

## USULAN PERBAIKAN PROSES PENCETAKAN MOTIF PADA KAIN GREY DI PT. KHARISMA PRINTEX UNTUK MEMINIMASI WASTE WAITING DENGAN PENDEKATAN LEAN MANUFACTURING

### IMPROVEMENT PROPOSAL OF MOTIFS PRINTING PROCESSING AT PT KHARISMA PRINTEX FOR MINIMIZING WASTE WAITING USING LEAN MANUFACTURING APPROACH

Lellyta Nurani P<sup>1</sup>, Pratyta Poeri Suryadhini<sup>2</sup>, Fransiskus Tatas Dwi Atmaji<sup>3</sup>

<sup>1,2,3</sup>Prodi Teknik Industri, Fakultas Rekayasa Industri, Universitas Telkom

<sup>1</sup>lellytanuranip@gmail.com, Pratyta@telkomuniversity.ac.id<sup>2</sup>, Franstatas@telkomuniversity.ac.id<sup>3</sup>

#### Abstrak

Selama proses produksi pada PT. Kharisma Printex terdapat beberapa *waste* yang ditemukan antara lain *waste transportation, defect, waiting inventory over production* dan *motion*. Pada penelitian kali ini yang menjadi fokus penelitian adalah *waste waiting*. Metode *lean manufacturing* digunakan untuk meminimasi *waste waiting*. Penelitian dimulai dengan melakukan pemetaan proses pencetakan kain grey yang terjadi dengan menggunakan *value stream mapping* (VSM) dan *process activity mapping* (PAM) untuk mengidentifikasi *waste* yang terdapat pada PT Kharisma Printex. Setelah dilakukan pemetaan *current state* selanjutnya dilakukan perhitungan *takt time* untuk menentukan fokus departemen yang akan diteliti dan pengidentifikasian penyebab dominan *waste waiting* menggunakan *fishbone* diagram dan *5 whys*. Penyebab dominan terjadinya *waste waiting* diatasi dengan menerapkan *preventive maintenance*, penggunaan *software* untuk menentukan jumlah *sparepart* yang dibutuhkan, pelatihan dan pengurangan waktu *changeover*.

**Kata kunci :** *lean manufacturing, waste waiting, preventive maintenance*

#### Abstract

During the production process at PT. Kharisma Printex there is some waste is found such us *waste transportation, defects, inventory, waiting, over production* and *motion*. The focus of this research is *waste waiting*. *Lean manufacturing* methods are used to minimize *waste waiting*. Research began with the mapping of gray fabric printing process that occurs with the use of *value stream mapping* (VSM) and *process activity mapping* (PAM) for identifying wastes on PT Kharisma Printex. *Takt time* calculation used to determine the focus of the department will be examined and the identification of the dominant cause of *waste waiting* are using *fishbone* diagram and *5 whys*. The dominant cause of *waste waiting* addressed by implementing *preventive maintenance*, the use of *software* to determine the required amount of *spare parts*, training and reducing *changeover* time.

**key words :** *lean manufacturing, waste waiting, preventive maintenance*

#### 1. Pendahuluan

PT Kharisma Printex merupakan perusahaan swasta yang bergerak dalam bidang konveksi khususnya jasa pencetakan motif pada kain *grey*. Sistem produksi yang digunakan dalam PT. Kharisma Printex adalah *make to order* sehingga perusahaan hanya memproduksi barang yang telah dipesan oleh pelanggan. Pada beberapa bulan tertentu PT Kharisma Printex tidak dapat memenuhi permintaan pelanggan. Ketidaktercapaian produksi dialami pada bulan September 2014 sampai dengan Februari 2015. Ketidaktercapaian produksi menunjukkan bahwa terdapat *waste* pada PT Kharisma Printex. *Waste* atau pemborosan adalah segala aktivitas kerja yang tidak memberikan nilai tambah dalam proses transformasi *input* menjadi *output* sepanjang *value stream* [3].

Untuk mengetahui *waste* yang terjadi pada PT Kharisma Printex maka dilakukan pengambilan data dengan menyebar kuisioner. Responden yang dipilih adalah Manager Produksi, Kepala Bagian *Rotary*, Kepala Bagian *Quality Control*, operator mesin *muzzi*, kepala PPC. Dari hasil kuisioner ini kita dapat mengetahui mengetahui bahwa terdapat 4 *waste* dominan selama proses pencetakan motif pada kain *grey* *waste transportation* (25,81%), *Defect* (20,50%), *Waiting* (18,95%), *Inventory* (18,78%), *Overproduction* (11,94%), dan *Motion* (4,02%). Pada penelitian ini yang menjadi fokus adalah *Waste waiting*.

*Waste waiting* merupakan keterlambatan yang tampak melalui orang-orang yang sedang menunggu mesin, peralatan, bahan baku, supplies, perawatan/pemeliharaan (*maintenance*), dan lain-lain atau mesin yang sedang menunggu perawatan, orang-orang, bahan baku, peralatan dan lain-lain [3]. Penyebab *waste waiting* yang pertama adalah waktu

tunggu karena mesin mengalami kerusakan saat proses sedang berlangsung. Penyebab kedua adalah waktu tunggu karena penggantian *screen* yang lama. Penggantian *screen* dilakukan setiap terjadi penggantian motif kain.

Melihat masalah yang terjadi pada PT Kharisma Printex perlu dilakukan penelitian mengenai rancangan usulan untuk meminimasi *waste waiting* sehingga ketidaktercapaian produksi dapat diminimalisir. Permasalahan yang akan dibahas dalam penelitian ini antara lain. Apa penyebab dominan terjadinya *waste waiting* pada PT Kharisma Printex dalam proses pencetakan motif pada kain dan bagaimana cara untuk meminimasi penyebab dominan *waste waiting* yang terjadi dalam proses pencetakan motif pada kain pada PT Kharisma Printex.

## 2. Dasar Teori dan Metodologi

### 2.1 Lean

*Lean* juga dapat didefinisikan sebagai suatu pendekatan sistemik dan sistematis untuk mengidentifikasi dan menghilangkan pemborosan (*Waste*) atau aktivitas-aktivitas yang tidak bernilai tambah (*non-value-adding-activities*) melalui peningkatan terus-menerus secara radikal (*radical continuous improvement*) dengan cara mengalirkan produk (*material, work-in-Process, output*) dan informasi menggunakan sistem tarik (*pull system*) dari pelanggan internal dan eksternal untuk mengejar keunggulan dan kesempurnaan. Tujuan *Lean* adalah meningkatkan terus-menerus *customer value* melalui peningkatan terus-menerus rasio nilai tambah terhadap *waste* (the value- to waste ratio) [3].

### 2.2 Waste

*Waste* dapat didefinisikan sebagai segala aktivitas kerja yang tidak memberikan nilai tambah dalam proses transformasi *input* menjadi *output* sepanjang *value stream* [3]. Terdapat 7 jenis pemborosan yang telah diidentifikasi oleh Toyota yang terdapat pada proses *manufacture*. Ketujuh jenis pemborosan yang maksud adalah produksi berlebihan (*overproduction*), (waktu) menunggu, transportasi atau pengangkutan yang tidak perlu, pemrosesan secara berlebihan, persediaan berlebih, gerakan yang tidak perlu, produk cacat, dan kreativitas karyawan yang tidak dimanfaatkan.

### 1.3 Value Stream Mapping

*Value stream mapping* adalah alat yang digunakan untuk menampilkan data proses (WIP pada, waktu *setup*, waktu proses, tingkat kesalahan, waktu *idle*, dll) dalam sebuah aliran. Metode ini digunakan sebagai dasar dalam metode perbaikan *lean* [4].

### 1.4 Peta Aliran Proses

Peta aliran proses adalah peta yang menggambarkan urutan dari proses, pemeriksaan, transportasi, menunggu dan penyimpanan yang terjadi selama proses produksi. Waktu yang tertera dalam peta aliran proses dinyatakan dalam jam atau menit sedangkan jarak perpindahan dinyatakan dalam satuan meter [7].

### 1.5 Diagram Fishbone

Diagram fishbone merupakan gambar yang terdiri dari garis dan simbol yang dirancang untuk menunjukkan hubungan antara sebab dan akibat. Diagram fishbone digunakan untuk menginvestigasi efek buruk dan bagaimana cara memperbaikinya atau efek baik dan apa saja yang mempengaruhinya [1].

### 1.6 5 whys

*5 whys* adalah teknik dasar yang digunakan untuk mendorong pemikiran kita tentang penyebab potensial sampai ke pada akar permasalahan dengan lebih cepat dan fokus. penggunaan *5 whys* menghindarkan dari pemecahan masalah yang bersifat sementara. Langkah awal dari penggunaan *5 whys* adalah dengan memilih satu penyebab yang berasal dari *cause and effect* diagram atau pada *tallbar* pada pareto, selanjutnya mengajukan pertanyaan “kenapa itu terjadi” kepada penyebab yang terpilih sampai akar permasalahan dari penyebab tersebut muncul [4].

### 1.7 Poisson Process

Pada perhitungan jumlah kebutuhan komponen suku cadang yang non repairable, jumlah kerusakan yang terjadi sama dengan jumlah kebutuhan suku cadangnya. Jumlah kebutuhan komponen suku cadang merupakan nilai minimum dari (n) dengan perhitungan sebagai berikut [6][8].

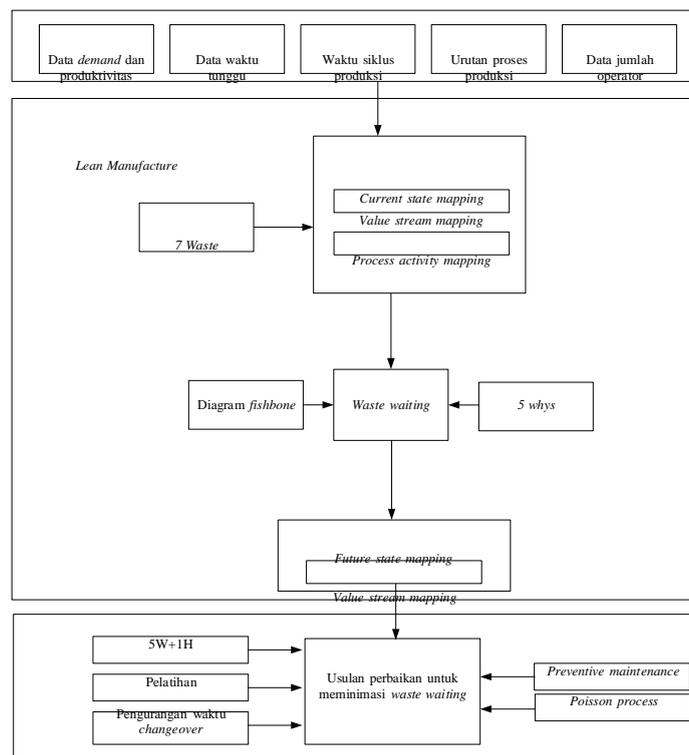
$$P \leq \sum_{n=0}^{\infty} \frac{1}{n!} e^{-\lambda t} = e^{-\lambda t} [1 + \lambda t + \dots + \frac{(\lambda t)^n}{n!}] \quad (1)$$

## 1.8 Model Konseptual

Bedasarkan gambar 1 dapat dilihat bahwa data yang dibutuhkan adalah data *demand* dan produktivitas, data waktu tunggu, data waktu siklus, urutan proses produksi dan data jumlah operator. Penelitian dimulai dengan melakukan observasi secara langsung untuk mengetahui situasi di lapangan. Pengidentifikasiian *waste* dilakukan dengan menyebar kuisisioner berdasarkan pengelompokan kuisisioner 7 *wastes* dan untuk fokus pada penelitian kali ini adalah *waste waiting*.

Langkah yang dilakukan setelah *waste waiting* teridentifikasi adalah melakukan pembuatan *current state mapping* yang terdiri dari *value stream mapping* (VSM) serta *process activity mapping* (PAM). Tahap selanjutnya adalah menganalisis faktor-faktor apa saja yang menyebabkan *waste waiting* dengan menggunakan diagram *fishbone*. Faktor paling dominan nantinya akan dicari penyebab akar permasalahannya menggunakan 5 *whys*, untuk selanjutnya akan diberikan usulan perbaikan untuk setiap akar permasalahan.

*Output* dari penelitian ini adalah rancangan usulan perbaikan proses pencetakan kain pada PT Kharisma Printex untuk meminimasi *waste waiting* dengan menggunakan *preventive maintenance*, *poisson process*, pelatihan dan pengurangan waktu *changeover*.



Gambar 1. Metodologi penelitian

## 3. Pembahasan

### 3.1 Deskripsi kerja dan Lantai Produksi

Proses pencetakan motif pada PT Kharisma Printex secara garis besar dibagi menjadi 5 yaitu proses persiapan kain, proses *dyeing*, proses *printing*, proses *curing*, dan proses *finishing*. Proses persiapan kain biasa disebut proses belah kain. Proses belah kain membantu untuk membelah kain yang berbentuk melingkar sehingga menjadi lembaran kain yang nantinya akan mempermudah proses selanjutnya. Setelah kain dibelah, kemudian kain masuk pada proses *dyeing*, pada proses ini terdapat 3 tahapan, yaitu *scoring/bleaching*, proses buka kain, proses *heat set*. Pertama kain masuk pada tahap *scoring/bleaching* pada mesin acme, pada tahap ini kain dicuci untuk dibersihkan dari kotoran. Proses buka kain berfungsi untuk merapikan kain yang basah dan kusut karena proses *scoring/bleaching* sehingga mempermudah dalam proses *heat set* yang merupakan kelanjutan dari proses *scoring/bleaching*. Pada proses *heat set* ini kain yang masih basah oleh proses *scoring/bleaching* akan dikeringkan. Kain yang sudah kering selanjutnya akan melalui proses *printing*. Proses *printing* merupakan proses pemberian zat warna pada kain sesuai dengan motif yang diinginkan. Proses *curing* merupakan proses pengikatan zat warna oleh serat, hal ini berfungsi agar motif pada kain tidak mudah luntur. Proses *finishing* dilakukan pada mesin *muzzi*. Pada mesin ini kain akan diatur besar gramasi. Gramasi merupakan berat kain. Proses yang terakhir merupakan proses inspeksi dan *packaging*. Proses inspeksi dan *packaging* merupakan proses terakhir pada pencetakan motif pada kain *grey*. Pada tahap ini kain *grey* yang telah melalui proses *finishing* diperiksa ulang untuk melihat apakah kain yang telah dicetak sesuai dengan kriteria yang telah ditentukan atau tidak. Selain pemberian tanda pada proses ini juga dilakukan penimbangan untuk mengetahui berat akhir untuk setiap rolnya dan juga pengepakan untuk setiap rolnya.



Jam kerja efektif

$$= \sum \text{jam kerja per minggu} - \sum \text{jam istirahat per minggu} - \sum \text{jam } \blacklozenge \blacklozenge \blacklozenge$$

$$= 120 \text{ jam} - 7,5 \text{ jam} - 1,5 \text{ jam}$$

$$= 111 \text{ jam} / \text{minggu}$$

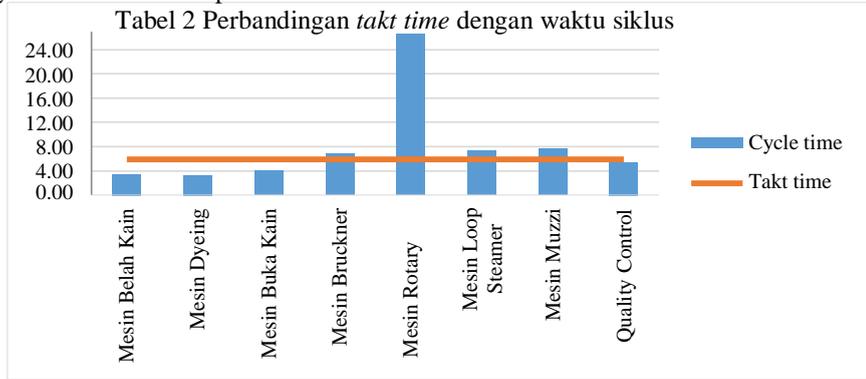
$$\text{Takt time} = \frac{\text{jam kerja efektif}}{\dots}$$

tif

$$= \frac{111 \text{ jam} / \dots}{1124.775 \text{ rol} / \dots}$$

$$= 0,0987 \text{ jam} = 5.92 \text{ menit}$$

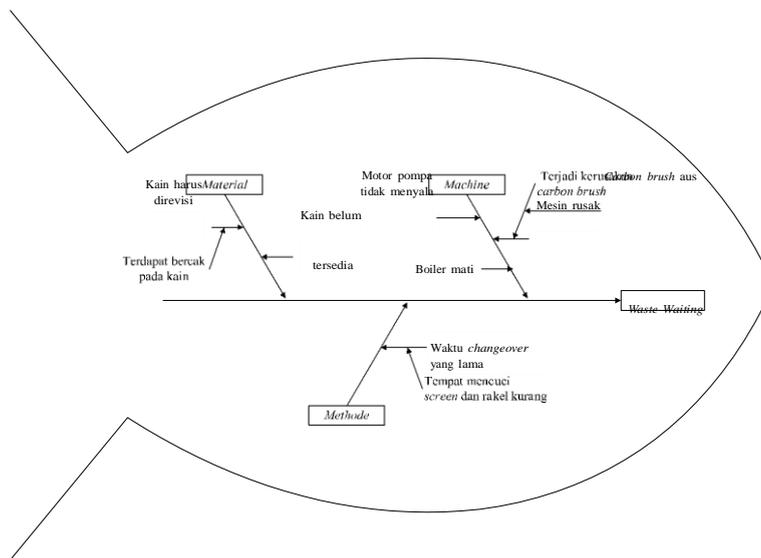
Angka pada *takt time* menunjukkan bahwa waktu yang tersedia untuk pencetakan motif pada kain grey adalah 5.92 menit untuk setiap rolnya untuk memenuhi permintaan.



Pada grafik diatas diketahui perbandingan *cycle time* setiap mesin dengan *takt time*. Berdasarkan table 2. mesin rotary memiliki waktu *cycle time* yang melebihi *takt time* yaitu 26.56 menit, oleh karena itu fokus penelitian kali ini adalah *Waste waiting* yang terjadi pada mesin rotary.

### 3.5 Identifikasi Penyebab *Waste waiting* Menggunakan *Fishbone Diagram*

Berdasarkan table 2. didapatkan bahwa fokus penelitian kali ini adalah meminimasi *waste waiting* pada mesin rotary. Faktor penyebab *waste waiting* diidentifikasi menggunakan diagram *fishbone* seperti pada gambar 3.



Gambar 3. *fishbone waste waiting*

### 3.6 Pembobotan *Waiting Time* Menggunakan Diagram Pareto

Berdasarkan beberapa faktor penyebab *Waste waiting* yang telah diidentifikasi menggunakan *fishbone* dan lamanya waktu menunggu untuk setiap penyebab, selanjutnya dilakukan perhitungan untuk menentukan faktor apa yang paling berpengaruh dalam *Waste waiting* dengan meranking lamanya waktu menunggu untuk setiap penyebab.

Penyebab	Durasi (Menit)	Frekuensi
Mesin rusak	105	1
Motor pompa tidak menyala	84	1

Tabel 3. Pembobotan *waste waiting*

Tabel 3. Pembobotan *waste waiting* (lanjutan)

<i>Waiting</i>	Durasi (Menit)	Frekuensi
Penggantian <i>screen</i>	22	setiap penggantian motif
Boiler mati	60	1
Kain belum tersedia	44	1
Kain harus direvisi	7	1

Bedasarkan tabel 3 faktor dominan yang menyebabkan aktivitas menunggu adalah mesin rusak ,motor pompa tidak menyala dan penggantian *screen* yang lama. Ketiga faktor dominan tersebut yang nantinya akan menjadi fokus dalam perancangan usulan perbaikan.

3.7 Analisis 5 Whys

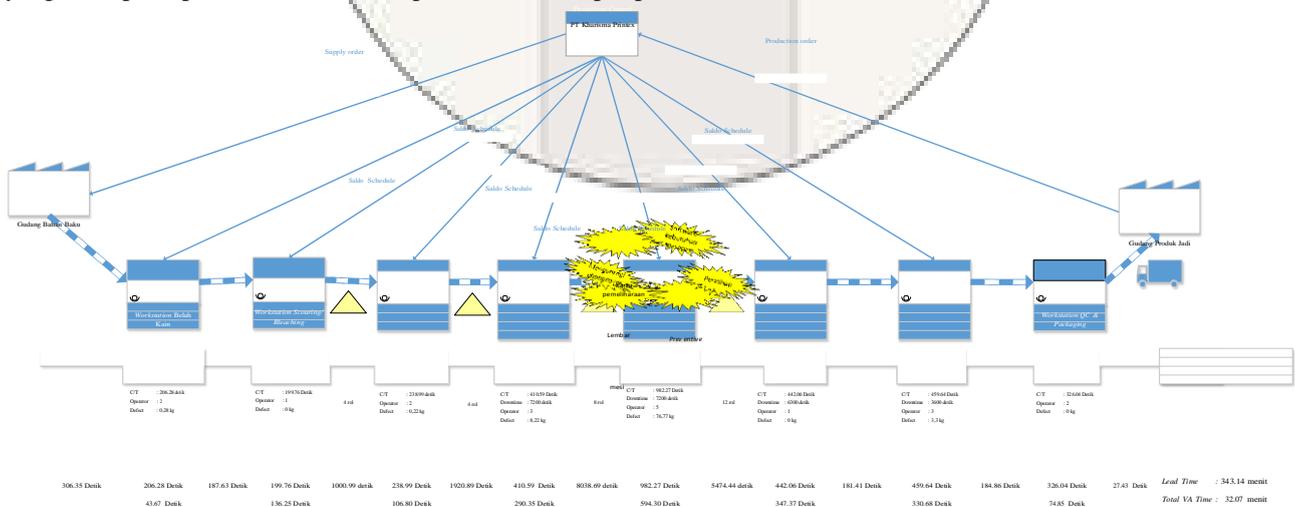
Langkah selanjutnya adalah mencari akar permasalahan dari penyebab dominan yang telah ditentukan dengan diagram pareto. Hal ini dilakukan untuk menemukan penyebab utama yang tidak dapat tergambar jelas dengan *fishbone diagram* sehingga dapat ditentukan rancangan usulan perbaikan yang tepat untuk setiap permasalahan. Analisis 5 *Whys* dapat dilihat pada table 4.

Table 4. *Whys waste waiting*

Alasan	Why	Why	Why	Why
Mesin rusak	Kerusakan pada karbon <i>brush</i>	Karbon <i>brush</i> aus	Tidak ada <i>preventive maintenance</i>	Tidak ada data kerusakan mesin
	<i>Sparepart</i> lamel tidak tersedia	Tidak ada <i>sparepart</i> di gudang	Tidak adanya perkiraan kebutuhan <i>sparepart</i>	
Motor pompa tidak menyala	Tidak ada pemeriksaan rutin motor pompa	Tidak ada <i>preventive maintenance</i>	Tidak ada data kerusakan mesin	
	<i>Corrective maintenance</i> lama	Kesulitan menemukan kabel input pada panel mesin <i>rotary</i>	Pelaksana <i>maintenance</i> tidak menguasai tentang kelistrikan	
Penggantian <i>screen</i>	Penggantian <i>screen</i> membutuhkan waktu yang lama	Alat untuk mencuci <i>screen</i> dan rakel kurang		

3.8 Value stream mapping future state

*Value stream mapping future state* digunakan untuk menggambarkan rekomendasi untuk menyelesaikan permasalahan *waste waiting* yang terjadi pada PT Kharisma Printex. *Value stream mapping future state* menyajikan konsep dari apa yang ingin dicapai [5]. Pada *value stream mapping future state* ini digambarkan perbaikan-perbaikan apa saja yang akan diberikan untuk mengatasi penyebab dominan *waste waiting*. Usulan yang diberikan antara lain : membuat lembar waktu kerusakan, penjadwalan *preventive maintenance*, pembuatan kartu pemeliharaan, *software* penentuan jumlah *sparepart* yang disimpan, pelatihan kelistrikan, penambahan tempat pencucian *screen* dan rakel.



Gambar 4. Value stream mapping future state

### 3.9 Perancangan usulan perbaikan

Langkah selanjutnya adalah rancangan usulan perbaikan untuk mengatasi setiap akar permasalahan yang ada. Langkah yang digunakan untuk mengatasi akar permasalahan adalah penentuan *preventive maintenance*, penentuan jumlah *sparepart*, pelatihan, dan meminimasi waktu *changeover*.

#### Usulan 1

Mesin yang mengalami kerusakan menyebabkan proses produksi tidak dapat berjalan sehingga terjadi *waste waiting*. Kerusakan pada mesin secara tiba-tiba dapat diantisipasi dengan adanya *preventive maintenance*. Perhitungan waktu *preventive maintenance* berdasarkan data kerusakan mesin yang sama di masa lalu. Pada usulan 1 dibuat lembar waktu kerusakan mesin dimana pada lembar waktu kerusakan terdapat kolom nama komponen yang diisi dengan nama komponen yang rusak seperti contohnya *carbon brush*, data waktu kerusakan yang diperlukan untuk mencari MTTF (*mean time to failure*) dan MTTR (*mean time to repaire*) dan kolom keterangan dituliskan tindakan perbaikan yang dilakukan dan pada kolom operator dituliskan operator yang sedang melakukan tindakan perbaikan

#### Usulan 2

Perusahaan harus memiliki proses yang stabil, yaitu perusahaan mampu menghasilkan produk dengan jumlah yang konsisten selama beberapa waktu. Oleh karena itu upaya untuk mengatasi kerusakan mesin dengan melakukan *preventive maintenance* merupakan aktivitas utama yang harus dilakukan [5]. Data kerusakan yang telah didapat dengan melakukan pengisian pada lembar kerusakan mesin selanjutnya diolah agar menghasilkan masukan bagi perusahaan untuk melakukan *preventive maintenance*. Penentuan interval waktu *preventive maintenance* menggunakan *software minitab 17* untuk melakukan uji Anderson-Darling dan *software Avsim +9.0* untuk menentukan parameter dari setiap distribusi yang terpilih.

#### Usulan 3

Usulan ketiga diberikan untuk mempermudah oprator *maintenance* dalam melakukan tindakan *preventive maintenance*. Pembuatan kartu pemeliharaan mesin dapat membantu operator dalam melakukan tindakan *preventive maintenance*. dengan adanya kartu pemeliharaan operator menjadi tahu kapan harus melakukan pemeliharaan selanjutnya. Pada kartu pemeliharaan terdapat kolom keterangan, pada kolom ini operator *maintenance* yang melakukan tindakan perbaikan menuliskan tindakan perbaikan apa yang telah mereka lakukan. Hal tersebut juga akan membantu operator pada *shift* berikutnya untuk mengetahui permasalahan apa saja yang terjadi pada mesin dan tindakan apa yang dilakukan untuk mengatasinya.

#### Usulan 4

Usulan ke 4 diberikan untuk menghindari ketidakterersediaan *sparepart*. Bagian *maintenance* menentukan jumlah pengadaan *sparepart* berdasarkan perkiraan dan hal tersebut menyebabkan *sparepart* bisa saja tidak tersedia saat dibutuhkan. Pengadaan *sparepart* harus memperhitungkan faktor waktu kerusakan mesin sehingga jumlah *sparepart* yang disimpan tidak terlalu banyak atau terlalu sedikit. Menggunakan data perhitungan *preventive maintenance* maka akan dilakukan perhitungan jumlah *sparepart* yang dibutuhkan pada kurun waktu tertentu seperti contohnya jumlah *sparepart* yang harus disiapkan selama kurun waktu 1 tahun beserta jumlah sekali pemesanan dan *safety stock*.

#### Usulan 5

Pada PT Kharisma Printex masih terdapat beberapa karyawan yang tidak menguasai tentang kelistrikan, hal ini menjadi suatu masalah karena akan menyebabkan proses pencetakan motif menjadi terganggu. Oleh karena itu, perlu adanya pelatihan untuk karyawan *maintenance* agar lebih memahami tentang kelistrikan sehingga dapat menyalakan motor pompa. Pelatihan dilakukan selama 8 hari. Materi pelatihan diberikan oleh kepala bagian *maintenance* kepada operator *maintenance*.

#### Usulan 6

Akar penyebab masalah yang ke 5 adalah waktu *changeover* yang terlalu lama. Proses pergantian (*changeover*) menyebabkan waktu produksi yang hilang. Jika proses pergantian tidak distandardisasi dan tidak tepat, sejumlah besar pergantian akan menyebabkan hilangnya produksi dan jadwal akan meleset [5]. Terdapat beberapa tahapan dalam penurunan waktu *changeover* [4].

- a. Mendata aktivitas *changeover* yang terjadi dan mengelompokkannya kedalam aktivitas *internal* atau *external*.
- b. Mengubah aktivitas *internal* menjadi aktivitas *external*

Setelah melakukan pengelompokkan aktivitas *internal* dan aktivitas *external* langkah selanjutnya adalah melakukan perubahan dari aktivitas *internal* menjadi aktivitas *external*. Pada aktivitas membawa *screen* dari penyimpanan dapat diubah menjadi aktivitas *external* karena operator dapat mengambil *screen* saat mesin *rotary* masih menyala.

- c. Mempersingkat aktivitas *internal*

Perbaikan proses pergantian *screen* dilakukan pada setiap aktivitas yang dapat diubah dan diperbaiki. Perbaikan dilakukan untuk mendapatkan waktu *changeover* yang lebih singkat

1. Pada aktivitas pencucian rakel operator harus membersihkan cat yang tertinggal pada rakel hingga benar-benar bersih. Mencuci rakel membutuhkan waktu yang lama karena dilakukan oleh seorang pegawai saja, oleh karena itu diperlukan adanya penambahan operator dan alat pencucian rakel untuk mempercepat proses pencucian rakel. Penambahan operator diambil dari operator mesin *rotary*.
2. Mencuci *screen* memerlukan waktu yang lama yaitu 382.60 detik atau sekitar 7 menit, oleh karena itu perlu adanya perbaikan karena jika tidak maka akan menghambat proses selanjutnya. Perbaikan yang dilakukan untuk mencuci

*screen* adalah dengan menambah operator untuk mencuci *screen* dan alat pencucian *screen*. Penambahan operator diambil dari operator mesin *rotary* karena 3 operator lainnya pada mesin *rotary*.

3. Selang tinta harus dibersihkan terlebih dahulu sebelum dipasang karena pada selang tinta masih terdapat beberapa bekas cat dari proses sebelumnya. Dalam proses *existing* pembersihan selang tinta dilakukan satu per oleh seorang operator. Oleh karena itu untuk mempersingkat waktu pengerjaan maka pembersihan selang tinta dilakukan oleh 2 orang operator.

#### 4. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian maka dapat ditarik kesimpulan bahwa :

1. Faktor penyebab dominan *waste waiting* antara lain :
  - a. *Waste waiting* yang disebabkan oleh faktor mesin yaitu mesin rusak dengan durasi selama 105 menit dan motor pompa tidak menyala dengan durasi 84 menit.
  - b. *Waste waiting* yang disebabkan oleh faktor *methode* yaitu penggantian *screen* yang lama.
2. Terdapat 5 Usulan yang diberikan untuk meminimasi *waste waiting* yang disebabkan oleh mesin rusak, motor pompa tidak menyala dan penggantian *screen* yang lama. Usulan yang diberikan yaitu :
  - a. Permasalahan : mesin rusak  
Akar penyebab : 1. Tidak ada data kerusakan mesin  
2. Tidak adanya perkiraan kebutuhan *sparepart*  
Usulan : 1. Pembuatan lembar waktu kerusakan.  
2. Penjadwalan *Preventive Maintenance*.  
3. Pembuatan lembar pemeliharaan  
4. *Software* Penentuan Jumlah *Sparepart* yang Disimpan
  - b. Permasalahan : motor pompa tidak menyala  
Akar penyebab : pelaksana *maintenance* tidak menguasai tentang kelistrikan  
Usulan : pelatihan kelistrikan
  - a. Permasalahan : penggantian *screen* yang lama  
Akar penyebab : Alat untuk mencuci *screen* dan rakel kurang  
Usulan : meminimasi waktu *changeover*

#### Daftar Pustaka

- [1] Besterfield, Dale H. (2009). *Quality Control*. United States. Pearson Education
- [2] Faturrakhman, M. I. (2015). Penerapan Konsep Lean Manufacturing untuk Rancangan Usulan Perbaikan Meminimasi Waste Waiting Time Pada Isi Buku Proyek Grafindo Media Pratama di PT Karya Kita. Tugas Akhir.
- [3] Gasperz, V., & Fontana, A. (2011). *Lean Six Sigma for Manufacturing and Service Industries*. Bogor: Vinchrsto Publication.
- [4] Georeg, Michael L., Price, Mark., Rowlands, David., Maxey, John., *Lean Six Sigma Pocket Toolbook*. United States : George Group.
- [5] Liker, J. K., & Meier, D. (2007). *The Toyota Way Fieldbook*. Jakarta: Erlangga.
- [6] Rachmawati, Issafitri nur. (2014). Penentuan Pengelolaan Suku Cadang Pada Turbin Pembangkit Listrik Tenaga Air dengan Metode Reliability Centered Spares (Rcs) dan Inventory Analysis di Divisi Pembangkitan Perum Jasa Tirta Ii. Tugas Akhir.
- [7] Satalaksana, I. Z., Anggawisastra, R., & Tjakraatmadja, J. H. (2006). Teknik Perencanaan Sistem Kerja. Bandung: Institut Teknologi Bandung.
- [8] Sztandera, Les M. (2015). Spare parts allocation – fuzzy systems approach. School House Lane and Henry Avenues (ISBN: 978-1-61804-019-0)