

## BAB IV

### HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada bab ini akan dijelaskan mengenai pengolahan dan analisis data serta rekomendasi perbaikan pada lini produksi yang diteliti.

#### 4.1 Gambaran Umum Obyek Penelitian

##### 4.1.1 Profil Perusahaan

PT. Pelat Timah Nusantara, Tbk. disingkat PT. Latinusa, Tbk., didirikan pada 19 Agustus 1982. PT. Latinusa, Tbk. berkantor pusat di Gedung Krakatau Steel Lantai 3, Jalan Gatot Subroto Kav. 54 Jakarta Selatan, sedangkan pabrik berlokasi di Jalan Australia 1 Kav. E1 Kawasan Industri KIEC Cilegon seluas 8,5 Ha sedangkan area yang sudah dipakai 24.500 m<sup>2</sup>.

PT. Latinusa, Tbk. merupakan perusahaan Penanaman Modal Dalam Negeri (PMDN) dengan PT. Tambang Timah, PT. Krakatau Steel dan PT. Nusamba sebagai pemegang saham perdana. PT. Latinusa, Tbk. merupakan perusahaan pertama di Indonesia yang memproduksi Tinplate dengan kualitas yang telah diakui secara internasional. Tinplate merupakan pelat baja yang memiliki ketebalan 0.15 mm - 0.50 mm yang disepuh timah putih dengan ketebalan sesuai peruntukannya. Tinplate digunakan sebagai bahan kemasan kaleng untuk kemasan susu, makanan, cat, dan lain-lain. Bahan baku Tinplate di PT. Latinusa, Tbk. berupa Timah dan *Black Plate* atau sering pula disebut *Tin Mill Black Plate* (TMBP) yang keberadaannya masih didominasi oleh pasokan dari negara Jepang dan Korea Selatan.

Visi PT. Latinusa, Tbk. adalah "Menjadi Perusahaan kemasan baja terdepan di kawasan AFTA". Sedangkan misi PT. Latinusa, Tbk adalah "Menghasilkan Tinplate berkualitas tinggi dengan harga kompetitif, pengiriman tepat waktu dan pengembangan secara terus menerus demi kepuasan pelanggan".

##### 4.1.2 Proses Produksi Tinplate

Berikut ini akan dijelaskan secara rinci proses produksi Tinplate meliputi *entry section, cleaning, pickling, plating, reflow, chemical treatment*, dan *exit section*.

1. Proses *entry section*

Proses produksi *entry section* merupakan awal dari proses pembuatan Tinline. Pada proses ini, terjadi proses penguluran *Tin Mill Black Plate* (TMBP). Proses ini menggunakan mesin *pay off reel*.

## 2. Proses *cleaning*

Pada proses ini, *Tin Mill Black Plate* (TMBP) dibersihkan dari debu, minyak, dan partikel-partikel lainnya yang tidak diinginkan. Proses ini terdiri dari 2 tahap dengan cairan kimiawi NaOH sebagai medianya dan dilanjutkan pembilasan menggunakan air yang disemprotkan dengan tekanan 8 bar. Proses ini menggunakan mesin *cleaner*.

## 3. Proses *pickling*

Proses *pickling* dilakukan untuk membersihkan oksida (karat) yang mungkin masih menempel pada permukaan *Tin Mill Black Plate* (TMBP). Proses *pickling* juga bertujuan untuk mengkasarkan permukaan *Tin Mill Black Plate* (TMBP), karena dengan permukaan *Tin Mill Black Plate* (TMBP) yang kasar dapat memudahkan partikel-partikel timah untuk menempel pada permukaan *Tin Mill Black Plate* (TMBP) dan pelarutan timah. Dalam proses ini digunakan cairan konsentrat asam sulfat ( $H_2SO_4$ ), kemudian *Tin Mill Black Plate* (TMBP) dibilas dengan air yang disemprotkan dengan tekanan 8 bar. Proses ini menggunakan mesin *pickler*.

## 4. Proses *plating*

Tahap ini merupakan proses utama, dimana *Tin Mill Black Plate* (TMBP) yang sudah dibersihkan akan dilapisi oleh timah dengan sistem elektrolisis yaitu dengan menggunakan arus listrik yang dihantarkan melalui elektroda-elektroda ke dalam larutan *plating* (cairan konsentrat *phenol suphonic acid* dan timah). Setelah proses pelapisan selesai dilakukan, maka dilanjutkan dengan proses pembilasan menggunakan air lalu dikeringkan dengan udara panas bersuhu 140 derajat *celcius*. Proses ini menggunakan mesin *tin coating*.

## 5. Proses *reflow*

Pada proses ini, pelat yang sudah dilapisi timah kemudian dipanaskan dengan menggunakan arus listrik. Setelah dipanaskan, pelat tersebut didinginkan secara tiba-tiba ke dalam tangki yang berisi air *demineralized water* untuk mendapatkan permukaan Tinline yang mengkilap dan bersih. Proses ini menggunakan mesin *reflow*.

## 6. Proses *chemical treatment*

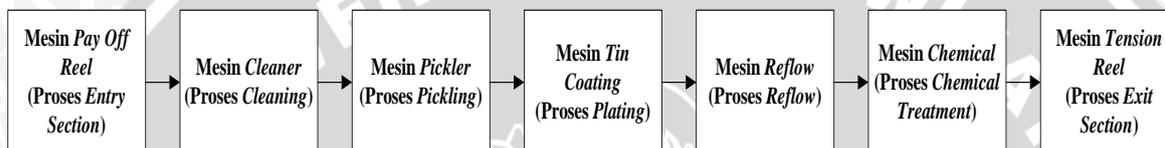
Dalam proses ini, dilakukan elektrolisis yaitu dengan menggunakan arus listrik yang dihantarkan melalui elektroda-elektroda ke dalam larutan *sodium dicromate* ( $Na_2Cr_2O_7$ ) pada Tinline yang bertujuan untuk melapisi Tinline dengan *chrom* sehingga tidak mudah

teroksidasi, berkarat dan tergores. Kemudian Tinline dibilas dan dikeringkan. Proses ini menggunakan mesin *chemical*.

#### 7. Proses *exit section*

Proses ini merupakan proses terakhir dari proses yang dilakukan di *Electrolytic Tinning Line* (ETL). Dalam proses ini, Tinline yang selesai diproses akan digulung dengan menggunakan mesin *tension reel*. Pada proses ini juga dilakukan pemeriksaan ahir dari kualitas Tinline secara visual dengan menggunakan cermin (*mirror inspection*). Proses *exit section* terjadi pada mesin *tension reel* yang berjumlah 2 mesin, yang digunakan secara bergantian.

Pada gambar 4.1 disajikan urutan proses pembuatan Tinline mulai dari proses *entry section* hingga *exit section* beserta mesin yang digunakan.



**Gambar 4.1** Proses produksi pembuatan Tinline  
Sumber: PT. Latinusa, Tbk. (2014)

## 4.2 Pengumpulan Data

### 4.2.1 Available Time Lini *Electrolytic Tinning Line*

*Available time* merupakan waktu lini *Electrolytic Tinning Line* yang tersedia untuk melakukan proses produksi dalam satuan jam. Berikut ini merupakan *available time* pada lini *Electrolytic Tinning Line* bulan Januari 2014 – Desember 2014 pada Tabel 4.1.

**Tabel 4.1** Tabel Available Time Lini *Electrolytic Tinning Line*

Bulan (2014)	Calendar Time (Jam)	Holiday (Jam)	Overhaul (Jam)	Available Time (Jam)
Januari	744	0	0	744
Februari	672	0	0	672
Maret	744	0	0	744
April	720	0	0	720
Mei	744	0	0	744
Juni	720	0	0	720
Juli	744	104	0	640
Agustus	744	24	0	720
September	720	0	22	698
Oktober	744	8	154	582
November	720	0	0	720
Desember	744	0	0	744

Sumber: PT. Latinusa, Tbk. (2014)

#### 4.2.2 Loading Time Lini Electrolytic Tinning Line

*Loading time* adalah jumlah aktual yang diharapkan dari sebuah lintasan produksi untuk beroperasi dalam 1 periode tertentu. Berikut ini merupakan *loading time* pada lini *Electrolytic Tinning Line* bulan Januari 2014 – Desember 2014 pada Tabel 4.2.

**Tabel 4.2** Tabel *Loading Time* Lini *Electrolytic Tinning Line*

Bulan (2014)	Available Time (Jam)	Planned Maintenance (Jam)	Loading Time (Jam)
Januari	744	22	722
Februari	672	24	648
Maret	744	70	674
April	720	5	715
Mei	744	39	705
Juni	720	25	695
Juli	640	20	620
Agustus	720	22	698
September	698	20	678
Oktober	582	18	564
November	720	22	698
Desember	744	38	706

Sumber: PT. Latinusa, Tbk. (2014)

#### 4.2.3 Waktu Operasi

Waktu operasi merupakan waktu bersih mesin bekerja tanpa kerusakan. Waktu operasi dibedakan menjadi dua yaitu waktu operasi lini *Electrolytic Tinning Line* dan waktu operasi masing-masing mesin pada lini *Electrolytic Tinning Line*.

##### a. Waktu Operasi Lini *Electrolytic Tinning Line*

Waktu operasi lini didapatkan dari data historis yang ada pada PT. Latinusa, Tbk. Berikut ini merupakan waktu operasi lini *Electrolytic Tinning Line* bulan Januari 2014 – Desember 2014 pada Tabel 4.3.

**Tabel 4.3** Tabel Waktu Operasi Lini *Electrolytic Tinning Line*

Bulan (2014)	Loading Time (Jam)	Downtime (Jam)	Operation Time (Jam)
Januari	722	92.2	629.82
Februari	648	90.1	557.88
Maret	674	81.7	592.35
April	715	48.7	666.27
Mei	705	87	618
Juni	695	119.6	575.4
Juli	620	96.3	523.67
Agustus	698	116.3	581.7
September	678	66.2	611.8
Oktober	564	65.8	498.2
November	698	70.9	627.1
Desember	706	91.2	614.8

Sumber: PT. Latinusa, Tbk. (2014)

b. Waktu Operasi Mesin pada Lini *Electrolytic Tinning Line*

Waktu operasi mesin adalah *load time* dikurangi dengan *downtime*. Berikut ini adalah waktu operasi masing-masing mesin pada lini produksi *Electrolytic Tinning Line* (ETL) bulan Januari 2014 – Desember 2014 pada Tabel 4.4.

**Tabel 4.4** Tabel Waktu Operasi Mesin pada Lini *Electrolytic Tinning Line*

Bulan (2014)	Waktu Operasi Mesin (Jam)						
	<i>Pay Off Reel</i>	<i>Cleaner</i>	<i>Pickler</i>	<i>Tin Coating</i>	<i>Reflow</i>	<i>Chemical</i>	<i>Tension Reel</i>
Januari	707.99	701.57	711.12	669.07	701.03	695.41	708.45
Februari	648.71	628.90	649.96	627.61	634.96	633.28	626.36
Maret	690.00	685.23	695.04	675.25	681.58	630.40	691.78
April	695.49	709.97	711.30	696.66	707.26	707.96	705.00
Mei	731.32	726.12	723.97	700.80	711.15	708.65	729.68
Juni	688.20	675.77	679.75	631.60	664.63	635.30	680.15
Juli	568.34	535.20	554.44	542.44	554.80	518.30	558.20
Agustus	649.03	650.15	653.38	640.42	646.50	631.83	636.82
September	684.08	674.50	688.12	676.18	674.93	673.35	673.92
Oktober	549.38	550.07	551.72	535.60	548.72	539.25	547.58
November	684.97	684.52	688.02	667.22	669.78	667.75	684.75
Desember	709.17	710.80	711.85	691.08	720.37	714.60	702.62

Sumber: PT. Latinusa, Tbk. (2014)

#### 4.2.4 Jumlah Produk Baik Lini *Electrolytic Tinning Line*

Jumlah produk baik adalah jumlah produk yang diproduksi dikurangi jumlah *defect*. Berikut merupakan jumlah produk baik pada lini *Electrolytic Tinning Line* bulan Januari 2014 – Desember 2014 pada Tabel 4.5.

**Tabel 4.5** Tabel Jumlah Produk Baik Lini *Electrolytic Tinning Line*

Bulan (2014)	Hasil Produksi (MT)	Produk Defect (MT)	Jumlah Produk Baik (MT)
Januari	12558	800	11758
Februari	11251	813	10438
Maret	12309	915	11394
April	13058	657	12401
Mei	12448	829	11619
Juni	10696	1059	9637
Juli	8519	671	7848
Agustus	10600	523	10077
September	11286	285	11001
Oktober	9352	613	8739
November	11125	701	10424
Desember	10527	341	10186

Sumber: PT. Latinusa, Tbk. (2014)

#### 4.2.5 Waktu Set-up

Waktu *set-up* didapatkan dari data historis yang ada pada PT. Latinusa, Tbk.

a. Waktu Set-up Lini *Electrolytic Tinning Line*

Berikut ini merupakan waktu *set-up* pada lini *Electrolytic Tinning Line* bulan Januari 2014 – Desember 2014 pada Tabel 4.6.

**Tabel 4.6** Waktu *Set-up* Lini *Electrolytic Tinning Line*

Bulan (2014)	Set-up Time (Jam)
Januari	8
Februari	6
Maret	8
April	1
Mei	3
Juni	11
Juli	26
Agustus	8
September	1
Oktober	8
November	9
Desember	8

Sumber: PT. Latinusa, Tbk. (2014)

b. Waktu *Set-up* mesin *Pay Off Reel*

Berikut ini merupakan waktu *set-up* mesin *Pay Off Reel* pada lini *Electrolytic Tinning Line* bulan Januari 2014 – Desember 2014 pada Tabel 4.7.

**Tabel 4.7** Waktu *Set-up* mesin *Pay Off Reel* Lini ETL

Bulan (2014)	Set-up Time (Jam)
Januari	1.45
Februari	1.74
Maret	3.33
April	0.31
Mei	1.38
Juni	1.30
Juli	1.99
Agustus	4.05
September	0.37
Oktober	1.77
November	1.80
Desember	4.30

Sumber: PT. Latinusa, Tbk. (2014)

#### 4.2.6 *Non Productive Time* Lini *Electrolytic Tinning Line*

*Non productive time* pada PT. Latinusa, Tbk. disebabkan oleh menunggu datangnya TMBP atau tidak tersedianya bahan baku (TMBP). Namun pada tahun 2014 tidak terjadi *idle* yang disebabkan oleh tidak tersedianya bahan baku (TMBP). Berikut ini merupakan *non produktive time* pada lini *Electrolytic Tinning Line* bulan Januari 2014 – Desember 2014 pada Tabel 4.8.

**Tabel 4.8** *Non Productive Time Lini Electrolytic Tinning Line*

Bulan (2014)	Non Productive Time (Jam)
Januari	0
Februari	0
Maret	0
April	0
Mei	0
Juni	0
Juli	0
Agustus	0
September	0
Oktober	0
November	0
Desember	0

Sumber: PT. Latinusa, Tbk. (2014)

#### 4.2.7 Input Produksi Mesin

Data *input* produksi mesin pada lini *Electrolytic Tinning Line* dalam periode Januari hingga Desember 2014 merupakan rekapitulasi dari pengumpulan data produksi. Tabel 4.9 merupakan data *input* produksi masing-masing mesin pada lini *Electrolytic Tinning Line* bulan Januari 2014 – Desember 2014.

**Tabel 4.9** Tabel *Input* Produksi Mesin

Bulan (2014)	Input Produksi Mesin (MT)						
	<i>Pay Off Reel</i>	<i>Cleaner</i>	<i>Pickler</i>	<i>Tin Coating</i>	<i>Reflow</i>	<i>Chemical</i>	<i>Tension Reel</i>
Januari	12558	12558	12558	12558	12558	12558	12558
Februari	11251	11251	11251	11251	11251	11251	11251
Maret	12309	12309	12309	12309	12309	12309	12309
April	13058	13058	13058	13058	13058	13058	13058
Mei	12448	12448	12448	12448	12448	12448	12448
Juni	10696	10696	10696	10696	10696	10696	10696
Juli	8519	8519	8519	8519	8519	8519	8519
Agustus	10600	10600	10600	10600	10600	10600	10600
September	11286	11286	11286	11286	11286	11286	11286
Oktober	9352	9352	9352	9352	9352	9352	9352
November	11125	11125	11125	11125	11125	11125	11125
Desember	10527	10527	10527	10527	10527	10527	10527

Sumber: PT. Latinusa, Tbk. (2014)

#### 4.2.8 Total Downtime

##### a. Total Downtime Lini *Electrolytic Tinning Line*

Ketika melakukan proses produksi sesuai jadwal yang telah ditentukan kadang kala mesin tidak selamanya dapat dipergunakan dengan maksimal. Hal ini dikarenakan ketika proses produksi berjalan mesin mengalami kerusakan, sehingga proses produksi terpaksa dihentikan terlebih dahulu untuk melakukan perbaikan. Keadaan ini disebut dengan *downtime*, dimana *downtime* merupakan kerugian dikarenakan kerusakan mesin saat proses

produksi sedang berjalan sehingga mesin tidak memproduksi dan mengakibatkan tidak adanya produk yang dihasilkan. PT. Latinusa, Tbk. memiliki aktifitas *downtime* seperti rekondisi temperatur *plating*, HDR *plating* 67#2 jatuh dan terkelupas, CDR *plating* 67#2 terlapis timah, dan sebagainya. Tabel 4.10 merupakan data total *downtime* pada lini *Electrolytic Tinning Line* bulan Januari 2014 - Desember 2014.

**Tabel 4.10** Total *Downtime* Lini *Electrolytic Tinning Line*

Bulan (2014)	Total <i>Downtime</i> (Jam)
Januari	92.2
Februari	90.1
Maret	81.7
April	48.7
Mei	87
Juni	119.6
Juli	96.3
Agustus	116.3
September	66.2
Oktober	65.8
November	70.9
Desember	91.2

Sumber: PT. Latinusa, Tbk. (2014)

b. Total *Downtime* Mesin pada Lini *Electrolytic Tinning Line*

Total *downtime* pada masing-masing mesin memiliki nilai yang berbeda-beda karena tidak setiap *downtime* yang dialami oleh sebuah mesin menyebabkan *downtime* pada mesin yang lainnya. Tabel 4.11 adalah data *downtime* mesin pada lini produksi *Electrolytic Tinning Line* (ETL) bulan Januari 2014 – Desember 2014.

**Tabel 4.11** Total *Downtime* Mesin pada Lini *Electrolytic Tinning Line*

Bulan (2014)	Total <i>Downtime</i> Mesin (Jam)						
	<i>Pay Off Reel</i>	<i>Cleaner</i>	<i>Pickler</i>	<i>Tin Coating</i>	<i>Reflow</i>	<i>Chemical</i>	<i>Tension Reel</i>
Januari	24.01	29.53	21.78	58.53	31.05	32.14	24.43
Februari	11.79	30.1	11.04	27.39	25.04	21.72	33.64
Maret	23.85	25.23	20.1	26.1	31.42	70.81	23.32
April	22.51	7.45	6.48	20.06	10.36	8.75	12.78
Mei	9.18	15.63	13.78	33.2	29.35	27.35	11.32
Juni	22.8	25.23	25	56.4	31.87	52.70	28.85
Juli	49.91	67.3	56.06	65.06	52.2	77.95	50.8
Agustus	56.47	60.85	58.62	65.58	63.5	73.17	69.18
September	9.92	19	7.63	14.82	20.57	16.65	20.08
Oktober	17.62	17.93	16.78	30.4	18.28	27.75	20.42
November	20.03	14.48	16.48	28.28	32.72	29.25	25.25
Desember	24.83	20.2	19.15	36.92	18.13	21.65	25.38

Sumber: PT. Latinusa, Tbk. (2014)

#### 4.2.9 Jumlah Cacat Produk

Cacat produk yang dimaksud disini adalah cacat produk yang terjadi selama proses produksi. Tabel 4.12 adalah cacat produk mesin yang terjadi pada lini produksi *Electrolytic Tinning Line* (ETL) bulan Januari 2014 – Desember 2014.

**Tabel 4.12** Jumlah Cacat Produk Mesin pada Lini *Electrolytic Tinning Line*

Bulan (2014)	Cacat Produk Mesin (MT)						
	<i>Pay Off Reel</i>	<i>Cleaner</i>	<i>Pickler</i>	<i>Tin Coating</i>	<i>Reflow</i>	<i>Chemical</i>	<i>Tension Reel</i>
Januari	26.79	48.07	48.07	298.19	113.66	63.89	194.48
Februari	30.54	100.13	81.02	231.73	140.59	99.66	129.22
Maret	15.94	129.83	81.36	339.45	151.28	94.98	106.90
April	21.41	133.19	70.93	175.09	90.72	70.93	95.30
Mei	27.82	137.50	68.77	270.69	177.74	68.77	74.04
Juni	29.59	263.93	100.73	248.95	125.92	122.35	166.91
Juli	22.63	152.41	65.85	203.17	94.54	65.85	79.95
Agustus	12.82	75.25	37.79	208.41	73.30	41.70	82.50
September	21.56	137.10	72.61	306.91	90.13	71.98	115.91
Oktober	17.91	75.50	36.86	213.00	99.56	52.48	117.19
November	32.39	87.56	65.52	221.14	109.49	78.83	106.28
Desember	16.49	40.91	31.59	83.83	95.50	33.18	39.06

Sumber: PT. Latinusa, Tbk. (2014)

#### 4.2.10 Waktu Kerja Mesin

Mesin bekerja selama 24 jam 1 hari yang terbagi dalam 3 *shift* sehingga tidak ada waktu lembur. Pada Tabel 4.13 menunjukkan waktu kerja mesin pada lini produksi *Electrolytic Tinning Line* (ETL) bulan Januari 2014 – Desember 2014.

**Tabel 4.13** Waktu Kerja Mesin pada Lini *Electrolytic Tinning Line*

Bulan (2014)	Waktu Kerja Mesin (Jam)						
	<i>Pay Off Reel</i>	<i>Cleaner</i>	<i>Pickler</i>	<i>Tin Coating</i>	<i>Reflow</i>	<i>Chemical</i>	<i>Tension Reel</i>
Januari	732	731.1	732.9	727.6	732.08	727.54	732.88
Februari	660.5	659	661	655	660	655	660
Maret	713.85	710.46	715.14	701.35	713	701.21	715.1
April	718	717.42	717.78	716.72	717.62	716.71	717.78
Mei	740.5	741.75	737.75	734	740.5	736	741
Juni	711	701	704.75	688	696.5	688	709
Juli	618.25	602.5	610.5	607.5	607	596.25	609
Agustus	705.5	711	712	706	710	705	706
September	694	693.5	695.75	691	695.5	690	694
Oktober	567	568	568.5	566	567	567	568
November	705	699	704.5	695.5	702.5	697	710
Desember	734	731	731	728	738.5	736.25	728

Sumber: PT. Latinusa, Tbk. (2014)

#### 4.2.11 Ideal Cycle Time

*Ideal cycle time* merupakan waktu standar yang dibutuhkan sebuah mesin untuk melakukan proses produksi pada mesin tersebut. *Ideal cycle time* ini adalah kemampuan

lini ETL teoritis yang didapat dari perusahaan. Berikut ini adalah *ideal cycle time* untuk masing-masing mesin pada lini produksi *Electrolytic Tinning Line* (ETL) bulan Januari 2014 – Desember 2014 pada Tabel 4.14.

**Tabel 4.14** *Ideal Cycle Time* pada Lini *Electrolytic Tinning Line*

Bulan (2014)	<i>Ideal Cycle Time (Jam/MT)</i>						
	<i>Pay Off Reel</i>	<i>Cleaner</i>	<i>Pickler</i>	<i>Tin Coating</i>	<i>Reflow</i>	<i>Chemical</i>	<i>Tension Reel</i>
Januari	0.045	0.045	0.045	0.045	0.045	0.045	0.045
Februari	0.045	0.045	0.045	0.045	0.045	0.045	0.045
Maret	0.045	0.045	0.045	0.045	0.045	0.045	0.045
April	0.045	0.045	0.045	0.045	0.045	0.045	0.045
Mei	0.045	0.045	0.045	0.045	0.045	0.045	0.045
Juni	0.045	0.045	0.045	0.045	0.045	0.045	0.045
Juli	0.045	0.045	0.045	0.045	0.045	0.045	0.045
Agustus	0.045	0.045	0.045	0.045	0.045	0.045	0.045
September	0.045	0.045	0.045	0.045	0.045	0.045	0.045
Oktober	0.045	0.045	0.045	0.045	0.045	0.045	0.045
November	0.045	0.045	0.045	0.045	0.045	0.045	0.045
Desember	0.045	0.045	0.045	0.045	0.045	0.045	0.045

Sumber: PT. Latinusa, Tbk. (2014)

### 4.3 Pengolahan Data

Pada pengolahan data ini akan dihitung nilai dari OLE, OEE dan OTE. Nilai OLE dipengaruhi oleh dua faktor yaitu LA dan LPQP. Sedangkan nilai OEE dipengaruhi oleh 3 faktor yaitu *Availibility*, *Performance*, dan *Quality*. Selanjutnya nilai OTE dipengaruhi oleh nilai OEE dan *bottleneck indicator*.

#### 4.3.1 Perhitungan *Line Availability* (LA)

*Line Availibility* (LA) merupakan rasio yang menggambarkan pemanfaatan waktu yang tersedia untuk kegiatan operasi mesin yang digunakan dalam proses produksi. Perhitungan *Line Availibility* (LA) dilakukan per bulan selama periode tahun 2014. Data yang dibutuhkan untuk melakukan perhitungan *Line Availibility* (LA) antara lain *operating time* dan *loading time* pada lini *Electrolytic Tinning Line* (ETL). Berikut ini adalah contoh perhitungan *Line Avalibility* (LA) pada lini *Electrolytic Tinning Line* (ETL) bulan Januari 2014 yang mengacu pada persamaan (2-6).

$$LA = \frac{\text{operating time}}{\text{loading time}} \times 100\%$$

$$LA = \frac{629.82}{722} \times 100\%$$

$$LA = 87.23\%$$

Hasil perhitungan *Line Availability* (LA) tahun 2014 dapat dilihat pada Tabel 4.15.

**Tabel 4.15** *Line Availability* (LA) Tahun 2014

Bulan (2014)	<i>Operating Time</i> (Jam)	<i>Loading Time</i> (Jam)	LA (%)
Januari	629.82	722	87.23
Februari	557.88	648	86.09
Maret	592.35	674	87.89
April	666.27	715	93.18
Mei	618	705	87.66
Juni	575.4	695	82.79
Juli	523.67	620	84.46
Agustus	581.7	698	83.34
September	611.8	678	90.24
Oktober	498.2	564	88.33
November	627.1	698	89.84
Desember	614.8	706	87.08
<b>Rata-rata</b>			<b>87.35</b>

Dari hasil perhitungan *Line Availability* (LA) pada Tabel 4.15 dapat disimpulkan bahwa rata-rata nilai *Line Availability* (LA) pada tahun 2014 adalah sebesar 87.35% dimana *Line Availability* (LA) tertinggi berada pada bulan April yaitu sebesar 93.18% dan *Line Availability* (LA) terendah pada bulan Juni yaitu sebesar 82.79%.

#### 4.3.2 Perhitungan *Line Production Quality Performance* (LPQP)

Perhitungan *Line Production Quality Performance* (LPQP) dilakukan per bulan selama periode tahun 2014. Data yang dibutuhkan untuk melakukan perhitungan *Line Production Quality Performance* (LPQP) antara lain jumlah produk baik, waktu siklus ideal proses produksi, dan *operating time* pada lini produksi *Electrolytic Tinning Line* (ETL). Berikut ini merupakan contoh perhitungan *Line Production Quality Performance* (LPQP) pada bulan Januari 2014 yang mengacu pada persamaan (2-9).

$$LPQP = \frac{\text{jumlah produk baik} \times \text{waktu siklus ideal}}{\text{operating time}} \times 100\%$$

$$LPQP = \frac{11758 \times 0.045}{629.82} \times 100\%$$

$$LPQP = 84.01\%$$

Hasil perhitungan nilai *Line Production Quality Performance* (LPQP) tahun 2014 dapat dilihat pada Tabel 4.16.

**Tabel 4.16** *Line Production Quality Performance (LPQP)* Tahun 2014

Bulan (2014)	Jumlah Produk Baik (MT)	Waktu Siklus Ideal (Jam/MT)	Operating Time (Jam)	LPQP (%)
Januari	11758	0.045	629.82	84.01
Februari	10438	0.045	557.88	84.20
Maret	11394	0.045	592.35	86.56
April	12401	0.045	666.27	83.76
Mei	11619	0.045	618	84.60
Juni	9637	0.045	575.4	75.37
Juli	7848	0.045	523.67	67.44
Agustus	10077	0.045	581.7	77.96
September	11001	0.045	611.8	80.92
Oktober	8739	0.045	498.2	78.94
November	10424	0.045	627.1	74.80
Desember	10186	0.045	614.8	74.56
<b>Rata-rata</b>				<b>79.43</b>

Dari hasil perhitungan pada Tabel 4.16 dapat disimpulkan bahwa rata-rata nilai *Line Production Quality Performance (LPQP)* pada tahun 2014 adalah sebesar 79.43% dimana *Line Production Quality Performance (LPQP)* tertinggi berada pada bulan Maret yaitu sebesar 86.56% dan *Line Production Quality Performance (LPQP)* terendah pada bulan Juli yaitu sebesar 67.44%.

### 4.3.3 Perhitungan *Overall Line Effectiveness (OLE)*

Setelah didapat nilai *Line Availability (LA)* dan *Line Production Quality Performance (LPQP)*, maka selanjutnya adalah menghitung nilai *Overall Line Effectiveness (OLE)* dengan cara mengalikan kedua faktornya tersebut sesuai dengan persamaan (2-5). Berikut ini merupakan contoh perhitungan *Overall Line Effectiveness (OLE)* pada bulan Januari 2014 yang mengacu pada persamaan (2-5).

$$OLE = LA \times LPQP$$

$$OLE = (0.8723 \times 0.8401) \times 100\%$$

$$OLE = 73.28\%$$

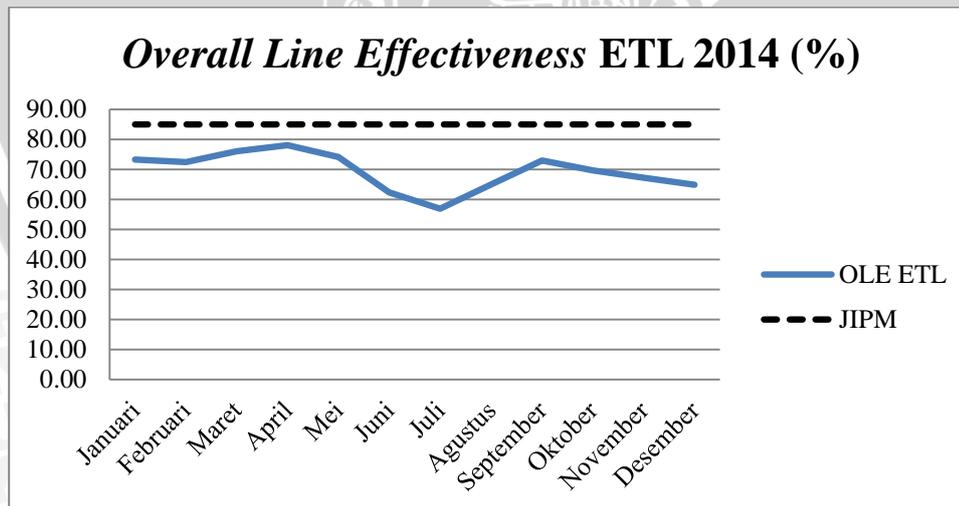
Hasil perhitungan nilai *Overall Line Effectiveness (OLE)* tahun 2014 dapat dilihat pada Tabel 4.17.

**Tabel 4.17** Overall Line Effectiveness (OLE) Tahun 2014

Bulan (2014)	LA (%)	LPQP (%)	OLE (%)
Januari	87.23	84.01	73.28
Februari	86.09	84.2	72.49
Maret	87.89	86.56	76.07
April	93.18	83.76	78.05
Mei	87.66	84.6	74.16
Juni	82.79	75.37	62.40
Juli	84.46	67.44	56.96
Agustus	83.34	77.96	64.97
September	90.24	80.92	73.02
Oktober	88.33	78.94	69.73
November	89.84	74.8	67.20
Desember	87.08	74.56	64.93
<b>Rata-rata</b>			<b>69.44</b>

Dari hasil perhitungan pada Tabel 4.17 dapat disimpulkan bahwa rata-rata nilai Overall Line Effectiveness (OLE) pada tahun 2014 adalah sebesar 69.44% dimana Overall Line Effectiveness (OLE) tertinggi berada pada bulan April yaitu sebesar 78.05% dan Overall Line Effectiveness (OLE) terendah pada bulan Juni yaitu sebesar 62.40%.

Grafik nilai Overall Line Effectiveness (OLE) tahun 2014 dapat dilihat pada Gambar 4.2. Berdasarkan grafik tersebut dapat diketahui bahwa nilai Overall Line Effectiveness (OLE) pada lini Electrolytic Tinning Line tahun 2014, tidak ada yang memenuhi standar Japanese Institute of Plant Maintenance (JIPM) sebesar  $\geq 85\%$ , sehingga perusahaan perlu melakukan perbaikan untuk meningkatkan efektivitas pada lini produksi tersebut.

**Gambar 4.2** Nilai OLE pada lini Electrolytic Tinning Line tahun 2014

#### 4.3.4 Perhitungan *Availability rate* (AR)

*Availability rate* (AR) merupakan kesediaan mesin beroperasi atau pemanfaatan peralatan. Untuk menghitung nilai *Availability rate* perlu untuk mengetahui waktu kerja dan *downtime* mesin. Untuk menghitung *Availability rate* dapat menggunakan persamaan (2-1) seperti pada bab II. Berikut ini adalah contoh perhitungan *Availability rate* pada mesin *Pay Off Reel* bulan Januari 2014.

$$\text{Availability rate (\%)} = \frac{\text{load time} - \text{downtime}}{\text{load time}} \times 100\%$$

$$\text{Availability rate (\%)} = \frac{732 - 24.01}{707.99} \times 100\%$$

$$\text{Availability rate (\%)} = 96.72\%$$

PT. Latinusa, Tbk. setiap hari bekerja selama 24 jam sehingga tidak memiliki waktu lembur, maka *load time* sama dengan waktu kerja mesin. Hasil perhitungan *Availability rate* pada masing-masing mesin akan dijelaskan pada Tabel 4.18 dan Lampiran 1.

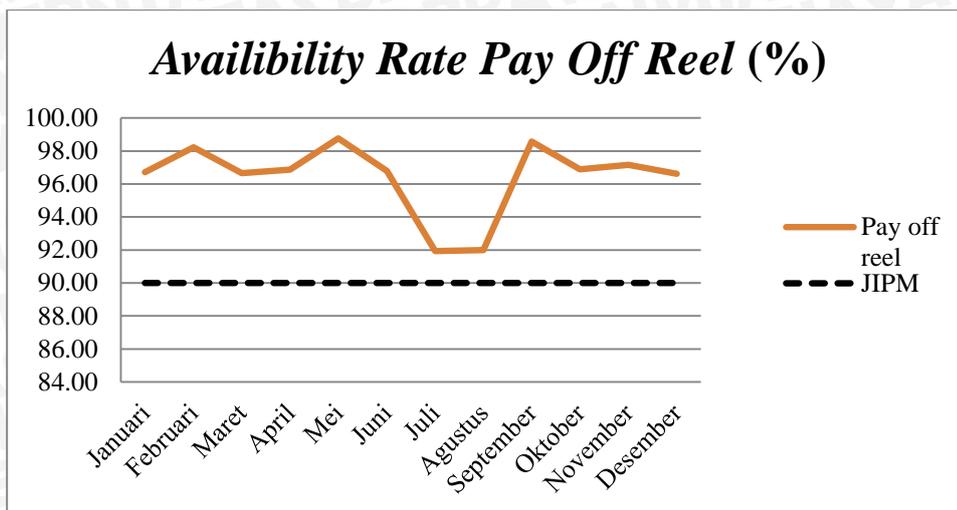
##### a. *Availability rate Pay Off Reel*

Tabel 4.18 menjelaskan hasil perhitunngan *Availability rate Pay Off Reel*.

**Tabel 4.18** *Availability Rate Pay Off Reel*

Bulan (2014)	Loading Time (Jam)	Downtime (Jam)	Operation Time (Jam)	Availability Rate (%)
Januari	732	24.01	707.99	96.72
Februari	660.5	11.79	648.71	98.21
Maret	713.85	23.85	690	96.66
April	718	22.51	695.49	96.86
Mei	740.5	9.18	731.32	98.76
Juni	711	22.8	688.2	96.79
Juli	618.25	49.91	568.34	91.93
Agustus	705.5	56.47	649.03	92.00
September	694	9.92	684.08	98.57
Oktober	567	17.62	549.38	96.89
November	705	20.03	684.97	97.16
Desember	734	24.83	709.17	96.62

Dari Tabel 4.18 yang merupakan hasil perhitungan *Availability rate* dapat dibandingkan dengan standar JIPM untuk *Availability rate* yaitu 90%. Pada Gambar 4.3 dapat dilihat rata-rata *Availability rate Pay Off Reel* telah berada diatas standar JIPM. Pada bulan Januari hingga Desember 2014, *Availability rate Pay Off Reel* berada diatas standar JIPM dan pada bulan Mei *Availability rate Pay Off Reel* mencapai nilai tertingginya yaitu 98.76%. Sedangkan nilai *Availability rate Pay Off Reel* terendah terjadi pada bulan Juli yaitu sebesar 91.93%, namun nilai tersebut masih berada diatas standar JIPM.



**Gambar 4.3** Availability Rate Pay Off Reel

b. *Availability rate Cleaner*

Hasil perhitungan *Availability rate Cleaner* dapat dilihat pada Lampiran 1. *Cleaner* memiliki *Availability rate* sebesar 95.96% pada bulan Januari, kemudian mengalami penurunan pada bulan Februari sebesar 95.43% dan masih berada diatas standar JIPM. Pada bulan Maret hingga April *Availability rate Cleaner* mengalami kenaikan dan pada bulan April *Availability rate Cleaner* mencapai nilai tertinggi selama periode tahun 2014 yaitu 98.96% serta terus berada diatas standar JIPM hingga bulan Juni. Pada bulan Juli *Availability rate Cleaner* berada dibawah standar JIPM dengan nilai terendah 88.83%. Sedangkan pada bulan Agustus hingga Desember 2014 *Availability rate Cleaner* berada diatas standar JIPM.

c. *Availability rate Pickler*

Hasil perhitungan *Availability rate Pickler* dapat dilihat pada Lampiran 1. Rata-rata *Availability rate Pickler* berada diatas standar JIPM. Pada bulan Januari hingga Desember *Availability rate Pickler* berada diatas standar JIPM dengan nilai tertinggi pada bulan April yaitu sebesar 99.10%. Sedangkan pada bulan Juli *Availability rate Pickler* mencapai nilai terendah selama tahun 2014 yaitu sebesar 90.82%, tetapi masih diatas standar JIPM.

d. *Availability rate Tin Coating*

Hasil perhitungan *Availability rate Tin Coating* dapat dilihat pada Lampiran 1. Sama seperti *Pickler*, *Tin Coating* memiliki rata-rata presentase *Availability rate* diatas standar JIPM. Pada bulan Januari hingga Juni, *Availability rate Tin Coating* berada diatas standar JIPM. Pada bulan Juli, *Availability rate Tin Coating* mempunyai nilai terendah selama 2014

yaitu sebesar 89.29% dan berada dibawah standar JIPM. Sedangkan selama bulan Agustus hingga Desember, *Availability rate Tin Coating* masih berada diatas standar JIPM, dengan nilai tertinggi pada bulan September sebesar 97.86%.

e. *Availability rate Reflow*

Hasil perhitungan *Availability rate Reflow* dapat dilihat pada Lampiran 1. *Reflow* memiliki *Availability rate* dengan nilai rata-rata diatas standar JIPM. Nilai *Availability rate Reflow* tertinggi terletak pada bulan April dengan nilai 98.56%. sedangkan nilai *Availability rate Reflow* terendah berada pada bulan Agustus yaitu sebesar 91.06%. Persentase *Availability rate Reflow* pada bulan Januari hingga Desember berada diatas standar JIPM.

f. *Availability rate Chemical*

Hasil perhitungan *Availability rate Chemical* dapat dilihat pada Lampiran 1. *Chemical* memiliki rata-rata presentase *Availability rate* diatas standar JIPM. Pada bulan Januari hingga Desember, ada 2 bulan yang nilai *Availability rate* nya berada dibawah standar JIPM yaitu pada bulan Maret sebesar 89.90% dan Juli sebesar 86.93%. Sedangkan pada bulan April mempunyai nilai *Availability rate Chemical* terbesar yaitu 98.78%.

g. *Availability rate Tension Reel*

Hasil perhitungan *Availability rate Tension Reel* dapat dilihat pada Lampiran 1. *Tension Reel* memiliki *Availability rate* dengan nilai rata-rata diatas standar JIPM. Nilai *Availability rate Tension Reel* tertinggi terletak pada bulan Mei dengan nilai 98.47%. sedangkan nilai *Availability rate Tension Reel* terendah berada pada bulan Agustus yaitu sebesar 90.20%. Persentase *Availability rate Tension Reel* pada bulan Januari hingga Desember berada diatas standar JIPM.

#### 4.3.5 Perhitungan *Performance rate* (PR)

Untuk mendapatkan nilai *Performance rate* perlu mengetahui beberapa data seperti data *input* produksi, *ideal cycle time*, *load time*, dan *downtime* mesin. Setiap mesin pada lini *Electrolytic Tinning Line* memiliki *ideal cycle time* yang sama. Hal ini dikarenakan pengaturan motor penggerak *speed* lini *Electrolytic Tinning Line* diatur disatu panel yang terletak disatu *room control*. Sehingga satu panel mengatur semua motor dengan *speed* yang sama. *Performance rate* dapat dihitung dengan menggunakan persamaan (2-2) pada bab II. Berikut ini adalah contoh perhitungan *Performance rate* untuk *Pay Off Reel* pada bulan Januari 2014.

$$\text{Performance rate (\%)} = \frac{\text{input} \times \text{ideal cycle time}}{\text{waktu operasi}} \times 100\%$$

$$\text{Performance rate (\%)} = \frac{12558 \times 0.045}{707.99} \times 100\%$$

$$\text{Performance rate (\%)} = 79.58\%$$

Hasil perhitungan *Performance rate* dapat dilihat pada Tabel 4.19 dan Lampiran 2.

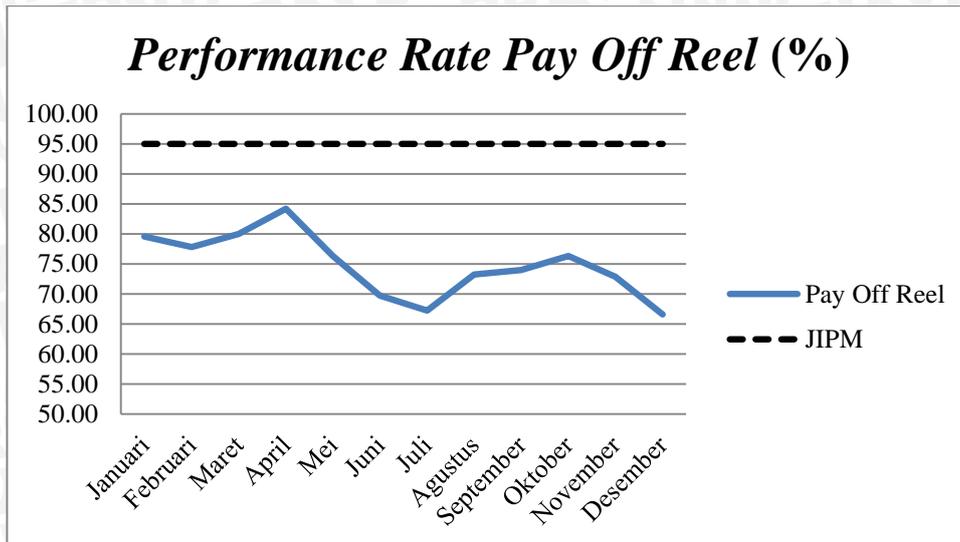
a. *Performance rate Pay Off Reel*

Tabel 4.19 menjelaskan hasil perhitungan *Performance rate* pada *Pay Off Reel*.

**Tabel 4.19** Hasil Perhitungan *Performance rate Pay Off Reel*

Bulan (2014)	Input Produksi (MT)	Ideal Cycle Time (Jam/MT)	Operation Time (Jam)	Performance Rate (%)
Januari	12558	0.045	707.99	79.58
Februari	11251	0.045	648.71	77.81
Maret	12309	0.045	690	80.03
April	13058	0.045	695.49	84.23
Mei	12448	0.045	731.32	76.36
Juni	10696	0.045	688.2	69.73
Juli	8519	0.045	568.34	67.25
Agustus	10600	0.045	649.03	73.27
September	11286	0.045	684.08	74.02
Oktober	9352	0.045	549.38	76.37
November	11125	0.045	684.97	72.86
Desember	10527	0.045	709.17	66.60

Dari hasil perhitungan *Performance rate Pay Off Reel* dapat dilihat bahwa nilai *Performance rate Pay Off Reel* terletak antara 66.60%-84.23%. Namun demikian dibandingkan dengan standar *Performance rate* menurut JIPM nilai tersebut masih dibawah standar yaitu sebesar 95%. Pada bulan April, *Pay Off Reel* memiliki nilai *Performance rate* paling tinggi yaitu sebesar 84.23%. Sedangkan pada bulan Desember, *Pay Off Reel* memiliki nilai *Performance rate* paling rendah yaitu 66.60%. Gambar 4.4 menunjukkan *Performance rate Pay Off Reel*.



**Gambar 4.4** *Performance Rate Pay Off Reel*

b. *Performance rate Cleaner*

Hasil perhitungan *Performance rate Cleaner* dapat dilihat pada Lampiran 2. *Performance rate Cleaner* tahun 2014 berada dibawah standar JIPM. Pada bulan Januari *Performance rate Cleaner* mencapai 80.30%, kemudian mengalami penurunan serta kenaikan hingga akhirnya terus merosot pada bulan Juni. Pada bulan Juli, *Performance rate Cleaner* mengalami kenaikan dan penurunan kembali pada bulan November hingga Desember. Nilai *Performance rate Cleaner* tertinggi berada pada bulan April yaitu sebesar 82.51%. Sedangkan nilai *Performance rate Cleaner* terendah berada pada bulan Desember yaitu sebesar 66.44%.

c. *Performance rate Pickler*

Hasil perhitungan *Performance rate Pickler* dapat dilihat pada Lampiran 2. *Pickler* memiliki *Performance rate* dibawah standar JIPM selama tahun 2014. Sama seperti *Cleaner*, *Pickler* juga mengalami penurunan dan kenaikan *Performance rate* yang fluktuatif antara bulan Januari hingga Desember 2014. *Performance rate Pickler* mencapai nilai terendah pada bulan Desember yaitu sebesar 66.34% dan nilai tertinggi terjadi pada bulan April yaitu 82.36%.

d. *Performance rate Tin Coating*

Hasil perhitungan *Performance rate Tin Coating* dapat dilihat pada Lampiran 2. *Performance rate Tin Coating* rata-rata berada dibawah standar JIPM. Nilai *Performance rate* terendah dari *Tin Coating* terjadi pada bulan Desember sebesar 68.34% dan

*Performance rate Tin Coating* tertinggi berada pada bulan Januari yaitu 84.21%, namun nilai tersebut masih berada dibawah standar JIPM.

e. *Performance rate Reflow*

Hasil perhitungan *Performance rate Reflow* dapat dilihat pada Lampiran 2. Nilai *Performance rate Reflow* periode tahun 2014 cenderung fluktuatif. Pada bulan April *Performance rate Reflow* mencapai nilai tertinggi selama tahun 2014 yaitu 82.83%. Sedangkan nilai *Performance rate Reflow* terendah selama tahun 2014 terjadi pada bulan Desember sebesar 65.56%. Dengan demikian dapat disimpulkan bahwa nilai *Performance rate Reflow* selama periode tahun 2014 berada dibawah standar JIPM.

f. *Performance rate Chemical*

Hasil perhitungan *Performance rate Chemical* dapat dilihat pada Lampiran 2. *Chemical* memiliki *Performance rate* sebesar 81.02% pada bulan Januari. Nilai tersebut terus menurun hingga bulan Februari mencapai nilai 79.70%. Pada bulan Maret nilai *Performance rate Chemical* mengalami kenaikan hingga 87.60% dan merupakan nilai tertinggi dari *Performance rate Chemical*. Tetapi pada bulan setelahnya, nilai *Performance rate Chemical* terus menurun hingga bulan Juli. Pada bulan Agustus nilai *Performance rate Chemical* mengalami kenaikan menjadi 75.27% dan kembali mengalami penurunan dan kenaikan kembali, hingga mencapai nilai terendah pada bulan Desember sebesar 66.09%. Sehingga dapat disimpulkan bahwa nilai *Performance rate Chemical* berada dibawah standar JIPM selama periode 2014.

g. *Performance rate Tension Reel*

Hasil perhitungan *Performance rate Tension Reel* dapat dilihat pada Lampiran 2. *Performance rate Tension Reel* mencapai nilai 79.52% pada bulan Januari, kemudian mengalami kenaikan dan penurunan hingga bulan Maret. Pada bulan April nilai *Performance rate Tension Reel* sebesar 83.10% dan merupakan nilai tertinggi selama periode 2014. Selanjutnya nilai *Performance rate Tension Reel* mengalami penurunan dan kenaikan kembali hingga bulan November. Pada bulan Desember, *Performance rate Tension Reel* mencapai nilai terendah yaitu sebesar 67.22%. Maka nilai *Performance rate Tension Reel* selama periode tahun 2014 berada dibawah standar JIPM.

#### 4.3.6 Perhitungan *Rate Of Quality (RQ)*

Untuk mendapatkan nilai *Rate of Quality* masing-masing mesin, perlu mengetahui data *input* produksi dan cacat produk. Untuk menghitung nilai *Rate of Quality* dapat

dilakukan dengan menggunakan persamaan (2-3) pada bab II. Berikut ini merupakan contoh perhitungan *Rate of Quality Pay Off Reel* pada bulan Januari 2014.

$$\text{Rate of Quality (\%)} = \frac{\text{input} - \text{quality defect}}{\text{production input}} \times 100\%$$

$$\text{Rate of Quality (\%)} = \frac{12558 - 26.79}{12558} \times 100\%$$

$$\text{Rate of Quality (\%)} = 99.79\%$$

Pada lini produksi *Electrolytic Tinning Line* PT. Latinusa, Tbk. mengalami cacat produk berupa *unmelted*, *solution stain*, *ripple*, dan lain-lain. Untuk hasil perhitungan *Rate of Quality* masing-masing mesin pada lini produksi *Electrolytic Tinning Line* dapat dilihat pada Tabel 4.20 dan Lampiran 3.

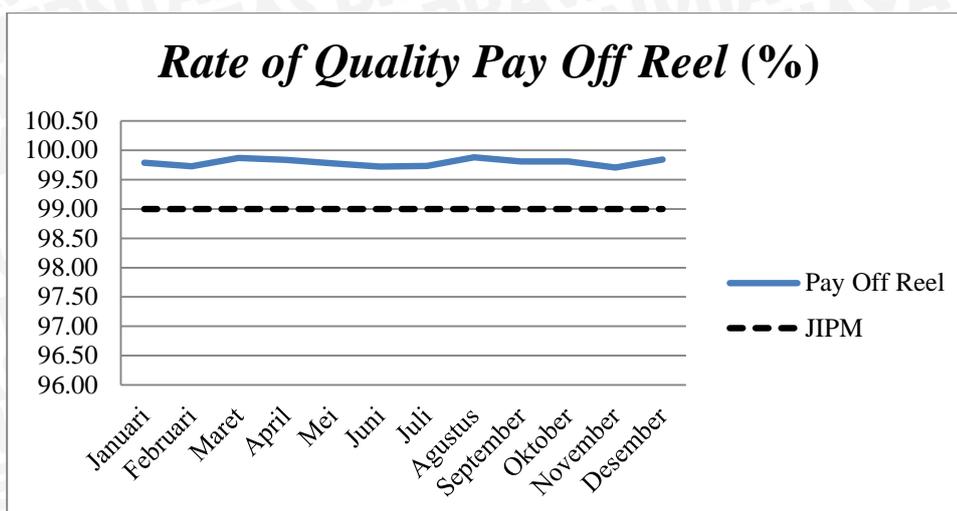
a. *Rate of Quality Pay Off Reel*

Tabel 4.20 menjelaskan hasil perhitungan *Rate of Quality* pada *Pay Off Reel*.

**Tabel 4.20** Hasil perhitungan *Rate of Quality Pay Off Reel*

Bulan (2014)	Input Produksi (MT)	Cacat Produk (MT)	Rate Of Quality (%)
Januari	12558	26.79	99.79
Februari	11251	30.54	99.73
Maret	12309	15.94	99.87
April	13058	21.41	99.84
Mei	12448	27.82	99.78
Juni	10696	29.59	99.72
Juli	8519	22.63	99.73
Agustus	10600	12.82	99.88
September	11286	21.56	99.81
Oktober	9352	17.91	99.81
November	11125	32.39	99.71
Desember	10527	16.49	99.84

Nilai *Rate of Quality Pay Off Reel* diatas standar JIPM yaitu 99%. Nilai *Rate of Quality Pay Off Reel* pada bulan Januari mencapai 99.79% kemudian mengalami penurunan dan kenaikan hingga akhirnya pada bulan Desember mencapai 99.84%. Nilai *Rate of Quality Pay Off Reel* mencapai nilai terendah pada bulan November yaitu 99.71%. Sedangkan nilai *Rate of Quality Pay Off Reel* tertinggi berada pada bulan Agustus yaitu 99.88%. Berikut ini merupakan Gambar 4.5 yang menunjukkan nilai *Rate of Quality Pay Off Reel* dibandingkan dengan standar JIPM.



**Gambar 4.5** Rate Of Quality Pay Off Reel

b. *Rate of Quality Cleaner*

Hasil perhitungan *Rate of Quality Cleaner* dapat dilihat pada Lampiran 3. *Cleaner* memiliki *Rate of Quality* sebesar 99.62% pada bulan Januari dan mencapai nilai tertinggi selama periode tahun 2014, kemudian mengalami kenaikan pada bulan Februari sebesar 99.11% tetapi masih berada diatas standar JIPM. Pada bulan Maret hingga Juli, *Rate of Quality Cleaner* berada dibawah standar JIPM dan kembali meningkat pada bulan Agustus sebesar 99.29%. Selanjutnya mengalami penurunan kembali pada bulan September sebesar 98.79% dan berada dibawah standar JIPM. Pada bulan Oktober hingga Desember, *Rate of Quality Cleaner* mengalami kenaikan serta berada diatas standar JIPM. *Rate of Quality Cleaner* mencapai nilai terendah selama periode tahun 2014 pada bulan Juni sebesar 97.53% dan berada dibawah standar JIPM.

c. *Rate of Quality Pickler*

Hasil perhitungan *Rate of Quality Pickler* dapat dilihat pada Lampiran 3. Sama dengan *Rate of Quality Pay Off Reel*, rata-rata *Rate of Quality Pickler* berada diatas standar JIPM. Pada bulan Januari hingga Desember *Rate of Quality Pickler* berada diatas standar JIPM dengan nilai tertinggi pada bulan Desember yaitu sebesar 99.70%. Sedangkan pada bulan Juni *Rate of Quality Pickler* mencapai nilai terendah selama tahun 2014 yaitu sebesar 99.06%, tetapi masih diatas standar JIPM.

d. *Rate of Quality Tin Coating*

Hasil perhitungan *Rate of Quality Tin Coating* dapat dilihat pada Lampiran 3. Pada bulan Januari hingga November, *Rate of Quality Tin Coating* berada dibawah standar JIPM. Sedangkan pada bulan Desember *Tin Coating* mencapai nilai tertinggi sebesar

99.20% dan berada diatas standar JIPM. *Tin Coating* mencapai nilai terendah sebesar 97.24% pada bulan Maret.

e. *Rate of Quality Reflow*

Hasil perhitungan *Rate of Quality Reflow* dapat dilihat pada Lampiran 3. *Reflow* memiliki *Rate of Quality* sebesar 99.09% pada bulan Januari dan berada diatas standar JIPM. Nilai tersebut terus menurun hingga bulan Maret mencapai nilai 98.77% dan berada dibawah standar JIPM. Pada bulan April nilai *Rate of Quality Reflow* mengalami kenaikan hingga 99.31%. Tetapi pada bulan setelahnya, nilai *Rate of Quality Reflow* terus menurun hingga bulan Juli sebesar 98.89% dan berada dibawah standar JIPM. Pada bulan Agustus, nilai *Rate of Quality Reflow* mengalami kenaikan menjadi 99.31% dan kembali mengalami penurunan hingga bulan Desember. Namun pada bulan Oktober, nilai *Rate of Quality Reflow* berada dibawah standar JIPM yaitu 98.94%. Nilai *Rate of Quality Reflow* mencapai nilai tertinggi yaitu pada bulan April dan Agustus sebesar 99.31%. Sedangkan nilai *Rate of Quality Reflow* terendah terjadi pada bulan Mei yaitu sebesar 98.57% dan berada dibawah standar JIPM.

f. *Rate of Quality Chemical*

Hasil perhitungan *Rate of Quality Chemical* dapat dilihat pada Lampiran 3. *Chemical* memiliki *Rate of Quality* sebesar 99.49% pada bulan Januari, kemudian mengalami penurunan pada bulan Mei sebesar 99.45% dan masih berada diatas standar JIPM. Pada bulan Juni, *Rate of Quality Chemical* berada dibawah standar JIPM sebesar 98.86% dan merupakan nilai terendah dari *Rate of Quality Chemical* selama periode 2014. Kemudian pada bulan Juli hingga Desember, nilai *Rate of Quality Chemical* mengalami penurunan serta kenaikan, namun masih berada diatas standar JIPM. Nilai *Rate of Quality Chemical* tertinggi berada pada bulan Desember yaitu sebesar 99.68%.

g. *Rate of Quality Tension Reel*

Hasil perhitungan *Rate of Quality Tension Reel* dapat dilihat pada Lampiran 3. Pada bulan Januari hingga Februari, *Tension Reel* memiliki *Rate of Quality* yang berada dibawah standar JIPM, yaitu sebesar 98.45% dan 98.85%. Selanjutnya pada bulan Maret hingga Mei, *Rate of Quality Tension Reel* berada diatas standar JIPM, yaitu sebesar 99.13%, 99.27%, dan 99.41%. Kemudian pada bulan Juni, *Rate of Quality Tension Reel* kembali berada dibawah standar JIPM sebesar 98.44% dan merupakan nilai *Rate of Quality Tension Reel* terendah selama periode 2014. Pada bulan Juli dan Agustus, nilai *Rate of Quality Tension Reel* kembali meningkat dan berada diatas standar JIPM, yaitu 99.06% dan 99.22%. Tetapi pada bulan setelahnya, nilai *Rate of Quality Tension Reel* terus

menurun hingga bulan Oktober sebesar 98.75% dan berada dibawah standar JIPM. Pada bulan November hingga Desember, nilai *Rate of Quality Tension Reel* mengalami kenaikan sebesar 99.04% dan 99.63%, kedua nilai tersebut berada diatas standar JIPM.

#### 4.3.7 Perhitungan *Overall Equipment Effectiveness* (OEE)

Setelah menghitung nilai *Availability rate*, *Performance rate*, dan *Rate of Quality* dapat dilakukan perhitungan nilai *Overall Equipment Effectiveness*. Nilai OEE merupakan hasil perkalian dari ketiga nilai yang telah dihitung sebelumnya. Berikut ini adalah contoh perhitungan OEE untuk *Pay Off Reel* pada bulan Januari 2014 yang mengacu pada persamaan (2-4).

$$OEE(\%) = Availability\ rate \times Performance\ rate \times Rate\ of\ Quality \times 100\%$$

$$OEE(\%) = 96.72\% \times 79.58\% \times 99.79\% \times 100\%$$

$$OEE(\%) = 76.80\%$$

Menurut Hansen (2001) nilai OEE < 65% tidak dapat diterima, 65-75% cukup baik dengan hanya ada kecenderungan adanya peningkatan tiap kuartalnya, dan 75-85% berarti sangat bagus untuk terus ditingkatkan hingga *world class*. Untuk hasil perhitungan OEE pada mesin di lini produksi *Electolytic Tinning Line* dapat dilihat pada Tabel 4.21 dan Lampiran 4.

##### a. *Overall Equipment Effectiveness* pada *Pay Off Reel*

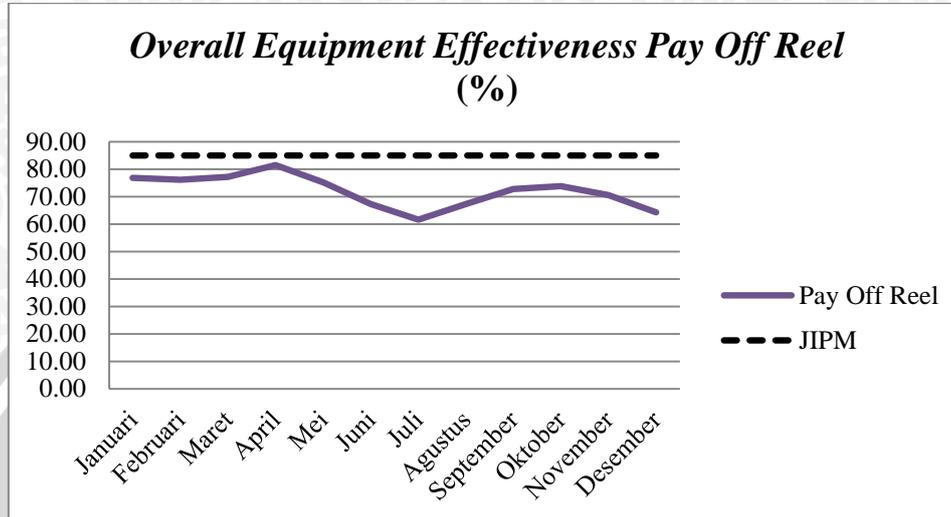
Tabel 4.21 menjelaskan hasil perhitungan *Overall Equipment Effectiveness* pada *Pay Off Reel*.

**Tabel 4.21** Hasil Perhitungan *Overall Equipment Effectiveness* *Pay Off Reel*

Bulan (2014)	<i>Availability Rate</i> (%)	<i>Performance Rate</i> (%)	<i>Rate Of Quality</i> (%)	OEE (%)
Januari	96.72	79.58	99.79	76.80
Februari	98.21	77.81	99.73	76.21
Maret	96.66	80.03	99.87	77.26
April	96.86	84.23	99.84	81.46
Mei	98.76	76.36	99.78	75.25
Juni	96.79	69.73	99.72	67.30
Juli	91.93	67.25	99.73	61.65
Agustus	92.00	73.27	99.88	67.32
September	98.57	74.02	99.81	72.82
Oktober	96.89	76.37	99.81	73.85
November	97.16	72.86	99.71	70.59
Desember	96.62	66.60	99.84	64.24

Untuk hasil perhitungan OEE *Pay Off Reel* seluruhnya masih berada dibawah standar JIPM yaitu 85%. Pada bulan Juni hingga Desember memiliki OEE *Pay Off Reel* diantara 65-75% sehingga nilai OEE pada bulan tersebut telah cukup baik. Sedangkan pada bulan

Januari hingga Mei, OEE mencapai nilai yang sangat baik yaitu antara 75-85%. Namun demikian nilai OEE harus ditingkatkan agar dapat mencapai standar JIPM. Nilai tertinggi yang dicapai oleh *Pay Off Reel* pada bulan April yaitu 81.46% dan nilai terendahnya adalah 61.65% pada bulan Juli. Pada Gambar 4.6 dapat dilihat hasil perhitungan OEE dibandingkan dengan standar JIPM.



**Gambar 4.6** Overall Equipment Effectiveness Pay Off Reel

b. *Overall Equipment Effectiveness* pada *Cleaner*

Hasil perhitungan *Overall Equipment Effectiveness Cleaner* dapat dilihat pada Lampiran 4. *Cleaner* memiliki nilai OEE dibawah standar JIPM. Pada bulan Mei hingga Desember nilai OEE terletak diantara 65-75%, dengan demikian nilai OEE pada bulan tersebut cukup baik. Sedangkan pada bulan Januari hingga April, OEE mencapai nilai yang sangat baik yaitu antara 75-85%. Namun demikian nilai OEE harus ditingkatkan agar dapat mencapai standar JIPM. *Cleaner* mencapai nilai OEE tertinggi pada bulan April sebesar 80.82% dan nilai terendahnya 62.30% pada bulan Juli.

c. *Overall Equipment Effectiveness* pada *Pickler*

Hasil perhitungan *Overall Equipment Effectiveness Pickler* dapat dilihat pada Lampiran 4. OEE *Pickler* berada dibawah standar JIPM. Pada bulan Juni hingga Desember nilai OEE terletak diantara 65-75% yang berarti bahwa nilai OEE cukup baik. Sedangkan pada bulan Januari hingga Mei, nilai OEE berada diantara 75-85% yang artinya nilai OEE sangat baik. Namun demikian nilai OEE harus ditingkatkan agar dapat mencapai standar JIPM. *Pickler* mencapai nilai OEE tertinggi pada bulan April sebesar 81.17% dan nilai terendahnya 62.12% pada bulan Juli.

d. *Overall Equipment Effectiveness* pada *Tin Coating*

Hasil perhitungan *Overall Equipment Effectiveness Tin Coating* dapat dilihat pada Lampiran 4. *Tin Coating* memiliki nilai OEE dibawah standar JIPM. Pada bulan Mei hingga Desember nilai OEE terletak diantara 65-75%, itu berarti nilai OEE cukup baik. Sedangkan pada bulan Januari hingga April, OEE mencapai nilai yang sangat baik yaitu antara 75-85%. Namun demikian nilai OEE harus ditingkatkan agar dapat mencapai standar JIPM. *Tin Coating* mencapai nilai OEE tertinggi pada bulan April sebesar 80.64% dan nilai terendahnya 61.41% pada bulan Juli.

e. *Overall Equipment Effectiveness* pada *Reflow*

Hasil perhitungan *Overall Equipment Effectiveness Reflow* dapat dilihat pada Lampiran 4. OEE *Reflow* berada dibawah standar JIPM. OEE *Reflow* pada bulan Mei hingga Desember terletak diantara 65-75% artinya bahwa nilai OEE cukup baik. Sedangkan pada bulan Januari hingga April, nilai OEE berada diantara 75-85% yang artinya nilai OEE sangat baik. Namun demikian nilai OEE harus ditingkatkan agar dapat mencapai standar JIPM. *Reflow* mencapai nilai OEE tertinggi pada bulan April sebesar 81.07% dan nilai terendahnya 62.26% pada bulan Juli.

f. *Overall Equipment Effectiveness* pada *Chemical*

Hasil perhitungan *Overall Equipment Effectiveness Chemical* dapat dilihat pada Lampiran 4. OEE *Chemical* berada dibawah standar JIPM. Pada bulan Juni hingga Desember nilai OEE antara 65-75%, artinya nilai OEE cukup baik. Sedangkan pada bulan Januari hingga Mei nilai OEE berada diantara 75-85% yang artinya nilai OEE sangat baik. Namun demikian nilai OEE harus ditingkatkan agar dapat mencapai standar JIPM. *Chemical* mencapai nilai OEE tertinggi pada bulan April sebesar 81.29% dan nilai terendahnya 63.60% pada bulan Juli.

g. *Overall Equipment Effectiveness* pada *Tension Reel*

Hasil perhitungan *Overall Equipment Effectiveness Tension Reel* dapat dilihat pada Lampiran 4. OEE *Tension Reel* berada dibawah standar JIPM. Pada bulan Mei hingga Desember nilai OEE terletak diantara 65-75% yang berarti bahwa nilai OEE cukup baik. Sedangkan pada bulan Januari hingga April, nilai OEE berada diantara 75-85% yang artinya nilai OEE sangat baik. Namun demikian nilai OEE harus ditingkatkan agar dapat mencapai standar JIPM. *Tension Reel* mencapai nilai OEE tertinggi pada bulan April sebesar 81.02% dan nilai terendahnya 62.17% pada bulan Juli.

#### 4.3.8 Perhitungan *Overall Throughput Effectiveness* (OTE)

Pada tahap ini dilakukan perhitungan nilai *Overall Throughput Effectiveness* (OTE) dari sistem produksi untuk mengetahui efektivitas suatu sistem yang terdiri dari peralatan-peralatan yang saling terintegrasi. Sebelum menghitung nilai OTE, terlebih dahulu dihitung nilai *bottleneck indicator* dari tiap mesin. Setelah didapatkan nilai *bottleneck indicator* dari setiap mesin, selanjutnya menghitung nilai *Overall Throughput Effectiveness* (OTE) berdasarkan pada nilai rata-rata *bottleneck indicator* terkecil dari setiap mesin. Berikut ini merupakan contoh perhitungan *bottleneck indicator* untuk *Pay Off Reel* pada bulan Januari 2014 yang mengacu pada persamaan (2-15).

$$\prod_{j=i+1}^n Q_{eff(j)} = 99.62\% \times 99.62\% \times 97.63\% \times 99.09\% \times 99.49\% \times 98.45\% = 94.04\%$$

$$\text{Bottleneck indicator} = 76.80\% \times 22.29 \times 94.04\% = 16.10$$

Nilai *ideal cycle time* sebesar 22.29 MT/Jam merupakan kemampuan lini *Electrolytic Tinning Line* (ETL) teoritis yang didapat dari perusahaan. Adapun hasil perhitungan *bottleneck indicator* masing-masing mesin dapat dilihat pada Tabel 4.22 hingga 4.27.

##### a. Perhitungan *Bottleneck Indicator* pada *Pay Off Reel*

Tabel 4.22 menjelaskan hasil perhitungan *bottleneck indicator* pada *Pay Off Reel*.

**Tabel 4.22** Hasil Perhitungan *Bottleneck Indicator* *Pay Off Reel*

Bulan (2014)	OEE (%)	<i>Ideal Cycle Time</i> (MT/Jam)	$\prod_{j=i+1}^n Q_{eff(j)}$	<i>Bottleneck Indicator</i>
Januari	76.80	22.29	94.04%	16.10
Februari	76.21	22.29	93.24%	15.84
Maret	77.26	22.29	92.86%	15.99
April	81.46	22.29	95.22%	17.29
Mei	75.25	22.29	93.75%	15.72
Juni	67.30	22.29	90.75%	13.61
Juli	61.65	22.29	92.47%	12.71
Agustus	67.32	22.29	95.19%	14.29
September	72.82	22.29	93.15%	15.12
Oktober	73.85	22.29	93.80%	15.44
November	70.59	22.29	94.13%	14.81
Desember	64.24	22.29	96.96%	13.88
<b>Rata - Rata</b>				<b>15.07</b>

Dari hasil perhitungan pada Tabel 4.22 dapat diketahui bahwa rata-rata *bottleneck indicator* pada mesin *Pay Off Reel* adalah 15.07 dimana nilai *bottleneck indicator* tertinggi terjadi pada bulan April yaitu 17.29 dan *bottleneck indicator* terendah terjadi pada bulan Juli yaitu 12.71.

##### b. Perhitungan *Bottleneck Indicator* pada *Cleaner*

Tabel 4.23 menjelaskan hasil perhitungan *bottleneck indicator* pada *Cleaner*.

**Tabel 4.23** Hasil Perhitungan *Bottleneck Indicator Cleaner*

Bulan (2014)	OEE (%)	Ideal Cycle Time (MT/Jam)	$\prod_{j=i+1}^n Q_{eff(j)}$	Bottleneck Indicator
Januari	76.77	22.29	94.40%	16.15
Februari	75.91	22.29	94.08%	15.92
Maret	76.91	22.29	93.85%	16.09
April	80.82	22.29	96.21%	17.33
Mei	74.46	22.29	94.80%	15.73
Juni	66.76	22.29	93.04%	13.85
Juli	62.30	22.29	94.15%	13.07
Agustus	66.41	22.29	95.88%	14.19
September	72.12	22.29	94.29%	15.16
Oktober	73.27	22.29	94.56%	15.44
November	70.84	22.29	94.88%	14.98
Desember	64.36	22.29	97.34%	13.96
<b>Rata – Rata</b>				<b>15.16</b>

Dari hasil perhitungan pada Tabel 4.23 dapat diketahui bahwa rata-rata *bottleneck indicator* pada mesin *Cleaner* adalah 15.16 dimana nilai *bottleneck indicator* tertinggi terjadi pada bulan April yaitu 17.33 dan *bottleneck indicator* terendah terjadi pada bulan Juli yaitu 13.07.

c. Perhitungan *Bottleneck Indicator* pada *Pickler*

Tabel 4.24 menjelaskan hasil perhitungan *bottleneck indicator* pada *Pickler*.

**Tabel 4.24** Hasil Perhitungan *Bottleneck Indicator Pickler*

Bulan (2014)	OEE (%)	Ideal Cycle Time (MT/Jam)	$\prod_{j=i+1}^n Q_{eff(j)}$	Bottleneck Indicator
Januari	76.58	22.29	94.76%	16.17
Februari	75.81	22.29	94.76%	16.01
Maret	76.71	22.29	94.48%	16.15
April	81.17	22.29	96.73%	17.50
Mei	75.28	22.29	95.33%	16.00
Juni	67.45	22.29	93.93%	14.12
Juli	62.12	22.29	94.89%	13.14
Agustus	66.55	22.29	96.22%	14.27
September	72.31	22.29	94.90%	15.30
Oktober	73.51	22.29	94.93%	15.56
November	70.43	22.29	95.44%	14.98
Desember	64.41	22.29	97.63%	14.02
<b>Rata - Rata</b>				<b>15.27</b>

Dari hasil perhitungan pada Tabel 4.24 dapat diketahui bahwa rata-rata *bottleneck indicator* pada mesin *Pickler* adalah 15.27 dimana nilai *bottleneck indicator* tertinggi terjadi pada bulan April yaitu 17.50 dan *bottleneck indicator* terendah terjadi pada bulan Juli yaitu 13.14.

d. Perhitungan *Bottleneck Indicator* pada *Tin Coating*

Tabel 4.25 menjelaskan hasil perhitungan *bottleneck indicator* pada *Tin Coating*.

**Tabel 4.25** Hasil Perhitungan *Bottleneck Indicator Tin Coating*

Bulan (2014)	OEE (%)	Ideal Cycle Time (MT/Jam)	$\prod_{j=i+1}^n Q_{eff(j)}$	Bottleneck Indicator
Januari	75.59	22.29	97.06%	16.36
Februari	75.47	22.29	96.75%	16.28
Maret	76.57	22.29	97.16%	16.58
April	80.64	22.29	98.05%	17.62
Mei	74.43	22.29	97.44%	16.17
Juni	68.12	22.29	96.17%	14.60
Juli	61.41	22.29	97.20%	13.31
Agustus	66.03	22.29	98.15%	14.45
September	71.28	22.29	97.56%	15.50
Oktober	72.44	22.29	97.15%	15.69
November	70.34	22.29	97.37%	15.27
Desember	64.36	22.29	98.41%	14.12
<b>Rata - Rata</b>				<b>15.49</b>

Dari hasil perhitungan pada Tabel 4.25 dapat diketahui bahwa rata-rata *bottleneck indicator* pada mesin *Tin Coating* adalah 15.49 dimana nilai *bottleneck indicator* tertinggi terjadi pada bulan April yaitu 17.62 dan *bottleneck indicator* terendah terjadi pada bulan Juli yaitu 13.31.

e. Perhitungan *Bottleneck Indicator* pada *Reflow*

Tabel 4.26 menjelaskan hasil perhitungan *bottleneck indicator* pada *Reflow*.

**Tabel 4.26** Hasil Perhitungan *Bottleneck Indicator Reflow*

Bulan (2014)	OEE (%)	Ideal Cycle Time (MT/Jam)	$\prod_{j=i+1}^n Q_{eff(j)}$	Bottleneck Indicator
Januari	76.26	22.29	97.95%	16.65
Februari	75.52	22.29	97.98%	16.49
Maret	76.50	22.29	98.37%	16.77
April	81.07	22.29	98.73%	17.84
Mei	74.34	22.29	98.86%	16.38
Juni	68.08	22.29	97.31%	14.77
Juli	62.26	22.29	98.30%	13.64
Agustus	66.52	22.29	98.83%	14.65
September	72.22	22.29	98.34%	15.83
Oktober	73.21	22.29	98.19%	16.02
November	70.35	22.29	98.34%	15.42
Desember	63.37	22.29	99.31%	14.03
<b>Rata-rata</b>				<b>15.71</b>

Dari hasil perhitungan pada Tabel 4.26 dapat diketahui bahwa rata-rata *bottleneck indicator* pada mesin *Reflow* adalah 15.71 dimana nilai *bottleneck indicator* tertinggi terjadi pada bulan April yaitu 17.84 dan *bottleneck indicator* terendah terjadi pada bulan Juli yaitu 13.64.

f. Perhitungan *Bottleneck Indicator* pada *Chemical*

Tabel 4.27 menjelaskan hasil perhitungan *bottleneck indicator* pada *Chemical*.

**Tabel 4.27** Hasil Perhitungan *Bottleneck Indicator Chemical*

Bulan (2014)	OEE (%)	Ideal Cycle Time (MT/Jam)	$\prod_{j=i+1}^n Q_{eff(j)}$	Bottleneck Indicator
Januari	77.04	22.29	98.45%	16.91
Februari	76.38	22.29	98.85%	16.83
Maret	78.14	22.29	99.13%	17.27
April	81.29	22.29	99.27%	17.99
Mei	75.46	22.29	99.41%	16.72
Juni	68.95	22.29	98.44%	15.13
Juli	63.60	22.29	99.06%	14.04
Agustus	67.19	22.29	99.22%	14.86
September	72.91	22.29	98.97%	16.09
Oktober	73.58	22.29	98.75%	16.20
November	71.10	22.29	99.04%	15.70
Desember	63.94	22.29	99.63%	14.20
<b>Rata – Rata</b>				<b>15.99</b>

Dari hasil perhitungan pada Tabel 4.27 dapat diketahui bahwa rata-rata *bottleneck indicator* pada mesin *Chemical* adalah 15.99 dimana nilai *bottleneck indicator* tertinggi terjadi pada bulan April yaitu 17.99 dan *bottleneck indicator* terendah terjadi pada bulan Juli yaitu 14.04.

Dari Tabel 4.22 hingga Tabel 4.27 dapat diketahui bahwa mesin yang memiliki nilai *bottleneck indicator* terkecil untuk setiap bulan adalah mesin *Pay Off Reel* yaitu sebesar 15.07. Dari nilai *bottleneck indicator* terkecil, selanjutnya dicari nilai *Overall Throughput Effectiveness* (OTE) rangkaian subsistem seri berdasarkan persamaan (2-15). Berikut ini merupakan contoh perhitungan dari *Overall Throughput Effectiveness* (OTE) *Pay Off Reel* pada bulan Januari 2014 yang mengacu pada persamaan (2-13).

$$OTE (\%) = \frac{\text{Bottleneck Indicator}}{\text{Ideal Cycle Time}} \times 100\%$$

$$OTE (\%) = \frac{16.10}{22.29} \times 100\%$$

$$OTE (\%) = 72.22\%$$

Dari hasil perhitungan diatas diperoleh nilai performansi sistem produksi perusahaan yang ditunjukkan dalam bentuk nilai *Overall Throughput Effectiveness* (OTE). Jika *Overall Equipment Effectiveness* (OEE) mengukur efektivitas produksi mesin maka *Overall Throughput Effectiveness* (OTE) menggambarkan efektivitas sistem produksi secara keseluruhan. Berikut ini merupakan hasil perhitungan *Overall Throughput Effectiveness* (OTE) pada *Pay Off Reel* di lini produksi *Electrolytic Tinning Line* periode tahun 2014 dapat dilihat pada Tabel 4.28.

**Tabel 4.28** Overall Throughput Effectiveness (OTE) Tahun 2014

Bulan (2014)	Ideal Cycle time (MT/Jam)	Bottleneck Indicator (MT/Jam)	OTE (%)
Januari	22.29	16.10	72.22
Februari	22.29	15.84	71.06
Maret	22.29	15.99	71.74
April	22.29	17.29	77.57
Mei	22.29	15.72	70.55
Juni	22.29	13.61	61.08
Juli	22.29	12.71	57.01
Agustus	22.29	14.29	64.09
September	22.29	15.12	67.83
Oktober	22.29	15.44	69.27
November	22.29	14.81	66.45
Desember	22.29	13.88	62.29
<b>Rata – Rata</b>			<b>67.60</b>

Dari hasil perhitungan pada Tabel 4.28 dapat diketahui bahwa rata-rata *Overall Throughput Effectiveness* (OTE) yaitu sebesar 67.60% dimana nilai *Overall Throughput Effectiveness* (OTE) tertinggi terjadi pada bulan April yaitu 77.57% dan *Overall Throughput Effectiveness* (OTE) terendah terjadi pada bulan Juli yaitu 57.01%.

#### 4.3.9 Perhitungan Six Big Losses

Setelah mengetahui nilai *Overall Line Effectiveness* (OLE) dan *Overall Throughput Effectiveness* (OTE) tahun 2014, maka langkah selanjutnya adalah menghitung enam kerugian besar (*six big losses*) yang berpengaruh pada nilai *Overall Line Effectiveness* (OLE) dan *Overall Throughput Effectiveness* (OTE). Dengan menghitung *six big losses* ini, maka dapat diketahui faktor mana yang berpengaruh dan menyebabkan efektivitas pada lini dan sistem produksi di *Electrolytic Tinning Line* rendah. Perhitungan *six big losses* dibagi atas tiga kategori besar yaitu *downtime*, *speed losses*, dan *quality losses*.

##### 4.3.9.1 Six Big Losses Berdasarkan Overall Line Effectiveness (OLE)

Berikut ini merupakan *six big losses* berdasarkan nilai *Overall Line Effectiveness*.

1. *Downtime*
  - a. *Equipment Failure (breakdown losses)*

Kerugian ini disebabkan oleh kerusakan mesin/ peralatan yang mengakibatkan waktu operasi terbuang sia-sia. Data yang dibutuhkan untuk menghitung besarnya kerugian jenis ini adalah data total *breakdown time* dan *loading time*. Total *breakdown time* didapat dari data historis yang terdapat pada PT. Latinusa, Tbk. sedangkan data *loading time* dapat

dilihat pada Tabel 4.2. Berikut ini merupakan contoh perhitungan *breakdown losses* pada bulan Januari 2014 yang mengacu pada persamaan (2-19).

$$\text{Breakdown losses (\%)} = \frac{\text{total breakdown time}}{\text{loading time}} \times 100\%$$

$$\text{Breakdown losses (\%)} = \frac{84.18}{722} \times 100\% = 11.66\%$$

$$\text{Breakdown losses (jam)} = \frac{\text{presentase breakdown losses}}{100} \times \text{loading time}$$

$$\text{Breakdown losses (jam)} = \frac{11.66}{100} \times 722 = 84.18 \text{ jam}$$

Hasil perhitungan *breakdown losses* untuk periode tahun 2014 dapat dilihat pada Tabel 4.29.

**Tabel 4.29** Breakdown Losses Tahun 2014

Bulan (2014)	Total Breakdown Time (Jam)	Loading Time (Jam)	Breakdown Losses (%)	Breakdown Losses (Jam)
Januari	84.18	722	11.66	84.18
Februari	84.12	648	12.98	84.12
Maret	73.65	674	10.93	73.65
April	47.73	715	6.68	47.73
Mei	84	705	11.91	84
Juni	108.6	695	15.63	108.6
Juli	70.33	620	11.34	70.33
Agustus	108.3	698	15.52	108.3
September	65.2	678	9.62	65.2
Oktober	57.8	564	10.25	57.8
November	61.9	698	8.87	61.9
Desember	83.2	706	11.78	83.2
<b>Total</b>				<b>929.01</b>

Dari hasil perhitungan pada Tabel 4.29 dapat disimpulkan bahwa total *breakdown losses* pada tahun 2014 adalah sebesar 929.01 jam dimana *breakdown losses* tertinggi berada pada bulan Juni yaitu sebesar 15.63% atau 108.6 jam dan *breakdown losses* terendah pada bulan April yaitu sebesar 6.68% atau 47.73 jam.

#### b. *Set-up and adjustment losses*

Kerugian jenis ini adalah waktu *set-up* termasuk waktu penyesuaian (*adjustment*) yang diperlukan untuk *set-up* mesin mulai dari mesin berhenti hingga mesin beroperasi dengan normal. Data yang dibutuhkan untuk menghitung besarnya kerugian jenis ini adalah *set-up time* dan *loading time* pada Tabel 4.6 dan Tabel 4.2. Berikut ini merupakan contoh perhitungan *set-up and adjustment losses* pada bulan Januari 2014 yang mengacu pada persamaan (2-20).

$$\text{Set - up and adjustment losses (\%)} = \frac{\text{set - up time}}{\text{loading time}} \times 100\%$$

$$\text{Set-up and adjustment losses (\%)} = \frac{8}{722} \times 100\% = 1.11\%$$

persentase *set-up and adjustment losses*

$$\text{Set-up and adjustment losses (jam)} = \frac{\text{adjustment losses}}{100} \times \text{loading time}$$

$$\text{Set-up and adjustment losses (jam)} = \frac{1.11}{100} \times 722 = 8 \text{ jam}$$

Hasil perhitungan *set-up and adjustment losses* untuk periode tahun 2014 dapat dilihat pada Tabel 4.30.

**Tabel 4.30** *Set-up and Adjustment Losses* Tahun 2014

Bulan (2014)	<i>Set-up Time</i> (Jam)	<i>Loading Time</i> (Jam)	<i>Set-up and Adjustment Losses</i> (%)	<i>Set-up and Adjustment Losses</i> (Jam)
Januari	8	722	1.11	8
Februari	6	648	0.93	6
Maret	8	674	1.19	8
April	1	715	0.14	1
Mei	3	705	0.43	3
Juni	11	695	1.58	11
Juli	26	620	4.19	26
Agustus	8	698	1.15	8
September	1	678	0.15	1
Oktober	8	564	1.42	8
November	9	698	1.29	9
Desember	8	706	1.13	8
<b>Total</b>				<b>97</b>

Dari hasil perhitungan pada Tabel 4.30 dapat disimpulkan bahwa total *set-up and adjustment losses* pada tahun 2014 adalah sebesar 97 jam dimana *set-up and adjustment losses* tertinggi berada pada bulan Juli yaitu sebesar 4.19% atau 26 jam dan *set-up and adjustment losses* terendah pada bulan April yaitu sebesar 0.14% dan 1 jam.

## 2. *Speed Losses*

### a. *Reduced speed*

*Reduced speed* mengacu pada perbedaan antara kecepatan ideal dengan kecepatan aktual operasi. Data yang dibutuhkan untuk menghitung besarnya kerugian jenis ini adalah *operation time*, *ideal cycle time*, hasil produksi per bulan dan *loading time*. Data *operation time* dan hasil produksi dapat dilihat pada Tabel 4.3 dan Tabel 4.5. Sedangkan data *ideal cycle time* dan *loading time* dapat dilihat pada Tabel 4.14 dan Tabel 4.2. Berikut ini adalah contoh perhitungan *reduced speed* pada bulan Januari 2014 yang mengacu pada persamaan (2-21).

$$\text{Reduced speed(\%)} = \frac{\text{operation time} - (\text{ideal cycle time} \times \text{processed amount})}{\text{loading time}} \times 100\%$$

$$\text{Reduced speed(\%)} = \frac{629.82 - (0.045 \times 12558)}{722} \times 100\% = 8.96\%$$

$$\text{Reduced speed(jam)} = \frac{\text{persentase reduced speed}}{100} \times \text{loading time}$$

$$\text{Reduced speed(jam)} = \frac{8.96}{100} \times 722 = 64.71 \text{ jam}$$

Hasil perhitungan *reduced speed* untuk periode tahun 2014 dapat dilihat pada Tabel 4.31.

**Tabel 4.31** *Reduced Speed* Tahun 2014

Bulan (2014)	Operation Time (Jam)	Ideal Cycle Time (Jam/MT)	Hasil Produksi (MT)	Loading Time (Jam)	Reduced Speed (%)	Reduced Speed (Jam)
Januari	629.82	0.045	12558	722	8.96	64.71
Februari	557.88	0.045	11251	648	7.96	51.59
Maret	592.35	0.045	12309	674	5.70	38.45
April	666.27	0.045	13058	715	11.00	78.66
Mei	618	0.045	12448	705	8.20	57.84
Juni	575.4	0.045	10696	695	13.54	94.08
Juli	523.67	0.045	8519	620	22.63	140.32
Agustus	581.7	0.045	10600	698	15.00	104.7
September	611.8	0.045	11286	678	15.33	103.93
Oktober	498.2	0.045	9352	564	13.72	77.36
November	627.1	0.045	11125	698	18.12	126.48
Desember	614.8	0.045	10527	706	19.98	141.09
<b>Total</b>						<b>1079.19</b>

Dari hasil perhitungan pada Tabel 4.31 dapat disimpulkan bahwa total *reduced speed* pada tahun 2014 adalah sebesar 1079.19 jam dimana *reduced speed* tertinggi berada pada bulan Juli yaitu sebesar 22.63% atau 140.32 jam dan *reduced speed* terendah pada bulan Maret yaitu sebesar 5.70% atau 38.45 jam.

#### b. *Idling and Minor Stoppages*

*Idling and minor stoppages* disebabkan mesin berhenti sesaat ataupun terganggu oleh faktor eksternal. Data yang dibutuhkan untuk menghitung besarnya kerugian jenis ini adalah *non productive time* dan data *loading time* pada Tabel 4.8 dan Tabel 4.2. Berikut ini merupakan contoh perhitungan *idling and minor stoppages* pada bulan Januari 2014 yang mengacu pada persamaan (2-22).

$$\text{Idling and minor stoppages (\%)} = \frac{\text{non productive time}}{\text{loading time}} \times 100\%$$

$$\text{Idling and minor stoppages (\%)} = \frac{0}{722} \times 100\% = 0\%$$

persentase *idling and*

$$\text{Idling and minor stoppages (jam)} = \frac{\text{minor stoppages}}{100} \times \text{loading time}$$

$$\text{Idling and minor stoppages (jam)} = \frac{0}{100} \times 722 = 0 \text{ jam}$$

Hasil perhitungan *idling and minor stoppages* untuk periode tahun 2014 dapat dilihat pada Tabel 4.32.

**Tabel 4.32** *Idling and Minor Stoppages* Tahun 2014

Bulan (2014)	Non Productive Time (Jam)	Loading Time (Jam)	Idling and Minor Stoppages (%)	Idling and Minor Stoppages (Jam)
Januari	0	722	0	0
Februari	0	648	0	0
Maret	0	674	0	0
April	0	715	0	0
Mei	0	705	0	0
Juni	0	695	0	0
Juli	0	620	0	0
Agustus	0	698	0	0
September	0	678	0	0
Oktober	0	564	0	0
November	0	698	0	0
Desember	0	706	0	0
<b>Total</b>				<b>0</b>

Dari hasil perhitungan pada Tabel 4.32 dapat disimpulkan bahwa total *idling and minor stoppages* pada tahun 2014 adalah sebesar 0 jam. Hal ini dikarenakan tidak terjadi *idle time* seperti tidak tersedianya bahan baku (TMBP) maupun bahan penolong (bahan kimia).

### 3. *Quality Lossess*

#### a. *Start-up losses (reduced yield)*

Kerugian jenis ini terjadi diawal produksi, dari mesin dinyalakan sampai mesin stabil untuk berproduksi dengan kualitas yang sesuai standar. Data yang dibutuhkan untuk menghitung besarnya kerugian jenis ini adalah *ideal cycle time*, *defect amount during setting*, dan data *loading time* pada Tabel 4.14 dan Tabel 4.2. Berikut ini merupakan contoh perhitungan *reduced yield* pada bulan Januari 2014 yang mengacu pada persamaan (2-23).

$$\text{Reduced yield (\%)} = \frac{\text{ideal cycle time} \times \text{defect amount during setting}}{\text{loading time}} \times 100\%$$

$$\text{Reduced yield (\%)} = \frac{0.045 \times 0}{722} \times 100\% = 0\%$$

$$\text{Reduced yield (jam)} = \frac{\text{persentase reduced yield}}{100} \times \text{loading time}$$

$$\text{Reduced yield (jam)} = \frac{0}{100} \times 722 = 0 \text{ jam}$$

Hasil perhitungan *reduced yield* untuk periode tahun 2014 dapat dilihat pada Tabel 4.33.

Tabel 4.33 *Reduced Yield* Tahun 2014

Bulan (2014)	<i>Ideal Cycle Time</i> (Jam/MT)	Produk Cacat Saat <i>Setting</i> (MT)	<i>Loading Time</i> (Jam)	<i>Reduced Yield</i> (%)	<i>Reduced Yield</i> (Jam)
Januari	0.045	0	722	0	0
Februari	0.045	0	648	0	0
Maret	0.045	0	674	0	0
April	0.045	0	715	0	0
Mei	0.045	0	705	0	0
Juni	0.045	0	695	0	0
Juli	0.045	0	620	0	0
Agustus	0.045	0	698	0	0
September	0.045	0	678	0	0
Oktober	0.045	0	564	0	0
November	0.045	0	698	0	0
Desember	0.045	0	706	0	0
<b>Total</b>					<b>0</b>

Pada lini *Electrolytic Tinning Line* (ETL) tidak terdapat produk cacat yang dihasilkan saat *setting*. Hal ini dikarenakan setelah selesai *maintenance* (*planned maintenance* dan *periodical maintenance*), perusahaan melakukan penyesuaian lini dengan bahan baku percobaan (*commissioning*) hingga hasilnya sesuai standar. Jika hasilnya sudah sesuai standar, maka lini akan di *running* sesuai dengan jadwal.

b. *Quality defect* (*process defect*)

*Process defect* menunjukkan bahwa ketika suatu produk yang dihasilkan rusak dan harus diperbaiki, maka lama waktu peralatan memproduksinya adalah kerugian. Jenis *defect* yang ada pada lini *Electrolytic Tinning Line* (ETL) adalah *unmelted*, *ripple*, *solution stain*, dan lain-lain. Data yang dibutuhkan untuk menghitung besarnya kerugian jenis ini adalah *ideal cycle time*, jumlah produk cacat (*defect*), dan *loading time* pada Tabel 4.14, Tabel 4.5, dan Tabel 4.2. Berikut merupakan contoh perhitungan *process defect* pada bulan Januari 2014 yang mengacu pada persamaan (2-24).

$$\text{Process defect (\%)} = \frac{\text{ideal cycle time} \times \text{defect amount during production}}{\text{loading time}} \times 100\%$$

$$\text{Process defect (\%)} = \frac{0.045 \times 800}{722} = 4.99\%$$

$$\text{Process defect (jam)} = \frac{\text{persentase process defect}}{100} \times \text{loading time}$$

$$\text{Process defect (jam)} = \frac{4.99}{100} \times 722 = 36.02 \text{ jam}$$

Hasil perhitungan *process defect* untuk periode tahun 2014 dapat dilihat pada Tabel 4.34.

**Tabel 4.34** *Process Defect* Tahun 2014

Bulan (2014)	Ideal Cycle Time (Jam/MT)	Produk Defect (MT)	Loading Time (Jam)	Process Defect (%)	Process Defect (Jam)
Januari	0.045	800	722	4.99	36.02
Februari	0.045	813	648	5.65	36.58
Maret	0.045	915	674	6.11	41.19
April	0.045	657	715	4.14	29.57
Mei	0.045	829	705	5.29	37.31
Juni	0.045	1059	695	6.86	47.67
Juli	0.045	671	620	4.87	30.18
Agustus	0.045	523	698	3.37	23.51
September	0.045	285	678	1.89	12.81
Oktober	0.045	613	564	4.89	27.56
November	0.045	701	698	4.52	31.55
Desember	0.045	341	706	2.17	15.33
<b>Total</b>					<b>369.28</b>

Dari hasil perhitungan pada Tabel 4.34 dapat disimpulkan bahwa total *quality defect* (*process defect*) pada tahun 2014 adalah sebesar 369.28 jam dimana *quality defect* (*process defect*) tertinggi berada pada bulan Juni yaitu sebesar 6.86% atau 47.67 jam dan *quality defect* (*process defect*) terendah pada bulan September yaitu sebesar 1.89% atau 12.81 jam.

#### 4.3.9.2 Six Big Losses Berdasarkan Overall Equipment Effectiveness (OEE)

Berikut ini merupakan *six big losses* berdasarkan nilai Overall Equipment Effectiveness (OEE) pada mesin Pay Off Reel.

##### 1. Downtime

###### a. Equipment Failure (breakdown losses)

Untuk mengetahui nilai *breakdown losses* mesin Pay Off Reel perlu mengetahui data total *breakdown time* dan *loading time*. Total *breakdown time* didapat dari data historis yang terdapat pada PT. Latinusa, Tbk. sedangkan data *loading time* dapat dilihat pada Tabel 4.13. Berikut ini merupakan contoh perhitungan *breakdown losses* pada mesin Pay Off Reel bulan Januari 2014 yang mengacu pada persamaan (2-19).

$$\text{Breakdown losses (\%)} = \frac{\text{total breakdown time}}{\text{loading time}} \times 100\%$$

$$\text{Breakdown losses (\%)} = \frac{22.56}{732} \times 100\% = 3.08\%$$

$$\text{Breakdown losses (jam)} = \frac{\text{presentase breakdown losses}}{100} \times \text{loading time}$$

$$\text{Breakdown losses (jam)} = \frac{3.08}{100} \times 732 = 22.56 \text{ jam}$$

Hasil perhitungan *breakdown losses* mesin Pay Off Reel untuk periode tahun 2014 dapat dilihat pada Tabel 4.35.

**Tabel 4.35** Breakdown Losses Mesin Pay Off Reel Tahun 2014

Bulan (2014)	Total Breakdown Time (Jam)	Loading Time (Jam)	Breakdown Losses (%)	Breakdown Losses (Jam)
Januari	22.56	732.00	3.08	22.56
Februari	10.05	660.50	1.52	10.05
Maret	20.52	713.85	2.87	20.52
April	22.20	718.00	3.09	22.2
Mei	7.80	740.50	1.05	7.8
Juni	21.50	711.00	3.02	21.5
Juli	47.92	618.25	7.75	47.92
Agustus	52.42	705.50	7.43	52.42
September	9.55	694.00	1.38	9.55
Oktober	15.85	567.00	2.80	15.85
November	18.23	705.00	2.59	18.23
Desember	20.53	734.00	2.80	20.53
Total				269.13

Dari hasil perhitungan pada Tabel 4.35 dapat disimpulkan bahwa total *breakdown losses* mesin *Pay Off Reel* pada tahun 2014 adalah sebesar 269.13 jam dimana *breakdown losses* mesin *Pay Off Reel* tertinggi berada pada bulan Juli yaitu sebesar 7.75% atau 47.92 jam dan *breakdown losses* mesin *Pay Off Reel* terendah pada bulan Mei yaitu sebesar 1.05% atau 7.8 jam.

b. *Set-up and adjustment losses*

Untuk menghitung *set-up and adjustment losses* mesin *Pay Off Reel* perlu mengetahui data *set-up time* dan *loading time* pada Tabel 4.7 dan Tabel 4.13. Berikut ini merupakan contoh perhitungan *set-up and adjustment losses* mesin *Pay Off Reel* pada bulan Januari 2014 yang mengacu pada persamaan (2-20).

$$\text{Set-up and adjustment losses (\%)} = \frac{\text{set-up time}}{\text{loading time}} \times 100\%$$

$$\text{Set-up and adjustment losses (\%)} = \frac{1.45}{732} \times 100\% = 0.20\%$$

persentase *set-up and*

$$\text{Set-up and adjustment losses (jam)} = \frac{\text{adjustment losses}}{100} \times \text{loading time}$$

$$\text{Set-up and adjustment losses (jam)} = \frac{0.20}{100} \times 732 = 1.45 \text{ jam}$$

Hasil perhitungan *set-up and adjustment losses* mesin *Pay Off Reel* untuk periode tahun 2014 dapat dilihat pada Tabel 4.36.

**Tabel 4.36** *Set-up and Adjustment Losses Mesin Pay Off Reel Tahun 2014*

Bulan (2014)	Set-up Time (Jam)	Loading Time (Jam)	Set-up and Adjustment Losses (%)	Set-up and Adjustment Losses (Jam)
Januari	1.45	732.00	0.20	1.45
Februari	1.74	660.50	0.26	1.74
Maret	3.33	713.85	0.47	3.33
April	0.31	718.00	0.04	0.31
Mei	1.38	740.50	0.19	1.38
Juni	1.30	711.00	0.18	1.3
Juli	1.99	618.25	0.32	1.99
Agustus	4.05	705.50	0.57	4.05
September	0.37	694.00	0.05	0.37
Oktober	1.77	567.00	0.31	1.77
November	1.80	705.00	0.26	1.8
Desember	4.30	734.00	0.59	4.3
<b>Total</b>				<b>23.79</b>

Dari hasil perhitungan pada Tabel 4.36 dapat disimpulkan bahwa total *set-up and adjustment losses* mesin *Pay Off Reel* pada tahun 2014 adalah sebesar 23.79 jam dimana *set-up and adjustment losses* mesin *Pay Off Reel* tertinggi berada pada bulan Desember yaitu sebesar 0.59% atau 4.3 jam dan *set-up and adjustment losses* mesin *Pay Off Reel* terendah pada bulan April yaitu sebesar 0.04% dan 0.31 jam.

## 2. *Speed Losses*

### a. *Reduced speed*

Untuk menghitung nilai *reduced speed* mesin *Pay Off Reel* perlu mengetahui data *operation time*, *ideal cycle time*, hasil produksi per bulan dan *loading time*. Data *operation time* dan hasil produksi dapat dilihat pada Tabel 4.4 dan Tabel 4.9. Sedangkan data *ideal cycle time* dan *loading time* dapat dilihat pada Tabel 4.14 dan Tabel 4.13. Berikut ini adalah contoh perhitungan *reduced speed* mesin *Pay Off Reel* pada bulan Januari 2014 yang mengacu pada persamaan (2-21).

$$\text{Reduced speed}(\%) = \frac{\text{operation time} - (\text{ideal cycle time} \times \text{processed amount})}{\text{loading time}} \times 100\%$$

$$\text{Reduced speed}(\%) = \frac{707.99 - (0.045 \times 12558)}{732} \times 100\% = 19.75\%$$

$$\text{Reduced speed}(\text{jam}) = \frac{\text{persentase reduced speed}}{100} \times \text{loading time}$$

$$\text{Reduced speed}(\text{jam}) = \frac{19.75}{100} \times 732 = 144.60 \text{ jam}$$

Hasil perhitungan *reduced speed* mesin *Pay Off Reel* untuk periode tahun 2014 dapat dilihat pada Tabel 4.37.

**Tabel 4.37** *Reduced Speed Mesin Pay Off Reel Tahun 2014*

Bulan (2014)	Operation Time (Jam)	Ideal Cycle Time (Jam/MT)	Hasil produksi (MT)	Loading Time (Jam)	Reduced Speed Losses (%)	Reduced Speed Losses (Jam)
Januari	707.99	0.045	12558	732	19.75	144.60
Februari	648.71	0.045	11251	660.5	21.79	143.95
Maret	690.00	0.045	12309	713.85	19.30	137.78
April	695.49	0.045	13058	718	15.27	109.67
Mei	731.32	0.045	12448	740.5	23.34	172.86
Juni	688.20	0.045	10696	711	29.30	208.34
Juli	568.34	0.045	8519	618.25	30.11	186.15
Agustus	649.03	0.045	10600	705.5	24.59	173.48
September	684.08	0.045	11286	694	25.61	177.75
Oktober	549.38	0.045	9352	567	22.90	129.82
November	684.97	0.045	11125	705	26.36	185.87
Desember	709.17	0.045	10527	734	32.27	236.90
<b>Total</b>						<b>2007.17</b>

Dari hasil perhitungan pada Tabel 4.37 dapat disimpulkan bahwa total *reduced speed* mesin *Pay Off Reel* pada tahun 2014 adalah sebesar 2007.17 jam dimana *reduced speed* mesin *Pay Off Reel* tertinggi berada pada bulan Desember yaitu sebesar 32.27% atau 236.90 jam dan *reduced speed* mesin *Pay Off Reel* terendah pada bulan April yaitu sebesar 15.27% atau 109.67 jam.

b. *Idling and Minor Stoppages*

Untuk mengetahui nilai *idling and minor stoppages Pay Off Reel* perlu mengetahui data *non productive time* dan data *loading time* pada Tabel 4.7 dan Tabel 4.13. Berikut ini merupakan contoh perhitungan *idling and minor stoppages* mesin *Pay Off Reel* pada bulan Januari 2014 yang mengacu pada persamaan (2-22).

$$\text{Idling and minor stoppages (\%)} = \frac{\text{non productive time}}{\text{loading time}} \times 100\%$$

$$\text{Idling and minor stoppages (\%)} = \frac{0}{732} \times 100\% = 0\%$$

persentase *idling and*

$$\text{Idling and minor stoppages (jam)} = \frac{\text{minor stoppages}}{100} \times \text{loading time}$$

$$\text{Idling and minor stoppages (jam)} = \frac{0}{100} \times 732 = 0 \text{ jam}$$

Hasil perhitungan *idling and minor stoppages* mesin *Pay Off Reel* untuk periode tahun 2014 dapat dilihat pada Tabel 4.38.

**Tabel 4.38** *Idling and Minor Stoppages* Mesin *Pay Off Reel* Tahun 2014

Bulan (2014)	<i>Non Productive Time</i> (Jam)	<i>Loading Time</i> (Jam)	<i>Idling and Minor Stoppages</i> (%)	<i>Idling and Minor Stoppages</i> (Jam)
Januari	0	732	0	0
Februari	0	660.5	0	0
Maret	0	713.85	0	0
April	0	718	0	0
Mei	0	740.5	0	0
Juni	0	711	0	0
Juli	0	618.25	0	0
Agustus	0	705.5	0	0
September	0	694	0	0
Oktober	0	567	0	0
November	0	705	0	0
Desember	0	734	0	0
<b>Total</b>				<b>0</b>

Dari hasil perhitungan pada Tabel 4.38 dapat disimpulkan bahwa total *idling and minor stoppages* mesin *Pay Off Reel* pada tahun 2014 adalah sebesar 0 jam. Hal ini dikarenakan tidak terjadi *idle time* seperti tidak tersedianya bahan baku (TMBP) maupun bahan penolong (bahan kimia).

### 3. *Quality Lossess*

#### a. *Start-up losses (reduced yield)*

Untuk mengetahui nilai *reduced yield* mesin *Pay Off Reel* perlu mengetahui data *ideal cycle time*, *defect amount during setting*, dan data *loading time* pada Tabel 4.14 dan Tabel 4.13. Berikut ini merupakan contoh perhitungan *reduced yield* mesin *Pay Off Reel* pada bulan Januari 2014 yang mengacu pada persamaan (2-23).

$$\text{Reduced yield (\%)} = \frac{\text{ideal cycle time} \times \text{defect amount during setting}}{\text{loading time}} \times 100\%$$

$$\text{Reduced yield (\%)} = \frac{0.045 \times 0}{732} \times 100\% = 0\%$$

$$\text{Reduced yield (jam)} = \frac{\text{persentase reduced yield}}{100} \times \text{loading time}$$

$$\text{Reduced yield (jam)} = \frac{0}{100} \times 732 = 0 \text{ jam}$$

Hasil perhitungan *reduced yield* mesin *Pay Off Reel* untuk periode tahun 2014 dapat dilihat pada Tabel 4.39.

**Tabel 4.39** *Reduced Yield Mesin Pay Off Reel Tahun 2014*

Bulan (2014)	Ideal Cycle Time (Jam/MT)	Produk Cacat Saat Setting (MT)	Loading Time (Jam)	Reduced Yield (%)	Reduced Yield (Jam)
Januari	0.045	0	732	0	0
Februari	0.045	0	660.5	0	0
Maret	0.045	0	713.85	0	0
April	0.045	0	718	0	0
Mei	0.045	0	740.5	0	0
Juni	0.045	0	711	0	0
Juli	0.045	0	618.25	0	0
Agustus	0.045	0	705.5	0	0
September	0.045	0	694	0	0
Oktober	0.045	0	567	0	0
November	0.045	0	705	0	0
Desember	0.045	0	734	0	0
<b>Total</b>					<b>0</b>

Pada lini *Electrolytic Tinning Line* (ETL) tidak terdapat produk cacat yang dihasilkan saat *setting*. Hal ini dikarenakan setelah selesai *maintenance* (*planned maintenance* dan *periodical maintenance*), perusahaan melakukan penyesuaian lini dengan bahan baku percobaan (*commissioning*) hingga hasilnya sesuai standar. Jika hasilnya sudah sesuai standar, maka lini akan di *running* sesuai dengan jadwal.

b. *Quality defect* (*process defect*)

Untuk mengetahui nilai *process defect* mesin *Pay Off Reel* perlu mengetahui data *ideal cycle time*, jumlah produk cacat (*defect*), dan *loading time* pada Tabel 4.14, Tabel 4.12, dan Tabel 4.13. Berikut merupakan contoh perhitungan *process defect* mesin *Pay Off Reel* pada bulan Januari 2014 yang mengacu pada persamaan (2-24).

$$\text{Process defect (\%)} = \frac{\text{ideal cycle time} \times \text{defect amount during production}}{\text{loading time}} \times 100\%$$

$$\text{Process defect (\%)} = \frac{0.045 \times 26.79}{732} = 0.16\%$$

$$\text{Process defect (jam)} = \frac{\text{persentase process defect}}{100} \times \text{loading time}$$

$$\text{Process defect (jam)} = \frac{0.16}{100} \times 732 = 1.2 \text{ jam}$$

Hasil perhitungan *process defect* mesin *Pay Off Reel* untuk periode tahun 2014 dapat dilihat pada Tabel 4.40.

**Tabel 4.40** *Process Defect Mesin Pay Off Reel Tahun 2014*

<b>Bulan (2014)</b>	<b>Ideal Cycle Time (Jam/MT)</b>	<b>Produk Defect (MT)</b>	<b>Loading Time (Jam)</b>	<b>Process Defect (%)</b>	<b>Process Defect (Jam)</b>
Januari	0.045	26.79	732	0.16	1.20
Februari	0.045	30.54	660.5	0.21	1.37
Maret	0.045	15.94	713.85	0.10	0.71
April	0.045	21.41	718	0.13	0.96
Mei	0.045	27.82	740.5	0.17	1.25
Juni	0.045	29.59	711	0.19	1.33
Juli	0.045	22.63	618.25	0.16	1.02
Agustus	0.045	12.82	705.5	0.08	0.58
September	0.045	21.56	694	0.14	0.97
Oktober	0.045	17.91	567	0.14	0.80
November	0.045	32.39	705	0.21	1.45
Desember	0.045	16.49	734	0.10	0.74
<b>Total</b>					<b>12.38</b>

Dari hasil perhitungan pada Tabel 4.40 dapat disimpulkan bahwa total *quality defect (process defect)* mesin *Pay Off Reel* pada tahun 2014 adalah sebesar 12.38 jam dimana *quality defect (process defect)* mesin *Pay Off Reel* tertinggi berada pada bulan Februari dan November yaitu sebesar 0.21% atau 1.37 dan 1.45 jam sedangkan *quality defect (process defect)* mesin *Pay Off Reel* terendah pada bulan Maret dan Desember yaitu sebesar 0.10% atau 0.71 dan 0.74 jam.

#### 4.4 Analisis dan Pembahasan

Pada tahap ini akan dibahas mengenai analisis *six big losses* berdasarkan *Overall Line Effectiveness (OLE)* dan *Overall Equipment Effectiveness (OEE)* untuk mengetahui *losses* yang paling berpengaruh dan penyebab terjadinya *losses* tersebut dengan bantuan diagram pareto dan *fishbone* diagram. Selanjutnya akan diberikan usulan perbaikan dengan konsep *Total Productive Maintenance (TPM)* untuk mengurangi *losses* dan meningkatkan efektivitas pada lini produksi *Electrolytic Tinning Line (ETL)*. Kemudian akan dibahas pula mengenai analisis *theory of constraints (TOC)*.

##### 4.4.1 Analisis Six Big Losses Berdasarkan Overall Line Effectiveness (OLE)

Rekapitulasi perhitungan *six big losses* berdasarkan *Overall Line Effectiveness (OLE)* pada lini produksi *Electrolytic Tinning Line (ETL)* dapat dilihat pada Tabel 4.41.

##### 4.4.1.1 Diagram Pareto

Untuk melihat lebih jelas pengaruh *six big losses* terhadap efektivitas pada lini produksi *Electrolytic Tinning Line (ETL)*, maka akan dilakukan perhitungan persentase

dari *time losses* untuk masing-masing faktor dalam *six big losses* tersebut seperti yang terdapat pada Tabel 4.42.

**Tabel 4.41** Rekapitulasi Perhitungan *Six Big Losses* Berdasarkan OLE Tahun 2014

Bulan (2014)	<i>Breakdown Losses (%)</i>	<i>Set-up and Adjustment Losses (%)</i>	<i>Reduced Speed (%)</i>	<i>Idling and Minor Stoppages (%)</i>	<i>Reduced Yield (%)</i>	<i>Process Defect (%)</i>
Januari	11.66	1.11	8.96	0	0	4.99
Februari	12.98	0.93	7.96	0	0	5.65
Maret	10.93	1.19	5.70	0	0	6.11
April	6.68	0.14	11.00	0	0	4.14
Mei	11.91	0.43	8.20	0	0	5.29
Juni	15.63	1.58	13.54	0	0	6.86
Juli	11.34	4.19	22.63	0	0	4.87
Agustus	15.52	1.15	15.00	0	0	3.37
September	9.62	0.15	15.33	0	0	1.89
Oktober	10.25	1.42	13.72	0	0	4.89
November	8.87	1.29	18.12	0	0	4.52
Desember	11.78	1.13	19.98	0	0	2.17
<b>Rata - Rata</b>	<b>11.43</b>	<b>1.22</b>	<b>13.35</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>4.56</b>

**Tabel 4.42** Persentase Faktor *Six Big Losses* Berdasarkan OLE Tahun 2014

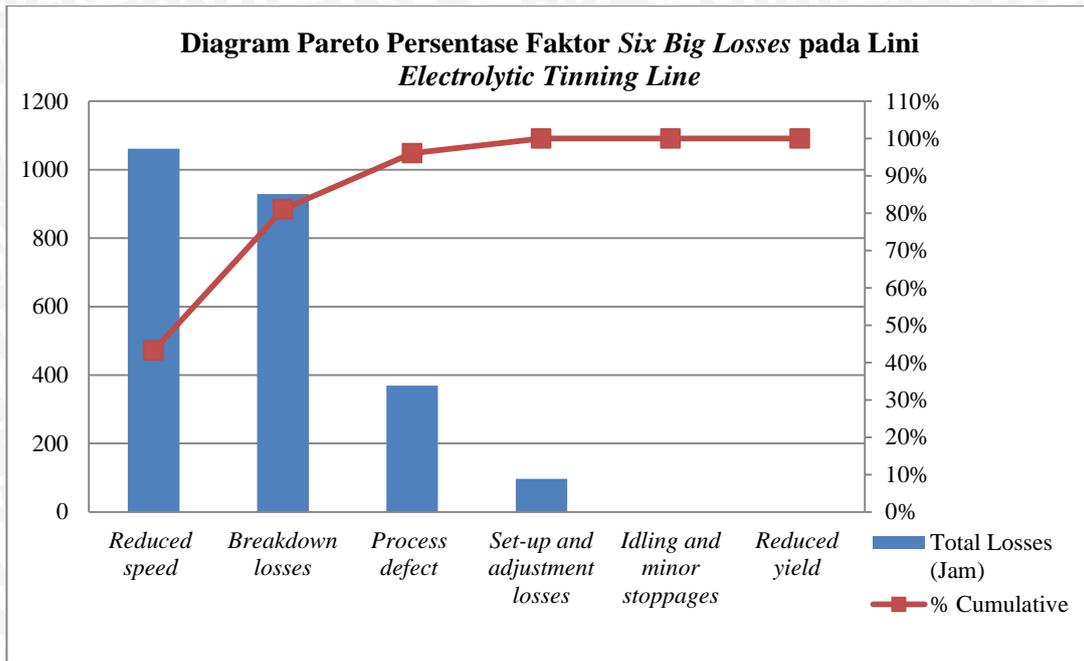
No	<i>Six Big Losses</i>	<i>Time Losses (Jam)</i>	<i>Persentase (%)</i>
1	<i>Breakdown losses (%)</i>	929.01	37.82
2	<i>Set-up and adjustment losses (%)</i>	97	3.95
3	<i>Reduced speed (%)</i>	1061.13	43.20
4	<i>Idling and minor stoppages (%)</i>	0	0
5	<i>Reduced yield (%)</i>	0	0
6	<i>Process defect (%)</i>	369.28	15.03
	<b>Total</b>	<b>2456.42</b>	<b>100</b>

Berikut ini merupakan contoh perhitungan persentase *total time losses* pada faktor *breakdown losses*.

$$\text{Persentase (\%)} = \frac{\text{Time losses}}{\text{Total time losses}} \times 100\%$$

$$\text{Persentase (\%)} = \frac{929.01}{2456.42} \times 100\% = 37.82\%$$

Analisis terhadap perhitungan *six big losses* berdasarkan *Overall Line Effectiveness* (OLE) dilakukan agar perusahaan mengetahui besarnya kontribusi dari masing-masing faktor dalam *six big losses* yang mempengaruhi tingkat efektivitas penggunaan mesin pada lini produksi *Electrolytic Tinning Line* (ETL). Dari analisis yang dilakukan akan diperoleh faktor yang menjadi prioritas utama untuk dilakukan perbaikan dalam peningkatan efektivitas dengan membuat diagram pareto dari persentase masing-masing faktor dalam *six big losses* terhadap *time losses* yang disebabkan oleh keenam faktor. Diagram pareto untuk pengaruh *six big losses* pada lini *Electrolytic Tinning Line* (ETL) dapat dilihat pada Gambar 4.6.



**Gambar 4.7** Diagram pareto persentase faktor *six big losses* berdasarkan OLE

Dari Gambar 4.7 dapat disimpulkan bahwa faktor terbesar yang menyebabkan *losses* pada lini produksi *Electrolytic Tinning Line* (ETL) adalah faktor *reduced speed* yaitu sebesar 43.20%. Faktor selanjutnya adalah *breakdown losses* yaitu sebesar 37.82% dan faktor *process defect* sebesar 15.03%. Faktor *set-up and adjustment losses* memberikan pengaruh yang kecil yaitu 3.95%, sedangkan faktor *idling and minor stoppages* dan *reduced yield* tidak berpengaruh sama sekali pada terjadinya *losses* pada lini *Electrolytic Tinning Line* (ETL).

#### 4.4.1.2 Fishbone Diagram

*Fishbone* diagram digunakan untuk mengidentifikasi sebab-sebab terjadinya *losses* dan penurunan tingkat kualitas yang terjadi selama periode 2014 pada lini *Electrolytic Tinning Line* (ETL). Jenis *losses* yang akan diidentifikasi adalah *breakdown losses* dan *reduced speed* karena *losses* ini mempunyai persentase nilai tertinggi. Selain itu data pada lini produksi *Electrolytic Tinning Line* (ETL) menunjukkan bahwa nilai *downtime* cukup tinggi dan kecepatan produksi yang belum maksimal inilah yang mempengaruhi *breakdown losses* dan *reduced speed*. Ketika *breakdown losses* dan *reduced speed* dapat diminimalisasi, maka dapat mengurangi waktu yang terbuang serta kecepatan produksi akan meningkat sehingga target produksi dapat tercapai.

### 1. *Reduced speed*

Gambar 4.8 mengidentifikasi penyebab *reduced speed* yang dikategorikan berdasarkan faktor manusia, mesin/peralatan, material, metode dan lingkungan.

#### a. Manusia

##### 1). Operator menurunkan kecepatan motor tidak sesuai dengan SOP

Pada kondisi proses pelapisan timah (*coating*) yang tidak sempurna ataupun timbulnya cacat *dull surface*, operator akan menurunkan kecepatan motor untuk mengurangi jumlah cacat *dull surface* yang timbul. *Dull surface* merupakan salah satu jenis cacat pada Tinplate, dimana kondisi permukaan Tinplate menjadi kusam yang diakibatkan karena kurangnya jumlah arus listrik. Namun dalam menurunkan kecepatan motor, operator tidak sesuai dengan SOP.

#### b. Mesin/ Peralatan

##### 1). *Strip moving*

*Strip moving* diakibatkan oleh kondisi *roll* yang tidak sejajar. Apabila terjadi *strip moving*, maka operator akan menurunkan kecepatan lini *Electrolytic Tinning Line*. Hal tersebut dilakukan untuk menghindari *strip* putus, ataupun *strip* menyentuh *edgemask*. *Edgemask* merupakan alat yang digunakan untuk membersihkan lapisan timah yang terdapat pada pinggiran Tinplate pada saat proses *plating* dimesin *Tin Coating*.

##### 2). Pelapisan timah tebal yang tidak sempurna di *Tin Coating*

Pada saat proses pelapisan timah yang lebih tebal pada mesin *Tin Coating* dibutuhkan jumlah arus listrik yang tinggi. Ketika jumlah arus listrik kurang, maka proses pelapisan timah menjadi tidak sempurna dan terjadi cacat *dull surface*. *Dull surface* merupakan salah satu jenis cacat pada Tinplate, dimana kondisi permukaan Tinplate menjadi kusam yang diakibatkan karena kurangnya jumlah arus listrik. Untuk mengantisipasi timbulnya *dull surface*, maka operator menurunkan kecepatan lini *Electrolytic Tinning Line*. Jumlah arus listrik kurang dikarenakan terbatasnya ketersediaan *rectifier*. *Rectifier* merupakan alat untuk memberikan arus pada saat proses pelapisan timah.

#### c. Material

##### 1). *Size Tin Mill Black Plate (TMBP)*

*Size Tin Mill Black Plate (TMBP)* yang mempunyai ukuran lebar lebih dari 960 mm dan ketebalan *strip* yang tebal, maka dibutuhkan kekuatan yang lebih besar

untuk menggerakkan motor. Namun karena kekuatan motor yang terbatas, maka *speed* lini *Electrolytic Tining Line* akan menurun.

d. Metode

1). *Setting speed* lini *Electrolytic Tinning Line* tidak disesuaikan dengan SOP

Dalam proses menaikkan atau menurunkan *speed*, operator tidak mengacu pada SOP yang sudah ada. Seharusnya dalam proses *setting speed* disesuaikan dengan SOP.

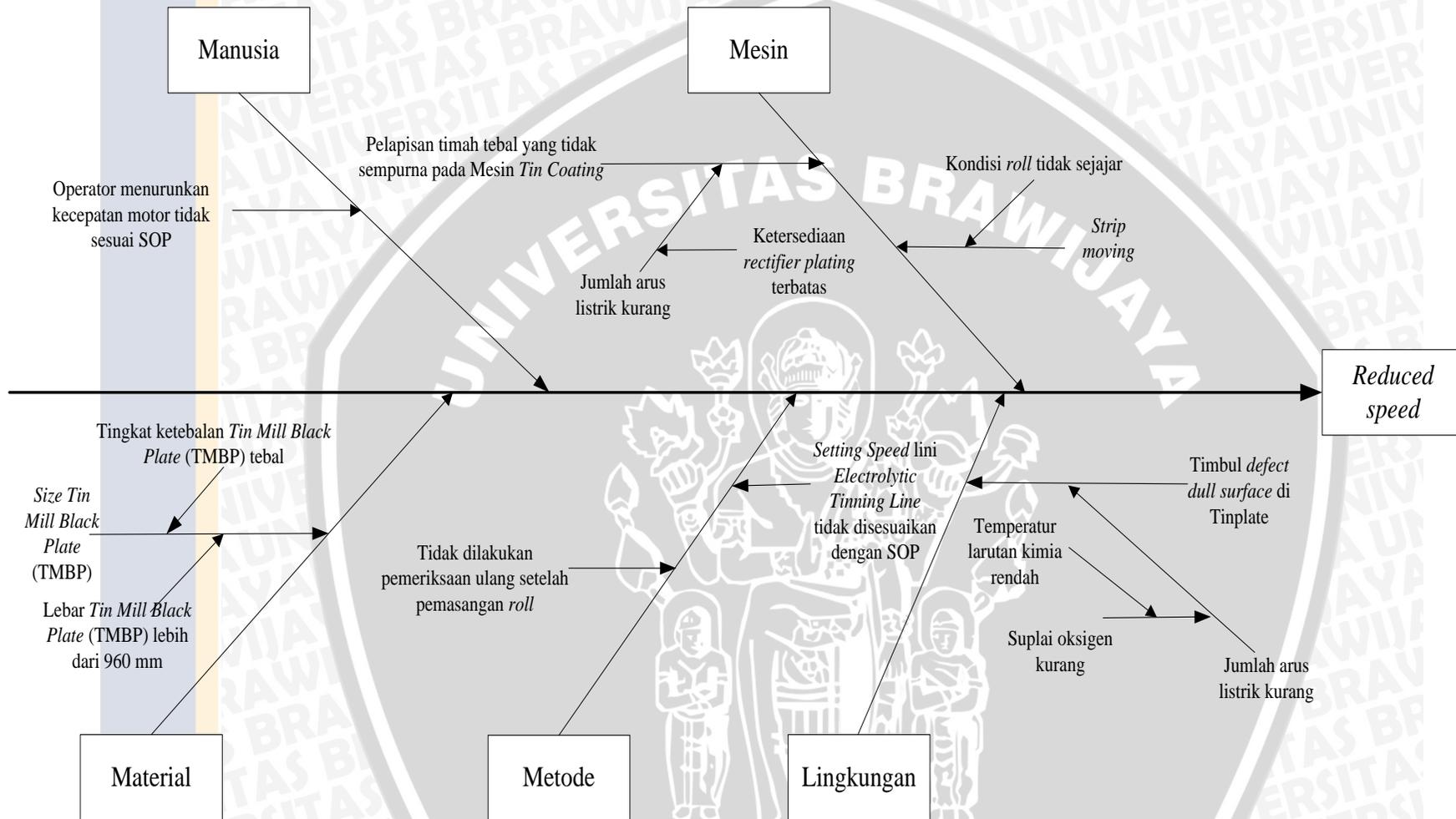
2). Tidak dilakukan pemeriksaan ulang setelah pemasangan *roll*

Ketika proses pemasangan/ instalasi *roll* tidak ada *form checklist* (bukti pemeriksaan) *level roll* sehingga terkadang operator tidak melakukan pengecekan *level roll*. Hal tersebut mengakibatkan *strip moving*. Apabila terjadi *strip moving*, maka operator akan menurunkan kecepatan lini ETL. *Level roll* merupakan suatu kondisi antara sisi barat dan timur *roll* dalam posisi sejajar.

e. Lingkungan

1). Timbulnya *defect dull surface* di Tinline

Ketika timbul *defect dull surface* pada permukaan tinline, maka operator akan menurunkan *speed* untuk mencegah timbulnya *defect dull surface*. *Dull surface* merupakan salah satu jenis cacat pada Tinline, dimana kondisi permukaan Tinline menjadi kusam yang diakibatkan karena kurangnya jumlah arus listrik. Pada saat kurangnya jumlah arus listrik, maka timbul *defect dull surface* yang dikarenakan oleh temperatur larutan yang rendah. Hal tersebut disebabkan oleh suplai oksigen kurang.



Gambar 4.8 Fishbone diagram faktor reduced speed

## 2. Breakdown losses

Gambar 4.9 mengidentifikasi penyebab *breakdown losses* yang dikategorikan berdasarkan faktor manusia, mesin/peralatan, material, metode dan lingkungan.

### a. Manusia

#### 1). Operator tidak mengecek *level roll*

Pada saat proses pemasangan/ instalasi *roll*, operator tidak melakukan pengecekan *level roll* sehingga *strip* menjadi tidak seimbang (*strip moving*). Hal tersebut mengakibatkan *strip* menyentuh landasan *strip* yang terbuat dari bahan karet pada *roll* sehingga *roll* rusak. Jika *roll* rusak dapat menyebabkan kerusakan mesin. *Level roll* merupakan suatu kondisi antara sisi barat dan timur *roll* dalam posisi sejajar.

### b. Mesin/Peralatan

#### 1). *Roll* Rusak

Kerusakan pada *roll* disebabkan oleh *bearing* yang rusak. *Bearing* yang rusak terjadi karena tidak adanya pencatatan waktu pemasangan, sehingga tidak diketahui umur pasang dari *bearing*. Ketika umur pasang sudah melebihi dari umur pakai yang seharusnya, maka terjadi kerusakan pada *bearing*. Hal tersebut menyebabkan *roll* mengalami kerusakan. Selain itu, kerusakan pada *bearing* juga disebabkan oleh *seal* yang rusak. *Seal* berfungsi sebagai pelindung agar cairan atau benda tidak masuk ke dalam *pillow block bearing*. *pillow block bearing* berfungsi untuk melindungi *bearing* agar tetap bersih dari pengaruh lingkungan sekitar dan *bearing* bebas berputar, sehingga meningkatkan kinerja dan siklus perputaran. *Seal* rusak dikarenakan umur pakai ataupun *seal* tidak tahan terhadap cairan kimia yaitu asam sulfat dan *phenol suphonic acid*. Ketika *seal* rusak, maka cairan kimia akan masuk ke dalam *pillow block bearing* dan *self lubricating* pada *bearing* juga terkena cairan kimia. Hal tersebut mengakibatkan *bearing* rusak, sehingga *roll* mengalami kerusakan.

#### 2). Terjadi *Coble*

*Coble* merupakan suatu kondisi dimana *strip* tidak masuk sempurna ke dalam *tension reel*, sehingga *tension reel* tidak dapat menggulung *strip*. *Coble* disebabkan oleh getaran pada saat *strip* masuk ke dalam *tension reel*. Pada saat mesin beroperasi terjadi getaran yang diakibatkan oleh pergerakan mesin, seiring berjalan waktu yang diakibatkan oleh getaran, baut menjadi kendur, sehingga *threading table* menjadi miring. *Threading table* merupakan alat yang berfungsi

sebagai pembawa *strip* untuk masuk menuju *tension reel*. Oleh karenanya *strip* tidak dapat masuk ke dalam *tension reel* (*coble*). Selain itu, *coble* juga disebabkan oleh *clearance knife shear* yang terlalu rapat atau renggang. *Clearance knife shear* merupakan jarak ruang antara dua mata pisau. Pada setiap spesifikasi, tingkat ketebalan *strip* yang berbeda dibutuhkan *setting clearance knife* yang berbeda. Jika *clearance knife* terlalu rapat atau renggang maka dapat mengakibatkan pemotongan *strip* yang tidak sempurna sehingga menyebabkan *coble*.

c. Material

1). *Tin Mill Black Plate* (TMBP) *wavy*

*Tin Mill Black Plate* (TMBP) *wavy* merupakan *Tin Mill Black Plate* (TMBP) yang permukaannya bergelombang. *Tin Mill Black Plate* (TMBP) *wavy* dapat mengakibatkan *strip moving* sehingga menyentuh landasan *strip* yang terbuat dari bahan karet pada *roll* yang menyebabkan *roll* rusak dan *breakdown*.

d. Metode

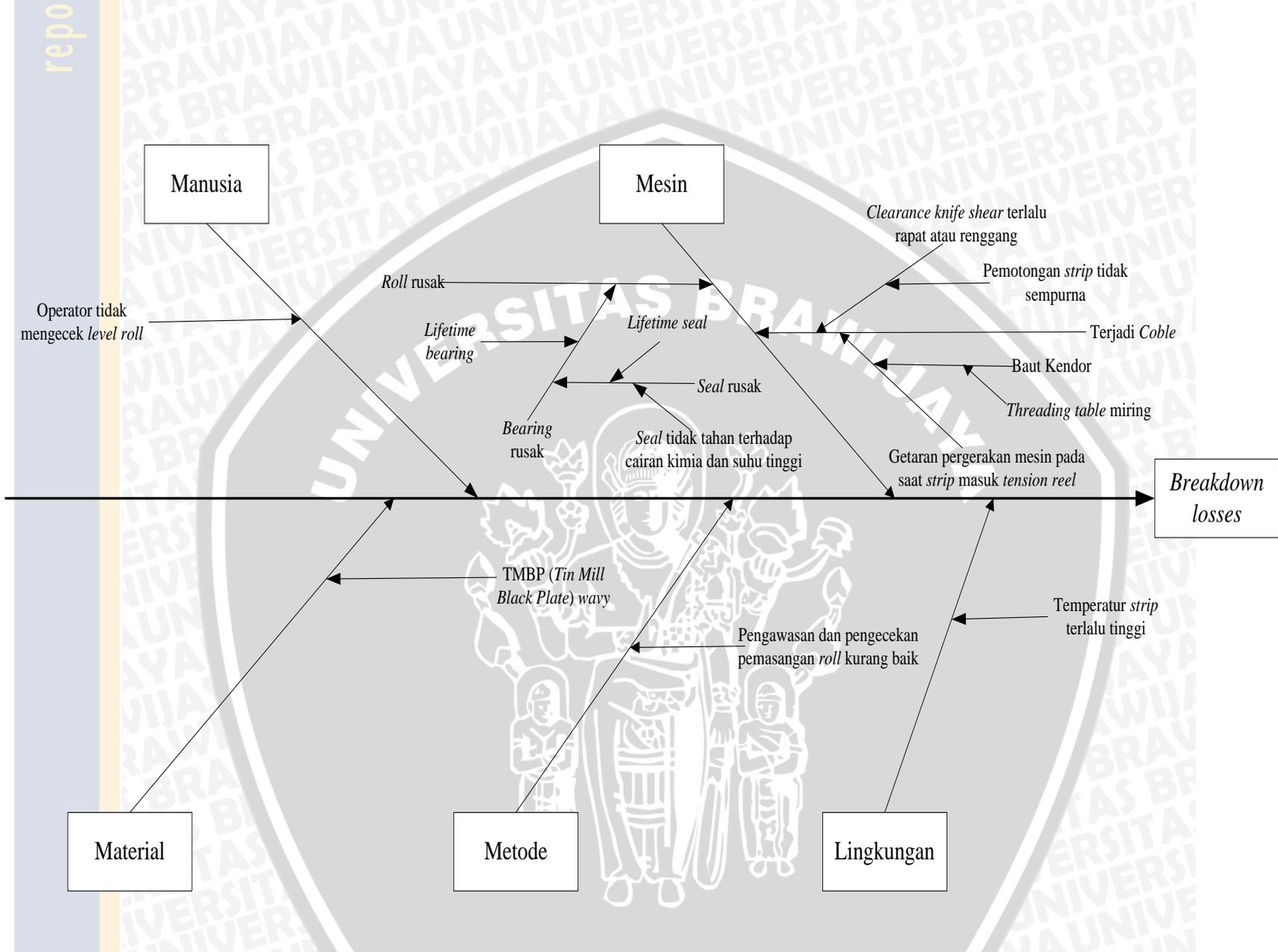
1). Pengawasan dan pengecekan pemasangan *roll* kurang baik

Ketika proses pemasangan/ instalasi *roll* tidak ada *form checklist* (bukti pemeriksaan) *level roll* sehingga terkadang operator tidak melakukan pengecekan *level roll*. Hal tersebut mengakibatkan *strip moving* dan menyentuh landasan *strip* yang terbuat dari bahan karet pada *roll* sehingga *roll* rusak. Jika *roll* rusak dapat menyebabkan *breakdown*. *Level roll* merupakan suatu kondisi antara sisi barat dan timur *roll* dalam posisi sejajar.

e. Lingkungan

1). Temperatur *strip* terlalu tinggi

Pada saat proses pembuatan *Tinplate/strip*, terdapat proses pemanasan di mesin *reflow*. Suhu pada *Tinplate/strip* setelah melewati mesin *reflow* yaitu sebesar 80 hingga 90 derajat *celcius*. Sedangkan suhu normal pada proses *reflow* itu berkisar antara 130 hingga 140 derajat *celcius*. Jika uap yang *distream* ke permukaan *strip* terlalu tinggi atau melebihi standar yaitu 140 derajat *celcius*. Hal tersebut dapat meningkatkan suhu *strip* melebihi 90 derajat *celcius* sehingga dapat merusak landasan *strip* yang terbuat dari bahan karet pada *roll*. Suhu maksimal ketahanan karet pada *roll* sebesar 90 derajat *celcius*.



Gambar 4.9 Fishbone diagram faktor breakdown losses

#### 4.4.2 Analisis Six Big Losses Berdasarkan Overall Equipment Effectiveness (OEE)

Rekapitulasi perhitungan *six big losses* berdasarkan Overall Equipment Effectiveness (OEE) pada mesin *Pay Off Reel* di lini produksi *Electrolytic Tinning Line* (ETL) dapat dilihat pada Tabel 4.43.

##### 4.4.2.1 Diagram Pareto

Untuk melihat lebih jelas pengaruh *six big losses* mesin *Pay Off Reel* terhadap efektivitas pada lini produksi *Electrolytic Tinning Line* (ETL), maka akan dilakukan perhitungan persentase dari *time losses* untuk masing-masing faktor dalam *six big losses* tersebut seperti yang terdapat pada Tabel 4.44.

**Tabel 4.43** Rekapitulasi Perhitungan Six Big Losses Mesin Pay Off Reel Tahun 2014

Bulan (2014)	Breakdown Losses (%)	Set-up and Adjustment Losses (%)	Reduced Speed (%)	Idling and Minor Stoppages (%)	Reduced Yield (%)	Process Defect (%)
Januari	3.08	0.20	19.75	0	0	0.16
Februari	1.52	0.26	21.79	0	0	0.21
Maret	2.87	0.47	19.30	0	0	0.10
April	3.09	0.04	15.27	0	0	0.13
Mei	1.05	0.19	23.34	0	0	0.17
Juni	3.02	0.18	29.30	0	0	0.19
Juli	7.75	0.32	30.11	0	0	0.16
Agustus	7.43	0.57	24.59	0	0	0.08
September	1.38	0.05	25.61	0	0	0.14
Oktober	2.80	0.31	22.90	0	0	0.14
November	2.59	0.26	26.36	0	0	0.21
Desember	2.80	0.59	32.27	0	0	0.10
<b>Rata - Rata</b>	<b>3.28</b>	<b>0.29</b>	<b>24.22</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0.15</b>

**Tabel 4.44** Persentase Faktor Six Big Losses Mesin Pay Off Reel Tahun 2014

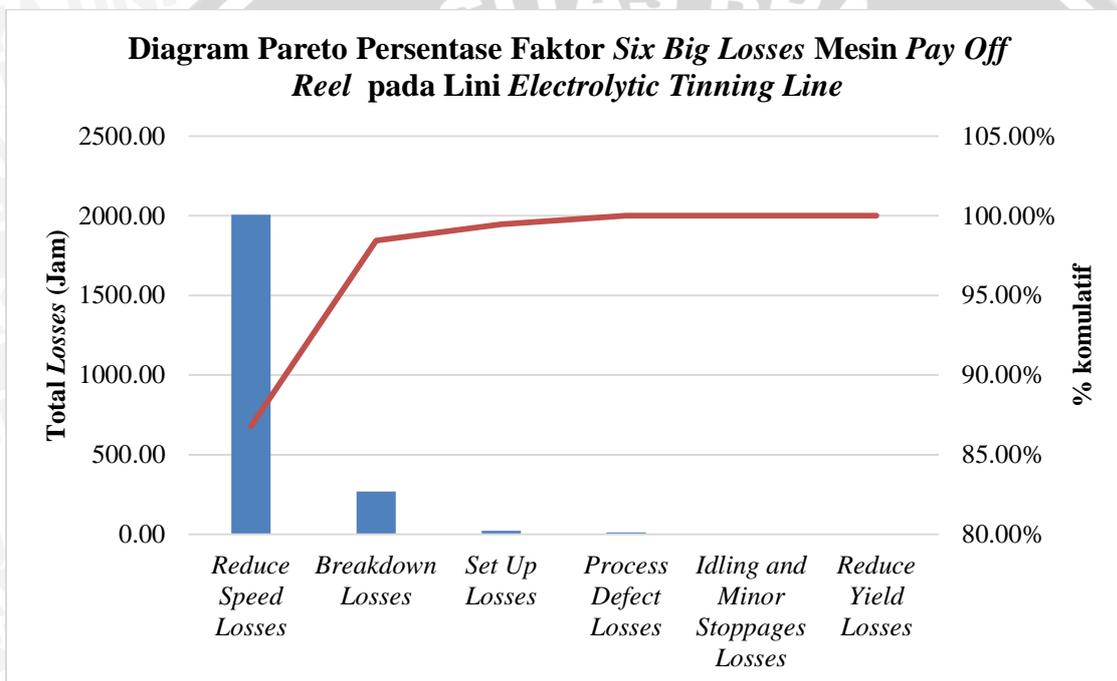
No	Six Big Losses	Time Losses (Jam)	Persentase (%)
1	Breakdown losses (%)	269.13	11.64
2	Set-up and adjustment losses (%)	23.79	1.02
3	Reduced speed (%)	2007.17	86.80
4	Idling and minor stoppages (%)	0	0
5	Reduced yield (%)	0	0
6	Process defect (%)	12.4	0.54
<b>Total</b>		<b>2312.47</b>	<b>100</b>

Berikut ini merupakan contoh perhitungan persentase *total time losses* pada faktor *breakdown losses*.

$$\text{Persentase (\%)} = \frac{\text{Time losses}}{\text{Total time losses}} \times 100\%$$

$$\text{Persentase (\%)} = \frac{269.13}{2312.47} \times 100\% = 11.64\%$$

Analisis terhadap perhitungan *six big losses* berdasarkan *Overall Equipment Effectiveness* (OEE) pada mesin *Pay Off Reel* dilakukan agar perusahaan mengetahui besarnya kontribusi dari masing-masing faktor dalam *six big losses* yang mempengaruhi tingkat efektivitas penggunaan mesin *Pay Off Reel* pada lini produksi *Electrolytic Tinning Line* (ETL). Dari analisis yang dilakukan akan diperoleh faktor yang menjadi prioritas utama untuk dilakukan perbaikan dalam peningkatan efektivitas dengan membuat diagram pareto dari persentase masing-masing faktor dalam *six big losses* mesin *Pay Off Reel* terhadap *time losses* yang disebabkan oleh keenam faktor. Diagram pareto untuk pengaruh *six big losses* mesin *Pay Off Reel* pada lini *Electrolytic Tinning Line* (ETL) dapat dilihat pada Gambar 4.10.



**Gambar 4.10** Diagram pareto persentase faktor *six big losses* mesin *Pay Off Reel*

Dari Gambar 4.10 dapat disimpulkan bahwa faktor terbesar yang menyebabkan *losses* pada mesin *Pay Off Reel* di lini produksi *Electrolytic Tinning Line* (ETL) adalah faktor *reduced speed* yaitu sebesar 86.80%. Faktor selanjutnya adalah *breakdown losses* yaitu sebesar 11.64% dan faktor *set-up and adjustment losses* sebesar 1.02%. Faktor *process defect* memberikan pengaruh yang kecil yaitu 0.54%, sedangkan faktor *idling and minor stoppages* dan *reduced yield* tidak berpengaruh sama sekali pada terjadinya *losses* mesin *Pay Off Reel* pada lini *Electrolytic Tinning Line* (ETL).

#### 4.4.2.2 Fishbone Diagram

*Fishbone* diagram digunakan untuk mengidentifikasi sebab-sebab terjadinya *losses* dan penurunan tingkat kualitas yang terjadi selama periode 2014 pada mesin *Pay Off Reel* di lini *Electrolytic Tinning Line* (ETL). Berdasarkan diagram pareto diatas, dapat diketahui jenis *losses* yang akan diidentifikasi adalah *reduced speed* karena *losses* ini mempunyai persentase nilai kerugian tertinggi yaitu 86.80% dari total masalah. Sehingga untuk mengurangi kerugian, dapat difokuskan pada masalah *reduced speed* daripada keseluruhan masalah yang ada, namun tetap memberikan implikasi yang besar terhadap pengurangan total kerugian yang ada. Selain itu data pada mesin *Pay Off Reel* di lini produksi *Electrolytic Tinning Line* (ETL) menunjukkan bahwa nilai *downtime* cukup tinggi dan kecepatan produksi yang belum maksimal inilah yang mempengaruhi *reduced speed*. Ketika *reduced speed* dapat diminimalisasi, maka dapat mengurangi waktu yang terbuang serta kecepatan produksi akan meningkat sehingga target produksi dapat tercapai.

##### 1. *Reduced speed*

Gambar 4.11 mengidentifikasi penyebab *reduced speed* mesin *Pay Off Reel* yang dikategorikan berdasarkan faktor manusia, mesin/peralatan, material, metode dan lingkungan.

##### a. Manusia

###### 1). Operator baru menurunkan kecepatan motor tidak sesuai dengan SOP

Pada saat proses produksi berlangsung, terkadang timbul cacat *dull surface* pada produk Tinplate, maka operator akan menurunkan kecepatan motor untuk mengurangi jumlah cacat *dull surface* yang timbul. Namun dalam menurunkan kecepatan motor, operator tidak sesuai dengan SOP dikarenakan operator baru. *Dull surface* merupakan salah satu jenis cacat pada Tinplate, dimana kondisi permukaan Tinplate menjadi kusam yang diakibatkan karena kurangnya jumlah arus listrik.

##### b. Mesin/ Peralatan

###### 1). *Strip* bergeser

*Strip* bergeser disebabkan oleh *roll* yang tidak sejajar. Apabila terjadi *strip* bergeser, maka langkah untuk mengatasinya adalah dengan menurunkan kecepatan lini *Electrolytic Tinning Line*. Hal tersebut dilakukan untuk menghindari *strip* putus, ataupun *strip* menyentuh *edgemask*. *Edgemask* merupakan alat yang digunakan untuk membersihkan lapisan timah yang terdapat

pada pinggiran Tinline pada saat proses *plating* dimesin *Tin Coating*. *Roll* yang tidak sejajar diakibatkan oleh kerusakan pada *bearing*.

2). Tidak sempurnanya proses pelapisan timah yang tebal pada mesin *Tin Coating*

Tidak sempurnanya proses pelapisan timah yang tebal pada mesin *Tin Coating* disebabkan oleh kurangnya jumlah arus listrik. Hal tersebut dapat menimbulkan *defect dull surface*. Untuk mengantisipasi timbulnya *defect dull surface* tersebut, maka operator akan menurunkan kecepatan lini *Electrolytic Tinning Line*. Selain itu kurangnya jumlah arus listrik dikarenakan ketersediaan *rectifier* yang terbatas. *Rectifier* merupakan alat untuk memberikan arus pada saat proses *coating*/pelapisan timah. Sedangkan *dull surface* merupakan salah satu jenis cacat pada Tinline, dimana kondisi permukaan Tinline menjadi kusam yang diakibatkan karena kurangnya jumlah arus listrik.

c. Material

1). Ukuran *Tin Mill Black Plate* (TMBP)

Pada saat proses produksi untuk spesifikasi ukuran *Tin Mill Black Plate* (TMBP) yang mempunyai lebar lebih dari 960 mm dan ketebalan *Tin Mill Black Plate* (TMBP) yang tebal lebih dari 0.30 mm, maka dibutuhkan kekuatan yang lebih besar untuk menggerakkan motor. Akan tetapi, karena terbatasnya kekuatan motor, maka kecepatan dari lini *Electrolytic Tinning Line* akan menurun.

d. Metode

1). Pengaturan kecepatan lini *Electrolytic Tinning Line* tidak disesuaikan dengan SOP

Dalam mengatur kecepatan dari lini *Electrolytic Tinning Line*, SOP yang sudah ada tidak dijalankan oleh operator baru. Hal tersebut dikarenakan SOP hanya disimpan dalam arsip dan tidak ditempelkan pada *control room*. Seharusnya dalam proses pengaturan kecepatan lini *Electrolytic Tinning Line*, operator mengacu pada SOP.

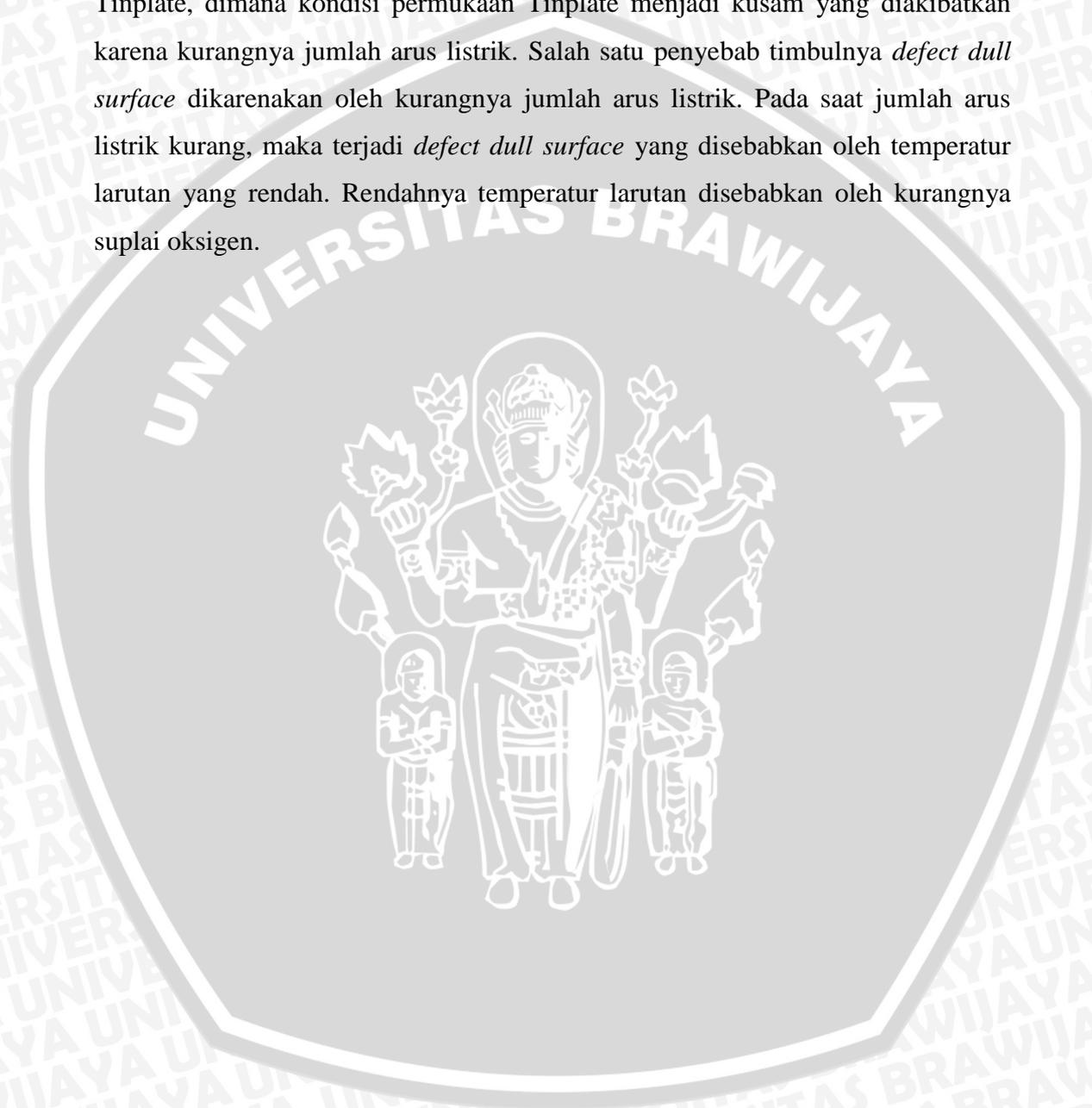
2). Tidak ada pencatatan *form checklist* pemeriksaan pada pemasangan *roll*

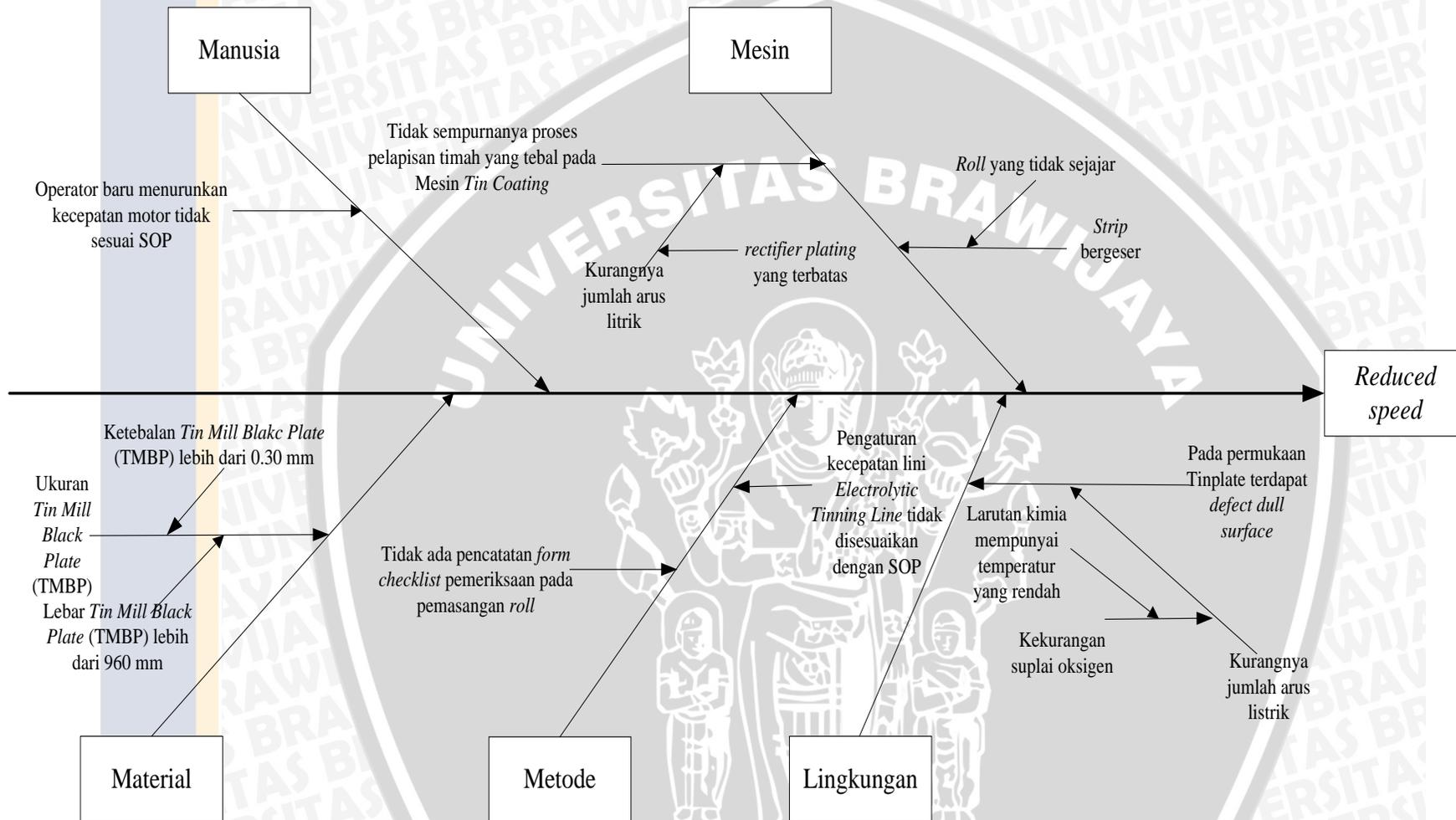
Pada saat proses pemasangan/ instalasi *roll*, tidak ada pencatatan *form checklist* (bukti pemeriksaan) *level roll* sehingga terkadang operator tidak melakukan pengecekan *level roll* yang mengakibatkan *strip moving*. Apabila terjadi *strip moving*, maka tindakan operator adalah menurunkan kecepatan dari lini *Electrolytic Tinning Line*. *Level roll* merupakan suatu kondisi antara sisi barat dan timur *roll* dalam posisi sejajar.

e. Lingkungan

1). Pada permukaan Tinplate terdapat *defect dull surface*

Ketika pada permukaan Tinplate terdapat *defect dull surface*, maka operator akan menurunkan kecepatan dari lini *Electrolytic Tinning Line* untuk mencegah timbulnya *defect dull surface*. *Dull surface* merupakan salah satu jenis cacat pada Tinplate, dimana kondisi permukaan Tinplate menjadi kusam yang diakibatkan karena kurangnya jumlah arus listrik. Salah satu penyebab timbulnya *defect dull surface* dikarenakan oleh kurangnya jumlah arus listrik. Pada saat jumlah arus listrik kurang, maka terjadi *defect dull surface* yang disebabkan oleh temperatur larutan yang rendah. Rendahnya temperatur larutan disebabkan oleh kurangnya suplai oksigen.





Gambar 4.11 Fishbone diagram faktor reduced speed mesin Pay Off Reel

#### 4.4.3 Rekomendasi Perbaikan Berdasarkan TPM

Lini *Electrolytic Tinning Line* pada PT. Latinusa, Tbk beroperasi selama 24 jam. Oleh karena itu, diperlukan suatu manajemen perawatan yang mengutamakan pencegahan terjadinya kerusakan. Salah satu metode yang dapat diterapkan yaitu TPM. TPM merupakan suatu proses perbaikan berkesinambungan yang terstruktur dan berorientasi pada peralatan pabrik. TPM berupaya untuk mengoptimalkan efektivitas dan menghilangkan kerugian peralatan melalui partisipasi aktif karyawan berbasis tim disemua tingkat hirarki operasional (Lazim dan Ramayah, 2010). Untuk menerapkan TPM, harus memiliki pondasi dan pilar yang kokoh. PT. Latinusa, Tbk. telah menerapkan 5S dalam lingkungan kerjanya, sedangkan pilar utama TPM ada 8 pilar. Oleh karena itu, rekomendasi perbaikan TPM dipilih dalam penelitian ini. Terdapat 7 pilar yang diterapkan dalam penelitian ini yaitu, 5S, *autonomous maintenance*, *focussed maintenance*, *planned maintenance*, *quality maintenance*, *training*, dan *safety, health, and environment*. Penentuan rekomendasi perbaikan berdasarkan TPM dilakukan dengan cara *brainstorming* dengan pihak perusahaan. Penerapan rekomendasi TPM dilakukan dengan cara mengevaluasi rekomendasi perbaikan berdasarkan konsep TPM ini oleh divisi produksi dan divisi perawatan. Jika menurut perusahaan perlu untuk diterapkan, maka akan dilaksanakan sesuai dengan rekomendasi. Berikut ini merupakan rekomendasi perbaikan berdasarkan konsep TPM untuk mengurangi *losses* dan meningkatkan efektivitas pada lini *Electrolytic Tinning Line* (ETL).

##### A. Rekomendasi perbaikan *reduced speed*

Berikut ini merupakan rekomendasi perbaikan *reduced speed* yang didasarkan pada delapan pilar TPM.

##### 1. Operator menurunkan kecepatan motor tidak sesuai dengan SOP

Untuk mengatasi operator yang menurunkan kecepatan motor tidak sesuai dengan SOP, maka rekomendasi yang dilakukan menggunakan 3 pilar TPM. Pilar pertama menggunakan kaizen yaitu dengan dilakukan penempelan SOP pada *control room* sehingga setiap saat operator dapat melihat SOP dengan mudah pada saat pengoperasian lini *Electrolytic Tinning Line*. Pilar yang kedua adalah *planned maintenance* yaitu dalam setiap *maintenance day* dilakukan pemeriksaan kondisi motor dan komponen pendukung lainnya. Dari hasil pemeriksaan ini selanjutnya dilakukan tindakan sesuai dengan hasil pemeriksaan. Pilar yang ketiga adalah *Training* yaitu memberikan *in-house training* kepada operator baru dalam menurunkan kecepatan motor. Sehingga diharapkan dengan adanya pelatihan ini

maka dapat meningkatkan kemampuan operator baru. *In-house training* yang dilakukan dengan memanggil tenaga ahli baik dari pensiunan PT. Latinusa, Tbk. maupun tenaga ahli dari Jepang yang diselenggarakan di PT. Latinusa, Tbk Cilegon.

## 2. *Strip moving*

Untuk mengatasi *strip moving* yang diakibatkan oleh kondisi *roll* yang tidak sejajar, maka rekomendasi yang dilakukan menggunakan 4 pilar TPM. Pilar pertama adalah 5S, yaitu membersihkan area sekitar *roll* yang dilakukan dengan cara menggosok landasan *strip* yang terbuat dari karet pada *roll*, menggunakan sikat yang terbuat dari bahan *polypropylene* dan air. Landasan *strip* yang terbuat dari karet pada *roll* dibersihkan dari terkena cairan kimia seperti asam sulfat dan *phenol suphonic acid* pada saat proses produksi. Jika cairan kimia tidak dibersihkan, maka cairan kimia tersebut akan mengeras dan menimbulkan goresan pada *Tinplate*. Pilar kedua adalah *autonomous maintenance* yaitu operator melakukan pelumasan *bearing* secara berkala sesuai dengan kondisi *greasenya*. Pilar ketiga adalah *planned maintenance* yaitu melakukan pengecekan kondisi *level roll* setiap pemasangan *roll* dan melakukan pengecekan kondisi *bearing*. Pengecekan kondisi *bearing* dilakukan dengan menggunakan alat bantu berupa stetoskop yang ditempel pada telinga operator dan *pillow block bearing* atau rumah bearing untuk mendengar suaranya, jika terdengar suara getaran yang kasar berarti *bearing* gejala rusak. Setelah dilakukan pengecekan kondisi *roll* dan *bearing*, maka operator mengisi *form checklist* yang meliputi tanggal pengecekan, tanggal pemasangan *bearing*, tanggal pemasangan *roll*, nama/lokasi mesin, kode lokasi, jenis *roll*, nomor *as*, kondisi *level*, kondisi *bearing*, kondisi *grease*, *lifetime*, dan keterangan. Pilar keempat adalah *safety, health, and environment* yaitu menggunakan alat pelindung diri saat memasuki area produksi untuk keselamatan dan kenyamanan operator pada saat berada di area produksi.

## 3. Pelapisan timah tebal yang tidak sempurna di *Tin Coating*

Untuk mengatasi proses pelapisan timah tebal yang tidak sempurna di *Tin Coating*, maka rekomendasi yang dilakukan menggunakan 2 pilar TPM. Pilar pertama adalah *planned maintenance* yaitu melakukan pemeriksaan kondisi larutan setiap 2 jam sekali. Hal ini dilakukan untuk memastikan kondisi larutan sesuai dengan standar. Pilar kedua adalah *quality maintenance* yaitu menyesuaikan antara *speed* dengan kenaikan arus secara bertahap agar tidak timbul *defect dull surface*. *Dull surface*

merupakan salah satu jenis cacat pada Tinplate, dimana kondisi permukaan Tinplate menjadi kusam yang diakibatkan karena kurangnya jumlah arus listrik.

#### 4. *Size Tin Mill Black Plate (TMBP)*

Untuk mengurangi *reduced speed* yang disebabkan oleh *size* TMBP yang terlalu tebal dan lebar, maka rekomendasi yang dilakukan menggunakan 1 pilar TPM. Pilar tersebut adalah *quality maintenance* yaitu sebelum proses produksi dilakukan *setting tension* dan juga kecepatan lini *Electrolytic Tinning Line (ETL)* disesuaikan dengan *size* TMBP.

#### 5. *Setting speed* lini *Electrolytic Tinning Line* tidak disesuaikan dengan SOP

Untuk mengatasi perbedaan *tension*, maka rekomendasi yang dilakukan menggunakan 2 pilar TPM. Pilar yang pertama adalah *planned maintenance* yaitu dilakukan pengecekan *tension* setiap penggantian *size* TMBP. Pilar yang kedua adalah *quality maintenance* yaitu melakukan kalibrasi *tension meter* setiap *maintenance day*.

#### 6. Timbul *defect dull surface* di Tinplate

Untuk mengatasi timbulnya *defect dull surface* di Tinplate, maka rekomendasi yang dilakukan menggunakan 4 pilar TPM. *Dull surface* merupakan salah satu jenis cacat pada Tinplate, dimana kondisi permukaan Tinplate menjadi kusam yang diakibatkan karena kurangnya jumlah arus listrik. Pilar yang pertama adalah kaizen yaitu dengan mengisi *form* pemeriksaan temperatur larutan. Pilar yang kedua adalah *planned maintenance* yaitu melakukan pemeriksaan temperatur larutan pada tangki setiap 2 jam sekali agar temperatur larutan selalu terjaga. Pilar yang ketiga adalah *quality maintenance* yaitu melakukan kalibrasi indikator temperatur pada *control room*, sehingga tidak terjadi perbedaan antara temperatur pada indikator dengan temperatur pada tangki.

### B. Rekomendasi perbaikan *breakdown losses*

Berikut ini merupakan rekomendasi perbaikan *breakdown losses* yang didasarkan pada delapan pilar TPM.

#### 1. Operator tidak mengecek *level roll*

Untuk memastikan operator mengecek *level roll* dengan baik, maka rekomendasi yang dilakukan menggunakan 2 pilar TPM. Pilar yang pertama adalah *quality maintenance* yaitu supervisor mengawasi setiap anggotanya pada saat memasang *roll*, sehingga supervisor dapat memastikan bahwa *roll* sudah dicek dalam keadaan

sejajar. Pilar yang kedua adalah *training* yaitu dengan memberikan *in-house training* pemasangan/instalasi dan pemeriksaan *roll* bagi operator baru.

## 2. *Roll* rusak

Untuk meningkatkan masa *lifetime roll*, maka rekomendasi yang dilakukan menggunakan 3 pilar TPM. Pilar yang pertama adalah *autonomous maintenance* yaitu operator melumasi *bearing* secara berkala sesuai dengan hasil pemeriksaan yang telah dilakukan sebelumnya. Pilar yang kedua adalah *kaizen* yaitu membuat dan mengisi *form checklist* pengecekan kondisi *roll* dan komponen lainnya oleh divisi produksi dan diberikan kepada divisi perawatan sebagai bahan dasar dalam penjadwalan *maintenance* dan rencana pergantian *roll*. Pilar yang ketiga adalah *quality maintenance* yaitu mengganti *roll* yang terindikasi akan rusak sesuai dengan pemeriksaan yang telah dilakukan.

## 3. Terjadi *Coble*

*Coble* merupakan suatu kondisi dimana *strip* tidak masuk sempurna ke dalam *tension reel*, sehingga *tension reel* tidak dapat menggulung *strip*. Untuk mencegah terjadinya *coble*, maka rekomendasi yang dilakukan menggunakan 2 pilar TPM. Pilar yang pertama adalah *autonomous maintenance* yaitu operator memeriksa kondisi baut dan mengencangkan baut yang kendur agar tidak miring ketika terjadi getaran pada saat mesin menyala. Pilar yang kedua adalah *Planned Maintenance* yaitu melakukan pemeriksaan dan standarisasi *threading table* dan *clearance knife shear* setiap *maintenance day*.

## 4. *Tin mill black plate* (TMBP) *wavy*

Dalam mengatasi *tin mill black plate* (TMBP) yang *wavy*/ beralur, maka rekomendasi yang dilakukan menggunakan 1 pilar TPM. Pilar tersebut adalah *quality maintenance* yaitu operator dapat melakukan pemeriksaan *Tin Mill Black Plate* (TMBP) sebelum diproses menjadi *Tinplate*.

## 5. Pengawasan dan pengecekan pemasangan *roll* kurang baik

Untuk memastikan pemasangan *roll* yang benar, maka rekomendasi yang dilakukan menggunakan 1 pilar TPM. Pilar tersebut adalah *planned maintenance* yaitu dilakukan pengawasan setiap pemasangan *roll* dan dilakukan pengecekan *level roll*.

## 6. Temperatur *strip* terlalu tinggi

Untuk mencegah temperatur *strip* yang tinggi, maka rekomendasi yang dilakukan menggunakan 2 pilar TPM. Pilar yang pertama adalah *planned maintenance* yaitu dilakukan penjagaan arus *rectifier* agar tidak melebihi standar dan menjaga suhu

*steam* tidak melebihi 140 derajat *celcius* dengan melakukan pengaturan *valve*. Pilar yang kedua adalah *quality maintenance*, yaitu melakukan kalibrasi alat indikator temperatur yang ada pada *control room*, sehingga suhu yang tertera pada *control room* sesuai dengan aktualnya.

#### 4.4.4 Analisis *Theory Of Constraints* (TOC)

Analisis *theory of constraints* (TOC) menekankan pada identifikasi dan mengelola *constraint* (kendala) yang dimiliki perusahaan dengan tujuan agar kendala tersebut tidak menghalangi kinerja sistem dalam upaya mencapai *performance* yang lebih tinggi. Berikut ini merupakan analisis langkah-langkah *theory of constraints* (TOC).

##### 1. Mengidentifikasi kendala atau batasan sistem

Dalam mengidentifikasi kendala atau keterbatasan sistem melalui dua pendekatan yaitu dengan menggunakan *Overall Line Effectiveness* (OLE) dan *Overall Throughput Effectiveness* (OTE).

##### a. Identifikasi kendala menggunakan *Overall Line Effectiveness* (OLE)

Salah satu cara untuk mengidentifikasi kendala adalah dengan mengetahui efektivitas dari lini *Electrolytic Tinning Line* (ETL). Dengan melihat nilai efektivitas dari suatu lini yang merupakan representatif dari *performance* lini secara keseluruhan, maka dapat mengetahui sejauh mana kendala yang terjadi dan berkontribusi terhadap nilai *performance* lini *Electrolytic Tinning Line* (ETL). Berdasarkan perhitungan nilai *Overall Line Effectiveness* (OLE) pada Tabel 4.17, dapat diketahui bahwa rata-rata nilai *Overall Line Effectiveness* (OLE) lini *Electrolytic Tinning Line* (ETL) periode Januari hingga Desember 2014 yaitu sebesar 69.44%.

Hal tersebut berarti bahwa nilai *performance* lini secara keseluruhan pada *Electrolytic Tinning Line* (ETL) sebesar 69.44% dari yang seharusnya dan memiliki kendala dengan nilai kontribusi sebesar 30.56%. Oleh karena itu, perlu dilakukan suatu perbaikan untuk meningkatkan *performance* lini *Electrolytic Tinning Line* (ETL).

##### b. Identifikasi kendala menggunakan *Overall Throughput Effectiveness* (OTE)

Pendekatan selanjutnya untuk mengidentifikasi kendala adalah dengan menghitung nilai *Overall Throughput Effectiveness* (OTE) untuk mengukur performansi dari pabrik dan dapat digunakan untuk mendiagnosa adanya *bottleneck* pada lini *Electrolytic Tinning Line* (ETL). *Electrolytic Tinning Line* (ETL) merupakan lini subsistem seri yang terdiri dari 7 mesin yaitu, *pay off reel*, *cleaner*, *pickler*, *tin*

*coating, reflow, chemical, dan tension reel* dan dalam setiap satu mesin terdapat satu tahapan proses produksi. Sebelum menghitung nilai OTE, terlebih dahulu dihitung nilai *bottleneck indicator* dari tiap mesin. Setelah didapatkan nilai *bottleneck indicator* dari setiap mesin, maka selanjutnya menghitung nilai *Overall Throughput Effectiveness* (OTE) yang didasarkan pada nilai rata-rata *bottleneck indicator* terkecil dari setiap mesin.

Berdasarkan perhitungan *Overall Throughput Effectiveness* (OTE) pada Tabel 4.28 dapat diperoleh nilai rata-rata *Overall Throughput Effectiveness* (OTE) pada lini *Electrolytic Tinning Line* (ETL) periode Januari hingga Desember 2014 sebesar 67.60%. Sedangkan nilai rata-rata *bottleneck indicator* terkecil terdapat pada mesin *Pay Off Reel* dengan nilai sebesar 15.07 yang artinya kendala utama pada lini *Electrolytic Tinning Line* (ETL) terdapat pada mesin *Pay Off Reel*.

## 2. Membuat keputusan dengan berdasarkan kendala sistem tersebut

Untuk membuat keputusan dengan berdasarkan kendala pada sistem tersebut maka dilakukan identifikasi penyebab terjadinya kerugian (*losses*) dari nilai *Overall Line Effectiveness* (OLE) dan nilai *Overall Equipment Effectiveness* (OEE) dari mesin *Pay Off Reel*. *Six big losses* merupakan enam faktor yang menyebabkan rendahnya efektivitas mesin/peralatan.

### a. *Six big losses* berdasarkan *Overall Line Effectiveness* (OLE)

Berdasarkan perhitungan *six big losses* pada Tabel 4.41 dan Tabel 4.42 diketahui bahwa total *losses* pada lini *Electrolytic Tinning Line* (ETL) 2456.42 jam. Terdiri dari *breakdown losses* 929.01 jam atau 11.43%, *set-up and adjustment losses* 97 jam atau 1.22%, *reduced speed losses* 1061.13 jam atau 13.35%, *idling and minor stoppages losses* 0 jam atau 0%, *reduced yield losses* 0 jam atau 0% dan *process defect losses* 369.28 jam atau 4.56%. *Reduced speed losses* merupakan *losses* yang paling dominan dengan tingkat *losses* sebesar 13.35%. Oleh karena itu, maka perlu dilakukan analisa sebab-akibat untuk dapat menemukan akar permasalahan, sehingga dapat menurunkan tingkat *losses* yang terjadi.

### b. *Six big losses* berdasarkan *Overall Equipment Effectiveness* (OEE) mesin *Pay Off Reel*.

Setelah diketahui bahwa kendala terdapat pada mesin *Pay Off Reel* melalui nilai rata-rata *bottleneck indicator* terkecil, selanjutnya kendala diungkapkan dengan identifikasi *six big losses* dari nilai *Overall Throughput Effectiveness* (OTE). Berdasarkan perhitungan *six big losses* pada Tabel 4.43 dan Tabel 4.44 diketahui

bahwa total *losses* pada mesin *Pay Off Reel* sebesar 2312.47 jam. Terdiri dari *breakdown losses* 265.53 jam atau 3.24%, *set-up and adjustment losses* 27.39 jam atau 0.33%, *reduced speed losses* 2007.17 jam atau 24.22%, *idling and minor stoppages losses* 0 jam atau 0%, *reduced yield losses* 0 jam atau 0% dan *process defect losses* 12.4 jam atau 0.15%. *Reduced speed losses* merupakan *losses* yang paling dominan dengan tingkat *losses* sebesar 24.22%. Oleh karena itu, maka perlu dilakukan analisa sebab-akibat untuk dapat menemukan akar permasalahan, sehingga dapat menurunkan tingkat *losses* yang terjadi.

### 3. Mencari faktor-faktor yang terkait erat dengan kendala tersebut

Untuk mencari faktor-faktor yang terkait erat dengan kendala tersebut, maka digunakan diagram pareto. Dengan diagram pareto, maka dapat terlihat masalah mana yang dominan dan tentunya kita dapat mengetahui prioritas penyelesaian masalahnya (Gasperz dan Fontan, 2011). Analisa diagram pareto *six big losses* dilakukan berdasarkan *Overall Line Effectiveness* (OLE) dan *Overall Equipment Effectiveness* (OEE) mesin *Pay Off Reel*.

Berdasarkan Gambar 4.7 dan Tabel 4.42 dapat disimpulkan bahwa faktor terbesar yang menyebabkan *losses* pada lini produksi *Electrolytic Tinning Line* (ETL) adalah faktor *reduced speed* yaitu sebesar 43.20%. Faktor selanjutnya adalah *breakdown losses* yaitu sebesar 37.82% dan faktor *process defect* sebesar 15.03%. Faktor *set-up and adjustment losses* memberikan pengaruh yang kecil yaitu 3.95%, sedangkan faktor *idling and minor stoppages* dan *reduced yield* tidak berpengaruh sama sekali pada terjadinya *losses* pada lini *Electrolytic Tinning Line* (ETL). Dari hasil diagram pareto diambil 2 faktor dominan untuk diketahui akar permasalahan terjadinya *losses*, yaitu faktor *reduced speed losses* dan *breakdown losses*, karena jumlah kedua *losses* tersebut mencapai 81.02% dari total *losses*.

Sedangkan berdasarkan Gambar 4.10 dan Tabel 4.44 dapat disimpulkan bahwa faktor terbesar yang menyebabkan *losses* pada mesin *Pay Off Reel* lini produksi *Electrolytic Tinning Line* (ETL) adalah faktor *reduced speed* yaitu sebesar 86.80%. Faktor selanjutnya adalah *breakdown losses* yaitu sebesar 11.64% dan faktor *set-up and adjustment losses* sebesar 1.02%, Faktor *process defect* memberikan pengaruh yang kecil yaitu 0.54%.sedangkan faktor *idling and minor stoppages* dan *reduced yield* tidak berpengaruh sama sekali pada terjadinya *losses* pada lini *Electrolytic Tinning Line* (ETL). Dari hasil analisa diagram pareto diambil 1 faktor dominan untuk diketahui akar permasalahan terjadinya *losses* yaitu faktor *reduce speed losses* karena kontribusi *reduce speed losses* sebesar 86.80% dari total *losses*.

#### 4. Memperbaiki kendala tersebut

Untuk memperbaiki kendala tersebut, maka diperlukan analisa sebab-akibat untuk mencari akar permasalahan yang terjadi. Berikut ini adalah hasil analisa sebab-akibat untuk faktor dominan *six big losses* dari *Overall Line Effectiveness* (OLE) dan faktor dominan *six big losses* dari *Overall Equipment Effectiveness* (OEE) pada mesin *Pay Off Reel*.

##### a. Analisa *fishbone* diagram pada *six big losses* berdasarkan *Overall Line Effectiveness* (OLE)

###### 1. *Reduced speed losses*

Penyebab *reduced speed losses* dikategorikan berdasarkan faktor manusia, mesin/peralatan, material, metode dan lingkungan. Berdasarkan faktor manusia, penyebabnya yaitu operator menurunkan kecepatan motor tidak sesuai dengan SOP. Kemudian berdasarkan faktor mesin/ peralatan, penyebab terjadinya *reduced speed* yaitu *strip/ tinline moving* dikarenakan posisi *roll* yang tidak sejajar dan proses pelapisan timah tebal yang tidak sempurna di mesin *Tin Coating* karena terbatasnya ketersediaan *rectifier*. Selanjutnya yaitu penyebab *reduced speed* berdasarkan faktor material adalah *size* TMBP (*Tin Mill Black Plate*) yang merupakan bahan baku pembuatan *tinline* memiliki ukuran yang lebar lebih dari 960 mm dan tebal serta terbatasnya kekuatan motor. Untuk faktor metode, penyebab *reduced speed* yaitu *setting speed* lini *Electrolytic Tinning Line* (ETL) tidak sesuai dengan SOP dan *roll* tidak sejajar karena tidak dilakukan pemeriksaan ulang setelah pemasangan *roll*. Sedangkan berdasarkan faktor lingkungan, penyebabnya yaitu timbulnya *defect dull surface* pada *tinline* karena temperatur larutan rendah. Dari penyebab permasalahan diatas, permasalahan yang sering timbul disebabkan oleh faktor manusia dan mesin, yaitu operator dalam menurunkan kecepatan motor tidak sesuai dengan SOP dan kondisi *roll* yang tidak sejajar.

###### 2. *Breakdown losses*

Penyebab *breakdown losses* dikategorikan berdasarkan faktor manusia, mesin/peralatan, material, metode dan lingkungan. Berdasarkan faktor manusia, penyebabnya yaitu operator tidak mengecek *level roll* setelah melakukan pemasangan *roll*. Kemudian berdasarkan faktor mesin/ peralatan, penyebab terjadinya *breakdown losses* yaitu *roll* rusak yang disebabkan karena *bearing* rusak dan terjadi *coble* (suatu kondisi dimana *strip* tidak masuk sempurna ke dalam *tension reel*, sehingga *tension reel* tidak dapat menggulung *strip*). Selanjutnya yaitu penyebab *breakdown losses* berdasarkan faktor material adalah TMBP (*Tin Mill*

*Black Plate*) yang merupakan bahan baku pembuatan tinsplate bergelombang/ *wavy*. Untuk faktor metode, penyebab *breakdown losses* yaitu pengawasan dan pengecekan pemasangan *roll* kurang baik. Sedangkan berdasarkan faktor lingkungan, penyebabnya yaitu temperatur *strip*/ tinsplate terlalu tinggi. Dari penyebab permasalahan diatas, permasalahan yang sering timbul disebabkan oleh faktor manusia dan mesin, yaitu operator tidak mengecek *level roll* setelah pemasangan *roll* dan *roll* rusak karena *bearing* rusak.

b. Analisa *fishbone* diagram pada *six big losses* berdasarkan *Overall Equipment Effectiveness* (OEE)

1. *Reduced speed losses*

Penyebab *reduced speed losses* dikategorikan berdasarkan faktor manusia, mesin/peralatan, material, metode dan lingkungan. Berdasarkan faktor manusia, penyebabnya yaitu operator menurunkan kecepatan motor tidak sesuai dengan SOP. Kemudian berdasarkan faktor mesin/ peralatan, penyebab terjadinya *reduced speed* yaitu *strip*/ tinsplate *moving* dikarenakan posisi *roll* yang tidak sejajar dan proses pelapisan timah tebal yang tidak sempurna di mesin *Tin Coating* karena terbatasnya ketersediaan *rectifier*. Selanjutnya yaitu penyebab *reduced speed* berdasarkan faktor material adalah *size* TMBP (*Tin Mill Black Plate*) yang merupakan bahan baku pembuatan tinsplate memiliki ukuran yang lebar lebih dari 960 mm dan tebal serta terbatasnya kekuatan motor. Untuk faktor metode, penyebab *reduced speed* yaitu *setting speed* lini *Electrolytic Tinning Line* (ETL) tidak sesuai dengan SOP dan *roll* tidak sejajar karena tidak dilakukan pemeriksaan ulang setelah pemasangan *roll*. Sedangkan berdasarkan faktor lingkungan, penyebabnya yaitu timbulnya *defect dull surface* pada tinsplate karena temperatur larutan rendah. Dari penyebab permasalahan diatas, permasalahan yang sering timbul disebabkan oleh faktor manusia dan mesin, yaitu operator dalam menurunkan kecepatan motor tidak sesuai dengan SOP dan kondisi *roll* yang tidak sejajar.

5. Memastikan kendala sudah tertangani

Untuk memastikan kendala tersebut sudah tertangani, maka diperlukan suatu rekomendasi perbaikan. Tahap kelima dalam *theory of constraints* yaitu rekomendasi perbaikan berdasarkan TPM.

a. Rekomendasi perbaikan terhadap *reduce speed losses*

Dari hasil analisa sebab-akibat *reduce speed losses* atau kerugian yang terjadi karena penurunan kecepatan produksi pada lini *Electrolytic Tinning Line* (ETL) dan

mesin *pay of reel* disebabkan oleh dua faktor utama yaitu faktor manusia dan mesin. Faktor yang pertama adalah dari sisi manusia yaitu operator dalam menurunkan kecepatan motor tidak sesuai dengan SOP, maka rekomendasi yang diberikan adalah operator melakukan pelumasan motor secara berkala agar kondisi mesin selalu dalam kondisi yang baik dan dilakukan penempelan SOP pada *control room* sehingga setiap saat operator dapat melihat SOP. Sedangkan bagi operator yang baru dalam menurunkan kecepatan motor, maka dilakukan *in-house training* untuk meningkatkan kemampuan operator. Kemudian dalam setiap *maintenance day* dilakukan pemeriksaan kondisi motor dan komponen pendukung lainnya.

Sedangkan faktor yang kedua adalah dari sisi mesin, yaitu *strip moving* yang diakibatkan oleh *roll* tidak sejajar. Langkah-langkah untuk mencegah kondisi *roll* yang tidak sejajar adalah dengan membersihkan area sekitar *roll* dan melakukan pelumasan secara rutin. Selanjutnya melakukan pengecekan kondisi *level roll* setelah pemasangan *roll* dan memeriksa kondisi *bearing*. Serta menggunakan alat pelindung diri saat memasuki area produksi. Kemudian membuat *form checklist* kondisi *level roll* dan mengisi *form checklist* tersebut setelah dilakukan pemasangan *roll*.

b. Rekomendasi perbaikan terhadap *breakdown losses*.

Dari hasil analisa sebab-akibat *breakdown losses* atau kerugian yang terjadi akibat kerusakan/kegagalan mesin pada lini *Electrolytic Tinning Line* (ETL) disebabkan oleh dua faktor utama yaitu faktor manusia dan mesin. Faktor yang pertama adalah dari sisi manusia yaitu operator tidak mengecek kondisi *roll* setelah dilakukan pemasangan *roll*. Oleh karena itu rekomendasi yang diberikan adalah operator membersihkan area sekitar *roll* dan melakukan pelumasan pada setiap *roll*. Kemudian untuk memastikan operator mengecek *level roll* dengan baik, maka *supervisor* mengawasi setiap anggotanya setelah memasang *roll*. Sedangkan untuk operator baru akan diberikan *training* pemasangan/instalasi dan pemeriksaan *roll*. Selanjutnya dalam setiap memasuki area produksi, maka diwajibkan menggunakan alat pelindung diri.

Sedangkan faktor yang kedua adalah dari sisi mesin, yaitu *roll* yang rusak. Rekomendasi yang diberikan adalah dilakukan pembersihan *roll* setiap *maintenance* dan melumasi *bearing* secara berkala. Kemudian membuat *form checklist* pengecekan kondisi *roll* dan mengganti *roll* yang terindikasi akan rusak. Untuk memastikan pemasangan *roll* yang benar, maka dilakukan pengawasan setiap pemasangan *roll* dan dilakukan pengecekan *level roll*. Serta selama memasuki area produksi, diwajibkan menggunakan alat pelindung diri.

#### 4.5 Pembahasan

*Electrolytic Tinning Line* merupakan lini produksi yang berfungsi untuk melapisi TMBP (*Tin Mill Black Plate*) dengan timah dan *chrome* sehingga menjadi Tinplate. Proses produksi Tinplate menggunakan lini *Electrolytic Tinning Line* yang terdiri dari 7 mesin yaitu *pay off reel*, *cleaner*, *pickler*, *tin coating*, *reflow*, *chemical*, dan *tension reel*. Dalam proses produksi terdapat berbagai permasalahan yang muncul yaitu target produksi tidak terpenuhi dan tingginya *downtime* yang disebabkan oleh kerusakan mesin. Untuk mengetahui penyebab permasalahan tersebut diperlukan suatu pengukuran efektivitas lini, mesin, dan sistem produksi pada *Electrolytic Tinning Line* guna mengetahui kinerja dari peralatan produksi dan mencari kendala utamanya. Metode yang digunakan yaitu *theory of constraints* dengan mempertimbangkan *Overall Line Effectiveness* (OLE), *Overall Equipment Effectiveness* (OEE), dan *Overall Throughput Effectiveness* (OTE).

Berdasarkan hasil perhitungan *Overall Line Effectiveness* (OLE), diketahui bahwa rata-rata nilai *Overall Line Effectiveness* (OLE) lini *Electrolytic Tinning Line* periode Januari-Desember 2014 sebesar 69.44% dan total nilai *time losses* sebesar 2456.42 jam. Dari nilai *losses* tersebut, *losses* yang paling dominan adalah *reduce speed* dengan nilai *losses* sebesar 43.20% atau 1061.13 jam dan *breakdown losses* yaitu sebesar 37.82% atau 929.01 jam. Setelah diketahui *losses* dominan pada lini *Electrolytic Tinning Line* berdasarkan perhitungan *Overall Line Effectiveness* (OLE), maka selanjutnya dicari akar permasalahan *reduced speed* dan *breakdown losses* dengan menggunakan *fishbone* diagram. Dari hasil *fishbone* diagram tersebut, maka dapat diketahui bahwa penyebab terjadinya *reduce speed* adalah operator menurunkan kecepatan motor tidak sesuai dengan SOP dan kondisi *roll* yang tidak sejajar. Sedangkan untuk penyebab terjadinya *breakdown losses* adalah operator tidak mengecek *level roll* dengan benar dan *roll* rusak karena *bearing* rusak.

Berdasarkan hasil perhitungan *Overall Throughput Effectiveness* (OTE), diketahui bahwa nilai rata-rata *Overall Throughput Effectiveness* (OTE) mesin *Pay Off Reel* pada lini *Electrolytic Tinning Line* periode Januari-Desember tahun 2014 adalah sebesar 67.60%. Dari hasil perhitungan *Overall Throughput Effectiveness* (OTE) diperoleh bahwa nilai *bottleneck indicator* yang terkecil terdapat pada mesin *Pay Off Reel* yaitu sebesar 15.07. Setelah diketahui nilai *Overall Throughput Effectiveness* (OTE) berada pada mesin *Pay Off Reel* artinya kendala utama pada lini *Electrolytic Tinning Line* berada pada mesin *Pay Off Reel* sehingga dapat difokuskan untuk menyelesaikan kendala utama pada mesin tersebut dan dapat membantu menyelesaikan permasalahan secara keseluruhan pada lini

*Electrolytic Tinning Line*. Setelah diketahui kendala utama berada pada mesin *Pay Off Reel*, maka selanjutnya dicari penyebab terjadinya *losses* pada mesin *Pay Off Reel* dengan menggunakan diagram pareto dan *fishbone* diagram. *Losses* yang paling dominan pada mesin *Pay Off Reel* yaitu *reduced speed*. Sedangkan dari hasil *fishbone* diagram, dapat diketahui bahwa akar permasalahannya yaitu operator baru dalam menurunkan kecepatan motor tidak sesuai dengan SOP dan kondisi *roll* yang tidak sejajar. Setelah diketahui akar penyebab permasalahan *reduced speed* dan *breakdown losses* pada lini *Electrolytic Tinning Line*, maka dibuat rekomendasi berdasarkan pilar TPM. Rekomendasi *reduced speed* dan *breakdown losses* berdasarkan pilar TPM yaitu operator melakukan pembersihan dan pelumasan mesin secara rutin, memberikan *training* kepada operator baru yang belum memahami SOP untuk meningkatkan *skill* operator dalam pemasangan, pengecekan *level roll*, dan penurunan kecepatan motor serta memasang SOP pada area kerja. Kemudian pembuatan *form checklist* dan pemeriksaan kondisi mesin, *bearing*, dan *level roll* secara rutin. Keseluruhan dari hasil perhitungan tersebut dianalisis dengan *theory of constraints* yang memiliki 5 tahapan. Tahap 1 yaitu identifikasi kendala atau batasan sistem dengan langkah-langkah yang dilakukan yaitu menghitung nilai *Line Availibility* (LA) dan *Line Production Quality Performance* (LPQP) untuk mendapatkan nilai *Overall Line Effectiveness* (OLE). Kemudian dilanjutkan dengan menghitung nilai *Availability Rate*, *Performance Rate*, dan *Rate of Quality* untuk mendapatkan nilai *Overall Equipment Effectiveness* (OEE). Setelah dilakukan perhitungan *Overall Equipment Effectiveness* (OEE), maka dilanjutkan dengan menghitung nilai *bottleneck indicator* dan dicari nilai rata-rata terkecil dari *bottleneck indicator*. Kemudian dilanjutkan dengan menghitung nilai *Overall Throughput Effectiveness* (OTE). Tahap 2 dalam *theory of constraints* yaitu membuat keputusan dengan berdasarkan kendala sistem tersebut. Di tahap ini, dilakukan perhitungan *six big losses* berdasarkan *Overall Line Effectiveness* (OLE) dan *Overall Throughput Effectiveness* (OTE). Tahap 3 dalam *theory of constraints* yaitu mencari faktor-faktor yang terkait erat dengan kendala tersebut. Ditahapan ini, dilakukan penentuan *losses* dominan. Tahap 4 dalam *theory of constraints* yaitu memperbaiki kendala tersebut. Pada tahapan ini dilakukan analisis *six big losses* dengan menggunakan diagram pareto dan *fishbone* diagram. Tahap terakhir atau tahap 5 dalam *theory of constraints* yaitu memastikan kendala sudah tertangani. Dalam tahap ini dilakukan analisis berdasarkan *theory of constraints*.