BAB III
METODELOGI PENELITIAN

3.1 Objek Penelitian

Penelitian dilakukan dengan mengambil objek dalam penelitian ini adalah mesin *Molding injection* (K1214NO.7)

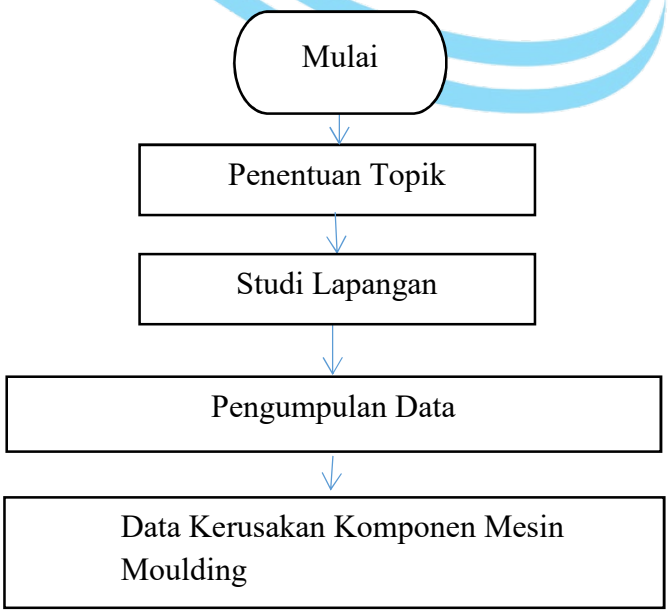
.

3.2 Jenis Penelitian

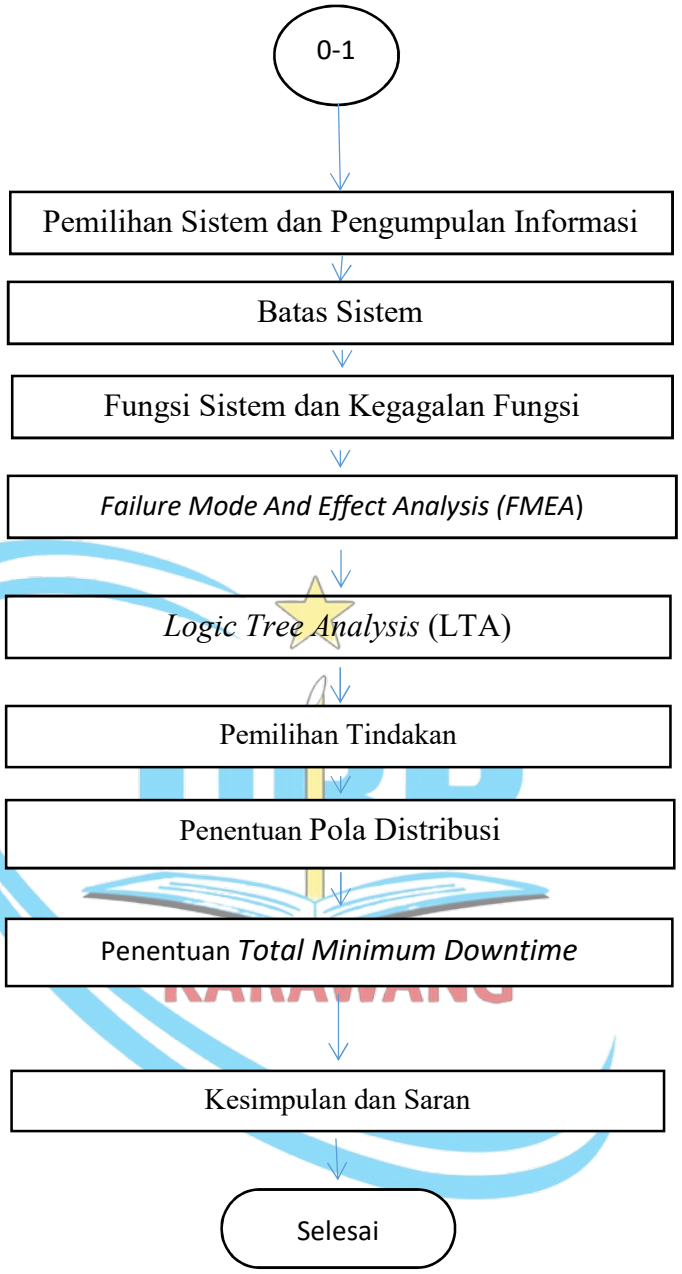
Dalam penelitian ini digolongkan kedalam jenis penelitian deskriptif, karena bertujuan memaparkan pemecahan masalah aktual secara sistematis dan dapat dijadikan usulan bagi perusahaan dalam menentukan interval waktu penggantian komponen mesin kritis dengan kriteria *Total Minimum Downtime* (TMD). Dan mendapatkan sistem perawatan efektif dan efisien dengan menggunakan metode *Reliability Centered Maintenance* (RCM).

3.3 Metodologi Penelitian

Dalam metodologi penelitian ini dijelaskan prosedur beserta tahapan – tahapan yang jelas dalam melaksanakan suatu penelitian dan disusun secara sistematis



Gambar 3.*1 flowchart*



Gambar 3.1 *flowchart*

3.4 Deskripsi Metodologi Penelitian

3.4.1 Penentuan Topik

Topik apa yang dibahas, sehingga dapat memudahkan kita dalam melakukan penelitian. Jadi topik yang dipilih tentang keandalan dan perawatan dengan menggunakan metode *Reliability Centered Maintenance* (RCM).

3.4.2 Study Lapangan dan Literatur

Pengamatan langsung ke perusahaan dimana kita dapat melihat kondisi nyata yang terdapat di perusahaan, dan melakukan wawancara dengan pihak perusahaan untuk mendapatkan informasi yang berhubungan dengan topik yang akan diteliti. Kemudian melanjutkan dengan studi literatur yang berhubungan dengan dasar teori dan ilmu yang *relevan* dengan topik yang akan kita bahas dalam penelitian ini.

3.4.3 Identifikasi Rumusan Masalah

Permasalahan yang terdapat di perusahaan pada saat ini yaitu perawatan yang dilakukan hanya pada saat mesin terjadi kerusakan (*corrective maintenance*), dan akibatnya departemen *maintenance* hanya mengganti komponen yang rusak. Dengan perawatan mesin yang dilakukan seperti ini memiliki kelemahan yang mana *spare part* atau komponen mesin tidak selalu tersedia, dan tenaga kerja di bagian maintenance harus melakukan perbaikan yang membutuhkan waktu yang lama, dan dapat menyebabkan terganggunya proses secara keseluruhan.

3.4.4 Penetapan Tujuan dan Manfaat Penelitian

Tujuan dalam penelitian ini ialah mengetahui komponen mesin pendukung yang paling kritis. Sehingga mendapatkan perawatan dengan menggunakan metode *Reliability Centered Maintenance* (RCM). Dan menentukan interval waktu penggantian dari komponen kritis mesin pendukung dengan kriteria *Total Minimum Downtime* (TMD).

3.4.5 Pengumpulan Data

Data yang diperoleh dari penelitian ini adalah data sekunder yaitu:

Data kerusakan komponen mesin *Molding*

3.4.6 Pengolahan Data

Setelah mendapatkan data yang diinginkan maka selanjutnya dilakukan pengolahan data yaitu:

Menggunakan metode *Reliability Centered Maintenance* (RCM), ada tujuh tahapan yang digunakan dalam metode RCM yaitu:

A. Pemilihan sistem dan Pengumpulan Informasi

Pada tahap ini dilakukan pemilihan sistem dan pengumpulan informasi yang berkaitan dengan *Molding Injection*.

B. Batasan Sistem

Tahap selanjutnya yaitu batasan sistem. Batasan sistem bertujuan untuk membedakan antara satu sistem dengan sistem lainnya agar dapat membuat daftar komponen yang mendukung sistem tersebut. Batasan sistem dalam penelitian ini ialah tentang sistem *Molding injection.*

C. Fungsi Sistem dan Kegagalan Fungsi

Merupakan tahapan selanjutnya yang dilakukan untuk mengetahui sistem tersebut berjalan atau tidak sesuai yang diharapkan, yang terdapat pada sistem *Molding injection.*

D. *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA)

Failure mode and effect analysis (FMEA) memfokuskan pada penyebab kerusakan yang ditentukan pada tahapan sebelumnya yang akan dianalisis pada tahapan ini. Dari analisis FMEA, kita dapat memprediksi komponen mana yang sering rusak dan apa penyebabnya, sehingga kita dapat melakukan perlakuan lebih terhadap komponen tersebut dengan tindakan perawatan yang benar.

E. *Logic Tree Analysis* (LTA)

Analisis LTA untuk memberikan prioritas mode kerusakan melakukan tinjauan dan fungsi, kegagalan fungsi sehingga status mode kerusakan tidak sama. Prioritas suatu mode kerusakan dapat diketahui dengan menjawab pertanyaan-pertanyaan yang telah disediakan dalam LTA ini.

F. Pemilihan Tindakan

Didalam tahapan pemilihan tindakan perawatan akan ditentukan tindakan yang tepat untuk mode kerusakan tertentu. Jika tugas pencegahan secara teknis tidak menguntungkan untuk dilakukan, tindakan standart yang harus dilakukan tergantung pada konsekuensi kegagalan yang terjadi.

G. Penentuan Pola Distribusi

Pada tahap ini, setelah didapatkan tindakan perawatan. Dilakukan pimilihan pola distribusi dengan menggunakan waktu antar kerusakan pada sistem *Moulding injection*, dengan menggunakan *Software Easy Fit*.

H. Penentuan *Total Minumum Downtime*

Setelah uji pola distribusi menentuken interval perawatan mesin yang optimum yang didapatkan dari pemilihan hasil yang paling minimum untuk meminimum downtime dan mendapatkan jadwal perawatan.

3.4.7 Analisis dan Pembahasan

Setelah dilakukan pengolahan data dengan pemilihan sistem dan pengumpulan informasi maka dapat diketahui mesin yang paling kritis dengan tingkat kegagalan tertinggi. Dan melakukan analisa perawatan sistem *Moulding injection* yang menggunakn metode RCM agar mendapatkan jadwal pergantian komponen kritis sehingga didapatkan perbandingan perawatan yang sekarang dilakukan perusahaan dan yang diusulkan oleh peneliti.

3.4.8 Kesimpulan dan Saran

Pada tahap akhir penelitian ini didapatkan hasil-hasil berdasarkan pengolahan, analisa dan intepretasi yang dilakukan. Setelah analisa yang dilakukan maka dapat memperoleh kesimpulan dari penelitian ini dan juga dapat diajukan beberapa usulan yang nantinya mendapatkan perawatan yang efektif dan efisien bagi perusahaan khususnya pada sistem *Injection molding*.

BAB VI
HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Sejarah Perusahaan

PT. *Injection Molding* dalah spesialis kemasan pelopor. (Expandable Polystyrene -EPS) sejak 1962. PT. *Injection Molding* (EPS Moulder) telah berdiri sejak tahun 1982.Dinar Makmur telah membuat EPS *Tooling in-house* sejak 1987. Ada 2 plan perusahaan yaitu PT. *Injection Molding* Cikarang telah berdiri sejak tahun 1994, dan PT. *Injection Molding* yang berada di karawang telah memproduksi komponen otomotif sejak 2012 dan Dinar makmur adalah pelopor EPP (Expandable Polypropylene - EPP) *moulder* di Indonesia

Perintis pemasok komponen otomotif EPS untuk semua pelanggan otomotif di Indonesia (telah dimulai pada tahun 2000).Pelopor pemasok komponen otomotif EPP untuk semua pelanggan otomotif Indonesia (telah dimulai pada tahun 2012). EPP Majelis pabrik baru untuk bagian otomotif (mulai memperkirakan tahun 2016). Membangun pabrik baru untuk pengembangan perkakas komponen otomotif di dalam (mulai dari perkiraan tahun 2016).

a. Pelanggan utama produk EPP salah satunya adalah TMMIN

b. Pelanggan utama produk EPS salah satunya adalah JVC

Nama Perusahaan : PT. *Injection Molding*

Alamat: Jalan Pinayungan Raya No 89, Dusun Sukajaya RT. 011 RW. 006, Pinayungan, Telukjambe Timur, Pinayungan, Telukjambe Timur, Kabupaten Karawang, Jawa Barat 41361, Indonesia

Rating: 4.10

Telp: +62 267 8456988

4.2 Pengumpulan data

Pada bagian pengumpulan data di PT. *Injection Molding* dilakukan pada bulan Agustus 2018 sampai dengan September 2018 sebagai berikut :

Tabel 4.1 Data kerusakan Komponen Bulan Agustus 2018

No	Tanggal	Kode Mesin	Problem	Penyebab	Perbaikan	Dikerjakan	Jam	Selesai
1	07-Agt-18	K 1214 NO. 7	Steam bocor pada selang steam bagian female	Selang steam hose sobek, karena sudah rapuh	Ganti selang dengan yang baru	Linggo	10,30	12,00
2	15-Agt-18	K 1214 NO. 7	Material menyembur kesilo pada saat proses blowback	Valve material supply buka terus (tidak bisa menutup)	Ganti valve material supply yang sudah di repair (OK)	Andika	9,45	11,45
3	25-Agt-18	K 1214 NO. 7	Steam male tidak berfungsi	Manual pressure regulator untuk steam male rusak	Ganti manual pressure regulator dengan yang sudah direpair (OK)	Dadang	13,30	14,20
4	30-Agt-18	K 1214 NO. 7	Produk kurang isi	Material drai telat DIbuka karena angin pressure filling tidak sama	Ganti pressure gauge agar pressure filling sesuai aturannya	Dadang	12,45	13,45
Total								51,10

Sumber : PT. *Injection Molding*

Tabel 4.2 Data kerusakan Komponen Bulan September 2018

No	Tanggal	Mesin	Problem	Penyebab	Perbaikan	Dikerjakan	Jam	Selesai
1	10-Sep-18	K1214 No.7	Produk bagian female mentah	Valve drain female tidak bisa tertutup karena gear patah	Ganti valve drain female dengan yang sudah direpair	Andika	13,25	14,00
2	15-Sep-18	K1214 No.7	Pressure manual regulator cross steam fixed tidak bisa disetting	Pressure manual regulator rusak/bocor	Repair manual regulator yang rusak dengan mengganti seal	Dadang	8,35	9,05
3	24-Sep-18	K1214 No.7	Produk cetak 2 kali karena angin demulding kecil dan manual regulator tidak bisa disetting	Seal manual pressure regulator yang rusak	Ganti seal manual regulator	Mulyanto	14,45	16,05
Total								39,10

Sumber : PT. *Injection Molding*

Pada bagian pengumpulan data akan dilakukan penerapan RCM untuk kinerja mesin press hidrolik yang terdiri dari enam tahapan yang sistematis yaitu:

1. Pengumpulan informasi
2. Batasan Sistem
3. Pendeskripsian fungsi sistem dan kegagalan fungsi
4. Penyusunan *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA)

5. Penyusunan *Logic Tree Analysis* (LTA)
6. Pemilihan tindakan
7. Penentuan Pola Distribusi
8. Penentuan *Total Minimum Downtime*

4.2.1 Pengumpulan informasi

A. Pengumpulan informasi

Ketika memutuskan untuk menerapkan program RCM pada fasilitas ada dua pertanyaan yang timbul yaitu:

1. Pada tingkat pemakaian yang ke berapa pengantian *spare part* akan dilakukan?

   Proses analisa RCM sebaiknya dilakukan pada tingkat sistem bukan pada tingkat komponen karena pada tingkat kesulitan dapat terjadi untuk mendefinisikan fungsi dan kegagalan fungsi komponen. Dengan proses analisa pada tingkat sistem akan memberikan informasi yang lebih jelas mengenai fungsi dan kegagalan fungsi komponen terhadap sistem. Oleh karena itu proses analisa akan dilakukan pada tingkat sistem. Fasilitas penggantian spare part mesin press hidrolik dapat digambarkan menjadi dua buah sistem yaitu:

   a. Sistem penggantian *spare part daily*, artinya sistem penggantian dimana spare part akan diganti jika umur pakai dari *spare part* tersebut sudah melebihi ambang batas pemakaian, sehingga semua *spare part* yang sering terpakai sudah sering terpakai.

   b. Sistem penggantian spare part karena ada *troubel*, artinya jika ada sebuah kegagalan yang diakibatkan oleh human eror atau kesalahan dari mesin maka *spare part* yang mengalami kerusakan akan diganti sesuai dengan fungsi dari *sapre part* tersebut.

2. Apakah kerusakan menyebabkan mesin berhenti sebagian atau keseluruhan.

   Kerusakan pada mesin *press* hidrolik udah tentu akan mengakibatkan dampak pada proses produksi sehingga informasi yang ingin di cari yaitu ketika mesin *press* hidrolik mengalami kerusakan apakah akan

mengakibatkan berhenti proses produksi secara keseluruhan atau hanya sebagian.

4.2.2 Batasan Sistem

Hasil dari pengumpulan informasi yang diperoleh dari wawancara operator, dan bagian *engineering*, dapat dilakukan batasan sistem dengan cara pengidentifikasi sistem atau komponen yang terdapat pada mesin *Molding*. Adapun komponen mesin *Molding* terdiri dari 6 komponen, antara lain:

Tabel 4.3 Batasan Sistem

No	Jenis Part	Kategori	Kendala	Keterangan
1	Clamping Plate	Esential	Hidraulik bocor Clamping Cylinder bocor	Kerusakan mengganggu proses produksi dan biaya perbaikan mahal
2	Runner Plate	Esential	Air Bocor Scret	Kerusakan mengganggu proses produksi dan biaya perbaikan mahal
3	Cavity Plate	Critical	Air Bocor Grase Kering	Kerusakan mengganggu proses produksi dan tetapi ada cadangan
4	Core Plate	Critical	Air Bocor Grase Kering	Kerusakan mengganggu proses produksi dan biaya perbaikan mahal
5	Ejektor	Critical	Korosif/ Karat Ejektor patah	Kerusakan mengganggu proses produksi dan dapat menunggu
6	Pin	Critical	Pin Patah korosi/ karat	Kerusakan mengganggu proses produksi dan penggantian dengan

Sumber : PT. *Injection Molding*

Hasil batasan sistem terpilih kategori yang sesuai dengan pertanyaan yang diperoleh dari wawancara operator, dan bagian *Maintenace*

4.2.3 Fungsi Sistem Dan Kegagalan Fungsi

Berikut adalah tabel fungsi sistem dan kegagalan fungsi dari beberapa jenis part sebagai berikut:

Tabel 4.4 Fungsi sistem dan Kegagalan Fungsi

No	Jenis Part	Nomer Fungsi	No. Kegagalan fungsi	Uraian fungsi	Kegagalan fungsi
1	Clamping Plate	1.1	1.1.1	Untuk menempelkan top plate dengan cavity plate	Hidrolik bocor
2	Runner Plate	2.1	2.1.1	Untuk menghubungkan core dan cavity plate agar menutup sempurna	Baut patah karena korosi
3	Cavity Plate	3.1	3.1.1	Tempat untuk membuat cavity	Insert aus karena pemakaian
4	Core Plate	4.1	4.1.2	Dudukan produk ketika selesai proses produksi	Pin patah karena pemakaian
					Ejektor Patah
5	Ejektor	5.1	5.1.1	Mendorong produk ketika selesai produksi	korosi karena pemakaian
6	Pin	6.1	6.1.1	Membentuk lubang pada produk sesuai denga keinginan konsumen	Korosi dan patah karena pemakaian

Sumber : PT. *Injection Molding*

Fungsi dari setiap komponen menjadi acuan untuk pembuatan FMEA karena di pendeskripsian ini pun disebutkan kegagalan dari setiap komponen sehingga akan diketahui penyebab kegagalan proses yang terjadi.

4.2.4 *Failure Made dan Effects Analysis* (FMEA)

FMEA menggambarkan tingkat keseringan kejadian kerusakan keparahan dan tingkat deteksi kerusakan yang dinyatakan dengan nilai RPN (*Risk Priority Number*) Tabel 4.5 menunjukan tabel FMEA kemungkinan terjadi pada setiap komponen yaitu motor listrik, tangki hidrolik, pompa hidrolik, *valve*/katup, pipa hidrolik, silinder hidrolik, *pressure gauge* (manometer), fluida hidrolik, elemen pemanas, dan panel listrik.

Tabel 4.5 *failure Made dan Effects Analysis* (FMEA)

Komponen	No	Jenis Part	Mode Kegagalan	Penyebab kegagalan	Efek Kegagalan	Sev	Occ	Det	RPN
Clamping Plate	1	Top Clamping Plate	Hidrolik bocor	Benturan antar plate	Kebocoran oli hidrolik	4	4	6	96
	2	Button Clamping Plate	Hidrolik bocor	Tekanan terlalu tinggi	Kebocoran oli hidrolik	4	5	7	140
Runner Plate	-	-	Baut patah karena korosi	Korosi kurang perawatan	Cavity tidak membuka	7	5	6	210
Cavity Plate	-	-	Insert aus karena pemakaian	Pemakaian berlebihan	Produk lengket	7	6	7	294
Core Plate	-	-	Pin patah karena pemakaian	Pemakaian berlebihan	Penggantian pin	7	6	7	294
Ejektor	1	Ejektor Retainer Plate	Korosi / karatan	Kurang perawatan	Tidak mendorong produk	6	5	6	180
	2	Pin Ejektor	Pin Patah	Produk lengket di core Cavity	Produk lengket dan menempel pada core	8	8	9	576
	3	Ejector Plate	Korosi / karatan	Kurang perawatan	Tidak ada pergerakan mendorong	7	7	8	392
Pin	1	Leader Pin	Pin patah	Cavity overheat	Penggantian pin/ penggantian Mold	8	8	8	512
	2	Pin garde	Pin Patah	Pemakaian berlebihan	Penggantian pin/ penggantian Mold	8	8	9	576
	3	Angular pin	Pin Bengkok	Pemakaian berlebihan	Penggantian pin/ penggantian Mold	8	8	9	576

Sumber : PT. *Injection Molding*

Berdasarkan proses penyusunan FMEA diatas dapat dilihat terdapat ada SEV yang berarti *Severity* merupakan dampak dari kegagalan fungsi memiliki dampak terbesar yang kemudian di isi dengan angka 1 – 10 sesuaikan dengan kondisi sebenarnya di perusahaan, kemudain ada OCC yang berarti *Occurrence* merupakan identifikasi kegagalan sehingga menimbulkan dampak tersebut kemudian di sama dengan *Severity*, Selanjutnya ada DET yang berarti *Detection* yang berarti identifikasi pengendalian untuk mendeteksi masalah ataupun mendeteksian kegagalan fungsi dini kemudian diberikan angka 1 – 10 sesuai dengan kondisi aktual di lapangan. Dan yang terakhir RPN yang berarti *Risk Priority Number* yang merupakan hasil kali dari SEV, OCC dan DET.

Contoh perhitungannya yaitu :

RPN Panel Listrik = SEV x OCC x DET

= 5x5x5 = 125

Data pada tabel tersebut ialah hasil wawancara dengan teknisi engineering. Berdasarkan hasil perhitungan RPN pada tabel 4.6 terlihat bahwa tingkat RPN tertinggi adalah Motor listrik, Pompa hidrolik, Pipa hidrolik, dan Silinder hidrolik.

Oleh sebab itu, perlu adanya perhatian khusus pada part komponen dengan nilai RPN tertinggi.

Sehingga diperlukan tindakan khusus untuk menanggulangi terjadi kegagalan pada *part – part* dengan RPN tinggi tersebut, akan tetapi sebelum dilakukan pemilihan tindakan, part – part diatas terlebih dahulu digolongkan kedalam beberapa kategori kepentingan berdasarkan FMEA tersebut kedalam pemabahasan LTA (*Logic Tree Analisys*).

4.2.5 *Logic Tree Analysis* (LTA)

Penyusunan Analisa Cabang Logika/*Logic Tree Analysis* (LTA) memiliki tujuan untuk memberikan prioritas pada tiap mode kerusakan dan melakukan tinjauan dan fungsi, kegagalan fungsi sehingga status mode kerusakan tidak sama. Prioritas suatu mode kerusakan dapat diketahui dengan menjawab pertanyaan-pertanyaan yang telah disediakan dalam LTA ini.

Dengan menentukan prioritas sebagaimana yang telah dijelaskan pada landasan teori, Maka didapatkan *Logic Tree Analisys* sebagai berikut:

Tabel 4.6 *Logic Tree Analysis* (LTA)

Komponen	No	Jenis Part	Mode Kegagalan	Penyebab kegagalan	Kategori
Clamping Plate	1	Top Clamping Plate	Hidrolik bocor	Benturan antar plate	E
	2	Button Clamping Plate	Hidrolik bocor	Tekanan terlalu tinggi	D
Runner Plate	-	-	Baut patah karena korosi	Korosi kurang perawatan	C
Cavity Plate	-	-	Insert aus karena pemakaian	Pemakaian berlebihan	C
Core Plate	-	-	Pin patah karena pemakaian	Pemakaian berlebihan	C
Ejektor	1	Ejektor Retainer Plate	Korosi / karatan	Kurang perawatan	D
	2	Pin Ejektor	Pin Patah	Produk lengket di core Cavity	A
	3	Ejector Plate	Korosi / karatan	Kurang perawatan	B
Pin	1	Leader Pin	Pin patah	Cavity overheat	A
	2	Pin garde	Pin Patah	Pemakaian berlebihan	A
	3	Angular pin	Pin Bengkok	Pemakaian berlebihan	A

Sumber : PT. *Injection Molding*

Tabel diatas memperlihatkan kegagalan fungsi dari setiap komponen memiliki kategori yang berbeda-beda adapun yang sama karena disesuaikan dengan kondisi dilapangan. Berikut adalah keterangan penjelasan kategori-kategori diatas:

1. *Safety Problem*

   Mode kerusakan disebut sebagai masalah keamanan bila tidak membahayakan atau dapat mengancam jiwa seseorang (A).

2. *Outage Problem*

   Mode kerusakan yang dapat mengakibatkan sistem dan proses produksi terhenti (B).

3. *Minor To Insignificant Economic Problem*

   Mode kerusakan berdampak kecil pada masalah ekonomi sehingga dapat diabaikan (C).

Berdasarkan tabel diatas komponen dengan kategori B akan dijadikan prioritas untuk dilakukan tindakan agar kegagalan dan penyebab dari setiap komponen bisa dikurangi bahkan bisa dihilangkan agar dapat menanggulangi terjadinya mesin terhenti.

4.2.6 Pemilihan Tindakan

Pemilihan tindakan merupakan tindakan terakhir dari proses RCM. Pada proses ini akan menentukan tindakan yang tepat untuk mode kerusakan tertentu. Penyusunanan pemilihan tindakan untuk komponen mesin *Molding Injection*. Diperoleh satu komponen yang masuk *time directed* yaitu *Angular Pin*, tindakan yang diambil lebih berfokus kepada aktivitas pergantian yang dilakukan secara berkala. Dan satu komponen masuk kedalam *condition directed* yaitu *Ejector Plate*, tindakan yang diambil bertujuan untuk mendeteksi kerusakan dengan cara memeriksa alat. Apabila ditemukan gejala-gejala kerusakan peralatan maka dilanjutkan dengan perbaikan atau penggantian komponen.

4.2.7 Perhitungan Index of fit Time To Failure (TTF)

Perhitungan *index of fit* dilakukan untuk menentukan distribusi yang nantinya akan digunakan untuk melakukan perhitungan dan menentukan rumus *mean time to failure* (MTTF). Terdapat 4 distribusi yang dipakai dalam

menentukan *index of fit*, yaitu distribusi *Normal*, *Log Normal*, *Weibull*, dan *Eksponensial*.

a. Distribusi *Normal*

Tabel 4.7 Perhitungan *index of fit* berdasarkan distribusi normal data waktu *time to failure* (TTF)

I	Pin (Jam)	Xi=(ln ti)	F(ti)	Zi	xi.zi	xi2	zi2
1	168	5,12	0,09	-1,58	-8,09	26,3	2,5
2	216	5,38	0,23	-3,83	-20,61	28,9	14,7
3	264	5,58	0,36	-6,09	-33,95	31,1	37,1
4	144	4,97	0,50	-8,34	-41,47	24,7	69,6
5	288	5,66	0,64	-10,60	-60,02	32,1	112,3
6	384	5,95	0,77	-12,85	-76,49	35,4	165,2
7	240	5,48	0,91	-15,11	-82,80	30,0	228,3
Σ	1704	38,14	3,50	-58,40	-323,41	208,5	630

Sumber : Hasil pengolahan data

Berikut merupakan contoh perhitungan i = 1 dari distribusi *normal*:

a. xi = (ti)

   xi = 168

b. F(ti) = (i – 0,3) / (n + 0,4)

   F(ti) = (1 – 0,3) / (17+ 0,4) = 0,04

c. Yi = Φ^(-1) [F(ti)]

   = Φ^(-1) [0,04]

   = 1,25

d. Nilai *index of fit*:

$$\text{Rnormal} = \frac{n\sum_{i=1}^{n} Xi.Zi - (\sum_{i=1}^{n} Xi).(\sum_{i=1}^{n} Zi)}{\sqrt{(n(\sum_{i=1}^{n} xi^2 - (\sum_{i=1}^{n} Xi)^2) - (n\sum_{i=1}^{n} Zi^2 - (\sum_{i=1}^{n} Zi)^2}}$$

$$= \frac{6664,196}{6515,958} = 1,0227$$

b. Distribusi *Log Normal*

Tabel 4.8 Perhitungan *index of fit* berdasarkan distribusi log normal data waktu *time to failure* (TTF)

I	Pin (Jam)	Xi=(ln ti)	F(ti)	Yi	xi.yi	x2	yi2
1	168	5,12	0,09	-2,31	-11,83	26,3	5,3
2	216	5,38	0,23	-1,34	-7,22	28,9	1,8
3	264	5,58	0,36	-0,79	-4,40	31,1	0,6
4	144	4,97	0,50	-0,37	-1,82	24,7	0,1
5	288	5,66	0,64	0,01	0,05	32,1	0,0
6	384	5,95	0,77	0,39	2,30	35,4	0,1
7	240	5,48	0,91	0,86	4,70	30,0	0,7
Σ	1704	38,14	3,50	-3,56	-18,23	208,5	8,8

Sumber : Hasil pengolahan data

Berikut merupakan contoh perhitungan i = 1 dari distribusi *log normal*:

a. xi = ln (ti)

xi = ln (ti)

= ln (168)

= 3,9

e. F(ti) = (i – 0,3) / (n + 0,4)

F(ti) = (1 – 0,3) / (17 + 0,4) = 0,04

F . Yi = Φ^(-1) [F(ti)]

= Φ^(-1) [0,04]

= 1,25

G Nilai *index of fit*:

$$\text{Rlog normal} \frac{n\sum_{i=1}^{n} Xi.Zi-(\sum_{i=1}^{n} Xi).(\sum_{i=1}^{n} Zi)}{\sqrt{(n(\sum_{i=1}^{n} xi^2-(\sum_{i=1}^{n} Xi)^2)-(n\sum_{i=1}^{n} Zi^2-(\sum_{i=1}^{n} Zi)^2}}$$

$$= \frac{410{,}935}{243{,}074} = 1{,}6906$$

c. Distribusi *Weibull*

Tabel 4.9 Perhitungan *index of fit* berdasarkan distribusi weibull data waktu *time to failure* (TTF)

I	Pin (Jam)	Xi	F(ti)	Zi	xi.zi	xi2	zi2
1	168	168,0	0,09	-1,6	-265,2	28224,0	2,5
2	216	216,0	0,23	-3,8	-828,0	46656,0	14,7
3	264	264,0	0,36	-6,1	-1607,3	69696,0	37,1
4	144	144,0	0,50	-8,3	-1201,4	20736,0	69,6
5	288	288,0	0,64	-10,6	-3052,3	82944,0	112,3
6	384	384,0	0,77	-12,9	-4935,7	147456,0	165,2
7	240	240,0	0,91	-15,1	-3626,0	57600,0	228,3
Σ	1704	1704,0	3,50	-58,4	-15516,0	453312,0	629,7

Sumber : Hasil pengolahan data

Berikut merupakan contoh perhitungan i = 1 dari distribusi *Weibull*:

a. xi = ln (ti)

xi = ln (ti)

= ln (168)

= 3,9

b. F(ti) = (i – 0,3) / (n + 0,4)

F(ti) = (1 – 0,3) / (17 + 0,4) = 0,04

c. Yi $= ln\left(ln\left(\frac{1}{1-(F(ti)}\right)\right)$

$= ln\left(ln\left(\frac{1}{1-(0,04)}\right)\right)$

= -3,19

d. Nilai *index of fit*:

$$\text{Rweibull} = \frac{n\sum_{i=1}^{n} Xi.Yi-(\sum_{i=1}^{n} Xi).(\sum_{i=1}^{n} Yi)}{\sqrt{(n(\sum_{i=1}^{n} xi^2-(\sum_{i=1}^{n} Xi)^2)-(n\sum_{i=1}^{n} Yi^2-(\sum_{i=1}^{n} Yi)^2}}$$

$$= \frac{294013,3}{288937,3688} = 1,0176$$

d. Disrtribusi *Eksponensial*

Tabel 4.10 Perhitungan *index of fit* berdasarkan distribusi *eksponensial* data waktu *time to failure* (TTF)

I	Pin (Jam)	Xi	F(ti)	Yi	xi.yi	xi2	yi2
1	168	168	0,131	0,14	23,60	28224	0,02
2	216	216	0,266	0,31	66,86	46656	0,10
3	264	264	0,401	0,51	135,45	69696	0,26
4	144	144	0,536	0,77	110,72	20736	0,59
5	288	288	0,672	1,11	320,71	82944	1,24
6	384	384	0,807	1,64	631,22	147456	2,70
7	240	240	0,942	2,85	682,91	57600	8,10
Σ	1704	1704	3,755	7,33	1971,49	453312	13,01

Sumber : Hasil pengolahan data

Berikut merupakan contoh perhitungan i = 1 dari distribusi *eksponensial*:

a. xi = (ti)

xi = 168

b. F(ti) = (i – 0,3) / (n + 0,4)

F(ti) = (1 – 0,3) / (17 + 0,4) = 0,04

c. $Yi = ln\left(\left(\frac{1}{1-(F(ti)}\right)\right)$

$= ln\left(\left(\frac{1}{1-(0,04)}\right)\right)$

= 0,040

d. Nilai *index of fit*:

$$Reksponensial = \frac{n\sum_{i=1}^{n} Xi.Zi-(\sum_{i=1}^{n} Xi).(\sum_{i=1}^{n} Zi)}{\sqrt{(n(\sum_{i=1}^{n} xi^2-(\sum_{i=1}^{n} Xi)^2)-(n\sum_{i=1}^{n} Zi^2-(\sum_{i=1}^{n} Zi)^2}}$$

$$= \frac{-3031824}{2879313,712} = -1,0530$$

4.2.8 Penentuan Uji Distribusi

Perhitungan *reliability* dilakukan pada komponen yang termasuk dalam pemilihan tindakan time derected (TD). Komponen tersebut yaitu Angular Pin. Pengaujian pola distribusi ini menggunakan *Microsoft Excel* digunakan untuk perhitungan *Total Minimum Downtime* (TMD) dapat dilihat pada Tabel 4.6 hasil dari uji distribusi menggunakan *Microsoft Excel*

Tabel 4.11 Akumulasi Hasil *index of fit* masing – masing distribusi

Distribusi	Nilai
Weibull	1,0176
Normal	1,0227
Lognormal	1,6906
Eksponensial	-1,0530

4.2.9 Penentuan *Total Minimum Downtime*

Total Minimum Downtime adalah waktu yang dibutuhkan suatu komponen untuk diganti dengan komponen lain yang membutuhkan waktu *downtime* yang paling minimum. Komponen *Angular Pin* diambil contoh dalam perhitungan

1. Perhitungan fungsi distribusi kumulatif komponen *Angular Pin*

   Jenis distribusi : *Log normal*

   Parameter : α 224,032

   β 3,07068

fungsi Distrubusi kumulatif untuk *log normal* adalah

F (t) = $\frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} \int_{t}^{t+1} exp(-\frac{[t-\mu]2}{2\sigma 2})dt$

F (1) = $\frac{1}{224{,}032\sqrt{2\pi}} \int_{t}^{t+1} \exp(-\frac{[1-3{,}07068]2}{2(224{,}032)2})dt$

2. Menghitung interval kerusakan tiap waktu

H (0) selalu ditetapkan = 0

H (t) = $\sum_{t=0}^{t+1} [\ 1 + H(t-\iota-1)\ ] \int_{0}^{t+1} f = 0$

H (1) = [1+H (0)] x $\int_{0}^{1} f(0)$

= (1+0) 0

= 0

3. Penentuan *Total Minimum Downtime*

   Dengan Rumus

   D (tp) = $\frac{H\ (tp)Tf+TP}{tp+Tp}$

   Dimana :

   H (tp) = Banyak nya kerusakan (kegagalan) dalama interval waktu (0,*tp*)

   Tf = Waktu yang diperlukan untuk penggantian komponen karena kerusakan

   Tp = Waktu yang diperlukan untuk penggantian komponen karena tindakan *preventif* / komponen belum rusak.

   (tp) = $\frac{H\ (tp)\ Tf+TP}{tp+Tp}$

   D (0) = $\frac{(0)(0{,}5)+(0{,}42916)}{0+(0{,}24916)} = 1{,}5$

Berdasarkan hasil perhitungan *total minimum downtime* (TMD) untuk komponen kritis *Angular pin*, maka diperoleh interval pergantian optimum untuk komponen kritis *Angular Pin* pada tabel 4.12

Tabel 4.12 Interval penggantian Optimum komponen kritis

No	Komponen	Interval penggantian (hari)
1	*Angular Pin*	15

Berdasarkan pada FMEA yang dibuat untuk mesin *Molding Injection* yang di anggap kritis, maka didapat bahwa komponen *Angular Pin* tersebut memiliki tipe *failure* yg berbeda antara komponen yang lainnya pada mesin *Molding Injection*. Untuk komponen mesin *Molding Injection* seperti *Angular Pin* memiliki konsekuensi kerusakan terhadap sistem oprasional mesin. Hal ini disebabkan apabila apabila *Angular Pin* tersebut tidak dapat menjalankan fungsinya, maka mesin *Molding Injection* juga tidak dapat berjalan sesuai fungsinya.

Komponen dengan nilai RPN tertinggi adalah *Angular Pin* dengan nilai RPN 576.

Hasil pengelompokan dengan LTA diperoleh bahwa kategori komponen kebanyakan adalah komponen dengan tipe A, artinya komponen dapat mengakibatkan kegagalan pada mesin *Molding Injection*.

UBP
KARAWANG