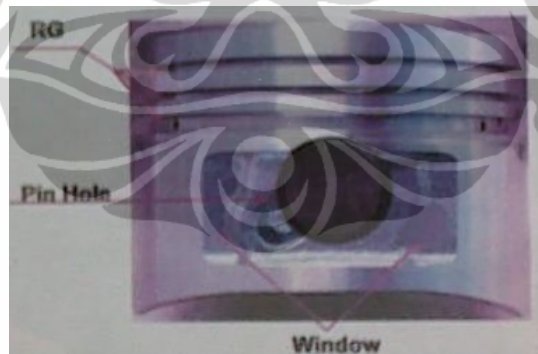


## BAB III

### PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA

Pengumpulan data dilakukan di perusahaan manufaktur piston selama bulan Desember 2009 sampai Januari 2010. Piston Federal Izumi khusus diciptakan sebagai suku cadang asli merek-merek kendaraan ternama di Indonesia seperti; Honda, Yamaha, Daihatsu, Isuzu, Suzuki, Mazda, Nissan, Mitsubishi dan lainnya.

Karena banyaknya jenis piston yang dihasilkan oleh PT.FIM dan panjangnya proses produksi pembuatan piston tersebut, maka penulis memutuskan untuk meneliti satu proses pembuatan piston yang merupakan proses akhir dari proses produksi, yaitu proses *machining*, dan tipe piston yang digunakan untuk penelitian ini adalah piston 5D9. Tujuannya adalah untuk mempersempit ruang lingkup penelitian sehingga hasil yang didapatkan bisa maksimal.



Gambar 3.1 Tampak Depan Piston 5D9

Pada tabel 3.1 dan tabel 3.2, didapatkan hasil produksi dan jumlah cacat yang dihasilkan pada proses *machining* di masing-masing line yang memproduksi piston 5D9. Data ini merupakan data cacat piston 5D9 pada bulan Desember 2009 dan bulan Januari 2010.

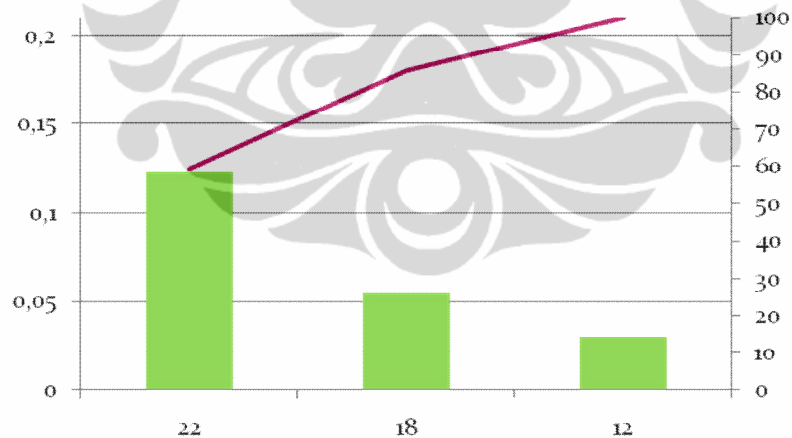
Tabel 3.1 Cacat Pada Proses Machining Piston 5D9 Desember 2009

Line	Jumlah Reject	Jumlah Produksi	Reject/Produksi	Persen Reject	Akumulasi
22	6946	56631	0,122654	59,2002	59,2002
18	3409	62220	0,054789	26,4448	85,6450
12	1319	44349	0,029741	14,3550	100,0000
			0,207184	100,0000	

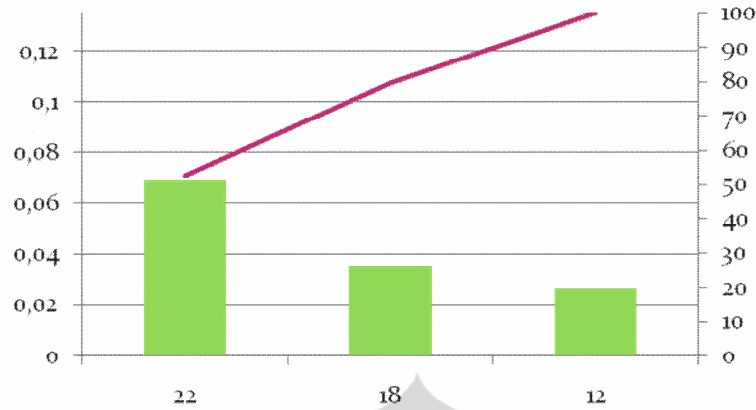
Tabel 3.2 Cacat Pada Proses Machining Piston 5D9 Januari 2010

Line	Jumlah Reject	Jumlah Produksi	Reject/Produksi	Persen Reject	Akumulasi
22	2369	34406	0,068854	52,6355	52,6355
18	1390	39531	0,035162	26,8797	79,5152
12	815	30414	0,026797	20,4848	100,0000
			0,130813	100,0000	

Berdasarkan gambar 3.2 dan 3.3, dimana delapan puluh persen cacat piston 5D9 pada proses machining terjadi pada line 22, sehingga penulis memutuskan untuk melakukan penelitian lebih dalam penyebab cacat yang terjadi pada piston 5D9 di line 22.

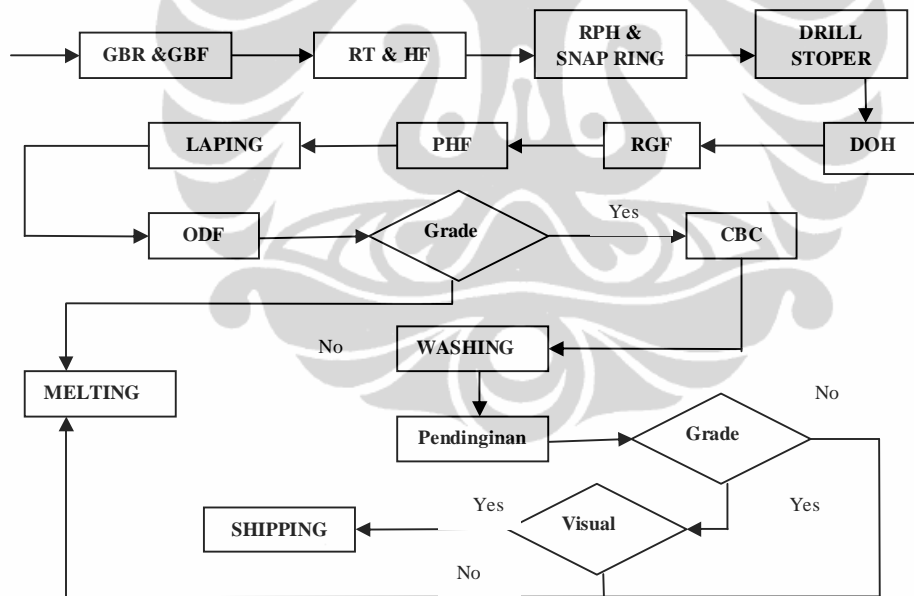


Gambar 3.2 Diagram Pareto Cacat Piston 5D9 pada Proses Machining Desember 2009



Gambar 3.3 Diagram Pareto Cacat Piston 5D9 pada Proses Machining Januari 2010

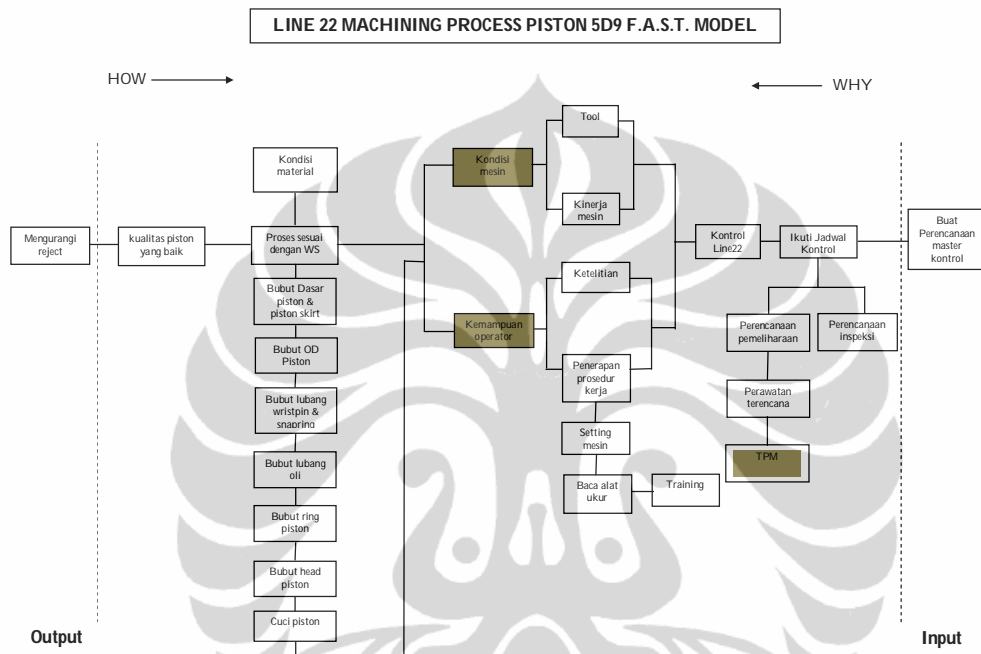
Di bawah ini adalah proses machining piston 5D9 sampai ke proses pengepakan, tetapi untuk proses machining pada line 22 nya itu sendiri, hanya sampai pada proses washing.



Gambar 3.4 Flow Chart Proses Machining Line 22

### 3.1 MODEL FAST

Setelah diketahui line yang akan diteliti, selanjutnya dilakukan analisis fungsi. Analisis fungsi disini menggunakan model FAST, pada gambar 3.5 menggambarkan saling ketergantungan/keterkaitan antar fungsi yang ada pada line 22.



Gambar 3.5 Model FAST Pada Proses Machining Line 22

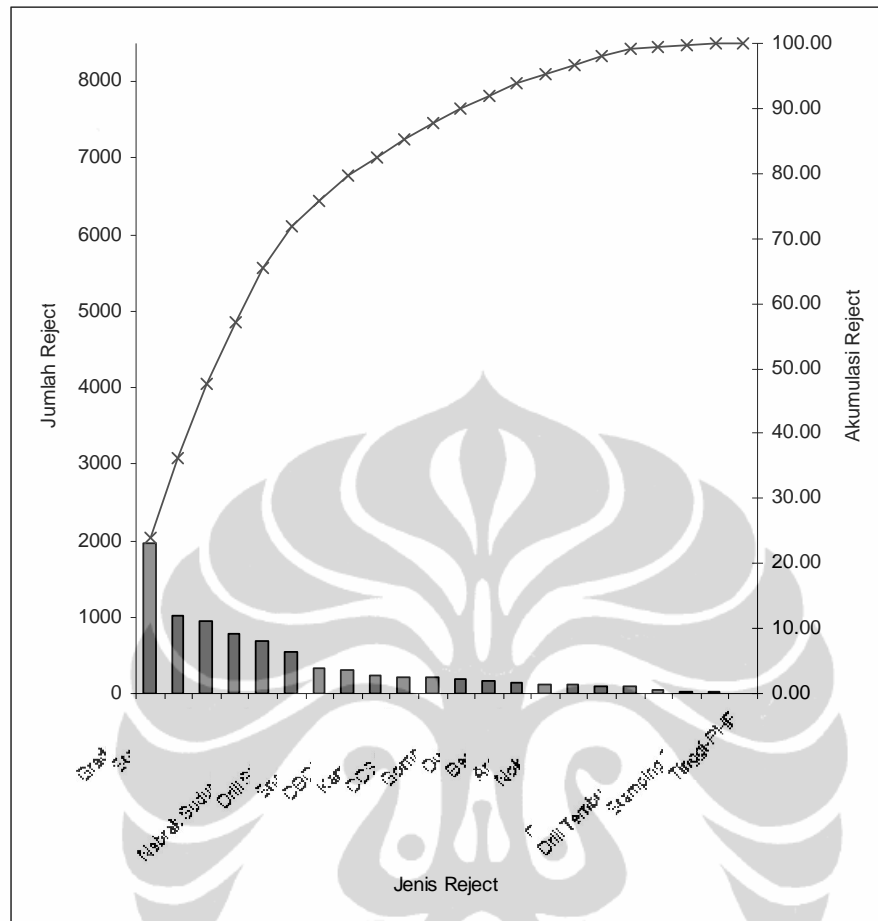
Disini tujuan ataupun output yang diinginkan adalah mengurangi cacat yang terjadi pada piston 5D9 khususnya di line 22. Fungsi dasar dari model ini adalah menghasilkan kualitas piston 5D9 yang baik, dimana kualitas piston yang baik itu dapat diperoleh (how) bila proses yang dilakukan sesuai dengan standar kerja. Proses sesuai dengan standar itu dapat terjadi bila kondisi mesin dan kemampuan operator yang menjalankannya pun baik, dan seterusnya hingga didapatkan suatu masukan (input) yaitu membuat perencanaan master kontrol.

### 3.2 DIAGRAM PARETO

Karena banyaknya jenis cacat yang terjadi pada piston 5D9, sehingga diputuskan untuk membuat diagram pareto dimana delapan puluh persen dari akibat yang dihasilkan dapat dilakukan perbaikan pada dua puluh persen penyebabnya.

**Tabel 3.3 Jenis Cacat dan Jumlah Cacat Line 22 pada Desember 2009 dan Januari 2010**

No	Jenis Cacat	Jumlah Cacat		Tot. Cacat Des & Jan	Persen Cacat	Akumulasi Cacat
		Desember 2009	Januari 2010			
1	Grade ODF	1474	503	1977	23.84	23.84
2	Step ODF	818	207	1025	12.36	36.20
3	Baret PHF	890	53	943	11.37	47.58
4	Penyok MC	575	216	791	9.54	57.12
5	Step PHF	641	41	682	8.22	65.34
6	Nabrak Sudut Drill Oil Hole	446	102	548	6.61	71.95
7	Drill Slip Oil Hole	234	88	322	3.88	75.83
8	Snapping Kasar	227	84	311	3.75	79.58
9	CBC/Dabo NG	207	32	239	2.88	82.47
10	Kamzure ODF	224	0	224	2.70	85.17
11	CCS SR PHF	187	31	218	2.63	87.80
12	Gompal MC	66	125	191	2.30	90.10
13	Oval-PHF	147	7	154	1.86	91.96
14	Baret ODF	120	29	149	1.80	93.75
15	Arasa ODF	65	60	125	1.51	95.26
16	Nokori ODF	71	49	120	1.45	96.71
17	Bibiri	106	0	106	1.28	97.99
18	Nokori PHF	82	7	89	1.07	99.06
19	Dia PHF(Seret/Blong)	23	20	43	0.52	99.58
20	Drill Tembus/Drill Oil Hole	0	16	16	0.19	99.77
21	Stamping Terbalik	0	12	12	0.14	99.92
22	Tinggi-PHF	0	7	7	0.08	100.00
		6603	1689	8292		

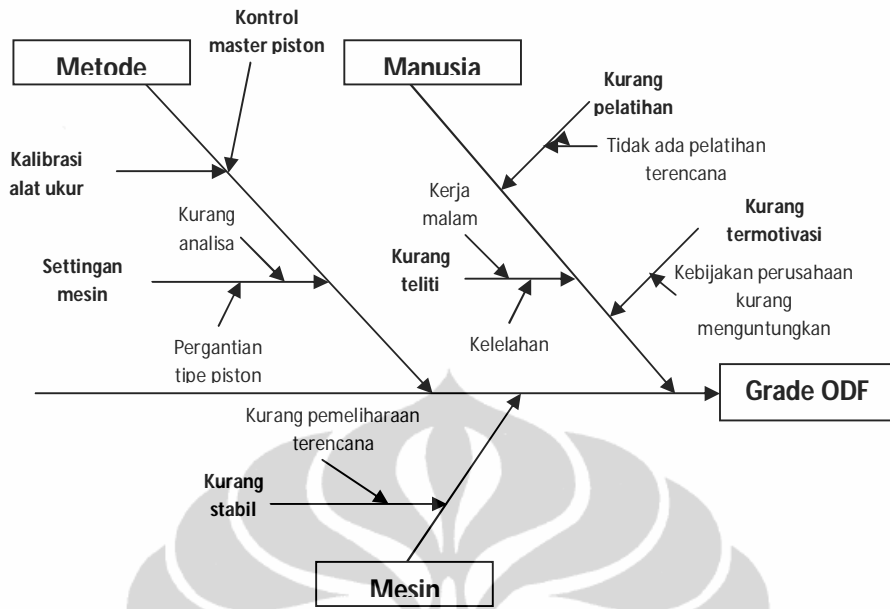


**Gambar 3.6 Diagram Pareto Jenis Cacat Line 22 Bulan Des 2009 dan Jan 2010**

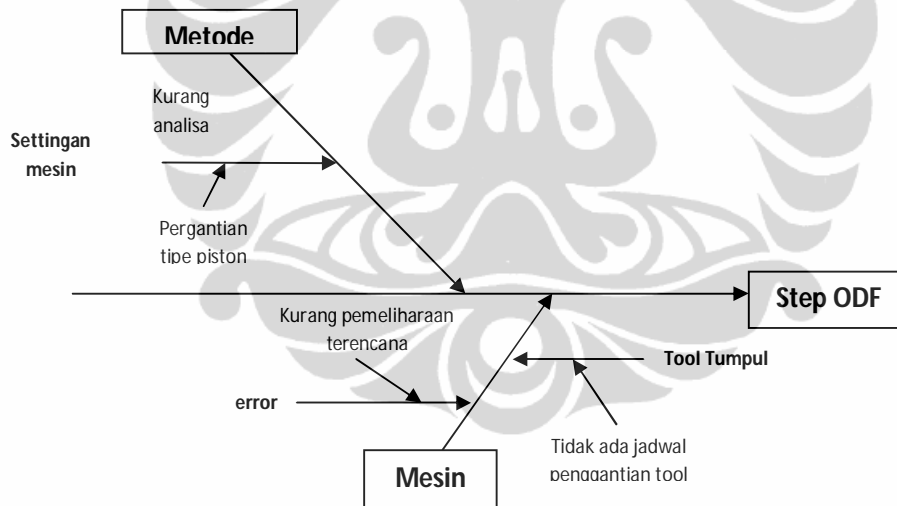
Berdasarkan hasil dari gambar di atas maka delapan puluh persen jenis cacat yang akan dianalisis adalah grade ODF (Outside Diameter Finished), step ODF, baret PHF (Pin Hole Finished), penyok MC (Machining), step PHF, nabrak sudut DOH (Drill Oil Hole), drill slip oil hole dan snaring kasar.

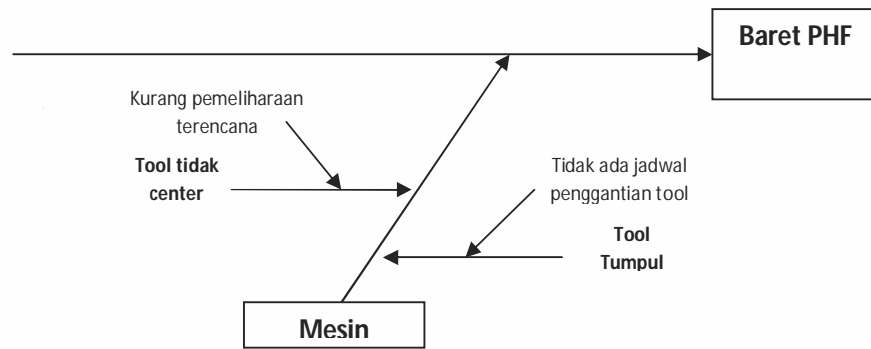
### 3.3 DIAGRAM SEBAB AKIBAT

Setelah melihat hasil dari diagram pareto jenis cacat pada line 22, kemudian dibuat diagram sebab akibat untuk mengetahui faktor-faktor yang berpengaruh terhadap terjadinya cacat di line 22

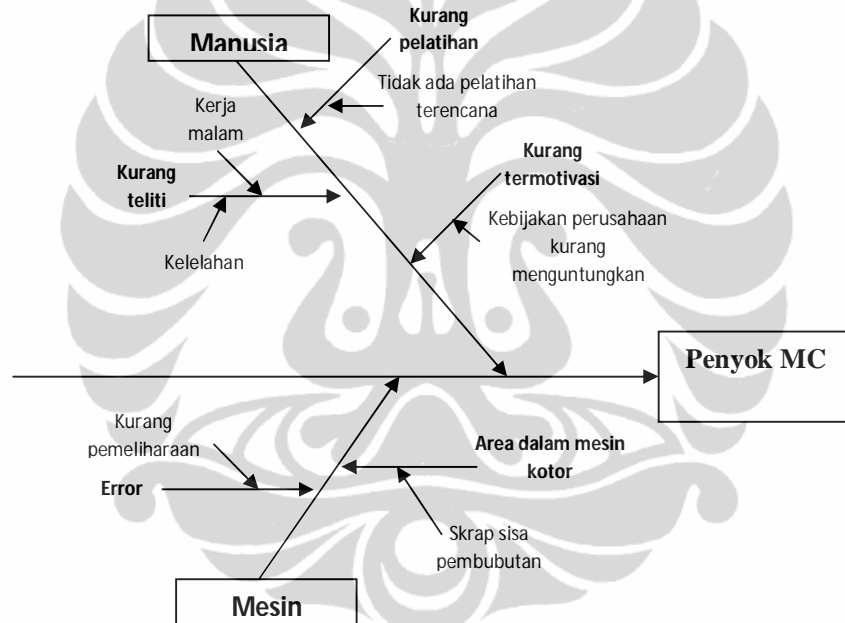


Gambar 3.7 Diagram Sebab Akibat Cacat Grade ODF



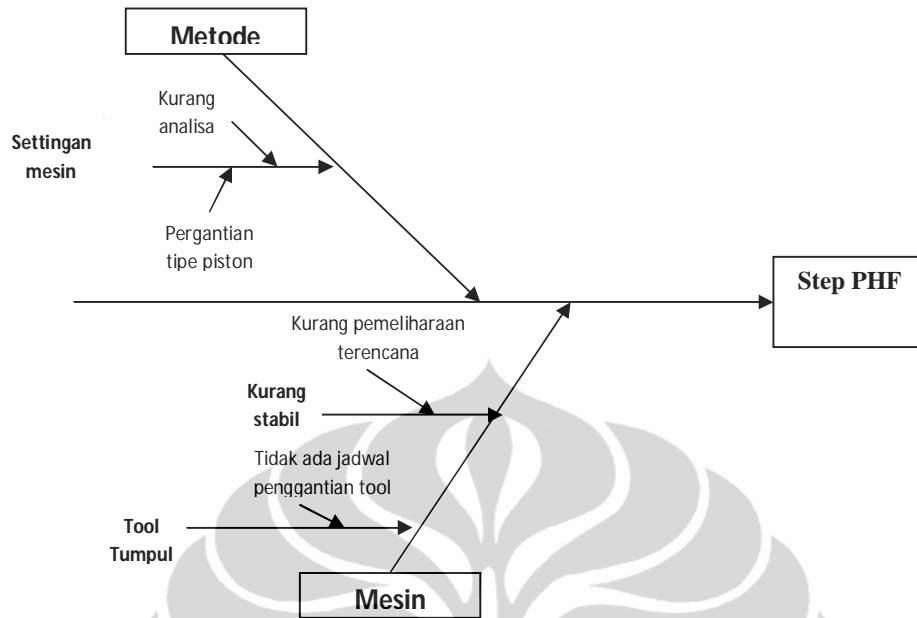


Gambar 3.9 Diagram Sebab Akibat Cacat Baret PHF

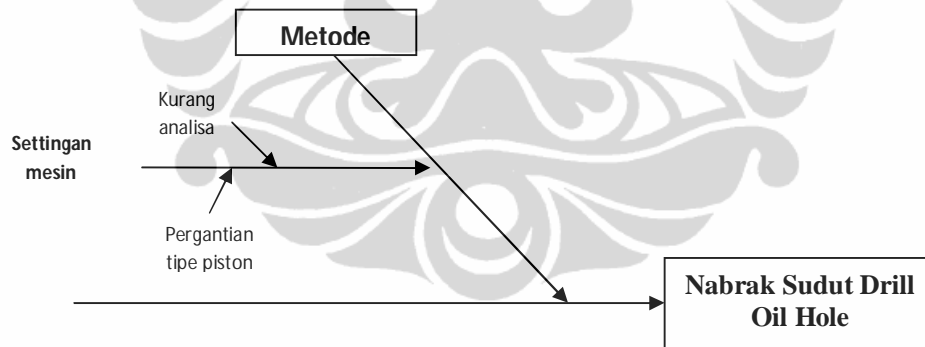


Gambar 3.10 Diagram Sebab Akibat Cacat Penyok MC

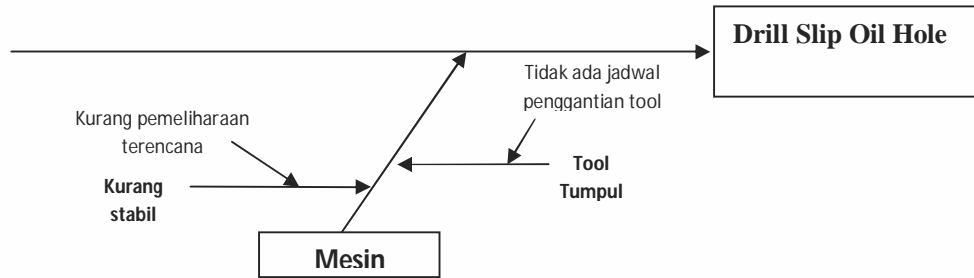




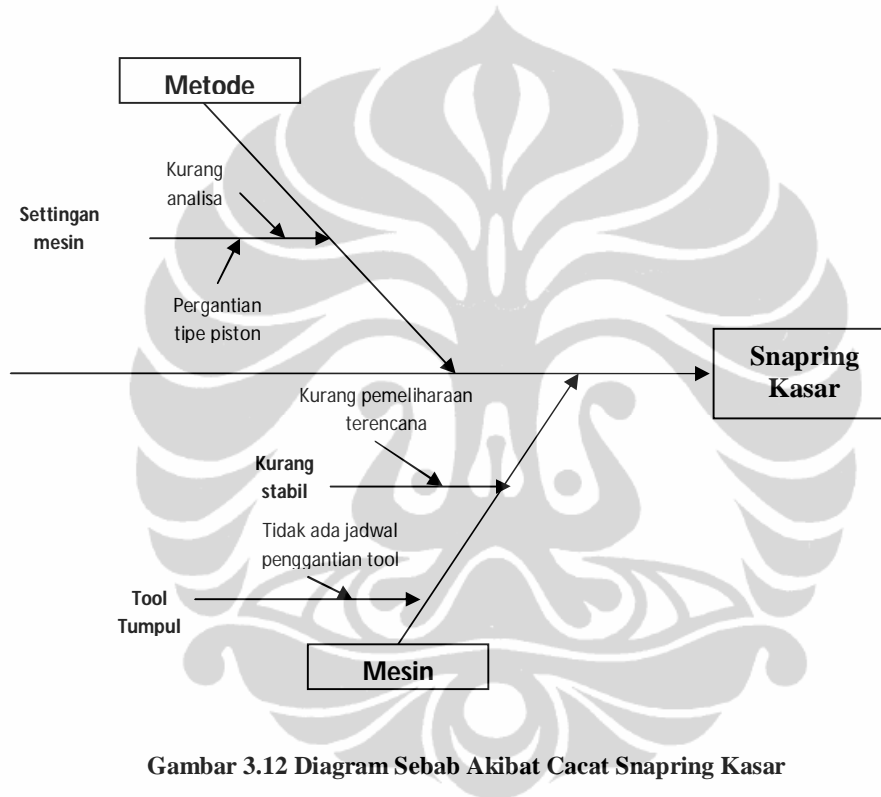
**Gambar 3.11 Diagram Sebab Akibat Cacat Step PHF**



**Gambar 3.12 Diagram Sebab Akibat Cacat Nabrak Sudut Drill Oil Hole**



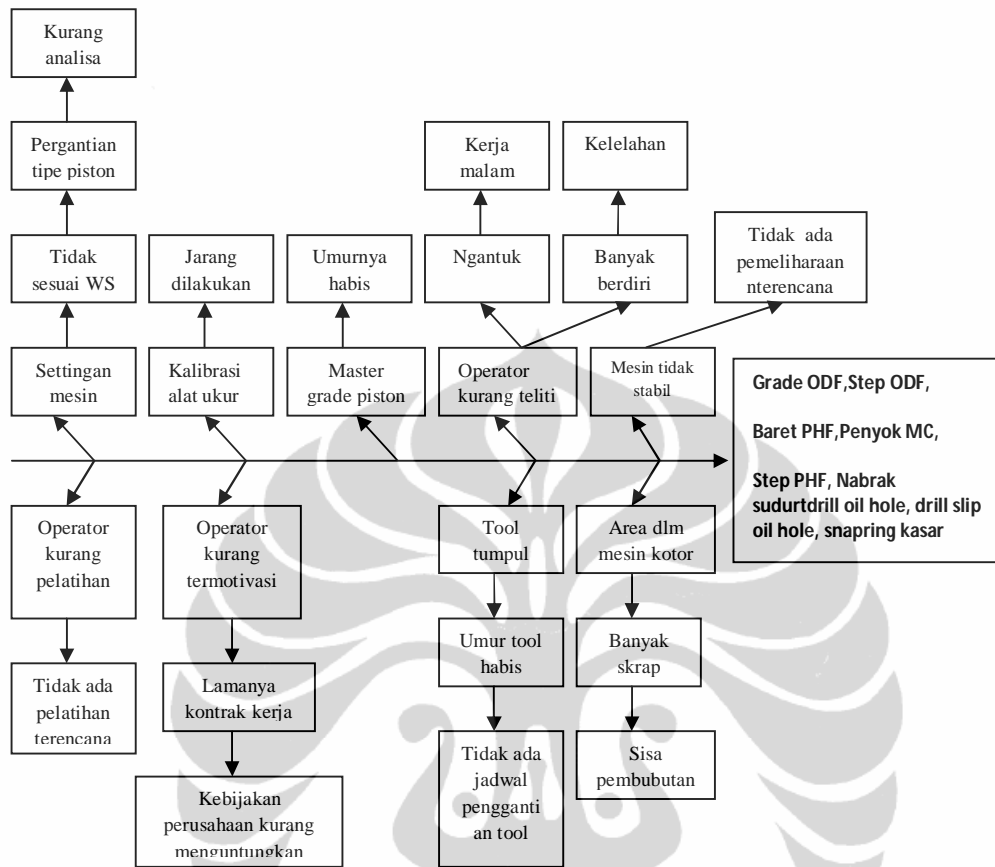
Gambar 3.11 Diagram Sebab Akibat Cacat Drill Slip Oil Hole



Gambar 3.12 Diagram Sebab Akibat Cacat Snapping Kasar

### 3.4 MODEL FMEA

Selanjutnya dilakukan analisa dengan menggunakan FMEA (Failure Mode and Effect Analysis) untuk mengetahui severity (tingkat bahaya yang diakibatkan oleh *failure mode*), Occurence (seberapa sering failure tersebut muncul), dan detection (kemudahan dalam mendeteksi adanya *failure* tersebut). Sebelum ke model FMEA dibuat terlebih dahulu CFME (*Cause Failure Mode Effect*).



**Gambar 3.15 Diagram Cause Failure Mode Effect**

Setelah diagram CFME dibuat, dilanjutkan dengan pembuatan model FMEA dengan nilai dari FMEA yang akan digunakan pada penelitian ini sebagai berikut.

**Tabel 3.4 Value of Failure Mode Effect Analysis**

Kolom	Value										
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
<b>Frekuensi Of Occurrence</b>	Hampir tidak Pernah terjadi		sangat jarang terjadi, relative Sedikit			kadang-kadang terjadi		Sering Terjadi		sulit untuk Dihindari	
<b>Severity for Quality</b>	tidak ber Pengaruh	sedikit berpengaruh, tidak terlalu kritis		Cukup berpengaruh, cukup kritis			Sangat berpengaruh, kritis		pasti berpengaruh, sangat merugikan		
<b>Probability of Detection</b>	Pasti terdeteksi		Kemungkinan besar Terdeteksi			Mungkin Terdeteksi		kemungkinan kecil terdeteksi		mungkin tidak terdeteksi, Tidak terdeteksi	

Berikut ini adalah model FMEA yang digunakan pada penelitian ini, untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada lampiran.

**FAILURE MODE AND EFFECT ANALYSIS**  
LINE 22

DIBUAT OLEH : LAELA  
FMEA DATE : 12 03 10

Nama Substsem	Potensial Failure Mode	Potensial Effect(s) Of Failure Mode	SEV	Potensial cause(s) of Failure	OCC	Current Controls	DET	RPN
Guide Bore Finished Fungsi : Membuat dasar atau base untuk proses selanjutnya	Penyetelan mesin tidak sesuai dengan standar kerja	Diameter dasar piston tidak sesuai dengan standar kerja	7	Human Error	5	Cek settingan mesin tiap awal penggantian shift	2	70
	Tool tumpul	Pemakanan dasar piston tidak sempurna	7	Umur tool habis	6	Dibuat jadwal penggantian tool sesuai dengan lifecycle tool tersebut.	2	84
	Mesin tidak stabil	Pemakanan dasar piston tidak sempurna	7	Tidak ada perawatan mesin secara rutin	6	Lakukan pemeliharaan terencana	3	126
Rough Turning Fungsi : Proses pembubutan awal pada bagian diameter dan bagian kepala piston juga pembuatan lubang pada kepala piston yang diperlukan pada proses berikutnya	Tool tidak center	Pembuatan lubang yang dibutuhkan untuk proses berikutnya tidak center, menyebabkan ketebalan akhir piston tidak sama.	7	Tool tidak dikalibrasi terlebih dahulu	5	Dibuatkan jadwal untuk melakukan kalibrasi tool	2	70
	Skrap yang menempel	Head piston penyok dan permukaannya tidak rata.	7	Kebersihan tool kurang diperhatikan	6	Dibuatkan jadwal pember sihan skrap	2	84
	Mesin tidak stabil	Permukaan piston tidak rata (tidak sempurna)	7	Tidak ada perawatan mesin secara rutin	5	Lakukan pemeliharaan terencana	3	105
Rough Pin Hole Fungsi : membuat lubang pin dan snap ring	Tool tidak center	Lubang pin dan snap ring antara depan dan belakang tidak sejajar	7	Tool tidak dikalibrasi terlebih dahulu	5	Dibuatkan jadwal untuk melakukan kalibrasi tool	2	70
	Skrap yang menempel	Penyok pada lubang pin dan snap ring kasar	7	Kebersihan tool kurang diperhatikan	6	Dibuatkan jadwal pember sihan skrap	2	84

**Gambar 3.16 Model FMEA Line 22**

Setelah semua penyebab potensial terjadinya kegagalan sudah dideteksi dengan menggunakan model FMEA ini, sehingga diperoleh nilai RPN dari masing-masing mode kegagalan. Nilai RPN ini bisa dilihat pada tabel 3.4.

**Tabel 3.5 Nilai RPN dari Model FMEA**

No	Potensial Failure Mode	RPN	Persen RPN	Akumulasi
1	Mesin error	745	28.03	28.03
2	Human error	525	19.75	47.78
3	Tool tumpul	478	17.98	65.76
4	Skrap menempel	448	16.85	82.62
5	Setting mesin	266	10.01	92.63
6	Alat ukur grade	98	3.69	96.31
7	Master grade	98	3.69	100.00
Total		2658		

Berdasarkan tabel 3.5, diperoleh penyebab dari delapan puluh persen akibat terjadinya cacat pada line 22, yaitu mesin *error*. Kesalahan pada mesin ini diakibatkan oleh, kurangnya pemeliharaan terencana yang dilakukan oleh perusahaan. Oleh sebab itu dibuat suatu sistem penjadwalan pemeliharaan, untuk mencegah terjadinya cacat yang disebabkan oleh kesalahan pada mesin.

### 3.5 PENJADWALAN PEMELIHARAAN

#### 3.5.1 Perhitungan MTBF dan MTTR

Untuk dapat membuat penjadwalan pemeliharaan pada line 22, digunakan data interval waktu kerusakan, dimana dengan data ini diharapkan dapat diketahui nilai MTBF (Mean Time Between Failure) pada line tersebut. Data interval waktu kerusakan dapat dilihat pada tabel 3.6 dan untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada lampiran.

**Tabel 3.6 Interval Waktu Kerusakan Line 22 (Jam)**

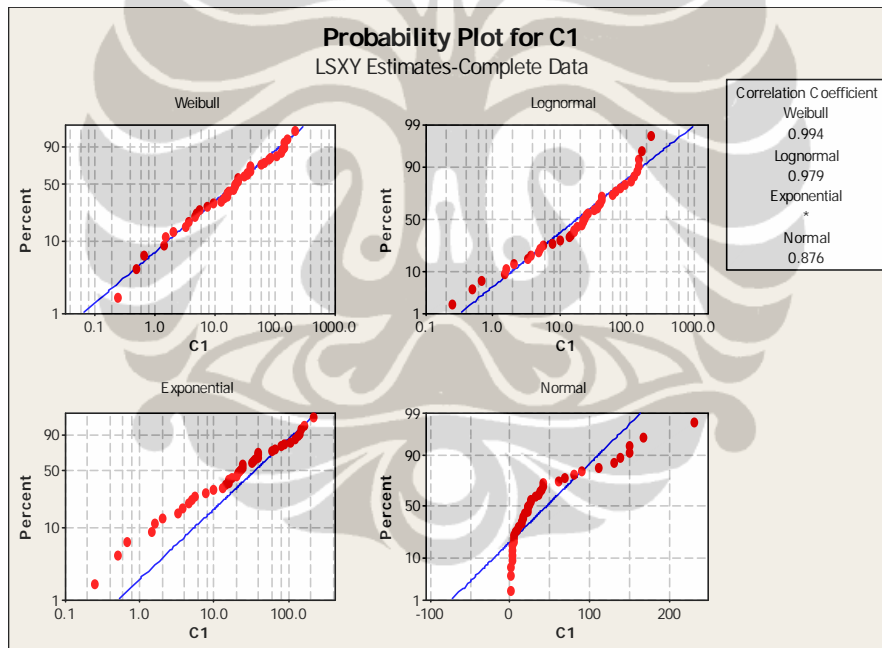
67,7500	35,4167	25,2500	230,3833	0,6667	150,25	167,4167
0,5000	14,6667	22,0000	22,0833	90,0833	9,9167	2,0833
41,1667	0,2500	25,0000	4,7500	39,5	3,75	137,55
7,8333	32,4167	150,6667	129,5833	80,75	1,5833	37,0833
111,5000	17,8333	5,0000	3,3333	16,4167	5,5833	61,1667
16,2500	21,0000	1,5000	23,55	41	13,5	

Data pada tabel 3.6 merupakan interval waktu kerusakan selama bulan November 2009 sampai bulan Februari 2010. Kemudian dicari waktu perbaikan pada saat terjadinya kerusakan pada mesin, ini dapat dilihat pada tabel 3.6.

**Tabel 3.7 Interval Waktu Perbaikan Line 22 (Jam)**

0,8333	0,3333	0,25	0,25	0,25	0,25	0,6667
0,25	0,3333	1,75	0,3333	0,16667	0,16667	0,16667
0,8333	0,25	0,25	0,25	0,25	0,16667	0,16667
0,25	0,25	0,8333	0,3333	0,8333	0,16667	0,25
0,5833	0,5833	0,0833	0,0833	0,0833	0,0833	0,0833
0,0833	0,25	0,5	0,3	0,1667	0,5	0,75

Diharapkan dengan adanya data waktu perbaikan dapat dicari waktu rata-rata perbaikannya (MTTR/Mean Time To Repair).



**Gambar 3.17 Grafik Probability Plot Interval Waktu Kerusakan**

Gambar 3.17 adalah gambar grafik hasil perhitungan dengan menggunakan software Minitab, dimana pada gambar tersebut diketahui bahwa interval waktu kerusakan mengikuti distribusi weibull. Hal ini dilihat berdasarkan nilai koefisien korelasinya dimana distribusi weibull lebih besar dibandingkan dengan distribusi lainnya yaitu 0,994. Sehingga untuk mencari nilai MTBFnya digunakan rumus di bawah ini :

Universitas Indonesia

$$MTBF = 1/\lambda$$

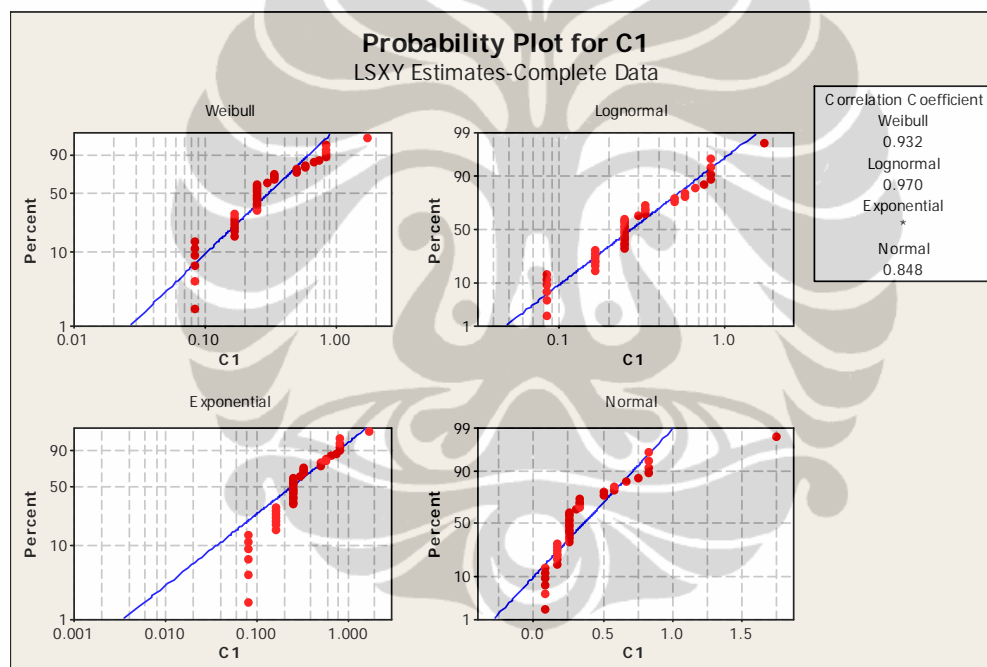
$$\lambda = (\beta/\theta)x(t/\theta)^{\beta-1}$$

$$\theta = e^{\omega/\beta}$$

$$\beta = b$$

$$MTBF = 46.6991 \text{ jam}$$

Dengan mengikuti rumus di atas, maka dapat diketahui nilai MTBF pada line 22 adalah 46,6991 jam.



**Gambar 3.18** Grafik Probability Plot Waktu Perbaikan Line 22

Pada gambar 3.18 dengan menggunakan software Minitab pun didapat hasil distribusi dari waktu perbaikan pada line 22, yaitu berdistribusi lognormal. Dimana berdasarkan nilai koefisien korelasinya, distribusi lognormal mempunyai nilai yang lebih besar atau mendekati satu yaitu 0,970. Dengan diketahuinya distribusi waktu perbaikan pada line 22, dapat diketahui pula nilai rata-rata waktu

perbaikan dari line 22 . Rata-rata waktu perbaikan (MTTR) dari line 22 adalah 0.360796 jam.

$$MTTR = t \text{ med } x e^{(s^2/2)}$$

$$t \text{ med } = e^u$$

### 3.5.2 Perhitungan MTBF dan MTTR dengan Simulasi Montecarlo

Berdasarkan simulasi monte carlo, perlu dilakukan pemeliharaan pada saat mesin telah bekerja selama 19,5111 jam. Hal ini didapatkan dengan menggunakan *random number* sebanyak 998 dan hasilnya dapat dilihat pada tabel 3.11, dimana rata-rata interval waktu kerusakan sebesar 19, 5111 jam menempati peringkat pertama dengan jumlah kerusakan sebanyak 650.

**Tabel 3.10 Distribusi Empiris Interval Waktu Kerusakan Line 22**

Mean	Interval		Frekuensi		Probabilitas		Tag Number	
	Min	Max	Kumulati f	Relatif	Relatif	Kumulati f	Min	Max
19.5111	0.2500	38.7722	27.0000	27.0000	0.6585	0.6585	0.0000	0.6585
58.0333	38.7722	77.2944	32.0000	5.0000	0.1220	0.7805	0.6586	0.7805
96.5556	77.2944	115.8167	35.0000	3.0000	0.0732	0.8537	0.7806	0.8537
135.0778	115.8167	154.3389	39.0000	4.0000	0.0976	0.9512	0.8538	0.9512
173.6000	154.3389	192.8611	40.0000	1.0000	0.0244	0.9756	0.9513	0.9756
212.1222	192.8611	231.3833	41.0000	1.0000	0.0244	1.0000	0.9757	1.0000
			41.0000	1.0000				

**Tabel 3.11 Simulasi Monte carlo Interval Waktu Kerusakan Line 22**

Tag number	0 - 0,6585	0,6586 - 0,7805	0,7806 - 0,8537	0,8538 - 0,9512	0,9513 - 0,9756	0,9757 - 1
Jumlah kerusakan	650	116	84	95	27	24
Mean IWK	19,5111	58,0333	96,5556	135,0778	173,6	212,1222
Peringkat	1	2	4	3	5	6

Ket : Jumlah *random number* = 998

Dengan simulasi monte carlo pun, juga didapatkan hasil rata-rata waktu perbaikan (Mean Time To Repair/MTTR) adalah sebesar 0,3506 jam. Hal ini didapatkan dengan menggunakan *random number* sebanyak 1001 dan hasilnya



dapat dilihat pada tabel 3.12, dimana rata-rata waktu perbaikan sebesar 0,3506 menempati peringkat pertama dengan jumlah kerusakan sebanyak 787.

**Tabel 3.12 Distribusi Empiris Waktu Perbaikan Line 22**

Tag Number	0 – 0.7857	0.7858 - 0.9762	0.9763 – 1
Jumlah Kerusakan	787	189	25
Mean WP	0.3506	0.75	1.1944
Peringkat	1	2	3

**Tabel 3.13 Simulasi Monte Carlo Waktu Perbaikan Line 22**

Mean	Interval	Interval	Frekuensi		Probabilitas		Tag Number	
	Min	Max	Kumulatif	Relatif	Relatif	Kumulatif	Min	Max
0.3056	0.0833	0.5278	33.0000	33.0000	0.7857	0.7857	0.0000	0.7857
0.7500	0.5278	0.9722	41.0000	8.0000	0.1905	0.9762	0.7858	0.9762
1.1944	0.9722	1.4166	41.0000	0.0000	0.0000	0.9762	0.9763	1.0000
1.6388	1.4166	1.8610	42.0000	1.0000	0.0238	1.0000		
2.0832	1.8610	2.3054	42.0000	0.0000	0.0000	1.0000		
2.5276	2.3054	2.7498	42.0000	0.0000	0.0000	1.0000		
			42.0000	1.0000				

Ket : jumlah random number 1001