motor	Tor suara abnormal	Ganti Tor
Motor acculator	Suara abnormal	Ganti gap breake motor
Inverter	Tidak stabil	Reset Inverter
Pisau	Tidak bisa memotong	Ganti Pisau

(Sumber: Data Perusahaan)

Tabel 3.5 Potensi kerusakan di mesin bead filler

Potensi Kerusakan Mesin Bead Filler		
Kerusakan	Penyebab	Penanganan
TCU	Suhu abnormal	Reset TCU
Former	Setting angin tinggi	Setel ulang angin
Sensor Rubber	Kabel putus	Ganti sensor
Silinder	Solenoid Kendor	Ganti Solenoid
Conveyor	Sensor Conveyor mati	Setting/reset mesin

(Sumber: Data Perusahaan)

Tabel 3.6 Potensi kerusakan di mesin bead wire

Potensi Kerusakan Mesin Bead Wire		
Kerusakan	Penyebab	Penanganan
TCU	Lem dudukan pelampung sudah tidak melekat,	pengeleman ulang dudukan pelampung
Catcher	Catcher tidak bisa di setting	Reset thermal overload relay
Sensor	magnet detektor sensor pecah	Ganti sensor

(Sumber: Data Perusahaan)

2. Laporan pemesanan *equipment* mesin
3. Data *Unplanned Downtime* di Mesin ply cutting, bead filler dan bead wire.
4. Data pergantian *Equipment* setiap mesin

3.3 Tahap pengumpulan data

Pada tahap ini berfokus pada cara dan langkah dalam mengumpulkan data-data yang mendukung. Dalam melakukan proses pengumpulan data, seluruh data yang didapatkan harus didefinisikan secara baik, sehingga proses pengambilan data pun tidak dilakukan secara percuma. Data yang didapatkan harus benar-benar data yang dibutuhkan dalam menyelesaikan penelitian ini.

Beberapa teknik pengumpulan data yang dilakukan didalam penulisan karya ini terdiri dari 4 macam, yaitu:

1. Studi literatur

Tahapan ini berisi tentang semua dasar teori dan topik pembahasan yang bertujuan sebagai acuan dasar dari penelitian ini. Dalam tahapan ini, semua teori yang berhubungan dengan topik "*Unplanned Downtime*, FMEA dan *Markov chain*" sebagai metode yang digunakan dikumpulkan dari berbagai sumber (jurnal, buku, internet, dll).

2. Pengamatan secara langsung

Tahapan ini bertujuan untuk memperoleh segala informasi yang dibutuhkan Dalam penelitian melalui dari tinjauan langsung ke lapangan dan mengetahui tahapan semua proses produksi secara mendetail sehingga harapannya penulis mampu melihat segala hal yang mendukung atau memperlambat kemajuan penelitian ini.

3. Pengumpulan data historis

Tahapan ini merupakan pengumpulan data dari masa lalu sebagai dasar pengolahan pada penelitian ini. Dari data historis itulah diketahui data OEE, data *Unplanned Downtime*, data biaya kerusakan / pergantian *equipment* pada mesin ply cutting dan biaya produksi yang merupakan dokumentasi departemen produksi dan *maintenance*.

4. Wawancara dan Tanya jawab

Wawancara dan tanya jawab dalam penelitian ini dilakukan untuk memperkuat data yang telah dimiliki data penulis melakukan wawancara kepada *leader* bagian *maintenance* dan *leader* seksi E2 Cutting.

5. Kuesioner

Kuisisioner digunakan untuk mengetahui hasil daripada nilai *severity*, *occurance* dan *detection* dari FMEA yang diberikan kepada pihak *expert* perusahaan dan karyawan senior di mesin ply cutting. Dalam penelitian ini tipe kuisisioner yang digunakan kuisisioner tertutup dan langsung. Dimana kuisisioner ini dapat dikatakan yang efektif karena responden dapat langsung memberikan jawaban pada kolom yang telah disediakan.

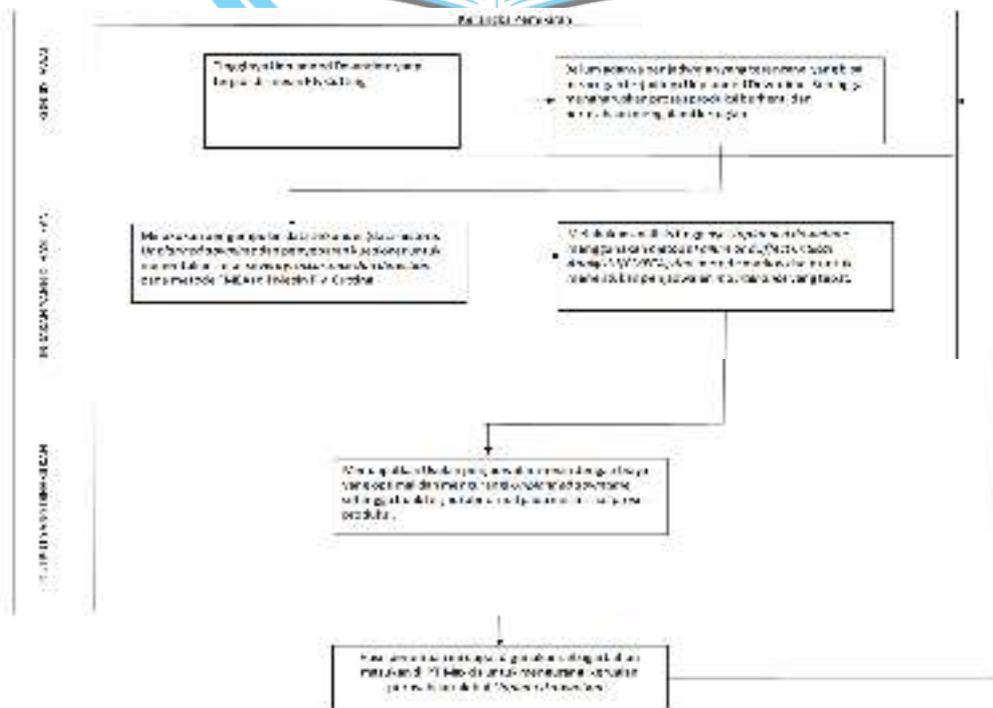
3.4 Populasi dan sampel

Jumlah populasi yang digunakan dalam penelitian ini 21 responden dan sampel yang digunakan yaitu sampel jenuh karena populasi yang dipakai kurang dari 100 dengan menggunakan keseluruhan responden dari populasi.

3.5 Analisis data

Dalam menyelesaikan penelitian ini penulis menggunakan metode FMECA dan Markov Chain untuk menemukan usulan jadwal pemeliharaan mesin sehingga mampu mengurangi *unplanned downtime* yang menyebabkan kerugian bagi perusahaan. Langkah-langkah penyelesaian yang dilakukan sebagai berikut:

3.4.1 Kerangka Pemikiran



Gambar 3.1 Kerangka Pemikiran

(Sumber: Data Perusahaan)

Terdapat urutan langkah penyelesaian masalah dalam melakukan penelitian ini yaitu sebagai berikut:

1. Mulai

Langkah awal penelitian yang meliputi mencari dan menetapkan metode serta mengetahui tujuan dari penelitian.

2. *Survey* Lapangan

Pada tahap ini bertujuan untuk mengetahui sumber permasalahan yang diteliti serta untuk merencanakan dan memilih lokasi penelitian untuk menemukan hal-hal yang mendukung terselesainya penelitian ini menggunakan metode yang sesuai.

3. Studi Pustaka

Studi Pustaka adalah tahapan dalam penelusuran referensi, dapat bersumber dari jurnal, buku, maupun penelitian yang telah ada sebelumnya. Berguna untuk mendukung tercapainya tujuan penelitian yang telah dirumuskan. Dari studi kepustakaan akan didapatkan landasan teori serta acuan-acuan yang akan membantu dalam penelitian ini.

4. Perumusan masalah

Menentukan masalah yang terjadi di lapangan dan dibandingkan dengan literatur yang ada sehingga didapatkan suatu perumusan masalah yang terjadi dan solusi yang sesuai dengan masalah tersebut.

5. Penetapan tujuan penelitian

Penetapan tujuan penelitian merupakan titik akhir dimana penelitian ini akan terselesaikan.

6. Identifikasi Variabel

Identifikasi variabel bertujuan untuk menentukan variabel dari metode yang digunakan dan disesuaikan dengan kondisi di PT. Maxxis.

7. Pengumpulan Data

Dari identifikasi variabel maka dilanjutkan dengan pengumpulan data yang berkaitan dengan semua langkah metode pemecahan masalah tersebut. Pengumpulan data dilakukan dengan wawancara dengan semua *leader*, penyebaran kuisioner dan melihat data histori pemeliharaan *corrective* dan pemeliharaan pada mesin Ply Cutting.

8. Pengelolaan Data

Berdasarkan data tersebut akan dialkuakn pengolahan data dengan menggunakan FMECA (*Failur Mode and Effect Criticality Analysis*) dan dilanjutkan dengan perhitungan dengan metode *Markov Chain*.

9. Perhitungan RPN menggunakan Metode FMEA

Setelah melakukan wawancara dengan bebarapa *leader E2 Cutting, Maintenance* dan operator mesin *Ply Cutting* di hasilkan form FMEA yang telah terisi beberapa point *unplanned downtime* dengan tingkat RPN yang berbeda-beda. Nilai RPN yang tertinggi akan dilanjutkan analisa selanjutnya.

10. Perhitungan usulan penjadwalan (Markov Chain)

Dengan menemukan probabilitas status akan ditentukan dulu besarnya probabilitas transisi yang dapat dihitung dari proporsi jumlah komponen-komponen dari mesin yang mengalami transisi status, selanjutnya dibentuk matrik transisi awal, kemudian diusulkan empat usulan perencanaan pemeliharaan menggunakan metode markov chain. Perhitungan biaya pemeliharaan yang dilakukan oleh perusahaan. Yang didasarkan pada biaya pemeliharaan yang dilakukan *downtime preventive* dan *corrective*. Ekspektasi biaya pemeliharaan pada keadaan mapan (*steady state*) pemeliharaan usulan I dan 2 dengan menggunakan metode *Markov Chain*. Didapat dari probabilitas *steady state* usulan masing-masing item dikalikan dengan biaya pemeliharaan yang didasarkan pada biaya *downtime preventive* dan *corrective*.

11. $Ac_1 > Ac_2 > Ac_3$

Pengambilan keputusan dilakukan pada tahapan ini, jika sistem perawatan perusahaan mempunyai biaya yang lebih baik maka usulan ini ditolak atau biaya ekspektasi parawatan usulan lebih baik maka usulan tersebut layak untuk diterapkan. Jika “Ya” ($Ac_1 > Ac_2 > Ac_3$) maka usulan tersebut dapat diterapkan. Jika “tidak” ($Ac_1 > Ac_2 > Ac_3$) maka langsung pada hasil dan pembahasan.

12. Metode usulan diterima

Usulan dengan metode Markov Chain diterima bila ekspektasi biaya perawatan usulan lebih kecil daripada biaya perawatan yang manajemen terapkan saat ini.

13. Perencanaan jadwal waktu pemeliharaan mesin

Setelah usulan perawatan diterima oleh pihak manajemen perusahaan, langkah yang harus dilakukan adalah menentukan perencanaan penjadwalan *equipment* secara berkala guna mencegah kerusakan dikemudian hari.

14. Hasil dan Pembahasan

Hasil dari perhitungan seluruh metode yang digunakan pada penelitian ini, dari metode FMECA hingga metode Markov Chain. Sehingga didapatkan perawatan *equipment* yang maksimal.

15. Kesimpulan dan Saran

Kesimpulan dari semua hasil metode yang digunakan serta memberi saran sebagai bahan pertimbangan dalam melakukan perawatan yang *reliable*.

16. Selesai

3.4.2 Menentukan nilai RPN

Menentukan nilai RPN dari *Unplanned Downtime* yang telah terjadi dalam periode penelitian dengan metode FMECA dan beberapa pembahasan dengan *leader maintenance* dan *leader E2 Cutting* yaitu tentang rating nilai *severity*, *occurrence*, *detection* dan nilai total RPN yang telah ditentukan.

Berdasarkan nilai RPN ini akan dilanjutkan dengan pembuatan diagram pareto dan penentuan tingkat analisis kritis yang paling tinggi di setiap *equipment*, sehingga ditemukan nilai kritis yang kemudian oleh penulis dilakukan pengolahan data dengan metode markov chain.

1. *Severity*

Severity merupakan dampak yang terjadi yang diakibatkan dari *Unplanned Downtime* yang terjadi. Penentuan ranking dilakukan oleh semua atasan saat wawancara dengan penulis. Kerusakan yang berdampak besar terhadap kelancaran proses produksi akan memiliki rating yang besar, sebaliknya *unplanned downtime* yang berdampak kecil terhadap proses produksi akan memiliki rating yang kecil. Dampak kerugian yang terjadi berdasarkan atas berhentinya proses produksi dalam jam selama 6 bulan.

2. *Occurance*

Occurance adalah kemungkinan bahwa penyebab tersebut akan terjadi dan menghasilkan bentuk kegagalan dalam proses produksi ataupun kegagalan *equipment* dalam melaksanakan fungsinya sehingga tidak mencapai target produksinya, efek jangka panjangnya mampu merugikan perusahaan. Penentuan ranking dilakukan oleh semua atasan saat wawancara dengan penulis. Kemungkinan kegagalan terjadi dalam bentuk rasio kejadian semakin sering kegagalan terjadi semakin besar rating yang dimiliki oleh *equipment* tersebut. Sebaliknya untuk kemungkinan kejadian yang sedikit akan mendapat nilai rating yang kecil.

3. *Detection*

Nilai *Detection* merupakan pengendalian saat ini. *Detection* adalah pengukuran terhadap kemampuan mengendalikan / mengontrol kegagalan. Penentuan ranking dilakukan oleh semua atasan saat wawancara dengan penulis. Jika suatu *equipment* tidak memiliki *system* deteksi yang baik sehingga kegagalan selalu terulang maka akan diberikan rating deteksi yang terbesar dan sebaliknya jika suatu *equipment* memiliki sistem deteksi yang baik sehingga mampu mencegah terjadinya kegagalan fungsi maka akan diberikan nilai yang paling kecil.

4. *Risk Priority Number* (Angka Prioritas Resiko)

RPN adalah produk matematis dari tingkat dampak yang terjadi (*Severity*), Kemungkinan adanya kegagalan yang berhubungan dengan efek (*Occurance*), dan kemampuan mendeteksi kegagalan (*Detection*).

Berikut persamaan RPN:

$$\mathbf{RPN = S \times O \times D} \quad (3.1)$$

Keterangan:

S = *Severity*

O= Nilai *Occurance*

D= Nilai *Detection*

Untuk menentukan nilai skala *Severity*, *Occurance* dan *Detection* yaitu dengan pembuatan formulir FMEA yang berdasarkan dari skala (*asesment*) yang telah ditentukan oleh Leader produksi dan Maintenance.

3.4.3 Diagram Pareto

Menggambarkan banyaknya kejadian grafik batang yang menunjukkan masalah berdasarkan urutan kejadian.

3.4.4 Analisis Kritis

Menentukan peluang kejadian dan tingkat kepelikan, berdasarkan pada masing – masing titik kegagalan (*failure mode*) dilakukan dengan mengembangkan *Risk Priority Number* (RPN). Hasil ini dari RPN bertujuan untuk mempengaruhi *equipment* yang mempunyai resiko kerusakan. Sebagai acuan melakukan perbaikan penjadwalan dengan metode *Markov Chain*.

3.4.5 Menentukan usulan *Markov Chain*

1. Menentukan data probabilitas transisi status *equipment* yang didapat dari jumlah keadaan *equipment*.
2. Perhitungan Matrik Pemeliharaan
 - 1 Pemeliharaan korektif pada status 4 dan pemeliharaan pencegahan pada status 3. Matrik transisinya adalah:

P1=

i \ j	1	2	3	4
1	P ₁₁	P ₁₂	P ₁₃	P ₁₄
2	0	P ₂₂	P ₂₃	P ₂₄
3	0	1	0	0
4	P ₄₁	0	0	0

(Sumber : Assauri (dalam Rr.Rochmoeljati, 2016)

Dengan menggunakan persamaan matrik transisi tersebut, probabilitas terjadinya kerusakan dalam jangka panjang dan dalam keadaan mapan (*steady state*). Sehingga dapat dijelaskan dengan persamaan dibawah ini:

$$\begin{bmatrix} \pi_1 \\ \pi_2 \\ \pi_3 \\ \pi_4 \end{bmatrix} = [\pi_1 + \pi_2 + \pi_3 + \pi_4] \begin{bmatrix} P_{11} & P_{12} & P_{13} & P_{14} \\ 0 & P_{22} & P_{23} & P_{24} \\ 0 & 1 & 0 & 0 \\ 1 & 0 & 0 & 0 \end{bmatrix} \quad (3.2)$$

Catatan : $\pi_1 + \pi_2 + \pi_3 + \pi_4$

Maka akan didapat persamaan sebagai berikut:

$$\begin{aligned} \pi_1 + \pi_2 + \pi_3 + \pi_4 &= 1 \\ P_{11}\pi_1 + \pi_4 &= \pi_1 \\ P_{12}\pi_2 + P_{22}\pi_2 + \pi_3 &= \pi_2 \\ P_{13}\pi_1 + P_{23}\pi_2 &= \pi_3 \\ P_{14}\pi_1 + P_{24}\pi_2 &= \pi_4 \end{aligned}$$

2. Pemeliharaan korektif status 3 dan 4 dan pemeliharaan pencegahan pada status 2. Matrik transisinya adalah sebagai berikut:

i \ j	1	2	3	4
1	P ₁₁	P ₁₂	P ₁₃	P ₁₄
2	1	0	0	0
3	1	0	0	0
4	1	0	0	0

(Sumber : Assauri (dalam Rohmawati, 2016))

Berdasarkan persamaan matrik transisi tersebut, probabilitas terjadinya kerusakan dalam jangka panjang dalam keadaan mapan (*steady state*) sehingga dapat dijelaskan dengan persamaan dibawah ini:

$$\begin{bmatrix} \pi_1 \\ \pi_2 \\ \pi_3 \\ \pi_4 \end{bmatrix} = [\pi_1 + \pi_2 + \pi_3 + \pi_4] \begin{bmatrix} P_{11} & P_{12} & P_{13} & P_{14} \\ 1 & 0 & 0 & 0 \\ 1 & 0 & 0 & 0 \\ 1 & 0 & 0 & 0 \end{bmatrix}$$

Catatan : $\pi_1 + \pi_2 + \pi_3 + \pi_4$

Maka akan didapat persamaan sebagai berikut:

$$\begin{aligned} \pi_1 + \pi_2 + \pi_3 + \pi_4 &= 1 \\ P_{11}\pi_1 + \pi_2 + \pi_3 + \pi_4 &= \pi_1 \\ P_{12}\pi_1 &= \pi_2 \\ P_{13}\pi_1 &= \pi_3 \\ P_{14}\pi_1 &= \pi_4 \end{aligned}$$

3. Pemeliharaan korektif status 4 dan pemeliharaan pencegahan status 2 dan 3.

Matrik transisinya sebagai berikut:

P3=

i \ j	1	2	3	4
1	P ₁₁	P ₁₂	P ₁₃	P ₁₄
2	1	0	0	0
3	0	1	0	0
4	1	0	0	0

(Sumber : Assauri (dalam Rohmawati, 2016))

Dengan menggunakan persamaan matrik transisi tersebut, probabilitas terjadinya kerusakan dalam jangka panjang dan dalam keadaan mapan (*steady state*) sehingga dapat dijelaskan dengan persamaan dibawah ini:

$$\begin{bmatrix} \pi_1 \\ \pi_2 \\ \pi_3 \\ \pi_4 \end{bmatrix} = [\pi_1 + \pi_2 + \pi_3 + \pi_4] \begin{bmatrix} P_{11} & P_{12} & P_{13} & P_{14} \\ 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 \\ 1 & 0 & 0 & 0 \end{bmatrix}$$

Catatan : $\pi_1 + \pi_2 + \pi_3 + \pi_4$

Maka akan didapat persamaan sebagai berikut:

$$\pi_1 + \pi_2 + \pi_3 + \pi_4 = 1$$

$$P_{11} \pi_1 + \pi_2 + \pi_4 = \pi_1$$

$$P_{12} \pi_1 + \pi_3 = \pi_2$$

$$P_{13} \pi_1 = \pi_3$$

$$P_{14} \pi_1 = \pi_4$$

