BAB IV
HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Pengumpulan Data

Mesin/objek yang dijadikan penelitian adalah pada Lini Z. Setiap proses produksi Lini ini hanya memiliki satu mesin saja, sehingga saat salah satu mesin mati akan menghambat proses produksi berikutnya.

Sasaran penerapan TPM adalah meminimumkan *six big losses* yang terdapat pada mesin *drilling*, sehingga dapat diperoleh efektifitas mesin maksimal. Terlebih dahulu dilakukan perhitungan pada tingkat *efektifitas* mesin dengan menggunakan indikator OEE. Dengan meningkatkan nilai OEE maka dapat menghasilkan peningkatan efisiensi pada mesin *drilling*.

Data yang digunakan pada mesin *drilling* dalam periode 1 Mei 2015-31 Desember 2015, yaitu:

1. Data waktu mesin

   Downtime adalah waktu yang digunakan untuk melakukan proses produksi akan tetapi dikarenakan kerusakan pada mesin mengakibatkan mesin tidak dapat bekerja secara optimal atau mesin berhenti beroperasi.

   Data *downtime* didapatkan dari penjumlahan waktu *breakdown* dan waktu *setup*. Waktu *breakdown* adalah waktu kerusakan pada mesin yang menyebabkan mesin berhenti sementara dengan satuan jam. Sedangkan waktu *setup* adalah waktu yang dibutuhkan untuk melaksanakan pengaturan mesin mulai mesin berhenti sampai mesin menyala kembali. Waktu *setup* yang dilakukan adalah 0,5 jam pada setiap mesin per shift. Data waktu *breakdown* dan *setup* dapat dilihat pada tabel 4.1 sedangkan data *downtime* pada tabel 4.2.

repository.ub.ac.id
UNIVERSITAS BRAWIJAYA

Tabel 4.1
Data *breakdown* dan *setup* Lini Z periode 1 Mei 2015-31 Desember 2015

Bulan	*Setup time* (jam)	*Breakdown* (jam)					
		Drawing (I-II)	*Cutting*	*Press (I-II)*	*Forming (I-II)*	*Grooving*	*Drilling*
Mei	37,5	2,775	0,5	12,5	1,205	0,25	1,56
Juni	43,5	10,3	1,02	0,255	0,25	0,5	7,71
Juli	37,5	0,565	2,19	3,87	1,275	0,355	0
Agustus	42	17,97	0	0	0	35,795	0,50
September	40,5	0	1,03	0	0	0,56	13,27
Oktober	42	47,255	0	3,62	59,13	0,165	18,52
November	45	3,155	0	29,81	2,38	0,75	0,73
Desember	40,5	0,775	0	60,765	0	0	0
Total	328,5	82,795	4,74	110,82	64,24	38,375	42,29

Sumber: PT. Pindad Turen

Tabel 4.2
Data *downtime* Z periode 1 Mei 2015-31 Desember 2015

Bulan	*Downtime* (jam)					
	Drawing (I-II)	*Cutting*	*Press (I-II)*	*Forming (I-II)*	*Grooving*	*Drilling*
Mei	40,275	38	50	38,705	37,75	39,06
Juni	53,8	44,52	43,755	43,75	44	51,21
Juli	38,065	39,69	41,37	38,775	37,855	37,5
Agustus	59,97	42	42	42	77,795	42,5
September	40,5	41,35	40,5	40,5	441,06	53,77
Oktober	89,255	42	45,62	101,13	42,165	60,52
November	48,155	45	74,81	47,38	45,75	45,73
Desember	41,275	40,5	101,265	40,5	40,5	40,5
Total	411,295	333,06	439,32	392,74	766,875	370,79

Sumber: PT. Pindad Turen

2. Data waktu produksi mesin

Waktu proses produksi adalah total waktu yang digunakan untuk melakukan proses produksi tiap bulannya dengan satuan jam. Di PT. Pindad dalam sehari ada 3 *shift* yang dilakukan untuk melakukan proses produksi. Sedangkan pada hari Sabtu dan Minggu tetap dihitung hari kerja karena pada hari tersebut terdapat proses produksi. Perhitungan total jam kerja per bulan terdapat pada tabel 4.3.

Tabel 4.3
Data waktu proses produksi Lini Z periode 1 Mei 2015-31 Desember 2015

Bulan	Hari kerja	Jam kerja 3 shift (jam)	Waktu kerja (jam)
Mei	25	21	525
Juni	29	21	609
Juli	25	21	525
Agustus	28	21	588
September	27	21	567
Oktober	28	21	588
November	30	21	630
Desember	27	21	567
Total			**4599**

Sumber: PT. Pindad Turen

3. Data produksi mesin

Data produksi mesin yang dihasilkan pada Lini Z adalah sebagai berikut:

a. Total produk adalah total dari produk yang dihasilkan oleh mesin dengan satuan buah per bulan. Dapat dilihat pada tabel 4.4.

b. Produk *reject* adalah produk jumlah produk yang cacat dikarenakan faktor-faktor tertentu dengan satuan buah per bulan. Dapat dilihat pada tabel 4.5.

Pada setiap proses produksi pada Lini Z terdapat produk yang tidak sesuai dengan standart. Kecacatan yang terjadi pada setiap proses produksi antara lain: cacat penyok, ketidak suaian dimensi hasil produksi dengan desain, dan cacat gores. Pada penelitian ini tidak membahas cacat lebih lanjut.

Tabel 4.4
Data produk yang dihasilkan Lini Z periode 1 Mei 2015-31 Desember 2015

Bulan	Mesin					
	Drawing (I-II)	*Cutting*	*Press (I-II)*	*Forming (I-II)*	*Grooving*	*Drilling*
Mei	313000	1042000	1345200	1331000	1653000	937000
Juni	1674000	1714000	1401000	1321000	1194000	1087000
Juli	647000	513000	716000	810000	761000	934000
Agustus	1987000	1865000	1510000	1240000	2004000	2047000
September	1823000	1995000	1361000	1688000	1220000	1135000
Oktober	1169000	1077000	1122000	1192000	1472000	1630000
November	1977000	1794000	1206000	1971000	1899000	1962000
Desember	1352000	1330000	1005000	1451000	1229000	1080000

Sumber: PT. Pindad Turen

Tabel 4.5
Data produk *reject* Lini Z periode 1 Mei 2015-31 Desember 2015

Bulan	Mesin					
	Drawing (I-II)	*Cutting*	*Press (I-II)*	*Forming (I-II)*	*Grooving*	*Drilling*
Mei	0	0	2200	2000	5000	0
Juni	0	0	3000	5000	2000	0
Juli	0	0	2000	2000	5000	2000
Agustus	0	0	4000	2000	12000	8000
September	0	3000	10000	10000	39000	22000
Oktober	1000	0	17000	6000	8000	9000
November	0	0	10000	4000	19000	4000
Desember	0	0	5000	0	69000	0

Sumber: PT. Pindad Turen

4.2 Pengolahan Data

Setelah data dikumpulkan, selanjutnya adalah pengolahan data. Pada pengolahan data akan dilakukan perhitungan efektifitas mesin menggunakan perhitungan OEE, analisis *losess* menggunakan *six big losses*, diagram pareto, diagram *fish bone*, dan rancangan penerapan TPM.

4.2.1 Perhitungan *Overall Equipment Effectiveness* (OEE)

Untuk menghitung efektifitas mesin pada Lini Z terlebih dahulu menghitung nilai *availability, performance efficiency,* dan *rate of quality*.

4.2.1.1 Perhitungan *Availability*

Availability merupakan rasio antara *operation time* (*loading time – down time*) dan *loading time*. Untuk menghitung nilai *availability* digunakan rumusan sebagai berikut:

$$Availability = \frac{operation\ time}{loading\ time}\ x\ 100\% \quad \text{.....(4-1)}$$

Keterangan:

Operation time : waktu operasi yang tersedia tanpa *down time* (tanpa kerusakan) *(Loading time – down time)* (jam)

Down time : waktu berhenti mesin yang tidak terencana (jam)

Loading time : waktu operasi mesin (jam)

Contoh perhitungan nilai *availability* pada mesin produksi di Lini Z adalah sebagai berikut:

$Operating\ time = 525 - 39{,}06 = 485{,}94$ jam

Nilai *Operating time* pada Lini Z dapar dilihat pada tabel 4.6.

$Down\ time = 1{,}56 + 37{,}5 = 39{,}06$ jam

$Loading\ time = 525$ jam

$$Availability = \frac{485{,}94}{525}\ x\ 100\% = 92{,}56\%$$

Dengan perhitungan yang sama untuk menghitung *availability* pada mesin produksi di Lini Z periode bulan 1 Mei 2015-31 Desember 2015 dapat dilihat pada tabel 4.7.

Tabel 4.6
Nilai *Operating time* Lini Z periode 1 Mei 2015-31 Desember 2015

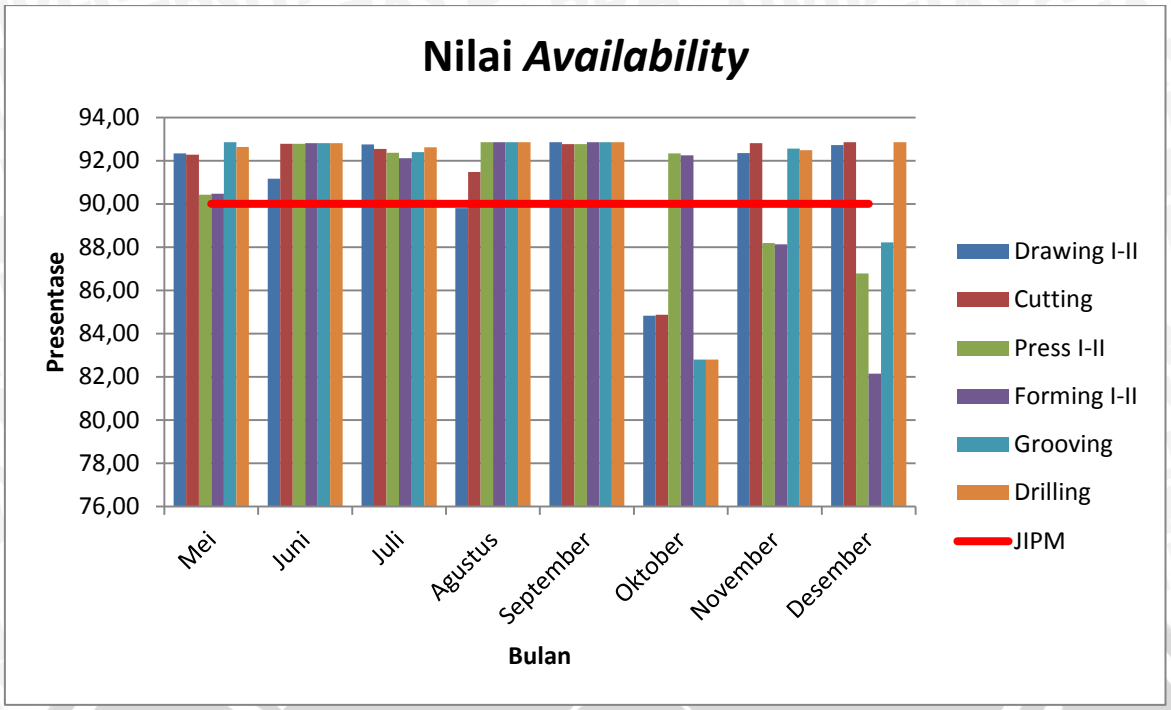
Bulan	*Operating time* (jam)					
	Drawing (I-II)	*Cutting*	*Press (I-II)*	*Forming (I-II)*	*Grooving*	*Drilling*
Mei	484,725	487	475	486,295	487,25	485,94
Juni	555,2	564,48	565,245	565,25	565	557,79
Juli	486,935	485,31	483,63	486,225	487,145	487,5
Agustus	528,03	546	546	546	510,205	545,5
September	526,5	525,47	526,5	526,5	525,94	513,23
Oktober	498,745	546	542,38	486,835	545,835	527,48
November	581,845	585	555,19	582,62	584,25	584,27
Desember	525,725	526,5	465,735	526,5	526,5	526,5
Total	4187,705	4265,76	4159,68	4206,225	4232,125	4228,21

Sumber: PT. Pindad Turen

Tabel 4.7
Nilai *Availability* Lini Z periode Mei 2015-Desember 2015

Bulan	*Availability* (%)					
	Drawing (I-II)	*Cutting*	*Press (I-II)*	*Forming (I-II)*	*Grooving*	*Drilling*
Mei	92,33	92,76	90,48	92,63	92,81	92,56
Juni	91,17	92,69	92,82	92,82	92,78	91,59
Juli	92,75	92,44	92,12	92,61	92,79	92,86
Agustus	89,80	92,86	92,86	92,86	86,77	92,77
September	92,86	92,68	92,86	92,86	92,76	90,52
Oktober	84,82	92,86	92,24	82,80	92,83	89,71
November	92,36	92,86	88,13	92,48	92,74	92,74
Desember	92,72	92,86	82,14	92,86	92,86	92,86
Rata-rata	91,10	92,75	90,46	91,49	92,04	91,95

Sumber: PT. Pindad Turen



Gambar 4.1 Grafik *Availability* mesin-mesin pada Lini Z periode 1 Mei 2015-31 Desember 2016

Dari hasil perhitungan dapat disimpulkan bahwa nilai *availability* pada periode 1 Mei 2015-31 Desember 2015 tidak semua mesin sesuai dengan standar *Japan Institute of Plant Maintenance* (JIPM) yang bernilai 90% (Nakajima, 1998) dikarenakan mesin-mesin tersebut mengalami *breakdown* yang besar pada bulan tersebut, sebaliknya beberapa dari mesin-mesin tersebut sudah sesuai standart dikarenakan mengalami *breakdown* yang kecil. Grafik nilai *availability* dapat dilihat pada gambar 4.1. Nilai *availability* tertinggi terdapat pada mesin yang memiliki jam *breakdown* 0 sebesar 92,86%, sedangkan nilai *availability* terendah pada mesin *Press (I-II)* pada bulan Desember sebesar 82,14% dikarenakan mengalami jam *breakdown* terbesar yaitu 60,765 jam.

4.2.1.2 Perhitungan *Performance Efficiency*

Performance Efficiency adalah hasil perkalian dari jumlah produksi dengan waktu *setting* dibagi dengan waktu operasi (tanpa kerusakan). Untuk menghitung nilai *performance efficiency* digunakan rumusan sebagai berikut:

$$Performance\ Efficiency = \frac{processed\ amount\ x\ ideal\ cycle\ time}{operating\ time}\ x\ 100\% \quad \text{.....(4-2)}$$

Keterangan:

Processed amount : banyaknya jumlah produksi yang dihasilkan (buah)

Ideal cycle time : waktu siklus ideal (jam/buah)

Operating time : waktu operasi yang tersedia tanpa *down time* (tanpa kerusakan) (jam)

Nilai *performance efficiency* pada mesin produksi di Lini Z adalah sebagai berikut:

$$Ideal\ cycle\ time = \frac{1}{kapasitas\ real\ mesin} = \frac{1}{3900} = 0{,}00025 \text{ (jam/buah)}$$

$$Performance\ Efficiency = \frac{313000\ x\ 0{,}000256}{484{,}725}\ x\ 100\% = 16{,}557\%$$

Nilai *ideal cycle time* pada setiap mesin produksi di Lini Z dapat dilihat pada tabel 4.8, nilai *operating time* dapat dilihat pada tabel 4.6 dan banyaknya jumlah produksi dapat dilihat pada tabel 4.4. Dengan perhitungan yang sama untuk menghitung *performance efficiency* pada mesin produksi di Lini Z periode bulan 1 Mei 2015-31 Desember 2015 dapat dilihat pada tabel 4.9.

Tabel 4.8
Ideal cycle time mesin produksi di Lini Z

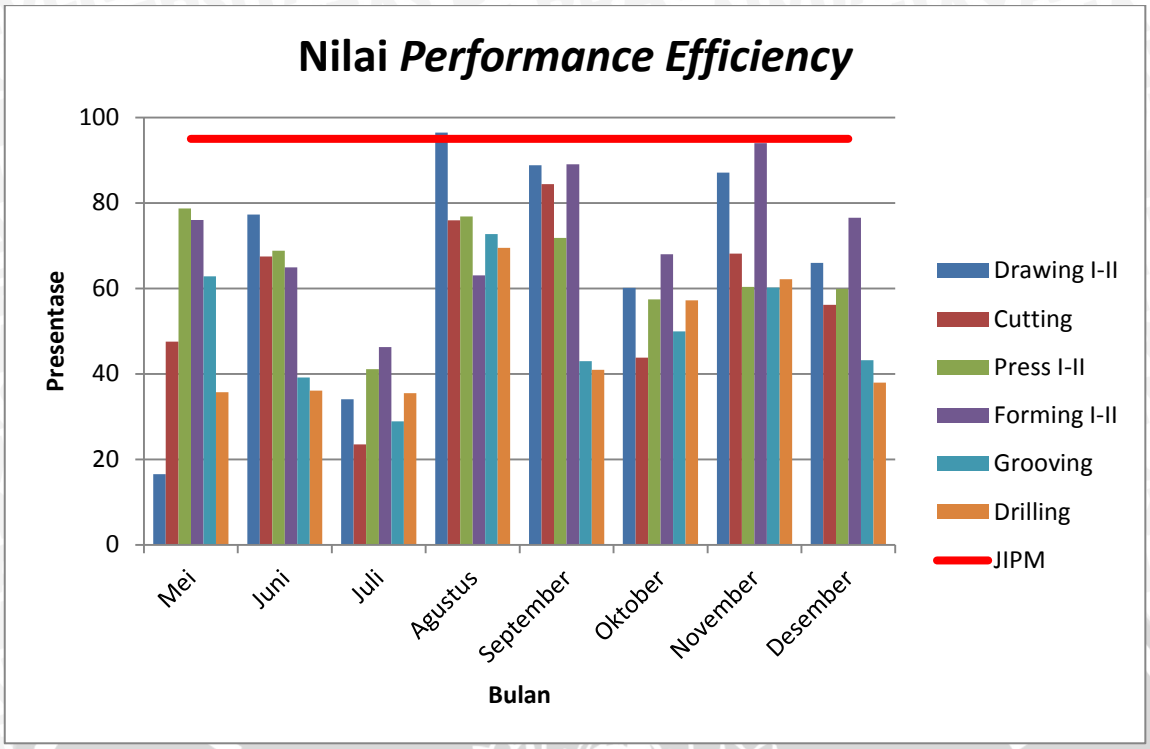
Mesin	*Ideal cycle time* (jam/buah)
Drawing (I-II)	0,000256
Cutting	0,000222
Press (I-II)	0,000277
Forming (I-II)	0,000277
Grooving	0,000185
Drilling	0,000185

Sumber: PT. Pindad Turen

Tabel 4.9
Nilai *Performance efficiency* Lini Z periode 1 Mei 2015-31 Desember 2015

Bulan	*Performance efficiency* (%)					
	Drawing (I-II)	*Cutting*	*Press (I-II)*	*Forming (I-II)*	*Grooving*	*Drilling*
Mei	16,56	47,55	78,67	76,03	62,82	35,71
Juni	77,31	67,48	68,85	64,92	39,13	36,09
Juli	34,07	23,49	41,12	46,27	28,93	35,48
Agustus	96,49	75,91	76,82	63,09	72,74	69,49
September	88,78	84,37	71,81	89,06	42,96	40,95
Oktober	60,10	43,83	57,46	68,01	49,94	57,23
November	87,12	68,15	60,34	93,97	60,19	62,19
Desember	65,94	56,14	59,94	76,55	43,23	37,99
Rata-rata	65,80	58,37	64,38	72,24	49,99	46,89

Sumber: PT. Pindad Turen



Gambar 4.2 Grafik *Performance Efficiency* pada Lini Z periode 1 Mei 2015-31 Desember 2015

Dari hasil perhitungan dapat disimpulkan bahwa nilai *performance efficiency* pada periode 1 Mei 2015-31 Desember 2015 masih dibawah standar JIPM yang bernilai 95% (Nakajima, 1998). Dikarenakan performa mesin dan waktu yang tersedia tidak maksimal sehingga target mesin tidak tercapai. Grafik *performance efficiency* dapat dilihat pada gambar 4.2. Nilai *performance efficiency* yang paling tinggi terdapat pada bulan Agustus pada mesin *Drawing (I-II)* yaitu sebesar 96,49% dengan total produk sebesar 1987000 buah, waktu siklus ideal sebesar 0,000256 dan *operating time* 528,03, sedangkan nilai *performance efficiency* yang paling rendah terdapat pada bulan Mei pada mesin *drawing (I-II)* yaitu sebesar 16,56% dengan total produk sebesar 313000 buah.

4.2.1.3 Perhitungan *Rate of Quality*

Rate of Quality (tingkat kualitas) adalah efektifitas produksi berdasarkan kualitas produk yang dihasilkan. Untuk menghitung nilai *rate of quality* digunakan rumusan sebagai berikut:

$$Rate\ of\ Quality = \frac{Processed\ amount - defect\ amount}{Processed\ amount}\ x\ 100\% \quad \text{..... (4-3)}$$

Keterangan:

Processed amount : jumlah produk yang dihasilkan (buah)

Defect amount : jumlah produk cacat dalam proses produksi (buah)

Nilai *rate of quality* pada mesin produksi di Lini Z adalah sebagai berikut:

$Processed\ amount = 1345200$ buah

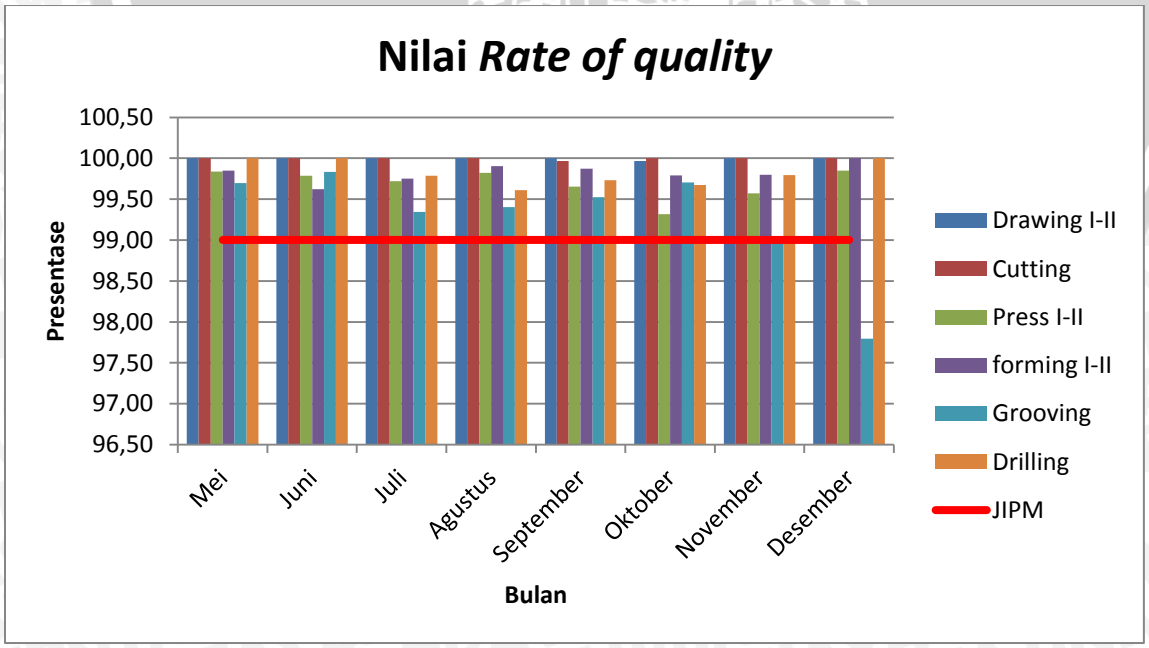
$Defect\ amount = 2200$ buah

Data jumlah produksi dapat dilihat pada tabel 4.4 dan data jumlah produk *reject* pada tabel 4.5. Dengan perhitungan yang sama untuk menghitung *rate of quality* pada mesin produksi di Lini Z periode bulan 1 Mei 2015-31 Desember 2015 dapat dilihat pada tabel 4.10.

Tabel 4.10
Nilai *Rate of quality* Lini Z periode 1 Mei 2015-31 Desember 2015

Bulan	*Rate of quality* (%)					
	Drawing (I-II)	*Cutting*	*Press (I-II)*	*Forming (I-II)*	*Grooving*	*Drilling*
Mei	100	100	99,84	99,85	99,70	100
Juni	100	100	99,79	99,62	99,83	100
Juli	100	100	99,72	99,75	99,34	99,79
Agustus	100	100	99,82	99,90	99,40	99,61
September	100	99,97	99,65	99,87	99,53	99,73
Oktober	99,97	100	99,32	99,79	99,70	99,67
November	100	100	99,57	99,80	99,0	99,80
Desember	100	100	99,85	100	97,79	100
Rata-rata	99,996	99,996	99,695	99,823	99,286	99,825

Sumber: PT. Pindad Turen



Gambar 4.3 Grafik *Rate of Quality* Lini Z periode 1 Mei 2015-31 Desember 2016

Dari hasil perhitungan dapat disimpulkan bahwa nilai *rate of quality* pada periode 1 Mei 2015-31 Desember 2015 sudah diatas standar JIPM yang bernilai 90% (Nakajima, 1998). Dikarenakan jumlah produksi pada Lini Z memiliki jumlah cacat yang sedikit. Grafik *rate of quality* dapat dilihat pada gambar 4.3.

4.2.1.4 Perhitungan Nilai OEE

Setelah nilai *availability*, *performance efficiency*, dan *rate of quality* pada mesin produksi Lini Z maka dapat dilakukan perhitungan nilai OEE untuk mengetahui besarnya efektivitas penggunaan mesin produksi pada Lini Z. perhitungan nilai OEE adalah sebagai berikut:

$OEE = Availability\ x\ Performance\ Efficiency\ x\ Rate\ of\ Quality$ ..... (4-4)

Untuk mesin produksi pada Lini Z:

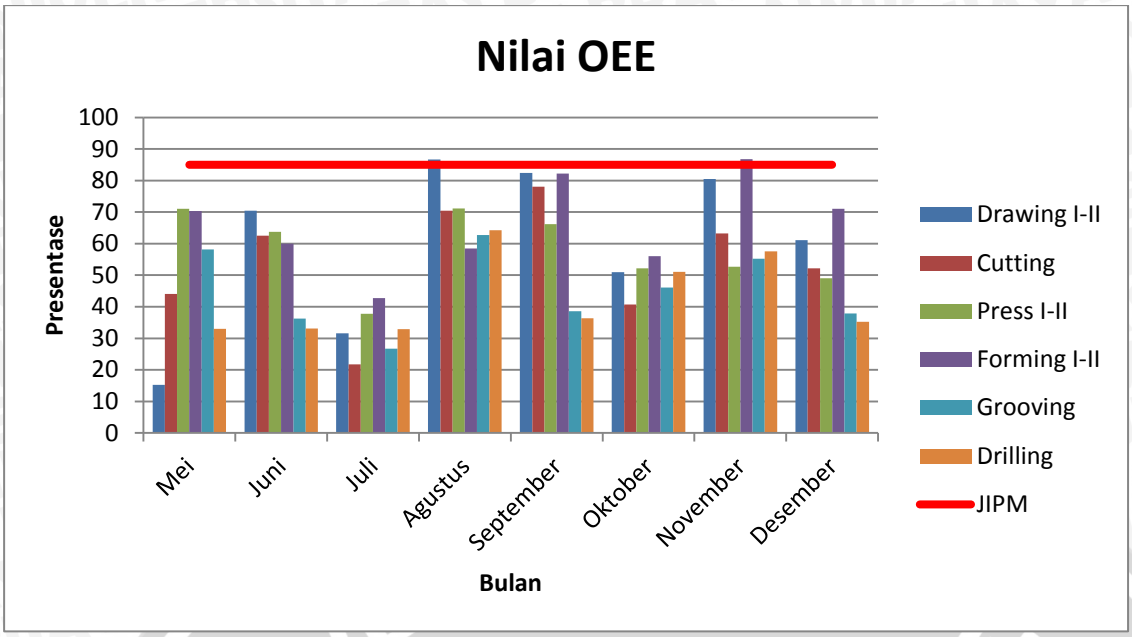
$OEE = (0{,}923\ x\ \ 0{,}166\ x\ 1) x\ 100\% = \ 15{,}287\ \%$

Dengan perhitungan yang sama untuk menghitung nilai OEE pada mesin produksi di Lini Z periode bulan 1 Mei 2015-31 Desember 2015 dapat dilihat pada tabel 4.11.

Tabel 4.11
Nilai OEE Lini Z periode 1 Mei 2015-31 Desember 2015

Bulan	OEE (%)					
	Drawing (I-II)	*Cutting*	*Press (I-II)*	*Forming (I-II)*	*Grooving*	*Drilling*
Mei	15,29	44,11	71,06	70,32	58,13	33,05
Juni	70,48	62,54	63,77	60,03	36,25	33,05
Juli	31,60	21,71	37,78	42,78	26,67	32,87
Agustus	86,65	70,48	71,15	58,48	62,74	64,22
September	82,44	78,07	66,19	82,21	38,57	36,35
Oktober	50,93	40,70	52,20	56,03	46,11	51,05
November	80,46	63,28	52,73	86,73	55,26	57,55
Desember	61,14	52,13	48,99	71,09	37,89	35,27
Rata-rata	59,87	54,13	57,98	65,96	45,20	42,93

Sumber: PT. Pindad Turen



Gambar 4.4 Grafik OEE Lini Z periode 1 Mei 2015-31 Desember 2015

Dari hasil perhitungan dapat disimpulkan bahwa nilai rata-rata OEE pada periode 1 Mei 2015-31 Desember 2015 masih dibawah standar JIPM yang bernilai 85% (Nakajima, 1998). Dikarenakan performa mesin dan waktu yang tersedia tidak maksimal sehingga target mesin tidak tercapai yang menyebabkan nilai OEE rendah. Grafik OEE dapat dilihat pada gambar 4.4. Nilai OEE yang paling tinggi terdapat pada mesin *Drawing (I-II)* bulan Agustus sebesar 86,65% dan pada mesin *Forming (I-II)* bulan November sebesar 86,73%.

4.2.2 Perhitungan *Six Big Losses*

Setelah menghitung nilai OEE pada periode 1 Mei 2015-31 Desember 2015, langkah selanjutnya adalah menghitung nilai *six big losses* yang berpengaruh terhadap nilai OEE pada mesin *drilling* Lini Z. Sehingga dapat diketahui faktor mana yang berpengaruh paling tinggi dan menyebabkan menurunnya efektivitas mesin produksi. Perhitungan *six big losses* dibagi menjadi 3 kategori yaitu: *downtime losses, speed losses,* dan *defect losses.*

4.2.2.1 *Downtime Losses*

Downtime adalah waktu yang digunakan untuk melakukan proses produksi akan tetapi dikarenakan kerusakan pada mesin (*equipment failures)* mengakibatkan mesin tidak dapat bekerja secara optimal atau mesin berhenti beroperasi. Dalam perhitungan OEE, *equipment failures* dan waktu *setup and adjustment* digolongkan sebagai kerugian waktu *(downtime losses).*

1. *Equipment Failures (Breakdown losses)*

Kegagalan mesin melakukan proses *(equipment failures)* atau *breakdown losses* adalah kehilangan waktu produksi yang menyebabkan mesin berhenti sementara. *Breakdown* menjadi kerugian bagi perusahaan karena waktu yang seharusnya digunakan untuk menghasilkan produk menjadi terbuang untuk melakukan perbaikan mesin. Data yang dibutuhkan untuk menghitung besarnya *breakdwon losses* adalah data *downtime* dan *loading time.*

Besarnya presentase efektivitas mesin yang hilang akibat kerugian *breakdown* dapat dihitung menggunakan rumus berikut:

$$Breakdown\ Losses = \frac{Total\ breakdown\ \ time}{Loading\ time}\ x\ 100\% \quad \text{.....(4-5)}$$

Dengan menggunakan rumusan tersebut maka dapat diperoleh perhitungan *breakdown* sebagai berikut:

$$Breakdown\ Losses = \frac{1{,}56}{525}\ x\ 100\% = 0{,}297\ \%$$

Hasil perhitungan *breakdown losses* dengan menggunakan rumus yang sama terdapat pada tabel 4.12.

Tabel 4.12
Breakdown losses Mesin *Drilling* periode 1 Mei 2015-31 Desember 2015

Bulan	Total *breakdown* (jam)	*Loading time* (jam)	*Breakdwon losses* (%)
Mei	1,56	525	0,297
Juni	7,71	609	1,266
Juli	0	525	0
Agustus	0,5	588	0,085
September	13,27	567	2,340
Oktober	18,52	588	3,150
November	0,73	630	0,116
Desember	0	567	0

Sumber: PT. Pindad Turen

Dari hasl perhitungan *breakdown losses* diketahui bahwa *losses* yang tertinggi ada pada bulan Oktober yaitu sebesar 3,150% dikarenakan total *breakdown* yang tinggi pula. Salah satu penyebab *breakdown* lama adalah bor makita rusak, mata bor patah, pompa air konslet, dan putaran bor lemah. Sedangkan lama perbaikan disebabkan oleh ketersediaan *spare part* yang kurang, pengambilan *spare part* di gudang perlu

beberapa prosedur yang cukup memakan waktu. Kurangnya tindakan preventif juga menyebabkan jam *breakdown* yang cukup lama.

2. *Setup and adjustment*

Waktu *setup* adalah waktu yang dibutuhkan untuk melaksanakan pengaturan mesin mulai mesin berhenti sampai mesin menyala kembali. Dalam perhitungan *setup and adjustment losses* dipergunakan data waktu *setup* mesin dan *loading time.*

Untuk mengetahui besarnya presentase *downtime losses* yang diakibatkan oleh waktu *setup and adjustment* digunakan rumusan berikut:

$$Setup\ and\ adjustment\ losses = \frac{Total\ setup\ and\ adjustment\ time}{Loading\ time}\ x\ 100\% \text{ ..... (4-6)}$$

Dengan menggunakan rumus tersebut maka dapat dihitung *setup and adjustment losses.*

$$Setup\ and\ adjustment\ losses = \frac{37{,}5}{525}\ x\ 100\% = 7{,}143\%$$

Dengan menggunakan perhitungan yang sama untuk periode 1 Mei 2015-31 Desember 2015 dapat dilihat pada tabel 4.13.

Tabel 4.13
Setup and adjustment losses Mesin *Drilling* periode 1 Mei 2015-31 Desember 2015

Bulan	*Setup Time* (jam)	*Loading time* (jam)	*Setup and adjustment losses* (%)
Mei	37,5	525	7,143
Juni	43,5	609	7,143
Juli	37,5	525	7,143
Agustus	42	588	7,143
September	40,5	567	7,143
Oktober	42	588	7,143
November	45	630	7,143
Desember	40,5	567	7,143

Sumber: PT. Pindad Turen

Berdasarkan tabel 4.13 dapat diketahui nilai *setup and adjustment losses* pada mesin *Drilling* Lini Z sebesar 7,143% dikarenakan waktu *setup* operator hanya 0,5 jam per shift atau 1,5 jam dalam sehari. *Setup* pada mesin *drilling* meliputi: membersihkan mesin sebelum beroperasi, pengecekan mata pahat, dan *input setting.*

4.2.2.2 *Speed Losses*

Faktor yang mempengaruhi *speed losses* adalah *idling and minor stoppage losses* dan *reduced losses*. *Speed losses* terjadi saat mesin tidak beroperasi sesuai dengan kecepatan produksi maksimum yang sesuai dengan kapasitas mesin yang dirancang.

1. *Idling and minor stoppage losses*

   Idling and minor stoppage losses terjadi saat mesin bekerja tanpa menghasilkan produk. Untuk mengetahui besarnya efektivitas yang hilang karena faktor *idling and minor stoppage* digunakan rumusan sebagai berikut:

   $$Idling\ and\ minor\ stoppage\ losses = \frac{non\ productive\ time}{loading\ time}\ x\ 100\% \text{.....} (4\text{-}7)$$

   $$Non\ productive\ time = Operation\ time - Actual\ Production\ time$$

   Perhitungan *idling and minor stoppage losses* pada mesin *drilling* pada bulan Mei adalah seabgai berikut:

   $$Idling\ and\ minor\ stoppage\ losses = \frac{0}{525}\ x\ 100\% = 0\%$$

   Nilai *idling and minor stoppage losses* mesin *drilling* Lini Z adalah 0. Dikarenakan nilai *non productive time* yang terjadi adalah 0 yang berarti bahwa nilai *operation time* dan *actual production time* bernilai sama yaitu 485,94. Sehingga pada mesin *drilling* hanya berhenti beroperasi dikarenakan terjadi *breakdown* dan *setup* mesin saja. Hal ini juga terjadi pada bulan Juni 2015-Desember 2015.

2. *Reduced losses*

   Reduced losses adalah selisih antara waktu kecepatan produksi aktual dengan waktu kecepatan produksi ideal. Untuk mengetahui besarnya presentase *reduced losses* digunakan rumus berikut:

   $$Reduced\ losses = \frac{operating\ time - ideal\ production\ time}{loading\ time}\ x\ 100\% \text{.....} (4\text{-}8)$$

   $$Reduced\ losses = \frac{operating\ time - (ideal\ cycle\ time\ x\ product)}{loading\ time}\ x\ 100\% \text{.....} (4\text{-}9)$$

   Perhitungan *reduced losses* pada mesin *drilling* bulan Mei 2015 adalah sebagai berikut:

   $$Reduced\ losses = \frac{485{,}94\ - (0{,}0001852\ x\ 937000)}{525}\ x\ 100\% = 59{,}51\ \%$$

   Dengan menggunakan perhitungan yang sama, maka dapat dihitung *reduced losses* periode 1 Mei 2015-31 Desember 2015 pada tabel 4.14.

Tabel 4.14
Reduced losses Mesin *Drilling* periode 1 Mei 2015-31 Desember 2015

Bulan	*Operating Time* (jam)	*Loading time* (jam)	Jumlah Produksi (buah)	*Ideal cycle time* (jam/buah)	*Reduced losses* (%)
Mei	37,5	525	937000	0,0001852	59,51
Juni	43,5	609	1087000	0,0001852	58,54
Juli	37,5	525	934000	0,0001852	59,91
Agustus	42	588	2047000	0,0001852	28,30
September	40,5	567	1135000	0,0001852	53,45
Oktober	42	588	1630000	0,0001852	38,37
November	45	630	1962000	0,0001852	35,07
Desember	40,5	567	1080000	0,0001852	57,58

Sumber: PT. Pindad Turen

4.2.2.3 *Defect Losses*

Defect losses adalah mesin tidak tidak menghasilkan produk yang sesuai dengan spesifikasi dan standart kualitas produk yang telah ditentukan. *Defect losses* terdiri dari dua faktor yaitu *process defect* dan *yield losses.*

1. *Process defect*

Process defect adalah kerugian yang diakibatkan lamanya mesin dalam proses produksi ketika produk tidak sesuai atau cacat. Untuk mengetahui besarnya presentase *process defect* dapat menghitung menggunakan rumus berikut:

$$Process\ defect = \frac{ideal\ cycle\ time\ x\ defect\ product}{loading\ time}\ x\ 100\% \quad \text{..... (4-10)}$$

Perhitungan *process defect* mesin *drilling* Lini Z pada bulan Mei 2015 adalah sebagai berikut:

$$Process\ defect = \frac{0{,}0001852\ x\ 0}{525}\ x\ 100\%$$

Dengan menggunakan perhitungan yang sama, maka dapat dihitung *process defect* periode 1 Mei 2015-31 Desember 2015 pada tabel 4.15.

Tabel 4.15
Process defect Mesin *Drilling* periode 1 Mei 2015-31 Desember 2015

Bulan	*Loading time* (jam)	Produk cacat (buah)	*Ideal cycle time* (jam/buah)	*Process defect* (%)
Mei	525	0	0,0001852	0
Juni	609	0	0,0001852	0
Juli	525	2000	0,0001852	0,07
Agustus	588	8000	0,0001852	0,25
September	567	22000	0,0001852	0,72
Oktober	588	9000	0,0001852	0,28
November	630	4000	0,0001852	0,12
Desember	567	0	0,0001852	0

Sumber: PT. Pindad Turen

2. *Yield Losses*

Yield Losses adalah kerugian yang timbul selama proses produksi belum mencapai keadaan yang stabil saat proses produksi mulai dilakukan. Untuk mengetahui besarnya presentase *yield defect* dapat dihitung menggunakan rumus berikut:

$$Yield\ Losses = \frac{ideal\ cycle\ time\ x\ defect\ product}{loading\ time}\ x\ 100\% \quad \text{..... (4-11)}$$

Defect product pada rumus diatas adalah jumlah cacat pada saat melakukan *setting*. Perhitungan *Yield losses* pada mesin *drilling* pada bulan Mei adalah seabgai berikut:

$$Yield\ losses = \frac{0{,}0001852\ \text{x}\ 0}{525}\ x\ 100\% = 0\%$$

Nilai *Yield losses* mesin *drilling* Lini Z adalah 0. Dikarenakan pada Lini Z tidak ada kerugian material atau cacat produk saat melakukan *setting*. Hal ini juga terjadi pada bulan Juni 2015-Desember 2015.

4.2.3 Analisis *Six Big Losses*

Setelah melakukan perhtiungan faktor *losses* maka nilai-nilai kerugian dapat dilihat pada tabel 4.16.

Tabel 4.16
Data *Six Big Losses* Mesin *Drilling* periode 1 Mei 2015-31 Desember 2015

Bulan	*Breakdown Losses* (%)	*Setup and adjustment Losses* (%)	*Reduced Losses* (%)	*Processs defect* (%)
Mei	0,297	7,143	59,51	0
Juni	1,266	7,143	58,54	0
Juli	0	7,143	59,91	0,07
Agustus	0,085	7,143	28,30	0,25
September	2,340	7,143	53,45	0,72
Oktober	3,150	7,143	38,37	0,28
November	0,116	7,143	35,07	0,12
Desember	0	7,143	57,58	0

Berdasarkan nilai *losses* pada mesin *drilling* maka dapat dihitung *time losses* terbesar selama periode 1 Mei 2015-31 Desember 2015. *Time losses* dapat dihitung dengan perkalian nilai masing-masing *losses* dengan *loading time.* Contoh perhitungan *time losses* pada bulan Mei yaitu sebagai berikut:

$$Breakdown\ losses\ (jam) = \ Persentase\ breakdown\ x\ loading\ time$$

$$Breakdown\ losses\ (jam) = \ 0{,}297\ x\ 525 = 156\ jam$$

Dengan menggunakan rumus yang sama maka dapat menghitung nilai *time losses* periode bulan Juni 2015-Desember 2015 yang dapat dilihat pada tabel 4.17.

Tabel 4.17
Hasil perhitungan *Time Loses* Mesin *Drilling* periode 1 Mei 2015-31 Desember 2015

Bulan	*Breakdown Losses* (jam)	*Setup and adjustment Losses* (jam)	*Reduced Losses* (jam)	*Processs defect* (jam)
Mei	156	3750	31242,15	0
Juni	771	4350	35649,37	0
Juli	0	3750	31453,70	37,04
Agustus	50	4200	16642,59	148,15
September	1327	4050	30304,48	407,41
Oktober	1852	4200	22562,81	166,67
November	73	4500	22093,67	74,07
Desember	0	4050	32650	0
Total	**4229**	**32850**	**222598,8**	**833,33**

Berdasarkan total *time losses* dapat dihitung persentase dan persentase kumulatifnya pada tabel 4.18.

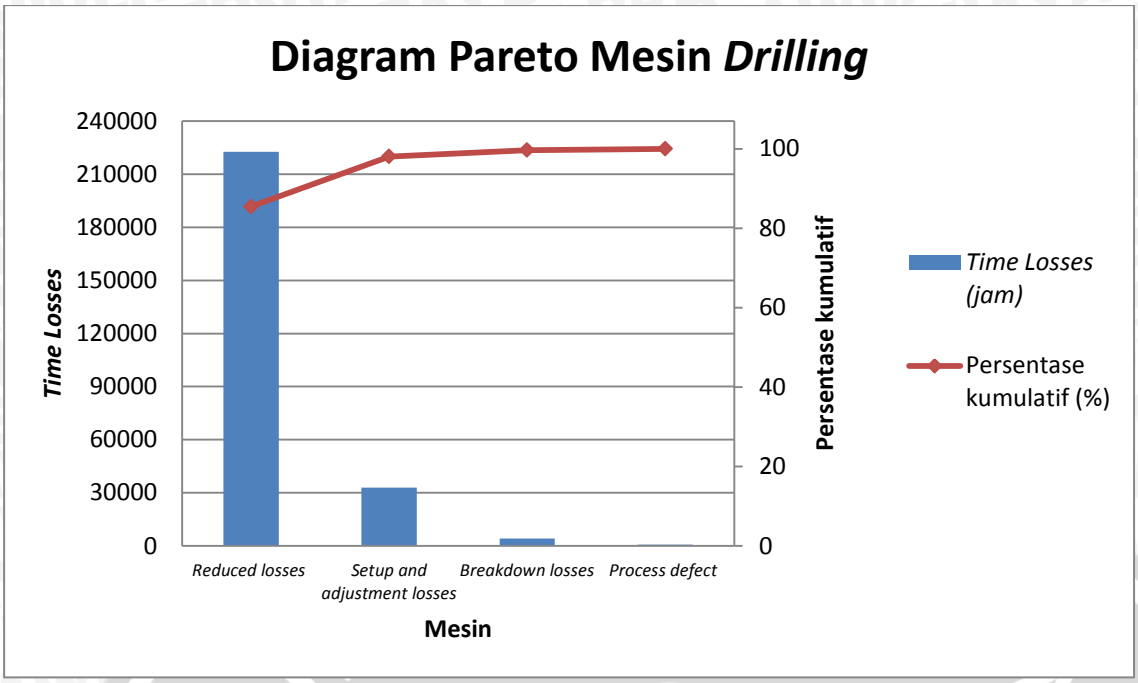
Tabel 4.18
Persentase kumulatif *Time Loses* Mesin *Drilling* periode 1 Mei 2015-31 Desember 2015

Jenis *losses*	*Six big losses*	*Time loss* (jam)	Persentase (%)	Persentase Kumulatif (%)
Speed losses	*Reduced losses*	222598,8	85,45	85,45
Downtime losses	*Setup and adjustment losses*	32850	12,61	98,06
	Breakdown losses	4229	1,62	99,68
Defect losses	*Process defect*	833,33	0,32	100
Total		**260511,1**	**100**	

Dari tabel 4.18 dapat dilihat bahwa faktor kerugian terbesar yang mempengaruhi efektivitas mesin *drilling* adalah faktor *reduced losses* yaitu sebesar 85,45%. Sedangkan faktor *process defect* dan *yield losses* memberikan pengaruh yang paling kecil yaitu sebesar 0,32%.

4.2.4 Diagram Pareto Faktor *Losses* Mesin *Drilling*

Diagram pareto adalah diagram yang digunakan untuk mengetahui kesalahan atau kerugian dari hasil analisis *six big losses* yang paling besar dan membantu memusatkan penyelesaian masalah. Dengan membuat diagram pareto dari presentase masing-masing faktor dalam *six big losses* pada mesin *drilling* terhadap total *time loss* yang disebabkan oleh keenam faktor kerugian dapat membantu memusatkan penyelesaian satu faktor yang berdampak paling besar saja. Berdasarkan tabel 4.18 dapat digambarkan diagram pareto untuk pengaruh *six big losses* dapat dilihat pada gambar 4.5.



Gambar 4.5 Diagram pareto mesin *drilling* periode Mei 2015-Desember 2015

Dari gambar 4.5 terlihat bahwa *losses* yang paling tinggi adalah *reduced losses* yaitu sebesar 85,45%, sedangkan *losses* yang paling kecil/paling tidak berpengaruh adalah *process defect* yaitu sebesar 0,32%. Untuk mengetahui lebih lanjut faktor yang berpengaruh terhadap besarnya *reduced losses* maka perlu dilakukan analisis kerugian menggunakan diagram sebab-akibat *(cause and effect diagram).*

4.2.5 Diagram Sebab-Akibat *(Cause and Effect Diagram)*

Diagram ini dikenal dengan istilah diagram tulang ikan *(fish bone diagram)*. Diagram ini digunakan untuk menganalisis dan menemukan faktor-faktor yang berpengaruh secara signifikan terhadap penentuan karakteristik kualitas *output* kerja. Berdasarkan diagram pareto yang telah dibuat, dapat diketahui bahwa *reduced losses* adalah faktor terbesar yang mempengaruhi rendahnya efektivitas mesin *drilling*, maka dilakukan identifikasi masalah pada faktor *losses* tersebut. Gambar 4.6 menunjukkan diagram sebab-akibat untuk faktor bahwa *reduced losses.*

Faktor kerugian pada *reduced losses* disebabkan oleh perbandingan waktu produksi aktual dan teori cukup besar. Salah satu penyebabnya adalah efektifitas mesin yang masih dibawah standar sehingga menyebabkan mesin beroperasi tidak sesuai dengan kapasitas sebenarnya dan banyaknya jumlah produksi yang tidak sebanding dengan besarnya kapasitas aktual mesin. Untuk mengetahui penyimpangan-penyimpangan lebih lanjut pada

mesin *drilling*, maka ada 5 faktor yang perlu diperhatikan yaitu: 5M (*Man, Method, Material, Machine, Mothernature*). Berdasarkan batasan masalah pada bab I faktor *Material* diabaikan. Penjelasan lebih lanjut tentang penyimpangan yang terjadi pada mesin *drilling* dapar dilihat pada tabel 4.19.

Tabel 4.19
Analisis 5M pada *reduced losses* mesin *drilling*

Faktor	*Cause*	*Sub-cause*	Penyelesaian masalah
Man (manusia)	– Kurang responsif – Kurang terlatih	– Operator kurang memahami gejala kerusakan – Operator lamban dalam menangani kerusakan	Perlu adanya pelatihan pada operator agar lebih responsif dan lebih cekatan dalam menangani mesin yang mengalami kerusakan terlebih lagi dalam menangani mesin yang rusak ringan
Methode (metode)	– Pengawasan pada mesin kurang baik – Manajemen pemeliharaan kurang tepat – Prosedur pengadaan barang lama	– Perawatan hanya saat mesin mengalami kerusakan – Pergantian komponen hanya saat terjadi kerusakan – Tidak ada standar dalam melakukan perawatan mesin	Perlu adanya SOP perawatan tertulis dan *autonomous maintenance* agar menghindari berhentinya proses produksi secara tiba-tiba, sehingga dapat mengurangi jam *breakdown.*
Machine (mesin)	– Pemakaian komponen mesin melebihi masa pakai – Mesin sering rusak	– Mesin berhenti beroperasi – Mata bor sering patah – Motor pompa rusak – Motor bor makit rusak	Pemakaian komponen sesuai dengan prosedur pemakaian dan penggantian komponen tidak saat mesin berhenti beroperasi (rusak) saja agar jam *breakdown* tidak terlalu lama dan sering.
Mothernature (lingkungan)	– Pengaturan tempat kerja yang tidak baik	– Banyak barang hasil produk yang menumpuk	Hasil produk segera dipindahkan ke Lini selanjutnya agar

	– Tempat kerja kotor	– Jarak mesin terlalu dekat – Saluran pembuangan air tidak sesuai – Gram pada mesin jarang dibersihkan	tidak terjadi penumpukan produk. Kebersihan area kerja perlu diperhatikan.

4.2.6 Perhitungan *Mean Time to Failure* (MTTF)

Perhitungan nilai MTTF digunakan untuk mengetahui jumlah jam rata-rata *breakdown*. Distribusi yang digunakan adalah distribusi Weibull karena untuk mengetahui laju kerusakan baik meningkat maupun menurun, menggunakan data kerusakan mesin selama periode 1 Mei 2015-31 Desember 2015, kemudian diolah menggunakan *software* minitab 17. Agar nilai parameter bentuk *(shape)* dan skala *(scale)* dapat diketahui, digunakan fitur *"Distribution Overview Plot"* dengan menggunakan distribusi Weibull. Parameter-parameter distribusi Weibull dapat dilihat pada gambar 4.7.

Nilai MTTF dapat dihitung juga menggunakan rumus berikut:

$$MTTF = \theta\Gamma\left(1 + \frac{1}{\beta}\right) \quad \text{(4-12)}$$

Keterangan:

MTTF = *Mean Time to Failure*

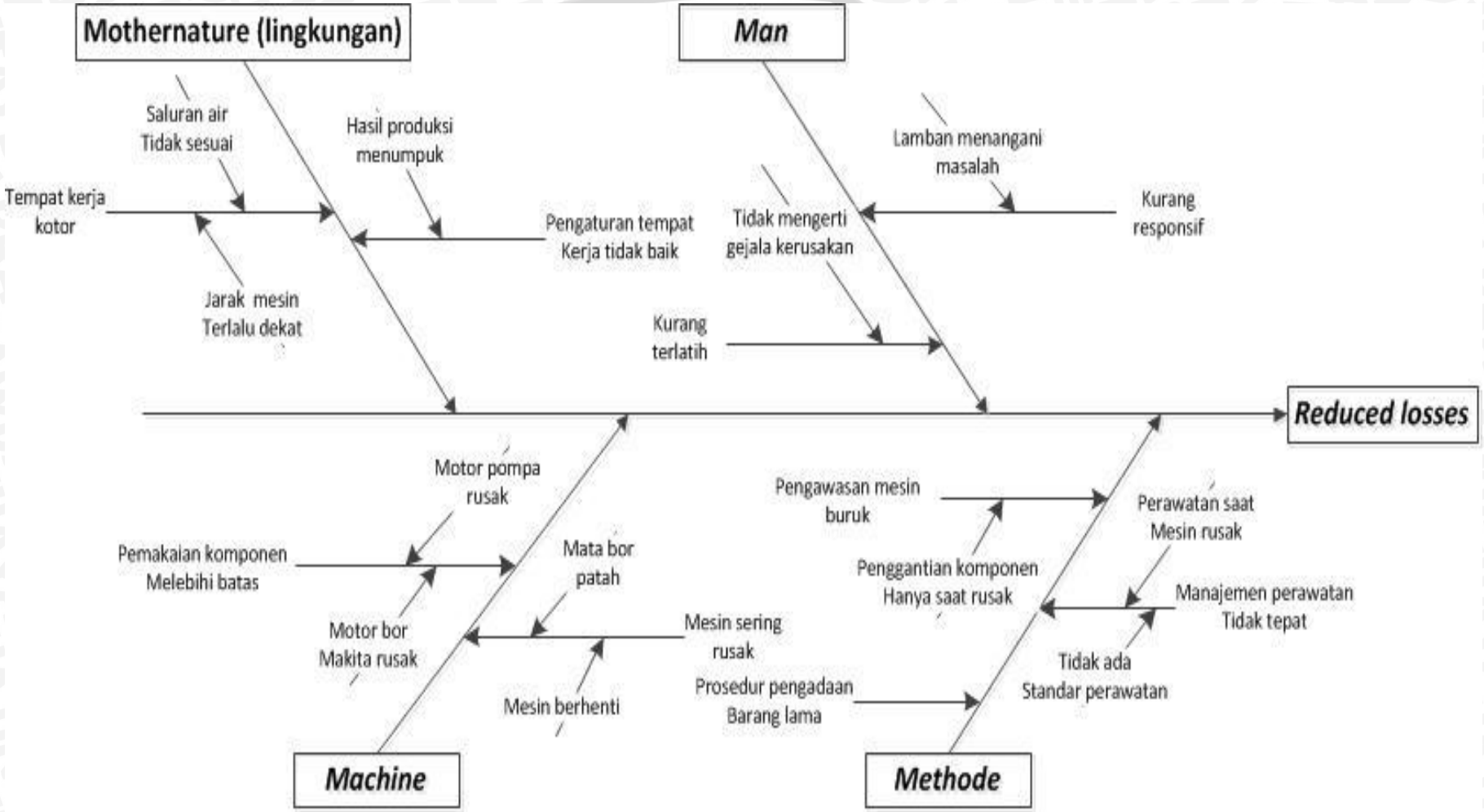
θ = parameter skala *(scale)*

Γ = fungsi gamma

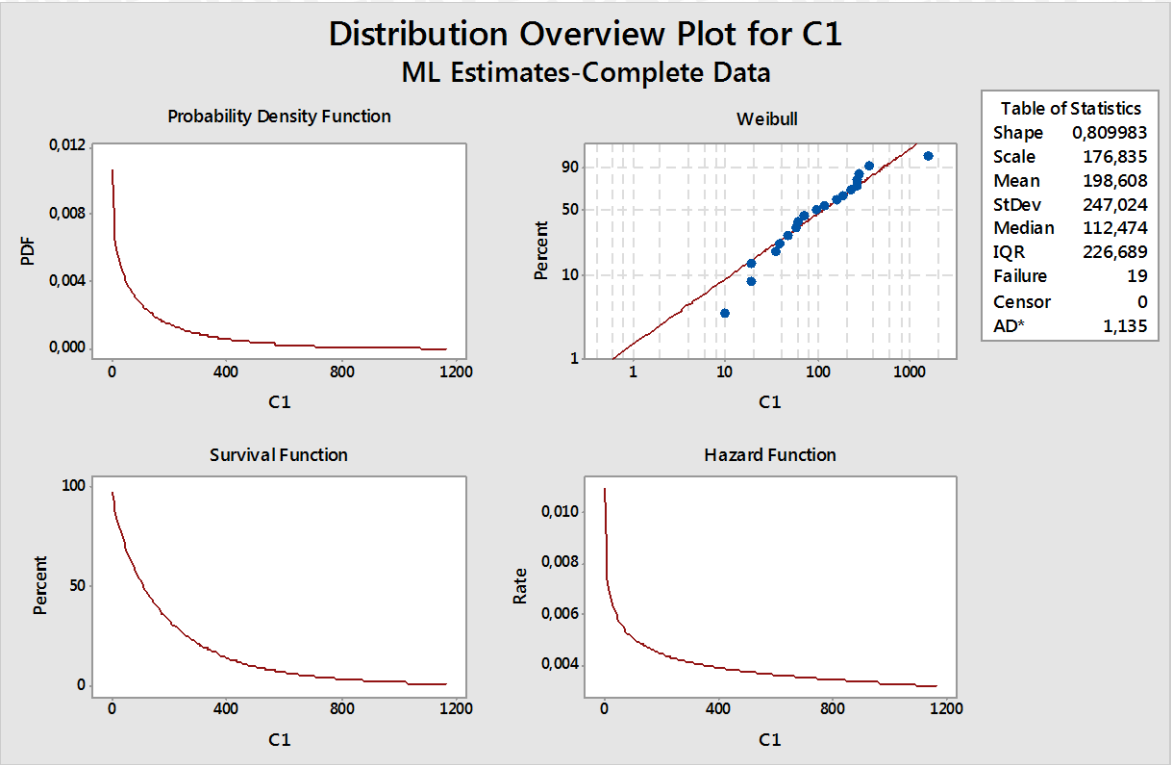
β = parameter bentuk *(shape)*

Ben-Daya (2009)

UNIVERSITAS BRAWIJAYA
repository.ub.ac.id



Gambar 4.6 Diagram sebab-akibat mesin *drilling*



Gambar 4.7 Parameter-parameter distribusi *Weibull* mesin *Drilling*

Berdasarkan hasil *Distribution Overview Plot* dapat diketahui parameter bentuk *(shape)* sebesar 0,809983 dan parameter skala *(scale)* sebesar 176,835. Dapat menghitung MTTF berdasarkan persamaan (4-12) sebagai berikut:

$$MTTF = \theta\Gamma\left(1 + \frac{1}{\beta}\right)$$

$$MTTF = 176{,}835\Gamma\left(1 + \frac{1}{0{,}809983}\right)$$

$$MTTF = 176{,}835 \text{ x } 1{,}123128$$

$$MTTF = 198{,}6083 \text{ jam}$$

Nilai MTTF didapat sebesar 198,6083 jam, artinya dalam rentang waktu 198,6083 jam terjadi *breakdown.* Sehingga perawatan yang dapat dilakukan adalah *planned maintenance* atau perawatan terjadwal atau *predictive maintenance*, dengan melakukan perawatan yang terjadwal dapat meningkatkan rentang waktu terjadinya *breakdown.*

4.3 Rancangan Penerapan TPM

Dari hasil analisis kerugian *six big losses* maka dapat dilakukan rancangan penerapan TPM. Berdasarkan pilar-pilar TPM, maka rancangan penerapan TPM sebagai berikut:

1. Pilar dasar 5S

Pilar dasar TPM adalah 5S yaitu *Seiri, Seiton, Seiso, Seikestsu* dan *Shitsuke* yang dalam bahasa indonesia berarti 5R yaitu Ringkas, Rapi, Resik, Rawat, Rajin. Berdasarkan konsep dasar TPM tersebut dapat diberikan usulan sebagai berikut:

a. *Seiri*/ringkas

Peralatan yang sudah tidak digunakan seharusnya dibuang dan yang masih dibutuhkan dipisahkan sesuai dengan fungsinya agar lingkungan kerja menjadi lebih luas. Contohnya di Lini Z masih ada beberapa peralatan yang masih menumpuk dan tidak pada tempatnya.

b. *Seiton*/rapi

Menyusun dokumen, peralatan, *tools* sesuai dengan tempatnya untuk memudahkan pengambilan barang. Mengembalikan peralatan, dokumen, *tools* pada tempatnya. Memberikan *worksheet* agar dapat selalu mengecek kerapian meja kerja dan menyusun sesuai dengan tempatnya.

c. *Seiso*/resik

Membersihkan tempat kerja adalah termasuk dari kegiatan inspeksi. Oleh karena itu operator harus selalu membersihkan tempat kerja sesudah dan sebelum proses produksi dimulai. Membersihkan sekitar mesin dari gram-gram proses produksi.

d. *Seiketsu*/rawat

Adanya prosedur dalam melakukan perawatan mesin *drilling* seperti: membersihkan bagian luar mesin, membersihkan saluran pembuangan air pendinginan, membersihkan *tools* yang masih bisa digunakan atau mengembalikan *tools* sesuai pada tempatnya.

e. *Shitsuke*/rajin

Menciptakan lingkungan kerja yang disiplin dan berperilaku baik. Mengajarkan pada setiap orang tentang pentingnya pekerjaan yang sedang dikerjakan agar setiap orang memiliki rasa tanggung jawab yang lebih kepada lingkungan sekitar, sehingga setiap orang akan lebih disiplin dan proses produksipun dapat lebih efektif.

2. *Autonomous maintenance*

Kegiatan *autonomous maintenance* ini melibatkan seluruh karyawan mulai dari pemimpin sampai operator. Dengan adanya kegiatan *autonomous maintenance* ini maka operator akan terlibat langsung dalam perawatan dan penanganan awal

terhadap mesin. Berikut adalah kegiatan-kegiatan *autonomous maintenance* yang dapat dilakukan oleh operator:

a. Operator diwajibkan membersihkan mesin sesudah dan sebelum mesin beroperasi. Hal ini bertujuan untuk meminimalisir kerugian akibat faktor eksternal.
b. Sebelum mesin mulai beroperasi operator harus melakukan pengecekan pada mesin *drilling* (level pelumas, bor makita, mata bor, sensor lubang, pengencangan sambungan, suara mesin, dan kelistrikan pada panel listrik), sehingga dapat meminimalisir berhentinya mesin akibat inspeksi yang tidak tepat.
c. Membuat standar pembersihan dan pemeriksaan yang tepat dan sesuai dengan instruksi yang tepat atau sesuai dengan SOP pemeriksaan mesin *drilling* sehigga dapat mengurangi waktu yang dibutuhkan untuk membersihkan dan memeriksa dengan tahapan yang teratur dan tepat.
d. Membuat *check sheet* pemeriksaan agar memudahkan operator untuk melakukan pemeriksaan, karena dalam sehari terdapat 3 shift.
e. Sesuai dengan kesepakatan bagian departemen perawatan terlebih dahulu, operator diberikan wewenang untuk melakukan perbaikan dan inspeksi ringan untuk memperkecil jam *breakdown* mesin. Contohnya seperti melakukan pengencangan mur dan baut. Karena target produksi yang tinggi membuat mesin bekerja secara terus menerus sehingga perlu adanya perbaikan kecil sewaktu-waktu yang tidak membuat mesin berhenti beroperasi.

3. *Focused maintenance*

Berdasarkan *losses* yang paling tinggi dipengaruhi oleh *reduced defect*, dikarenakan jumlah produksi yang tinggi sedangkan kapasitas mesin kecil dan lamanya kerusakan yang terjadi. Dari diagram sebab-akibat diketahui penyebab kerugian adalah motor bor makita rusak dan mata bor sering patah, hal ini terjadi karena tingginya jumlah produksi tetapi siklus ideal mesin dan kapasitas mesin kecil.

Untuk mengurangi *losses* yang disebabkan oleh *reduced defect*, maka terlebih dahulu yang dilakukan adalah dengan mengurangi kerusakan pada mesin *drilling.* Jika kerusakan dapat berkurang maka *operating time* dapat meningkat sehingga mampu mengurangi *reduced speed*.

4. *Planned maintenance*

Dari data yang diperoleh, kegiatan perawatan yang dilakukan masih *corrective maintenance* atau perawatan yang dilakukan saat terjadi kerusakan saja. Sehingga ada beberapa peralatan yang pemakaiannya melebihi masa pakai tidak sesuai dengan standar yang dapat berdampak pada *breakdown* tinggi dan dapat membuat mesin berhenti beroperasi. Oleh karena itu *planned maintenance* harus diterapkan untuk meminimalisir kerusakan yang terjadi dan dapat memprediksi kerusakan yang akan terjadi pada mesin. *Planned maintenance* yang dimaksud adalah dengan melakukan *preventif maintenance* seperti melakukan inspeksi secara teratur dan berkala, melakukan rekondisi pada peralatan, penggantian peralatan sesuai dengan jadwal yang sudah ditentukan dan umur pakai, menjaga peralatan dalam kondisi ideal, melakukan penjadwalan perawatan mesin untuk mencegah kerusakan yang tidak terduga atau kondisi yang menyebabkan proses produksi terhenti.

5. *Quality maintenance*

Dari hasil *rate of quality* dan *quality losses* pada mesin *drilling* masih sangat baik. Pada mesin *drilling* cacat hasil produksi yang terjadi disebabkan karena hanya terbentuk 1 lubang, tempat lubang tidak sesuai dengan desain. Hal ini dikarenakan untuk penentuan titik lubang menggunakan sensor, sedangkan sensor pada mesin *drilling* masih sering mengalami kerusakan.

6. *Education and training*

Sebelum melakukan serangkaian rancangan *maintenance* diatas, perlu diperhatikan pula kinerja dari operator mesin. Operator yang handal dan cekatan dapat membantu meningkatkan efektifitas mesin dan membantu dalam implementasi TPM. Oleh karena itu perlu diadakan pelatihan kepada operator seperti cara membersihkan mesin dengan benar, mengatur, mengoperasikan dan mengecek mesin sesuai dengan prosedur perusahaan, serta diberikan pelatihan tentang *autonomous maintenance* untuk menunjang pengimplementasian TPM.

7. *Safety, Health and environment*

Safety, Health and environment atau dalam bahasa indonesia lebih dikenal dengan sebutan K3 (Keselamatan dan Kesehatan Kerja). Target dari pilar ini adalah *zero accident,, zero fires,* dan *zero health damage.* Kesadaran K3 dari setiap karyawan perlu ditingkatkan dengan melakukan pelatihan dan seminar pentingnya K3 dalam lingkungan kerja. Yang termasuk K3 seperti memakai helm, masker penutup hidung, *ear plug,* sepatu kerja, dan sarung tangan.

8. *Office TPM*

Office TPM atau organisasi kerja TPM dibentuk setelah mengimplementasikan *autonomous maintenance, focused maintenance, planned maintenance,* dan *quality maintenance*. Organisasi TPM digunakan untuk mengontrol apakah pilar-pilar yang lainnya sudah dapat berjalan dengan baik atau tidak.

9. *Development Management*

Manajemen pengembangan yang dimaksudkan adalah dengan melakukan pengembangan pada sistem administrasi dan proses pembuatan order kerusakan. Dengan melakukan pengembangan dapat meningkatkan efektifitas mesin dengan mendukung perawatan dan proses produksi.

4.4 *Master Plan* Penerapan TPM

Berdasarkan perencanaan penerapan *Total Productive Maintenance* diatas, dapat dibuat *master plan* dari penerapan TPM pada perusahaan PT.Pindad. Rancangan *master plan* dapat dilihat pada tabel 4.20.

Tabel 4.20
Rancangan *master plan* penerapan TPM

Periode	Tahap	Kegiatan
3 bulan	Persiapan	– Pengenalan kepada semua karyawan tentang TPM – Menyiaplan SDM yang memadai – Pelatihan dini tentang implementasi TPM – Membentuk organisasi TPM – Menetapkan sistem kerja dan target penerapan TPM
4 bulan berikutnya	Penerapan	– Mengadakan pelatihan kepada operator – Menerapkan *autonomous maintenance, focused maintenance, planned maintenance,* dan *quality maintenance* – Meningkatkan kesadaran K3
7 bulan berikutnya	Evaluasi	– Menggunakan perhitungan OEE dan *six big losses* – Analisis penyelesaian dari masalah – Evaluasi penerapan K3
1-2 tahun berikutnya	Pengembangan	– Melakukan pengembangan dari implementasi TPM yang sudah ada untuk meningkatkan efektivitas mesin