

## Perbaikan Unit Lintasan Produksi *Filling Lithos* di PT. Pertamina LOBP-PUG Menggunakan Metode *Failure Mode and Effect Analysis*

**Hendang Setro Rukmi<sup>1)</sup>, Rispiana<sup>2)</sup>, Ariyanto Sulistyobudhi<sup>3)</sup>**  
Jurusan Teknik Industri, Fakultas Teknologi Industri, Institut Teknologi Nasional<sup>1,2,3)</sup>  
Jalan PHH Mustopha No. 23 Bandung 40124  
Telepon (022) 7272215 ekst. 137  
E-mail : [hendang@itenas.a.c.id](mailto:hendang@itenas.a.c.id)<sup>1)</sup>

### Abstrak

*Filling lithos* merupakan unit di LOBP-PUG yang melakukan pengisian pelumas ke dalam botol plastik (*lithos*). Masalah yang terjadi di unit lintasan *filling lithos* adalah kemampuannya berproduksi hanya 80% dari target akibat sering terjadi *downtime equipment*. Selain mengurangi waktu produksi, *downtime equipment* juga menyebabkan jumlah cacat produk tinggi. Kondisi tersebut berdampak pada penurunan profit perusahaan sehingga perbaikan unit lintasan produksi *filling lithos* harus dilakukan. Unit lintasan produksi *filling lithos* yang diperbaiki adalah unit lintasan 1 karena pencapaian target produksinya paling rendah. Berdasarkan *Pareto Analysis*, ditetapkan 4 *equipment* yang diteliti, yaitu *robotic loading bottle*, *automatic double side labelling bottle*, *carton erector* dan *automatic rotary filling bottle*. Metode yang digunakan untuk perbaikan tersebut adalah *Failure Mode and Effect Analysis*. Tahapan yang dilakukan adalah mengidentifikasi *failure mode* dan *effect of failure*, menentukan nilai *severity*, mengidentifikasi *cause of failure*, menentukan nilai *occurrence*, mengidentifikasi *current control*, dan menentukan nilai *detection*, dan menghitung *risk priority number (RPN)*. Ada 9 sembilan *cause of failure*. *Cause of failure* yang memiliki nilai *RPN* 3 tertinggi adalah *filling nozzle*, *bottle preparation*, dan *bottle feeder* sehingga ketiganya diprioritaskan untuk diperbaiki. Secara umum perbaikannya meliputi penggunaan sensor ultrasonik, sensor fotoelektrik, pemeriksaan dan penyetelan komponen *equipment* dengan baik sebelum dioperasikan.

**Kata kunci** : lintasan *filling lithos*, *downtime equipment*, *Failure Mode and Effect Analysis*

### Pendahuluan

Produktivitas merupakan salah satu faktor penting dalam mempengaruhi proses kemajuan dan kemunduran suatu perusahaan. Produktivitas suatu perusahaan sangat dipengaruhi kondisi mesin produksi yang dimilikinya. Aktivitas produksi sering mengalami hambatan karena tidak berfungsinya mesin-mesin produksi yang dalam industri proses. Kegagalan beroperasinya mesin, selain mengakibatkan *downtime* juga mengakibatkan tingginya produk *reject/losses* yang pada akhirnya menurunkan produktivitas perusahaan [6].

*Lube Oil Blending Plant-Production Unit* Gresik (LOBP-PUG) merupakan unit produksi pelumas terbesar milik PT. Pertamina yang memiliki 3 unit pengisian, yaitu *filling bulk* (pengisian ke dalam tangki), *filling drum* (pengisian ke dalam drum), dan *filling lithos* (pengisian ke dalam botol plastik). *Lithos* yang digunakan oleh PT. Pertamina dapat dibedakan menjadi dua jenis, *lithos* kecil dan *lithos* besar. *Lithos* kecil adalah botol plastik ukuran 0,8 dan 1 liter, sedangkan *lithos* besar adalah botol plastik ukuran 4, 5, dan 10 liter. Unit pengisian *filling lithos* terbagi menjadi empat lintasan produksi. Dua lintasan digunakan untuk pengisian *lithos* kecil dan dua lintasan lainnya digunakan untuk pengisian *lithos* besar.

Dari ketiga unit pengisian LOBP-PUG yang ada, hanya *filling lithos* yang memiliki masalah. Masalah yang terjadi di unit lintasan *filling lithos* adalah kemampuannya berproduksi hanya 80% dari target kapasitas produksi akibat sering terjadi *downtime equipment*. *Downtime equipment* tersebut menyebabkan penurunan efisiensi lintasan produksi karena line bisa mengalami *straving of status* atau tidak ada benda kerja yang bisa dikerjakan. Lintasan produksi akan kembali normal sampai proses perbaikan komponen selesai. Selain mengurangi waktu produksi efektif, *downtime equipment* juga menyebabkan jumlah cacat produk tinggi. Tidak tercapainya target kapasitas produksi akibat sering terjadinya *downtime* dan cacat di setiap *equipment* lintasan produksi *filling lithos* sangat disayangkan oleh PT. Pertamina, mengingat investasi untuk membangun unit lintasan produksi *filling lithos* tersebut cukup besar. Oleh karena itu perlu dilakukan upaya perbaikannya.

Metode *Failure Mode of Effect Analysis (FMEA)* dapat digunakan untuk meminimasi *downtime* mesin pada suatu lintasan produksi [3] [7]. Metode FMEA adalah suatu alat perencanaan kualitas yang bersifat sistematis dan analitis

untuk mengidentifikasi terjadinya hal-hal yang tidak diinginkan pada produk ataupun proses [2]. Penelitian ini bertujuan untuk memperbaiki Unit Lintasan Produksi *Filling Lithos* di PT. Pertamina LOBP-PUG dengan menggunakan Metode *Failure Mode and Effect Analysis*. Melalui metode FMEA akan dikaji faktor-faktor yang menyebabkan masalah di setiap *equipment* lintasan produksi *filling lithos*. Setelah faktor-faktor penyebab diketahui kemudian ditentukan faktor mana yang paling berpengaruh. Faktor yang berpengaruh tersebut merupakan akar masalah yang akan diperbaiki. Perbaikan akar masalah diharapkan mampu meningkatkan kemampuan lintasan produksi *filling lithos* sehingga jam kerja efektif *equipment* meningkatkan produk cacat yang terjadi pun dapat berkurang.

#### Metodologi Penelitian

Objek penelitian difokuskan pada satu lintasan produksi *filling lithos* saja karena setiap lintasan produksi memiliki *equipment* yang relatif sama. Oleh karena itu, tahap awal yang dilakukan dalam penelitian ini adalah menentukan lintasan produksi *filling lithos* yang akan dianalisis. Lintasan produksi *filling lithos* yang akan dianalisis adalah lintasan produksi yang memiliki rata-rata persentase pencapaian target produksi terkecil selama *performance test*. Untuk menghitung persentase pencapaian target produksi digunakan Rumus 1 sebagai berikut :

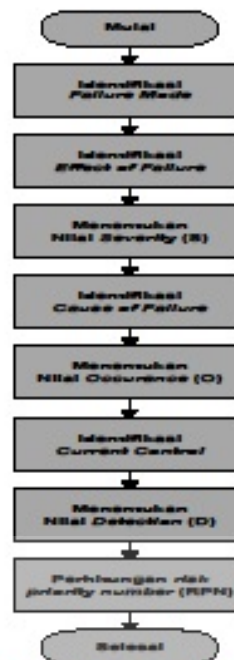
$$\text{Persentase Pencapaian Target Produksi} = \frac{\text{Production Rate}}{\text{Target Produksi}} \times 100 \quad (1)$$

*Production Rate* merupakan jumlah produksi yang dihasilkan (kapasitas aktual) unit lintasan produksi *filling lithos* per satuan waktu. Data *production rate* diperoleh dari hasil *performance test* selama 5 hari berturut-turut. Data dari manajemen LOBP-PUG diketahui bahwa lintasan produksi *filling lithos* dirancang untuk dapat memenuhi target kapasitas produksi 7000 botol/jam untuk *lithos* ukuran 0,8 dan 1 liter, 3000 botol/jam untuk *lithos* ukuran 4 dan 5 liter, dan 1500 botol/jam untuk *lithos* ukuran 10 liter. Dengan demikian *production rate* diukur dalam periode 1 jam.

Tahap berikutnya setelah unit lintasan produksi *filling lithos* yang akan dianalisis terpilih, adalah memilih *equipment* yang akan diprioritaskan untuk diperbaiki. Setiap lintasan produksi *filling lithos* terdiri dari sembilan *equipment*. *Equipment* tersebut adalah *unscramble bottle*, *automatic double side labelling bottle*, *automatic rotary filling bottle*, *automatic rotary capping bottle*, *induction sealer*, *automatic laser marking bottle*, *carton erector*, *robotic loading bottle*, dan *carton sealer*. Setiap *equipment* akan dihitung *downtime*nya selama *performance test*. *Downtime* merupakan waktu suatu *equipment* berhenti berproduksi karena *equipment* tersebut mengalami masalah. Pada penelitian ini, jika suatu *equipment* berhenti berproduksi karena *equipment* di lintasan sebelum atau sesudahnya berhenti karena bermasalah maka tidak dikategorikan sebagai *downtime*. *Equipment* yang akan diprioritaskan untuk diperbaiki dipilih ditentukan berdasarkan konsep Pareto.

*Equipment* yang akan diperbaiki dianalisis dengan menggunakan metode *Failure Mode And Effect Analysis* (FMEA). Dengan menggunakan metode FMEA diharapkan dapat menentukan akar masalah pada *equipment* yang menjadi penyebab tidak tercapainya target produksi *filling lithos*. Metode FMEA bisa digunakan untuk menganalisis keandalan dari suatu sistem, subsistem, dan komponen sistem [4]. Tahap-tahap pada metode FMEA dapat dilihat pada Gambar 1. Berikut uraian tahapan FMEA :

1. **Identifikasi *failure mode*.** *Failure mode* merupakan setiap penyimpangan dari spesifikasi yang disebabkan oleh perubahan-perubahan dalam variabel yang mempengaruhi proses produksi [5]. Identifikasi *failure mode* dilakukan untuk setiap *equipment* lintasan produksi *filling lithos* yang terpilih.
2. **Identifikasi *effect of failure*.** *Effect of failure* adalah akibat atau konsekuensi dari *failure mode* pada tahap setelahnya, operasi, produk, pelanggan, dan atau peraturan pemerintah [1]. Identifikasi *effect of failure* dilakukan untuk setiap *failure* yang terjadi pada setiap *equipment* lintasan produksi *filling lithos* yang terpilih.
3. **Menentukan nilai *severity* (S).** Nilai *severity* merupakan nilai yang menggambarkan tingkat keseriusan dari suatu *effect of failure*. Penentuan nilai *severity* pada penelitian ini mengacu pada *severity rating* [1], seperti terlihat pada Tabel 1.
4. **Identifikasi *cause of failure*.** *Cause of failure* merupakan penyebab-penyebab yang memicu terjadinya *failure mode*. Identifikasi *cause of failure* dilakukan untuk setiap *failure* yang terjadi pada setiap *equipment* lintasan produksi *filling lithos* yang terpilih.
5. **Menentukan nilai *occurance* (O).** Nilai *occurance* merupakan nilai yang menunjukkan probabilitas terjadinya suatu *cause* yang mengakibatkan terjadinya *failure mode* dan *effect of failure* tertentu. Penentuan nilai *occurance* pada penelitian ini mengacu pada *occurance rating* [1], seperti terlihat pada Tabel 2.
6. **Identifikasi *current control*.** *Current control* adalah kegiatan yang telah dilakukan oleh perusahaan untuk mengatasi kegagalan proses yang terjadi. *Current control* yang dilakukan didasarkan pada penyebab terjadinya kegagalan proses (*cause of failure*). *Current control* dapat berupa tindakan preventif ataupun tindakan reaktif.
7. **Menentukan nilai *detection* (D).** Nilai *detection* merupakan nilai yang menunjukkan seberapa baik *current control* dapat mendeteksi penyebab dari kegagalan, serta mendeteksi kegagalan yang telah terjadi sebelum kegagalan tersebut diketahui oleh pelanggan. Penentuan nilai *detection* pada penelitian ini mengacu pada *detection rating* [1], seperti terlihat pada Tabel 3.



Gambar 1. Tahap-tahap Pada Metode FMEA

Tabel 1 Severity Rating (S)[1].

Rank		Criteria
1	Minor	Unreasonable to expect that the minor nature of this failure would cause any real effect on the product or service. Customer will probably not even notice the failure.
2-3	Low	Low severity ranking due to nature of failure causing only a slight customer annoyance. Customer probably will notice a slight deterioration of the product and/or service. A slight inconvenience in the next process, or minor rework action.
4-6	Moderate	Moderate ranking because failure cause some dissatisfaction. Customer is made uncomfortable or is annoyed by the failure. May cause the use of unscheduled repairs and/or damage to equipment.
7-8	High	High degree of customer dissatisfaction due to the nature of the failure such as inoperable product or inoperative convenience. Does not involve safety issues or government regulation. May cause disruptions to subsequent.
9-10	Very high	Very high severity is when the failure affect safety and involves non-compliance with government regulation.

Tabel 2 Occurance Rating (O)[1].

Rank	Criteria
1	<i>Unlikely</i> Failure is unlikely (less than 1 in 1.000.000)
2	<i>Very low</i> Process is in statistical control. Isolated failure exist. (1 in 20.000)
3	<i>Low</i> Process in statistical control. Isolated failure occur sometimes. (1 in 4.000)
4-6	<i>Moderate</i> Process in statistical control with occasional failure but not in major proportion. (1 in 1.000 to 1 in 80)
7-8	<i>High</i> Process not in statistical control. Have failure often (1 in 40 to 1 in 20)
9-10	<i>Very high</i> Failure are inevitable

Tabel 3. Detection Rating (D)[1].

Rank	Criteria
1	<i>Very high</i> Remote likelihood that the product or service will be delivered. The defect is functionally obvious and readily detected. Detection reliability at least 99,99%.
2-5	<i>High</i> Low likelihood that the product would be delivered with defect. The defect is obvious. Detection reliability at least 99,80%.
6-8	<i>Moderate</i> Moderate likelihood that the product will be delivered with defect. The defect is easily identified. Detection reliability at least 98,00%.
9	<i>Low</i> High likelihood that the product would be delivered with defect. The defect is subtle. Detection reliability at greater than 90%.
10	<i>Very low</i> Very likelihood that the product and/or service will be delivered with defect. Item is usually not check or not checkable. Quite often the defect is latent and would not appear during the process or service. Detection reliability 90% or less.

8. Menghitung nilai *Risk Priority Number* (RPN). RPN menegaskan tingkat prioritas dari suatu *failure*. Besarnya nilai RPN bergantung pada nilai dari *severity rating*, *occurrence rating* dan *detection rating*. *Risk Priority Number* (RPN) menegaskan tingkat prioritas dari suatu *failure*. RPN tidak memiliki nilai ataupun arti sendiri, nilai tersebut hanya menunjukkan atau mengurutkan proses yang berpotensi menimbulkan ketidaksempurnaan [1]. Rumus yang digunakan untuk menghitung nilai RPN dapat dilihat pada Rumus 2.

$$RPN = S \times O \times D \quad (2)$$

Dimana :

RPN = *Risk Priority Number*

S = *Severity Rating*

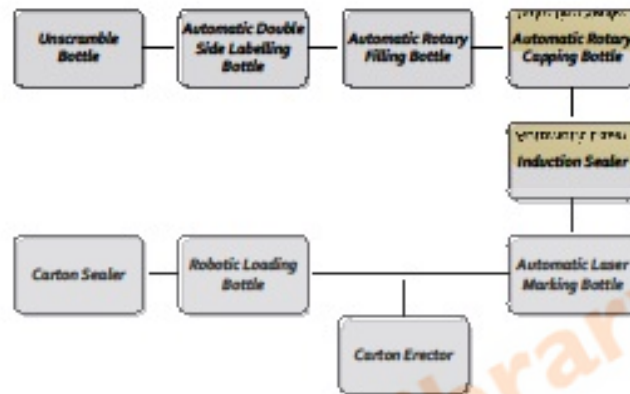
O = *Occurance Rating*

D = *Detection Rating*

Setelah nilai RPN diperoleh tahap berikutnya adalah penentuan equipment yang akan diprioritaskan untuk diperbaiki. Penentuan skala prioritas perbaikan ditentukan berdasarkan nilai RPN. Semakin besar nilai RPN suatu *cause of failure* (*penyebab masalah atau kegagalan*) semakin diprioritaskan untuk diperbaiki. Tahap berikutnya adalah melakukan analisis perbaikan-perbaikan apa saja yang bisa dilakukan untuk mengatasi *cause of failure* yang terjadi. Pada penelitian ini tidak dilakukan implementasi usulan karena usulan yang diberikan harus dipertimbangkan terlebih dahulu oleh pihak manajemen LOBP-PUG. Dari hasil pengumpulan dan pengolahan data serta analisis kemudian ditarik kesimpulan dan saran bagi LOBP-PUG.

### Hasil dan Perancangan

Hasil pengumpulan data menunjukkan bahwa *production rate* per jam untuk setiap unit lintasan produksi *filling lithos* untuk kemasan pelumas yang sama berbeda-beda sehingga persentase pencapaian target produksi pun berbeda-beda. Oleh karena itu dilakukan perhitungan rata-rata persentase pencapaian target produksi. Hasil perhitungan menunjukkan bahwa rata-rata persentase pencapaian target produksi unit lintasan produksi *filling lithos* 1 sebesar 66,26%, rata-rata persentase pencapaian target produksi unit lintasan produksi *filling lithos* 2 sebesar 77,81%, rata-rata persentase pencapaian target produksi unit lintasan produksi *filling lithos* 1 sebesar 85,47%, dan rata-rata persentase pencapaian target produksi unit lintasan produksi *filling lithos* 1 sebesar 74,29%. Dari hasil perhitungan tersebut diketahui bahwa nilai rata-rata persentase pencapaian target produksi unit lintasan produksi *filling lithos* 1 merupakan nilai yang terkecil. Dengan demikian unit lintasan produksi *filling lithos* 1 terpilih untuk dianalisis. Dari hasil pengamatan diketahui bahwa equipment setiap lintasan produksi *filling lithos* memiliki kemiripan. Secara umum susunan equipment di setiap unit lintasan produksi *filling lithos* seperti terlihat pada Gambar 2.

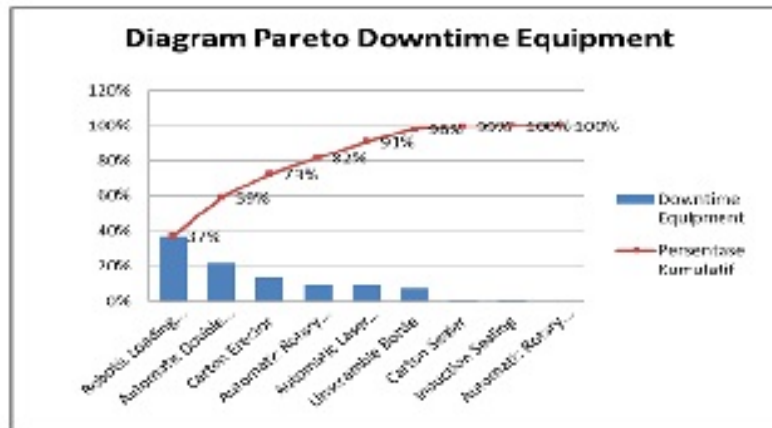


Gambar 2. Susunan Equipment Lintasan Produksi Filling Lithos

Untuk menentukan *equipment* mana yang akan dianalisis dilakukan perhitungan *downtime*nya selama *performance test*. Hasil perhitungan *downtime* setiap *equipment* dapat dilihat pada Tabel 4. Dengan menggunakan konsep Pareto kemudian dipilih *equipment* mana yang diprioritaskan untuk dianalisis. Diagram Pareto dapat dilihat pada Gambar 3. Dari Gambar 3 terlihat bahwa *equipment* yang menyebabkan 80% masalah pada lintasan produksi *filling lithos* 1 adalah *robotic loading bottle*, *automatic double side labelling bottle*, *carton erector* dan *automatic rotary filling bottle*. Keempat *equipment* tersebut terpilih untuk dianalisis dengan menggunakan metode FMEA. Hasil analisis keempat *equipment* dengan metode FMEA dapat dilihat pada Tabel 5. Dari Tabel 5 diketahui bahwa bahwa *cause of failure* berupa kesalahan mekanisme *filling nozzle* pada *equipment automatic rotary filling bottle*, operasi *bottle preparation* yang tidak sempurna pada *robotic loading bottle*, dan sinkronisasi *bottle feeder* yang tidak sempurna pada *automatic rotary filling bottle* memiliki nilai *risk priority number* (RPN) terbesar. Dengan demikian ketiga *cause of failure* tersebut menjadi prioritas untuk dilakukannya perbaikan. Berikut analisis *cause of failure* dan usulan perbaikannya :

Tabel 4. Persentase Pareto untuk Downtime Equipment

No.	Equipment	Total Downtime Equipment (menit)	Persentase	Persentase Kumulatif
1	<i>Robotic Loading Bottle</i>	142,883	37%	37%
2	<i>Automatic Double Side Labelling Bottle</i>	83,017	22%	59%
3	<i>Carton Erector</i>	52,350	14%	73%
4	<i>Automatic Rotary Filling Bottle</i>	35,000	9%	82%
5	<i>Automatic Laser Marking Bottle</i>	34,533	9%	91%
6	<i>Unscramble Bottle</i>	28,000	7%	98%
7	<i>Carton Sealer</i>	5,483	1%	99%
8	<i>Induction Sealing</i>	2,000	1%	100%
9	<i>Automatic Rotary Screw Capping Bottle</i>	0	0%	100%
		383,267	100%	



Gambar 3. Diagram Pareto Downtime Equipment

1. *Cause of failure* berupa kesalahan mekanisme *filling nozzle* pada *equipment automatic rotary filling bottle*

Kesalahan mekanisme pada komponen *filling nozzle* menyebabkan gangguan proses pengisian pelumas ke dalam botol. Gangguan tersebut dapat berupa tidak sempurnanya aliran pada selang pelumas, kesalahan penyetelan kecepatan pengisian (*speed control*), dan tersumbatnya *nozzle* ketika melakukan pengisian. Jika kondisi tersebut terjadi, volume pelumas yang diisikan ke dalam *lithos* tidak sesuai standar. Tindakan preventif yang dilakukan oleh operator produksi LOBP-PUG untuk mendeteksi kesesuaian volume pelumas dalam *lithos* adalah dengan cara mengambil dua buah *lithos* yang keluar dari *equipment automatic rotary filling bottle*, kemudian menumpahkan isinya pada gelas kimia. Selain pengecekan kesesuaian volume, dilakukan pula pengecekan kualitas pelumas hasil pencampuran. Akan tetapi pengecekan ini hanya dilakukan satu kali sehari atau setiap penggantian produk. Tindakan reaktif yang dilakukan oleh operator produksi LOBP-PUG adalah penyetelan terhadap mekanisme *filling nozzle*. Penyetelan ini dilakukan pada saat terjadinya ketidaksesuaian volume yang signifikan, yaitu volume dalam botol kurang dari  $\frac{3}{4}$  bagian dari botol, dan kejadian ini terjadi secara berturut-turut.

Usulan perbaikan untuk mengatasi *cause of failure* ini adalah dengan menambahkan mekanisme yang dapat mendeteksi volume larutan dalam botol. Mekanisme tersebut mampu mengeluarkan botol dari konveyor untuk dilakukan *rework*, apabila volume tidak sesuai dengan yang diinginkan. Mekanisme yang diusulkan dilengkapi dengan sensor ultrasonik yang dapat mengukur ketinggian permukaan pelumas dalam botol. Sensor ultrasonik yang digunakan adalah *ultrasonic water level sensor* yang dapat mendeteksi ketinggian permukaan pelumas tanpa kontak dengan pelumas. Tindakan preventif berupa penyetelan secara periodik terhadap mekanisme *filling nozzle* juga harus dilakukan untuk mencegah timbulnya kesalahan volume. Penyetelan ditujukan pada pengecekan selang pelumas, pengecekan *speed control*, dan pembersihan *nozzle*.

2. Operasi *bottle preparation* yang tidak sempurna pada *robotic loading bottle*

Ketidaksempurnaan operasi komponen *bottle preparation* pada *equipment robotic loading bottle* dapat menyebabkan botol penyok dan berlubang. Botol dalam kondisi demikian dianggap *reject* dan tidak bisa digunakan lagi. Ketidaksempurnaan operasi komponen *bottle preparation* pada *equipment robotic loading bottle* tersebut menyebabkan posisi botol di dalam *equipment* dapat berubah dan mengakibatkan botol terjepit oleh komponen lain pada *equipment*. Jika hal itu terjadi akan mengakibatkan *downtime equipment* yang berpotensi menghentikan seluruh lintasan produksi. Tidak ada tindakan preventif yang dilakukan oleh operator LOBP-PUG untuk menanggulangi botol penyok dan berlubang. Tindakan reaktif berupa pengecekan dan penyetelan kembali komponen-komponen *robotic loading bottle* dilakukan jika jumlah botol penyok dan berlubang terjadi sangat sering.

Tindakan preventif diusulkan untuk LOBP-PUG adalah dengan melakukan penyetelan ulang komponen *bottle preparation* berdasarkan *manual book* secara periodik sebelum produk cacat dihasilkan oleh komponen. *Setting* ulang dapat meliputi penyetelan suaian pada *fence*, penyetelan kelonggaran pada *side rail*, penyesuaian tekanan pneumatik dan penyetelan kelonggaran pada *bottle pusher*. Selain itu juga harus dilakukan pengecekan terhadap posisi sensor karena guncangan pada *equipment* juga mengakibatkan berubahnya posisi sensor. Kesalahan pada komponen *bottle preparation* juga dapat mengakibatkan terjadinya *failure* pada komponen lain pada *equipment robotic loading bottle*. Oleh karena itu usulan perbaikan pada komponen *bottle preparation* juga dilakukan dengan menambahkan sensor yang dapat mendeteksi botol yang tidak dalam posisi benar. Sensor tersebut merupakan sensor fotoelektrik yang akan bereaksi pada saat terdapat botol yang tidak pada posisi benar.

Tabel 5. Hasil analisis dengan menggunakan metode FMEA

No.	Equipment	Failure Mode	Effect of Failure	Cause of Failure	Current Control	Existing Conditions			
						S	O	D	RPN
1	Robotic Loading Bottle	Equipment tidak bekerja dengan baik: botol penyok/berubah bentuk	Reject bottle dan downtime equipment	Operasi pada bottle preparation tidak sempurna	Reactive : mengecek kn dksi bottle preparation.	7	7	6	294
				Posisi awal area rotary pada orienter tidak sesuai	Reactive : mengecek posisi orienter terhadap susunan botol	7	6	5	210
		Equipment tidak bekerja dengan baik: kartus sobek/hancur	Reject carton dan downtime equipment	Carriage tidak terarah dengan benar	Reactive : menyesuaikan ketinggian dan mengecek ketepatan carriage.	7	6	5	210
				Sinkronisasi posisi pada loader	Reactive : setting ulang komponen loader.	5	5	4	100
2	Automatic Double Side Labeling Bottle	Equipment tidak bekerja dengan baik: label kurang/bergeser	Rework labeling	Operasi bottle positioning tidak sempurna	Preventive : visual inspection Reactive : setting ulang bottle positioning.	5	5	7	175
				Ketahanan operasi pada roller	Preventive : visual inspection. Reactive : setting ulang komponen roller.	5	7	7	245
3	Carton Erector	Equipment tidak bekerja dengan baik: kartus sobek/hancur	Reject carton dan downtime equipment	Carton former beroperasi tidak sempurna	Preventif : Pemantauan filter udara pada vacuum generator. Reactive : pengecekan terhadap carton former dan pembersihan vacuum caps	6	6	3	108
				Equipment tidak bekerja dengan baik: botol penyok/berubah bentuk	Reactive : Setting ulang bila terjadi banyak produk cacat.	7	6	6	252
4	Automatic Rotary Filling Bottle	Equipment tidak bekerja dengan baik: volume pe masas lebih kurang	Rework filling	Sinkronisasi operasi bottle feeder tidak sempurna	Preventive : pemertasaan kualitas saat awal proses produksi. Reactive : Melakukan pengecekan terhadap filling nozzle.	6	8	7	336
				Ketahanan pada mekanisme filling nozzle					

### 3. Sinkronisasi *bottle feeder* yang tidak sempurna pada *automatic rotary filling bottle*

Sinkronisasi *bottle feeder* yang tidak sempurna disebabkan perputaran profil pada *screw feeder*, *star wheel*, dan *bottle carrier* tidak sinkron. Ketidaksinkronan perputaran profil pada *screw feeder*, *star wheel*, dan *bottle carrier* dapat mengengcet posisi botol yang ada didalamnya sehingga membuat botol menjadi penyok atau berlubang. Kejadian tersebut cukup sering. Belum ada tindakan preventif dari PT. Pertamina untuk menanggulangi *cause of failure* ini. Tindakan reaktif berupa perbaikan yang tepat pun belum dapat dilakukan karena sumber masalah belum dapat diketahui pasti. Tindakan preventif yang dapat diusulkan untuk mengurangi *cause of failure* ini adalah penyetelan sinkronisasi profil pada *screw feeder*, *star wheel*, dan *bottle carrier* secara berkala. Pengecekan berkala juga harus dilakukan pada kepresisian sistem penggerak roda gigi untuk memastikan seluruh gerakan pada *equipment* digerakan dengan sempurna. Jika seluruh tindakan telah dilakukan dan tetap terjadi *failure*, maka pihak LOBP-PUG perlu melakukan pemeriksaan terhadap bahan baku botol yang digunakan.

### Kesimpulan

Dari hasil penelitian dapat diambil beberapa kesimpulan sebagai berikut :

1. Tidak ada unit lintasan produksi *filling lithos* yang mencapai target produksi. Unit lintasan produksi *filling lithos* 1 memiliki rata-rata persentase pencapaian target produksi terkecil.
2. *Equipment* yang menyebabkan 80% masalah pada lintasan produksi *filling lithos* 1 adalah *robotic loading bottle*, *automatic double side labelling bottle*, *carton erector* dan *automatic rotary filling bottle*.
3. Tidak tercapainya target kapasitas produksi dikarenakan kurang tepatnya sistem perawatan *equipment* pada lintasan produksi *filling lithos*. Perawatan *equipment* yang umum dilakukan oleh LOBP-PUG PT. Pertamina merupakan perawatan yang bersifat reaktif dan belum melakukan perawatan preventif.
4. Skala prioritas perbaikan dilakukan untuk *cause of failure* berupa kesalahan mekanisme *filling nozzle* pada *equipment automatic rotary filling bottle*, operasi *bottle preparation* yang tidak sempurna pada *robotic loading bottle*, dan sinkronisasi *bottle feeder* yang tidak sempurna pada *automatic rotary filling bottle* karena memiliki nilai *risk priority number* (RPN) terbesar.
5. Usulan perbaikan untuk *filling nozzle (automatic rotary filling bottle)* adalah pengadaan mekanisme pemeriksaan volume botol menggunakan sensor ultrasonik, serta pengecekan pada selang pelumas, *speed control*, dan kepala *nozzle*.
6. Usulan perbaikan untuk *bottle positioning (robotic loading bottle)* adalah pengadaan mekanisme pemeriksaan posisi botol yang tidak benar menggunakan sensor fotoelektrik, serta pengecekan dan penyetelan suaiian pada *fence*, penyetelan kelonggaran pada *side rail*, penyesuaian tekanan pneumatik dan penyetelan kelonggaran pada *bottle pusher*.
7. Usulan perbaikan untuk *bottle feeder (automatic rotary filling bottle)* adalah pengecekan kepresisian sistem penggerak roda gigi dan penyetelan sinkronisasi profil pada *screw feeder*, *star wheel*, dan *bottle carrier* secara berkala.

### Daftar Pustaka

- [1] D.H. Stamatis, *Failure Mode and Effect Analysis : FMEA from Theory to Execution*, Milwaukee : ASQC Quality, 1995.
- [2] Jeremy Layzell dan Stephen Ledbetter, *FMEA Applied To Cladding Systems - Reducing The Risk of Failure*, Center for Window and Cladding Technology, University of Bath, UK, 1998.
- [3] Safarina Waradiba, *Analisis Reliability Instrument Menggunakan Metode Failure Modes and Effect Analysis (FMEA) Pada Boiler Feed Pump Turbin (BFPT) Untuk Memperbaiki Kinerja Terencana Di PT. IPMOMI*, Tesis Jurusan, Jurusan Teknik Fisika ITS, Surabaya, 2007.
- [4] Torgrim Lauritsen dan Tor Stalhane, *An Empirical Study of Introducing Failure Mode and Effect Analysis Technique*, Norwegian University of Science and Technology, 2006.
- [5] Vincent Gasperz, *Pedoman Implementasi Program Six Sigma : Terintegrasi dengan ISO 9001:2000, MBNQA, dan HACCP*, Jakarta : Gramedia Pustaka Utama, 2002.
- [6] Wing Nadarlis, *Perancangan Sistem Perawatan Mesin dengan Pendekatan Reliability Engineering dan Maintenance Value Stream Mapping (MVSM) Di PT. Industri Karet Nusantara, Thesis*, Jurusan Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Sumatera Utara, Medan, 2010.
- [7] Winny Sutanto, *Upaya Penurunan Downtime Mesin Pada Departemen Extrusion PT. Indal Aluminium Tbk*, Skripsi, Jurusan Teknik Industri, Universitas Kristen Petra, Surabaya, 2010.