



Artikel Penelitian

Analisis Perawatan Mesin dengan Pendekatan RCM dan MVSM

Dwi Agustina Kurniawati, Muhammad Lutfan Muzaki

Program Studi Teknik Industri, Fakultas Sains dan Teknologi, UIN Sunan Kalijaga, Yogyakarta, 55281, Indonesia

INFORMASI ARTIKEL

Sejarah Artikel:

Diterima Redaksi: 6 April 2017

Revisi Akhir: 9 Juni 2017

Diterbitkan Online: 1 Juli 2017

KATA KUNCI

Reliability Centered Maintenance (RCM)

Maintenance Value Stream Map (MVSM)

Failure Mode Effect Analysis (FMEA)

Diagram Pareto

Standard Operational Procedure (SOP)

KORESPONDENSI

Telepon: +62 (0274) 519739

E-mail: dwia0001@uin-suka.ac.id

A B S T R A C T

Maintenance system at UMKM ED Aluminum Yogyakarta is using preventive and corrective maintenance program, but the implementation of this program still have many problems. The problem occurs because there is no maintenance system program and the company doesn't have Standard Operational Procedure (SOP) in maintenance to overcome machine failures resulted in the increase of the downtime value. To cope the problems, in this paper we used application of SOP and appropriate task maintenance selection using Maintenance Value Stream Map (MVSM) method supported by Reliability Centered Maintenance (RCM). Beside task selected among all products that have been produced, there is one machine that gives the biggest profit to the company. The product is feet infusion. Kondia milling machine is one of machines produces the feet infusion that has the longest downtime which was 17,75 hour during January 2016 until October 2016. RCM consist of Failure Mode Effect Analysis (FMEA), Pareto diagram, decision worksheet RCM, whereas the MVSM describes the maintenance activity. Based on Pareto analysis, the critical components on the Kondia milling machine were the magnetic contactor, relay, fuse, cutter, dynamo and bearing. The result of RCM decision worksheet proposed the appropriate action for the critical components cares. The Standard Operational Procedure (SOP) for the maintenance system on the operation of Kondia milling machine are suggested to the company for getting more significant outcome.

1. PENDAHULUAN

Sistem perawatan memegang peranan penting dalam perusahaan. Tanpa adanya sistem perawatan yang sesuai, pihak perusahaan akan mengalami kerugian besar seperti mesin rusak dan tidak dapat berfungsi kembali, jumlah produk cacat meningkat, hingga kerugian material akibat seringnya mengganti komponen pada mesin. Oleh karena itu, penerapan perawatan pada proses produksi suatu perusahaan harus diperhatikan dengan seksama oleh bagian *maintenance*.

UMKM ED Aluminium merupakan satu dari seratus empat UMKM yang bergerak dibidang logam dan elektronika di Kecamatan Umbulharjo, Kabupaten Bantul, Daerah Istimewa Yogyakarta. Diantara keseluruhan produk yang dihasilkan, terdapat satu buah produk yang menyumbang keuntungan terbesar bagi UMKM ini. Produk tersebut yakni produk kaki lima yang digunakan pada bidang kesehatan.

Sistem perawatan yang dilakukan oleh perusahaan selama ini menggunakan sistem *preventive* dan *corrective maintenance*,

tetapi dalam pelaksanaannya masih terjadi permasalahan. Permasalahan tersebut disebabkan belum terencana dan tidak adanya *Standard Operational Procedure* (SOP) pada bagian *maintenance* untuk mengatasi kerusakan mesin. Permasalahan lainnya yakni tingginya angka *downtime* mesin *milling* Kondia yang berperan dalam produksi produk kaki lima (kaki infus). Tingginya angka *downtime* mesin tersebut terlihat dari data perusahaan yang menyebutkan bahwa mesin *milling* Kondia mengalami *downtime* selama 17,75 jam dalam kurun waktu mulai Januari 2016 hingga Oktober 2016.

Pemecahan masalah melalui pemilihan tindakan perawatan (*maintenance task*) yang tepat pada komponen sistem yang telah terpilih pada penelitian ini dilakukan menggunakan metode *Reliability Centered Maintenance* (RCM). Sementara itu, untuk mengatasi permasalahan keandalan mesin dikarenakan usia mesin sudah tua dan aktivitas perawatan yang belum terprogram maka diperlukan penggambaran sistem perawatan aktual dengan menggunakan pendekatan *Maintenance Value Stream Map* [1].

Produk kaki lima merupakan produk berbentuk seperti bintang yang berfungsi sebagai penyangga dan membantu tiang infus untuk bergerak. Produk ini diproduksi melalui beberapa tahapan

dengan mengandalkan beberapa mesin seperti mesin *Hydraulic Casting, Bubut Konvensional, CNC Makino, Milling Kondia* dan *Milling Rong Fu*.

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Reliability Centered Maintenance (RCM)

RCM merupakan proses untuk menentukan tindakan yang harus dilakukan agar memastikan beberapa sistem fisik berfungsi terus-menerus sesuai keinginan operator dalam kondisi sekarang ini [2]. Keuntungan pendekatan RCM adalah kegiatan perawatan yang dilakukan menjadi lebih efektif dikarenakan waktu *downtime* yang berkurang dan waktu penggunaan mesin akan semakin maksimal digunakan. Keuntungan lainnya yaitu RCM dapat memfokuskan kegiatan perawatan pada komponen prioritas.

Langkah pertama untuk melakukan analisis menggunakan RCM yaitu dengan cara mengumpulkan data yang menunjang proses analisis tersebut seperti data *downtime* dan produk yang paling berpengaruh dan mesin-mesin yang digunakan. Selanjutnya, data yang telah terkumpul dipilih sesuai sistem dan informasi yang paling berpengaruh terhadap perusahaan menurut nilai *downtime*. Setelah memilih sistem, maka sistem tersebut dikategorikan menurut subsistem yang akan diidentifikasi fungsi-fungsi dan kegagalannya menggunakan FMEA. Berdasarkan hasil dari FMEA dan nilai RPN, selanjutnya diidentifikasi komponen yang diprioritaskan menggunakan diagram Pareto. Tahapan terakhir yakni merekomendasikan aktivitas perawatan menurut hasil *decision worksheet* RCM.

Kriteria sistem yang dapat digunakan dalam pemilihan sistem yaitu:

- Sistem yang mengalami perawatan pencegahan dan biaya yang dikeluarkan untuk perawatan pencegahan sistem paling tinggi.
- Sistem yang mengalami banyak perbaikan dan biaya perbaikan terlalu besar.
- Sistem yang memiliki pengaruh besar terhadap proses produksi

Pada tahap ini adalah mengidentifikasi fungsi yang bertujuan untuk mengetahui fungsi dari subsistem, komponen maupun sistem yang akan diteliti. Fungsi merupakan kinerja yang diinginkan oleh operator untuk dapat beroperasi. FMEA merupakan jenis desain dan cara untuk menganalisis pencegahan yang menunjang formula sistematis dan terstruktur supaya modus kerusakan potensial pada sistem dapat teridentifikasi [3].

FMEA terbagi menjadi 3 jenis yaitu FMEA desain, proses dan produk proses. Pada pendekatan RCM, FMEA yang digunakan yakni FMEA proses. Pendekatan FMEA untuk memperbaiki kebijakan paling diprioritaskan menurut urutan dari nilai terbesar *Risk Priority Analysis* (RPN) ke yang lebih kecil. Hasil dari nilai RPN akan menjadi dasar tahapan selanjutnya untuk pemilihan aktivitas perawatan yang lebih utama dilakukan menggunakan *Decision Worksheet*. Dimana komponen yang diprioritaskan memiliki nilai RPN paling besar dan menghasilkan kerusakan paling berpengaruh terhadap sistem. Oleh karena itu, tahapan ini digunakan untuk mencari penyebab dan efek yang

dihasilkan oleh terjadinya kerusakan.

Tabel 1. FMEA [4]

FMEA Worksheet			Sistem :						
			Subsistem :						
No	Komponen	Function	Function Failure	Failure Mode	Failure Effect	S	O	D	RPN

Diagram Pareto diperkenalkan oleh seorang ahli yaitu Alfredo Pareto (1848-1923). Diagram ini menunjukkan klasifikasi data yang telah diurutkan dari data terbesar atau tertinggi hingga ke data terendah dari kiri ke kanan. Diagram Pareto mengklasifikasikan masalah menurut sebab dan gejalanya dan juga menunjukkan masalah yang paling sering terjadi dan memiliki dampak yang terbesar. Aturan dalam diagram Pareto yaitu "80-20" dimana "80% of the troubles comes from 20% of the problems" (80% persoalan berasal dari 20% masalah).

Pemilihan aktivitas bertujuan untuk mengetahui *task* yang efektif terhadap setiap mode kegagalan yang ada. Efektif berarti kebijakan pemilihan aktivitas perawatan yang dilakukan dapat mencegah, mendeteksi kegagalan atau menemukan kegagalan tidak terlihat (*hidden failure*). Cara untuk melakukan kebijakan pemilihan aktivitas perawatan yaitu sebagai berikut [2]:

- Scheduled discard task* merupakan tindakan yang memerlukan *remanufacture* komponen atau merombak perakitan secara terjadwal sebelum atau pada batas usia pemakaian tanpa melihat kondisi komponen.
- Scheduled restoration task* adalah tindakan *preventive maintenance* yang terjadwal berdasarkan kebijakan dengan mengganti atau membuang komponen sebelum atau pada batas usia pemakaian tanpa melihat kondisi komponen.
- Scheduled on-condition task* merupakan tindakan aktivitas perawatan untuk mengetahui kegagalan potensial yang bisa dicegah dan dideteksi kerusakan / kegagalan komponen dengan cara inspeksi alat tersebut. Kegiatan perawatan yang dilakukan menggunakan sistem monitoring, antara lain pengukuran suara, analisis getar, dan sebagainya.
- Failure finding* merupakan tindakan aktivitas perawatan untuk mengetahui kerusakan / kegagalan pada komponen yang tersembunyi dengan cara pemeriksaan berkala. *Failure finding* bisa disebut juga sebagai *scheduled task* yang digunakan untuk mendeteksi kegagalan tersembunyi ketika *condition based maintenance* atau *time based maintenance* tidak dapat dilakukan.
- Run to Failure* atau disebut juga *No Scheduled Maintenance* adalah tindakan aktivitas perawatan yakni menggunakan peralatan sampai rusak, karena tidak ada tindakan ekonomis untuk pencegahan kerusakan / kegagalan.

Tabel 2. Decision Worksheet RCM [4]

RCM DECISION WORKSHEET				Sistem :													
				Subsistem :													
Komponen	Information Reference	Consequence Evaluation			H1			H2			H3			Default Action	Proposed Task	Initial Interval	Can be Done by
					S1	S2	S3	O1	O2	O3	O1	O2	O3				
					F	FF	FM	H	S	E	O	N1	N2				

2.2. Maintenance Value Stream Map (MVSM)

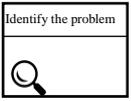
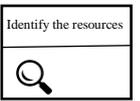
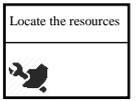
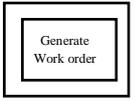
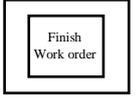
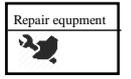
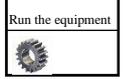
Maintenance Value Stream Map (MVSM) adalah metode yang digunakan untuk menggambarkan alur kegiatan perawatan yang dikembangkan dari VSM untuk mengidentifikasi pemborosan [5]. Pemborosan tersebut terjadi pada setiap kegiatan perawatan yang tidak memberikan nilai tambah terhadap proses perawatan tersebut.

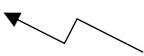
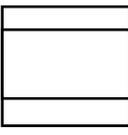
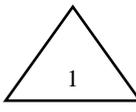
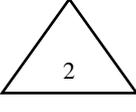
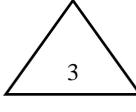
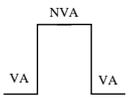
MVSM adalah metode yang menghasilkan output berupa jumlah waktu pada aktivitas perawatan didalamnya memiliki aktivitas bernilai tambah (*value added*) dan aktivitas tidak memiliki nilai tambah (*non-value added*) serta efisiensi perawatan. Adanya output yang dihasilkan oleh metode MVSM dapat membandingkan hasil sebelum dan sesudah usulan agar waste

dapat diminimalkan. Metode MVSM dibedakan berdasarkan map yang dibuat yaitu *current state map* dan *future state map* (usulan). Berdasarkan map yang telah dibuat, maka aktivitas yang tidak memiliki nilai tambah (*non-value added*) dan memiliki nilai tambah (*value added*) dapat diketahui berupa waktu pada setiap aliran proses.

Pada tahapan pertama ini, terdapat tujuh kategori yang digunakan untuk mewakili MTTO, MTTR dan MTTY. Dimana MVSM berfungsi untuk menggambarkan aktivitas perawatan aktual perusahaan sehingga didapatkan gambaran aktivitas yang memiliki nilai tambah yaitu *Mean Time To Repair* (MTTR). Aktivitas yang tidak memiliki nilai tambah *Mean Time To Organize* (MTTO) dan *Mean Time To Yield* (MTTY).

Tabel 3. Framework MVSM

Framework Category	Sub-Category	Symbol	Symbol Name	Definition	MMLT Category
Equipment Breakdown	Communication		Equipment breakdown	Simbol <i>breakdown</i> digunakan untuk menggambarkan komponen dalam keadaan rusak	MTTO, MTTR, MTTY
			Communicated the problem	Proses yang melibatkan keterkaitan masalah pada peralatan operator untuk pemeliharaan pribadi saat keusakan peralatan	MTTO
			Identify the problem	Proses ini melibatkan identifikasi masalah pada peralatan rusak	MTTO
	Identification		Identify the resources	Proses ini mengidentifikasi sumber persediaan seperti komponen, karyawan dan lain lain yang diperlukan untuk kinerja pekerjaan perbaikan	MTTO
			Locate the resources	Proses ini melibatkan penempatan / pemecahan sumber persediaan yang dibutuhkan untuk pekerjaan perbaikan	MTTO
	Work order		Generate work order	Proses yang menghasilkan perintah pekerjaan pemeliharaan	MTTO
			Finish work order	Proses ini menyelesaikan perintah pekerjaan pemeliharaan	MTTO
			Repair equipment	Proses yang melibatkan operasi perbaikan komponen dengan benar	MTTO
	Yield		Run the equipment	Proses yang melibatkan operasi setelah perbaikan kompone hingga memproduksi produk	MTTO
	Physical Flow	Push Arrow		Push Arrow	<i>Push arrow</i> menggambarkan urutan aliran fisik dari proses. Dua

	Down Arrow		Down Arrow	bagian urutan proses pemeliharaan disambungkan oleh panah ini <i>Down arrow</i> menggambarkan aliran fisik diantara kerusakan komponen dan aktivitas pertama dalam <i>value stream</i>	MTTO
Information Flow	Manual		Straight Arrow	<i>Straight arrow</i> menggambarkan aliran manual informasi dari catatan, laporan atau wawancara. Frekuensi dan cacatan lainnya disediakan sepanjang garis	MTTO, MTTR, MTTY
	Electronic		Wiggle Arrow	<i>Wiggle arrow</i> mempresentasikan informasi <i>electronic flow</i> dari internet, intranet, LAN, WAN. Frekuensi dan cacatan lain disediakan sepanjang garis	MTTO, MTTR, MTTY
Data Box			Data Box	<i>Data box</i> digunakan untuk mencatat informasi dari setiap proses pemeliharaan. Berbagai informasi ditempatkan dalam kotak ini menjadi waktu proses dari setiap proses pemeliharaan	MTTO, MTTR, MTTY
Delay	Unavailability of equipment operator		Delay 1	Simbol <i>delay 1</i> digunakan untuk menggambarkan keterlambatan dalam permulaan dari proses pemeliharaan karena tidak tersedianya peralatan operator untuk menunjang pemeliharaan karyawan tentang komponen yang rusak	MTTO
	Unavailability of tools and parts		Delay 2	Simbol <i>delay 2</i> digunakan untuk menggambarkan keterlambatan karena tidak tersedianya alat yang sesuai dan komponen yang dibutuhkan demi melakukan tugas pemeliharaan	MTTO
	Unavailability of appropriate maintenance personel		Delay 3	Simbol <i>delay 3</i> digunakan untuk menggambarkan keterlambatan dalam proses pemeliharaan karena tidak tersedianya karyawan pemeliharaan yang sesuai	MTTO, MTTY
Time Line			Time Line	Simbol <i>time line</i> digunakan untuk mencatat informasi tentang waktu <i>value added</i> (VA) dan <i>non value added</i> (NVA). Waktu NVA dicatat	MTTO, MTTR, MTTY

paling atas dari *time line*
dan aktivitas VA dicatat di
bagian bawah dari *time line*

Semua aktivitas tersebut digolongkan menjadi *Mean Maintenance Lead time* (MMLT). Berdasarkan Kannan *et al.* [6] didalam MVSM terdapat nilai efisiensi perawatan, aktivitas waktu *value added* dan *non-value added* dengan rumus sebagai berikut:

$$MMLT = MTTO + MTTR + MTTY \quad (1)$$

$$\text{Value added time} = MTTR$$

$$\text{Non value added time} = MTTO + MTTY$$

$$\% \text{ Efisiensi perawatan} = \frac{MTTR}{MMLT} \times 100 \quad (2)$$

Proses ini menjelaskan tentang keterkaitan dalam mengembangkan MVSM. Dalam proses pemetaan, terdapat beberapa kegiatan yang dilakukan pada komponen prioritas terpilih. *Current state map* ini menggambarkan proses aktual perusahaan ketika sedang melakukan perawatan. Kegiatan perawatan dapat meliputi aktivitas yang memberikan nilai tambah (*value added*) dan tidak memberikan nilai tambah (*non-value added*). Adanya framework pada tahapan MVSM dapat berfungsi untuk penggambaran *current state map* dapat diketahui nilai yang menjadi MTTO, MTTR dan MTTY.

Diagram sebab-akibat (*Fishbone Diagram* atau *Cause and Effect Diagram*) dikembangkan oleh Dr. Kaoru Ishikawa pada 1943, sehingga diagram ini sering disebut diagram Ishikawa. Diagram ini menggambarkan hubungan antara akibat dan penyebab terjadinya suatu masalah. Pada tahapan ini digunakan untuk menentukan aktivitas-aktivitas apa saja yang dapat menyebabkan *lead time* lebih panjang. Dari hal tersebut setelah diketahui penyebab dari masalah terkait kemudian dilakukan tindakan perbaikan. Dalam mencari penyebab-penyebab dari suatu masalah yang ada digunakan metode wawancara dengan pihak perusahaan.

Sumber penyebab masalah kualitas yang ditemukan berdasarkan prinsip 7 M, yaitu [3]:

1. *Manpower* (tenaga kerja), berkaitan dengan kekurangan dalam pengetahuan, kekurangan dalam ketrampilan dasar yang berkaitan dengan mental dan fisik, kelelahan, stres dan ketidakpedulian.
2. *Machines* (mesin) dan peralatan, berkaitan dengan tidak ada sistem perawatan preventif terhadap mesin produksi, termasuk fasilitas dan peralatan lain tidak sesuai dengan spesifikasi tugas, tidak dikalibrasi, terlalu *complicated* dan terlalu panas.
3. *Methods* (metode kerja), berkaitan dengan tidak adanya prosedur dan metode kerja yang benar, tidak jelas, tidak diketahui, tidak terstandarisasi dan tidak cocok.
4. *Materials* (bahan baku dan bahan penolong), berkaitan dengan tidak ketiadaan spesifikasi kualitas dari bahan baku dan bahan penolong yang ditetapkan.
5. *Media*, berkaitan dengan tempat dan waktu kerja yang tidak memperhatikan aspek-aspek kebersihan, kesehatan dan

keselamatan kerja dan lingkungan kerja yang kondusif.

6. *Motivation* (motivasi), berkaitan dengan ketiadaan sikap kerja yang benar dan profesional, yang disebabkan oleh sistem balas jasa dan penghargaan yang tidak adil kepada tenaga kerja.
7. *Money* (keuangan), berkaitan dengan ketiadaan dukungan *financial* (keuangan) guna memperlancar proyek peningkatan kualitas.

Analisis 5S dirancang untuk menghilangkan pemborosan dan mengurangi resiko kecelakaan yang terjadi saat kerja. Aktivitas 5S merupakan tindakan yang dipilih oleh individu dan dikerjakan individu dengan tujuan tertentu dengan memperhatikan sasarannya. Pada proses perawatan analisis 5S berfungsi untuk mengurangi aktivitas yang tidak memberi nilai tambah dan meningkatkan persentase efektifitas perawatan. Definisi dari 5 S yaitu [7]:

a. *Seiri* (Pemilahan)

Pada umumnya, istilah *seiri* berarti mengatur segala sesuatu dengan aturan tertentu. Penerapan *seiri* dalam perawatan dapat dilakukan dengan cara pelabelan. Semisal, label merah untuk menandai pemborosan dan label hijau menunjukkan barang-barang yang tidak diperlukan sehingga dapat dilakukan pemilahan. Dengan kata lain *seiri* berarti membedakan antara yang diperlukan dengan yang tidak diperlukan.

b. *Seiton* (Penataan)

Analisis *seiton* pada proses perawatan merupakan tindakan menyimpan barang di tempat atau dalam penerapan tata letak yang tepat, sehingga dapat dipergunakan dalam keadaan perawatan tiba-tiba. Hal tersebut memerlukan penataan dengan memperhatikan efisiensi, mutu dan keamanan serta mencari cara penyimpanan yang optimal. Dibawah ini adalah pengelompokan barang menurut fungsinya yaitu [7]:

- Barang yang tidak diperlukan maka barang dibuang.
- Barang yang tidak diperlukan tetapi ingin dipergunakan ketika diperlukan maka barang disimpan untuk keadaan tidak terduga.
- Barang yang diperlukan hanya sewaktu-waktu maka diletakkan di gudang.
- Barang yang kadang-kadang digunakan maka diletakkan di tempat kerja.
- Barang yang sering kita gunakan maka disimpan oleh setiap pekerja.

c. *Seiso* (Pembersihan)

Seiso adalah tindakan untuk menjaga kondisi lingkungan kerja tetap dalam keadaan bersih. Pada aktivitas perawatan diperlukan pembersihan secara rutin terhadap mesin maupun lingkungan kerja agar dalam pelaksanaan produksi berjalan dengan lancar. Tujuan dari *seiso* adalah untuk menghilangkan semua debu dan kotoran dan menjaga tempat kerja selalu bersih.

d. *Seiketsu* (Pemantapan)

Seiketsu (pemantapan) berarti memelihara keadaan secara terus menerus dan berulang-ulang memelihara penataan, pemilihan dan kebersihannya. Hal ini dimaksudkan untuk

memelihara terhadap ketiga aktivitas sebelumnya supaya terus dilakukan sehingga dalam aktivitas perawatan tidak terjadi pemborosan yang berlebihan.

e. *Shitsuke* (Pembiasaan)

Shitsuke (kebiasaan atau disiplin) adalah pelatihan dan kemampuan untuk melakukan pekerjaan dengan penerapan 5S secara berulang-ulang sehingga secara alami kita dapat melakukannya secara benar. Dengan penerapan *shitsuke*, pihak perusahaan dapat melakukan sebuah standarisasi dalam aktivitas perawatan maupun semua bagian yang dapat dijadikan acuan untuk melakukan aktivitas 5S.

Metode 5S telah lama ada dan tidak ada yang baru didalamnya tetapi fungsi yang diperoleh tetaplah sama yakni agar kondisi lingkungan kerja dapat nyaman dan aman terhadap pekerja. Sedangkan tindakan untuk meminimalkan pemborosan dan analisis SOP yang dilakukan yakni dari aktivitas perawatan aktual yang dilakukan oleh perusahaan bagaimana caranya agar pemborosan tersebut tidak ada. SOP dapat berfungsi sebagai acuan untuk melakukan aktivitas perawatan dengan meminimalkan pemborosan yang sering terjadi dalam perawatan.

Tahap akhir dari pendekatan MVSM yaitu penggambaran *future state map* dimana tahapan ini menggambarkan kondisi perawatan usulan. Penggambaran aktivitas usulan diperoleh dari metode yang telah dilakukan seperti RCM, penetapan SOP komponen prioritas, analisis 5S dan analisis *current state map*. Menggunakan metode MVSM dapat menghitung besarnya peningkatan persentase efisiensi perawatan pada komponen prioritas yang rusak. Hasil tersebut dapat diperoleh dari penggambaran antara kondisi perawatan aktual (*current state map*) dengan sistem perawatan usulan (*future state map*) [1].

3. METODOLOGI PENELITIAN

Pelaksanaan penelitian ini pada Mesin *Milling* Kondia yang memproduksi produk kaki infus UMKM ED Aluminium Yogyakarta. Waktu penelitian dilakukan mulai Bulan Oktober 2016 hingga Februari 2017. Jenis data yang digunakan yakni data primer meliputi: observasi dan wawancara, data kedua yaitu data sekunder adalah data *downtime* perawatan mesin mulai dari Bulan Januari 2016 hingga Oktober 2016. Adapun metode pengolahan yang dilakukan adalah:

a. Metode Observasi

Observasi dilakukan dengan pengamatan secara langsung untuk mendapatkan data mengenai segala hal yang berhubungan dengan masalah yang diteliti di objek penelitian.

b. Metode Wawancara

Wawancara secara langsung dengan pihak-pihak yang kompeten seperti Manajer Produksi, Kepala Bagian Produksi, Bagian Perawatan Mesin, dan pihak lain yang berhubungan dengan data yang diperlukan untuk penelitian.

Pada penelitian ini, pemecahan masalah dilakukan dengan menggunakan pendekatan 2 metode untuk meminimalkan nilai *downtime* pada bagian perawatan mesin yaitu:

a. *Reliability Centered Maintenance* (RCM) merupakan pendekatan yang bersifat kualitatif dengan tahapan menggunakan FMEA dan *Decision Worksheet* RCM guna

menghasilkan aktivitas pemeliharaan yang tepat, sehingga sistem tersebut dapat berjalan sesuai fungsinya.

b. *Maintenance Value Stream Map* (MVSM) merupakan pemetaan terhadap aktivitas yang selama ini dilakukan perusahaan dengan mengetahui MTTO, MTTR, MTTY dan MMLT. Aktivitas usulan diperoleh dari hasil pengolahan yakni berupa SOP dan nilai peningkatan persentase efisiensi perawatan.

Metodologi penelitian dimulai dengan mengidentifikasi masalah yang terdapat pada perusahaan. Selanjutnya menentukan tujuan penelitian dan melakukan studi *literature* guna menentukan data yang diperlukan dan pengolahan datanya. Data diperoleh melalui wawancara dan observasi perusahaan. Data yang telah diperoleh diolah menggunakan pendekatan RCM kemudian MVSM. Langkah selanjutnya yakni analisis dan pembahasan. Langkah terakhir dalam penelitian ini adalah dengan memberi kesimpulan dan saran atas hasil penelitian yang telah dilakukan.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1. *Reliability Centered Maintenance* (RCM)

UMKM ED Aluminium Yogyakarta memiliki berbagai macam mesin begitu pula dengan produk yang dihasilkan. Proses produksi dimulai dari bahan baku berupa aluminium yang dileburkan terlebih dahulu dan dicetak menjadi produk yang diinginkan. Perusahaan menghasilkan produk sesuai dengan permintaan konsumen atau yang biasa disebut dengan *make to order*.

Pada langkah pengumpulan data dilakukan beberapa tindakan untuk menunjang metode RCM. Pertama, mengumpulkan data mesin dan perawatannya selain itu pengumpulan data juga dilakukan menurut jenis produk paling banyak diproduksi perusahaan. Pada proses produksi produk yang telah dipilih terdapat beberapa langkah/alur pembuatan untuk menghasilkan produk yang diinginkan dapat dilihat pada Gambar 1. Gambar 1 adalah proses pembuatan produk kaki lima, sebagai berikut:

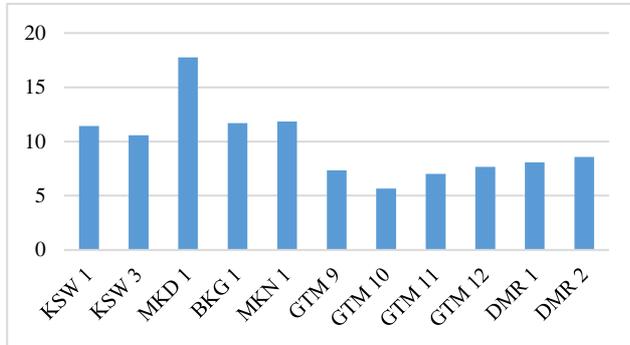


Gambar 1. Proses Pembuatan Produk Kaki Infus

Proses pembuatan pertama kali yaitu dengan meleburkan bahan baku berupa aluminium pada suhu sekitar 700°C hingga 750°C yang selanjutnya dicetak menggunakan hidrolik casting dengan suhu molding 300°C hingga 400°C. Proses selanjutnya yakni pemotongan tajak tengah menggunakan mesin bubut konvensional, dan dilanjutkan pemotongan tajak pinggir dan lubang roda menggunakan mesin Makino. Selanjutnya dilakukan penghalusan lubang bagian luar menggunakan mesin milling Kondia. Setelah penghalusan, dilakukan pengeboran tiang tengah menggunakan drill mill Rong Fu. Tahapan berikutnya yaitu tapping roda menggunakan drill mill Rong Fu. Selanjutnya pekerjaan pengerindaan body manual dan pelapisan cat

menggunakan kompresor secara manual. Proses akhir dari pengerjaan produk ini yakni produk dikemas rapi dan didistribusikan kepada konsumen.

Berdasarkan alur proses produksi kaki infus diketahui bahwa terdapat beberapa mesin yang digunakan dalam pengerjaan produk. Berikut ini adalah gambar grafik data mesin yang digunakan beserta nilai *downtime* masing-masing mesin:



Gambar 2. Jumlah *Downtime* Mesin dalam Proses Produksi Kaki Infus

4.1.1. Pemilihan Sistem dan Pengumpulan Informasi

Pada langkah pemilihan sistem dan pengumpulan informasi dilakukan seleksi terlebih dahulu pada setiap jenis produk yang dihasilkan. Jenis produk yang dipilih yakni produk kaki lima karena produk ini merupakan produk yang diproduksi paling banyak dengan jumlah total produksi 800 produk per bulan. Berdasarkan Gambar 2, diketahui bahwa mesin yang paling lama mengalami *downtime* yakni mesin *milling* Kondia. Oleh karena itu, mesin *milling* Kondia dipilih sebagai sistem dengan waktu *downtime* sebesar 17,75 jam selama 10 bulan terhitung mulai Bulan Januari 2016 hingga bulan Oktober 2016.

Selanjutnya dilakukan *breakdown* pada mesin *milling* Kondia untuk memperoleh informasi yang diinginkan. Menurut fungsi kerjanya mesin *Milling* Kondia terbagi menjadi dua subsistem yakni kelistrikan dan mekanik. Pada subsistem kelistrikan terdiri dari lima komponen yang meliputi fuse/sekring, magnetik kontaktor, *push button*/saklar dan kabel. Sedangkan subsistem mekanik terdiri dari 14 komponen utama yang meliputi dinamo, laker/*bearing*, v-belt, dinamo, spindle, arbor, pisau frais (*cutter*), ragum, meja mesin, tuas mill, *coloumn*, *knee*, *sadle*, *free dial* dan *base*.

4.1.2. FMEA

FMEA yang digunakan pada penelitian ini yakni FMEA proses dimana definisi sistem disini ialah mesin produksi. Pendekatan FMEA digunakan untuk memperbaiki kebijakan yang paling diprioritaskan menurut urutan nilai terbesar hingga nilai terkecil dari hasil *Risk Priority Number* (RPN). Untuk mendapatkan nilai RPN, harus diketahui terlebih dahulu nilai dari *severity*, *occurrence* dan *detection*. Oleh sebab itu, untuk mendapatkan *severity*, *occurrence* dan *detection* harus dibuat skala atau kriteria kejadian menurut metode FMEA.

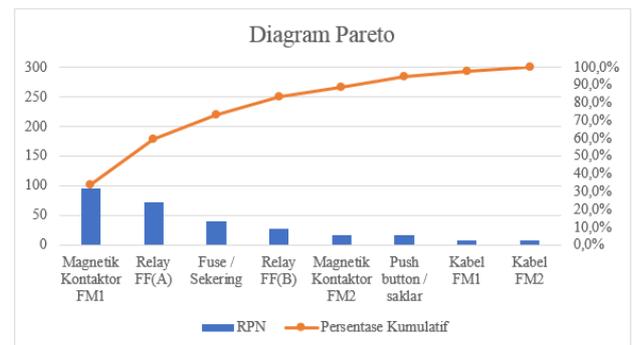
Berdasarkan hasil FMEA subsistem kelistrikan [Lampiran 1] didapatkan bahwa nilai RPN dari setiap komponen dengan

jumlah total komponen sebanyak 5 komponen. Berikut ini adalah nilai RPN masing-masing komponen yaitu fuse/sekring sebesar 40, magnetik kontaktor dengan *failure mode* kode 1 sebesar 96 sedangkan kode 2 sebesar 16, *push button* / saklar sebesar 16, kabel dengan *failure mode* kode 1 sebesar 8 sedangkan kode 2 sebesar 7 dan *relay* dengan *function failure* A sebesar 72 sedangkan *function failure* B sebesar 28. Hasil RPN yang paling tinggi menandakan komponen tersebut harus diprioritaskan terlebih dahulu penanganannya dalam hal perawatan mesin yaitu pada komponen magnetik kontaktor dengan *failure mode* kode 1.

Berdasarkan hasil FMEA subsistem mekanik [Lampiran 2] terdapat 14 komponen primer yang perlu dilakukan tindakan perawatan mesin. Berikut ini adalah nilai RPN masing-masing komponen yaitu Laker/*bearing* sebesar 120, v-belt sebesar 24, dinamo dengan *failure mode* kode 1 sebesar 128 dan kode 2 sebesar 72, spindle sebesar 42, arbor dengan *function failure* A sebesar 10 dan *function failure* B sebesar 36, pisau frais dengan *function failure* A sebesar 224 dan B sebesar 120, ragum sebesar 7, meja mesin sebesar 10, tuas mill sebesar 7, *coloumn* sebesar 9, *knee* sebesar 9, *sadle* sebesar 9, *free dial* sebesar 8 dan *base* sebesar 10. Hasil RPN yang paling tinggi menandakan komponen tersebut harus diprioritaskan terlebih dahulu penanganannya dalam hal perawatan mesin yaitu pada komponen pisau frais (*cutter*) dengan *function failure* kode A.

4.1.3. Diagram Pareto

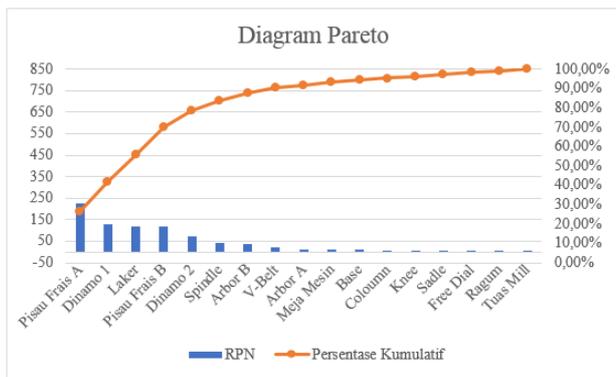
Gambar 3 menunjukkan diagram Pareto yang diolah berdasarkan hasil nilai RPN masing-masing komponen pada FMEA subsistem kelistrikan.



Gambar 3. Diagram Pareto Subsistem Kelistrikan

Berdasarkan penyusunan FMEA subsistem kelistrikan dan pembuatan diagram Pareto di atas diketahui bahwa ada 3 komponen yang harus diprioritaskan (kritis) yaitu magnetik kontaktor dengan *failure mode* kode 1, relay dengan *function failure* kode A dan fuse/sekring.

Dari penyusunan FMEA subsistem mekanik dan Gambar 4 diagram Pareto, diketahui bahwa ada 5 komponen yang harus diprioritaskan (kritis) yaitu pisau frais (*cutter*) dengan *function failure* kode A, Dinamo dengan *failure mode* kode 1, Laker, Pisau frais dengan *function failure* kode B dan Dinamo dengan *failure mode* kode 2.



Gambar 4. Diagram Pareto Subsistem Mekanik

4.1.4. Decision Worksheet RCM

Berdasarkan tabel Lampiran 1 *decision worksheet* RCM subsistem kelistrikan, maka dapat disimpulkan bahwa semua komponen kritis subsistem kelistrikan memerlukan kebijakan pemilihan aktivitas perawatan menggunakan *scheduled on condition task*. Hasil Initial interval diperoleh dari wawancara dan data historis yang berkaitan dengan komponen kritis. Berikut adalah hasil pemilihan tindakan berdasarkan analisis *decision worksheet* RCM subsistem kelistrikan [Lampiran 3] dan mekanik [Lampiran 4] antara lain:

- a. Fuse/sekering
Memiliki *initial interval* selama 116 hari dan *Scheduled on condition task* sebagai tindakan yang sesuai dengan kegagalan fungsi komponen fuse/sekering. Tugas tersebut dapat diselesaikan oleh mekanik.
- b. Magnetik kontaktor
Memiliki initial interval selama 360 hari dan *Scheduled on condition task* sebagai tindakan yang sesuai dengan kegagalan fungsi komponen magnetik kontaktor. Tugas tersebut dapat diselesaikan oleh mekanik.
- c. Relay
Memiliki initial interval selama 184 hari dan *Scheduled on condition task* sebagai tindakan yang sesuai dengan kegagalan fungsi komponen relay. Tugas tersebut dapat diselesaikan oleh mekanik.
- d. Pisau *frais*
Memiliki initial interval selama 168 hari dan *Scheduled restoration task* sebagai tindakan yang sesuai dengan kegagalan fungsi komponen pisau *frais*. Tugas tersebut dapat diselesaikan oleh operator.
- e. Dinamo
Memiliki initial interval selama 1008 hari dan *Scheduled on condition task* sebagai tindakan yang sesuai dengan kegagalan fungsi komponen dinamo. Tugas tersebut dapat diselesaikan oleh mekanik.
- f. Laker
Memiliki initial interval selama 1512 hari dan *Scheduled restoration task* sebagai tindakan yang sesuai dengan kegagalan fungsi komponen laker. Tugas tersebut dapat diselesaikan oleh mekanik.

4.2. Maintenance Value Stream Map (MVSM)

Pemilihan perawatan komponen yang digunakan berdasarkan hasil dari analisis Pareto. Analisis Pareto didapat dari nilai RPN masing-masing komponen subsistem yang dihasilkan oleh FMEA. FMEA merupakan langkah dari pendekatan RCM yang sebelumnya telah dilakukan pengolahan data.

Komponen kritis didapatkan dari hasil analisis Pareto pada pendekatan RCM yang dipilih menurut nilai RPN masing-masing komponen. Komponen kritis pada mesin *milling* Kondia adalah magnetik kontaktor, relay, fuse/sekering, pisau *frais*, dinamo dan laker/*bearing*. Pada tahap pertama, semua aktivitas disebut dengan MMLT. MMLT dibagi menjadi dua yaitu aktivitas *value added* terdapat MTTR dan *non value added* terdapat MTTO dan MTTY.

4.2.1. Current State Map

Penggambaran kegiatan perawatan dapat meliputi aktivitas yang memberikan nilai tambah (*value added*) dan tidak memberikan nilai tambah (*non-value added*). Berikut adalah *current state map* pada komponen kritis mesin *milling* Kondia subsistem kelistrikan dan mekanik:

- a. Magnetik Kontaktor
Magnetik kontaktor merupakan alat listrik yang prinsip kerjanya berdasarkan induksi elektromagnetik sama seperti relay yang menggunakan coil (kumparan). Fungsi dari magnetik kontaktor yaitu sebagai pengendali motor maupun komponen listrik dan untuk menghubungkan listrik ke dinamo (mesin).
Dari hasil perhitungan *current state map*, didapatkan persentase nilai efisiensi perawatan sebesar 19,01%. Aktivitas yang tidak memberikan nilai tambah memiliki waktu yang lebih lama yaitu 99,7 menit. Sedangkan waktu aktivitas yang memiliki nilai tambah sebesar 23,4 menit.
- b. Relay
Relay merupakan saklar listrik menggunakan prinsip elektromagnetik dimana terdapat 2 bagian utama yakni coil dan saklar (*switch*). Fungsi relay sebagai penghubung arus listrik dan pengaman jika mendapat tegangan yang tinggi.
Dari hasil perhitungan *current state map*, didapatkan persentase nilai efisiensi perawatan sebesar 21,77 %. Aktivitas yang tidak memberikan nilai tambah memiliki waktu yang lebih lama yaitu 65,4 menit. Sedangkan waktu aktivitas yang memiliki nilai tambah sebesar 18,2 menit.
- c. Fuse/Sekering
Fuse/Sekering merupakan alat pengaman listrik yang digunakan untuk memutuskan arus listrik secara otomatis dan untuk mencegah masuknya arus tinggi. Jika arus yang tinggi masuk pada rangkaian listrik berakibat terjadinya hubungan singkat (korsleting).
Dari hasil perhitungan *current state map*, didapatkan persentase nilai efisiensi perawatan sebesar 16,53 %. Aktivitas yang tidak memberikan nilai tambah memiliki waktu yang lebih lama yaitu 41,9 menit. Sedangkan waktu aktivitas yang memiliki nilai tambah sebesar 8,3 menit.
- d. Pisau *Frais*
Pisau *frais* merupakan peralatan yang digunakan sebagai alat penyayat benda kerja. Dari hasil perhitungan *current state map*, didapatkan persentase nilai efisiensi perawatan sebesar

20%. Aktivitas yang tidak memberikan nilai tambah memiliki waktu yang lebih lama yaitu 12,8 menit. Sedangkan waktu aktivitas yang memiliki nilai tambah sebesar 3,2 menit.

- e. Dinamo
Dinamo berfungsi sebagai pemutar mata bor atau pahat. Dari hasil perhitungan *current state map*, didapatkan persentase nilai efisiensi perawatan sebesar 17,93%. Aktivitas yang tidak memberikan nilai tambah memiliki waktu yang lebih lama yaitu 60,4 menit. Sedangkan waktu aktivitas yang memiliki nilai tambah sebesar 13,2 menit.
- f. Laker
Laker/*bearing* berfungsi sebagai sumbu putar ke *spindle*. Dari hasil perhitungan *current state map*, didapatkan persentase nilai efisiensi perawatan sebesar 19,78 %. Aktivitas yang tidak memberikan nilai tambah memiliki waktu yang lebih lama yaitu 52,7 menit. Sedangkan waktu aktivitas yang memiliki nilai tambah sebesar 13 menit.

4.2.2. Fishbone Diagram

Pada tahapan analisis *fishbone diagram* merupakan tahapan yang digunakan untuk mencari penyebab terjadinya pemborosan saat aktivitas perawatan yang digambarkan pada *current state map*. Berdasarkan hasil pengamatan dan wawancara terhadap perusahaan maka didapatkan bentuk pemborosan yaitu aktivitas *delay*.

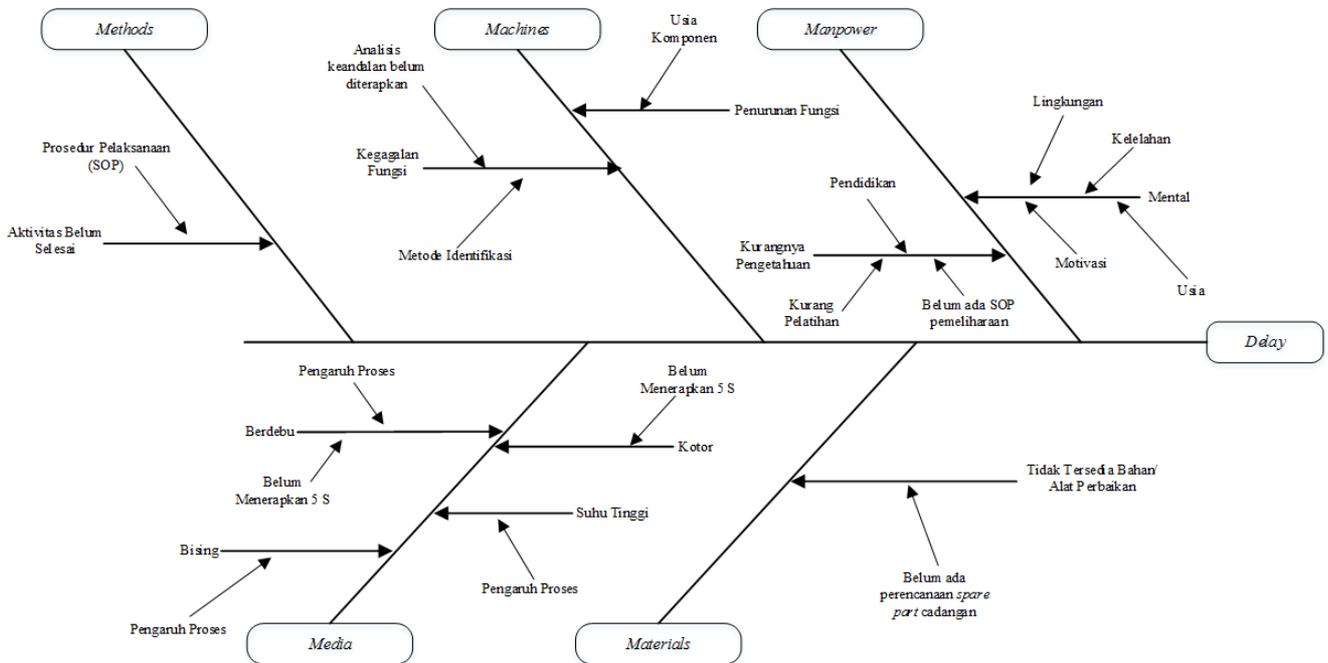
Berikut adalah pembahasan dengan memperhatikan faktor-faktor terjadinya *delay* dengan penyebab yang termasuk aktivitas *non-value added* sebagai berikut:

a. Faktor manusia (*Manpower*)

Faktor manusia yang menyebabkan *delay* yaitu mental dan kekurangan pengetahuan. Penyebab mental adalah lingkungan yang tidak bersih, usia sudah tua dan motivasi yang kurang. Penyebab kurangnya pengetahuan didapatkan dari pendidikan yang kurang, belum ada SOP pemeliharaan dan kurang pelatihan tentang perawatan mesin terhadap mekanik maupun operator.

- b. Faktor mesin (*Mechines*)
Faktor mesin yang menyebabkan *delay* yaitu penurunan fungsi dan kegagalan fungsi. Penyebab penurunan fungsi diperoleh dari usia komponen sudah melebihi batas, sedangkan penyebab kegagalan fungsi adalah analisis keandalan belum diterapkan dan metode identifikasi yang kurang sesuai.
- c. Faktor material (*Materials*)
Faktor material yang menyebabkan *delay* yaitu tidak tersedianya bahan alat perbaikan yang memadai dan belum ada penjadwalan spare part cadangan komponen kritis.
- d. Faktor Metode (*Methods*)
Faktor metode yang menyebabkan *delay* yaitu aktivitas belum selesai yang diperoleh dari belum adanya SOP pada perawatan mesin.
- e. Faktor lingkungan (*Media*)

Faktor lingkungan yang menyebabkan *delay* yaitu suhu tinggi dari pengaruh proses produksi di lingkungan kerja, kotor (berdebu) disebabkan dari belum diterapkan 5 S, berdebu dari pengaruh proses produksi lingkungan kerja dan belum diterapkan 5 S serta bising diperoleh dari pengaruh proses produksi.



Gambar 5. Diagram Pareto Subsistem Mekanik

4.2.3. 5 S dan Standard Operational Procedure (SOP)

Setelah dilakukan analisis fishbone, diketahui penyebab-penyebab terjadinya *delay* saat aktivitas perawatan. Berdasarkan

analisis tersebut maka dapat dilakukan usulan perbaikan dengan melakukan seperti:

- a. Penggunaan metode 5 S
Analisis 5 S sebagai saran perusahaan yang diharapkan dapat memberikan rekomendasi perbaikan sebagai bentuk upaya

untuk meminimalkan aktivitas non value added seperti aktivitas delay. Berikut adalah usulan penggunaan metode 5 S:

- ✓ *Seiri* (pemilahan)
Penerapan seiri dalam perawatan dapat dilakukan dengan cara pemilahan peralatan untuk aktivitas perawatan pada mesin *milling* Kondia. Tindakan yang perlu dilakukan seperti peralatan atau perkakas yang digunakan secara khusus untuk aktivitas perawatan mesin *Milling* Kondia ditempatkan dalam suatu wadah khusus seperti box atau lemari perkakas dan diletakkan berdekatan dengan mesin. Tindakan kedua, Perkakas yang tidak diperlukan, dalam hal ini termasuk peralatan yang rusak dan tidak digunakan disisihkan atau dipisahkan dari box khusus tersebut untuk diletakkan dalam box lain.
- ✓ *Seiton* (penataan)
Setelah dilakukan pemilahan, maka selanjutnya aktivitas penataan peralatan perawatan tersebut disimpan sesuai kebutuhan. Tindakan yang perlu dilakukan seperti box atau lokasi penyimpanan setiap perkakas diberi label atau petunjuk peralatan apa yang terdapat didalamnya. Kedua, setiap peralatan atau perkakas diletakkan sesuai dengan urutan aktivitas perawatan yang ditetapkan dan merapikan peralatan setelah selesai bekerja atau melakukan aktivitas perawatan.
- ✓ *Seiso* (pembersihan)
Menjaga kebersihan peralatan, mesin dan lingkungan kerja seperti menghilangkan semua debu dan kotoran dan menjaga tempat kerja selalu bersih. Tindakan yang perlu dilakukan seperti Membersihkan seluruh peralatan yang digunakan setelah melakukan aktivitas perawatan dan membersihkan lantai dan seluruh kotoran yang ada akibat aktivitas perawatan.
- ✓ *Seiketsu* (pemantapan)
Memelihara aktivitas sebelumnya supaya terus dilakukan, sehingga dalam aktivitas perawatan tidak terjadi pemborosan (*delay*) yang berlebihan. Tindakan yang perlu dilakukan seperti memeriksa peralatan yang

digunakan untuk aktivitas perawatan secara rutin, sehingga jika peralatan mengalami kerusakan ketika digunakan bisa dilakukan pergantian dengan peralatan baru dan melakukan kalibrasi secara rutin.

- ✓ *Shitsuke* (pembiasaan)
Dengan penerapan *shitsuke*, pihak perusahaan dapat melakukan sebuah standarisasi dalam aktivitas perawatan maupun semua bagian yang dapat dijadikan acuan untuk melakukan aktivitas 5 S. Tindakan yang perlu dilakukan seperti memasang poster agar setiap karyawan sadar penerapan 5S dan perusahaan melakukan inspeksi rutin penerapan 5S
- b. Tindakan meminimalkan *delay*
Berdasarkan hasil dari analisis *fishbone* diagram, beberapa penyebab terjadinya *delay* pada aktivitas perawatan dan saran untuk perusahaan agar meminimalkan aktivitas *delay* meliputi:
- ✓ Faktor keandalan komponen harus diperhitungkan menurut usia pakai komponen dan pelatihan untuk operator maupun mekanik agar mengerti tentang perawatan
 - ✓ Menggunakan apd yang lengkap seperti tutup telinga agar tidak bising
 - ✓ Waktu jam istirahat yang cukup dan motivasi tinggi terhadap pekerja
 - ✓ Mempunyai komponen cadangan yang terjadwal berdasarkan *initial interval* komponen dan membuat jadwal terhadap mekanik agar *stand by* didekat mesin *milling* Kondia sesuai usia komponen kritis (*initial interval*)

Tabel 4 menunjukkan penjadwalan perbaikan oleh mekanik harus *stand by* dan ketersediaan komponen cadangan. Hasil tersebut diperoleh dari *initial interval* masing-masing komponen kritis, agar meminimalkan *delay* pada aktivitas perbaikan.

Tabel 4. Penjadwalan Komponen Kelistrikan dan Mekanik

Subsistem kelistrikan		Penjadwalan komponen kritis pengganti dan mekanik pada mesin <i>milling</i> kondia				
Komponen	kebutuhan komponen (hari)	Kerusakan terakhir		Penjadwalan Selanjutnya		
Magnetik Kontaktor	360	31 Oktober 2016	26 oktober 2017	21 Oktober 2018	16 Oktober 2019	10 Oktober 2020
Fuse / Sekering	116	05 November 2016	1 Maret 2017	25 Juni 2017	19 Oktober 2017	13 Maret 2018
Relay	184	5 Desember 2016	7 Juni 2017	8 Desember 2017	10 Juni 2018	1 Desember 2018
Subsistem Mekanik						
Komponen	kebutuhan komponen (hari)	Kerusakan terakhir		Penjadwalan Selanjutnya		
Pisau <i>Frais</i> (<i>Cutter</i>)	168	10 Desember 2016	27 Mei 2017	11 November 2017	28 April 2018	13 Oktober 2018
Dinamo	1008	4 Januari 2017	10 Oktober 2019	16 Juli 2022	19 April 2025	23 Januari 2028
Laker / <i>Bearing</i>	1512	19 November 2016	9 Januari 2021	2 Maret 2025	22 April 2029	12 Juni 2033

c. Penyusunan SOP

Pembuatan SOP bertujuan untuk meminimalkan aktivitas *non value added* berupa *delay* selama aktivitas perawatan. Adanya SOP maka operator dapat dengan mudah saat terjadinya kerusakan mesin dan dapat meningkatkan efisiensi perawatan. Penyusunan SOP berdasarkan pada prosedur pelaksanaan aktivitas perawatan yang dilakukan perusahaan dan kemudian dikembangkan dengan perhitungan MTTO, MTTR, MTTY serta usulan penerapan 5 S.

4.2.4. Future State Map

Tahapan terakhir dari pendekatan MVSM yaitu *future state map* [lampiran 5]. Tahapan ini diperoleh dari *current state map* serta analisis 5 S dan perancangan SOP. Penggambaran ini dapat juga disebut sebagai usulan untuk aktivitas perbaikan yang dilakukan perusahaan saat ini. *Future state map* dibuat berdasarkan eliminasi *delay* yang terjadi pada *current state map*. *Delay* tersebut dapat dihilangkan dengan analisis 5 S, minimal *delay* dan perancangan SOP. Berikut adalah *future state map* pada komponen kritis mesin *milling* Kondia subsistem kelistrikan dan mekanik:

a. Magnetik Kontaktor

Tabel 5. Hasil Usulan Aktivitas Perbaikan Komponen Magnetik Kontaktor

No	Rincian Kegiatan Perbaikan	Durasi (menit)	Kategori MMLT	Kategori aktivitas
1	Magnetik kontaktor mengalami kerusakan	-	-	-
2	Komunikasikan masalah	4	MTTO	NVA
3	Mengidentifikasi masalah	23,6	MTTO	NVA
4	Mengidentifikasi sumber daya	14,2	MTTO	NVA
5	Mempersiapkan pekerjaan yang akan dilakukan	4	MTTO	NVA
6	Melakukan Perbaikan	23,4	MTTR	VA
7	Menjalankan mesin	4	MTTY	NVA
8	Inspeksi setelah dilakukan perbaikan	5,5	MTTY	NVA
9	Pekerjaan perawatan selesai	-	-	-
Jumlah (MMLT)		78,7		
MTTO		45,8		
MTTR		23,4		
MTTY		9,5		

$$\begin{aligned} \text{Value added time} &= 23,4 \text{ menit} \\ \text{Non value added time} &= 55,3 \text{ menit} \\ \% \text{ Efisiensi perawatan} &= \frac{\text{MTTR}}{\text{MMLT}} \times 100 \\ &= \frac{23,4}{78,7} \times 100 \\ &= 29,73 \% \end{aligned}$$

Dari hasil perhitungan diatas didapatkan bahwa persentase nilai efisiensi perawatan sebesar 29,73 %. Aktivitas yang tidak memberikan nilai tambah memiliki waktu yang lebih lama yaitu 55,3 menit. Sedangkan waktu aktivitas yang memiliki nilai tambah sebesar 23,4 menit.

b. Relay

Tabel 6. Hasil Usulan Aktivitas Perbaikan Komponen Relay

No	Rincian Kegiatan Perbaikan	Durasi (menit)	Kategori MMLT	Kategori aktivitas
1	Relay mengalami kerusakan	-	-	-
2	Komunikasikan masalah	5	MTTO	NVA
3	Mengidentifikasi Masalah	31,6	MTTO	NVA
4	Mengidentifikasi sumber daya	3,3	MTTO	NVA
5	Mempersiapkan pekerjaan yang akan dilakukan	2	MTTO	NVA
6	Melakukan Perbaikan	18,2	MTTR	VA
7	Menjalankan mesin	3	MTTY	NVA
8	Inspeksi setelah dilakukan perbaikan	7,5	MTTY	NVA
9	Pekerjaan perawatan selesai	-	-	-
Jumlah (MMLT)		70,6		
MTTO		41,9		
MTTR		18,2		
MTTY		10,5		

$$\begin{aligned} \text{Value added time} &= 18,2 \text{ menit} \\ \text{Non value added time} &= 52,4 \text{ menit} \\ \% \text{ Efisiensi perawatan} &= \frac{\text{MTTR}}{\text{MMLT}} \times 100 \\ &= \frac{18,2}{70,6} \times 100 \\ &= 25,78 \% \end{aligned}$$

Dari hasil perhitungan diatas didapatkan bahwa persentase nilai efisiensi perawatan sebesar 25,78 %. Aktivitas yang tidak memberikan nilai tambah memiliki waktu yang lebih lama yaitu 52,4 menit. Sedangkan waktu aktivitas yang memiliki nilai tambah sebesar 18,2 menit.

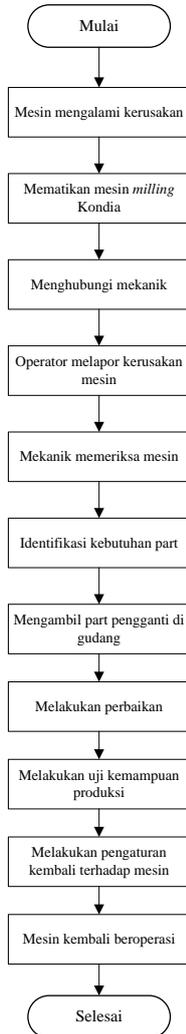
c. Fuse/sekering

Tabel 7. Hasil Usulan Aktivitas Perbaikan Komponen Fuse/Sekering

No	Rincian Kegiatan Perbaikan	Durasi (menit)	Kategori MMLT	Kategori aktivitas
1	Fuse / sekering mengalami kerusakan	-	-	-
2	Komunikasikan masalah	5	MTTO	NVA
3	Mengidentifikasi Masalah	15,4	MTTO	NVA
4	Mengidentifikasi sumber daya	4	MTTO	NVA
5	Mempersiapkan pekerjaan yang akan dilakukan	2	MTTO	NVA
6	Melakukan Perbaikan	8,3	MTTR	VA
7	Menjalankan mesin	3	MTTY	NVA
8	Inspeksi setelah dilakukan perbaikan	5,2	MTTY	NVA
9	Pekerjaan perawatan selesai	-	-	-
Jumlah (MMLT)		42,9		
MTTO		26,4		
MTTR		8,3		
MTTY		8,2		

$$\begin{aligned} \text{Value added time} &= 8,3 \text{ menit} \\ \text{Non value added time} &= 34,6 \text{ menit} \\ \% \text{ Efisiensi perawatan} &= \frac{\text{MTTR}}{\text{MMLT}} \times 100 \\ &= \frac{8,3}{42,9} \times 100 = 19,34\% \end{aligned}$$

Dari hasil perhitungan diatas didapatkan bahwa persentase nilai efisiensi perawatan sebesar 19,34 %. Aktivitas yang tidak memberikan nilai tambah memiliki waktu yang lebih lama yaitu 34,6 menit. Sedangkan waktu aktivitas yang memiliki nilai tambah sebesar 8,3 menit.



Gambar 6. SOP Perawatan Mesin Milling Kondia

d. Pisau *Frais*

Tabel 8. Hasil Usulan Aktivitas Perbaikan Komponen Pisau *Frais*

No	Rincian Kegiatan Perbaikan	Durasi (menit)	Kategori MMLT	Kategori aktivitas
1	Pisau <i>frais</i> mengalami kerusakan	-	-	-
2	Mengidentifikasi masalah	2,1	MTTO	NVA
3	Mengidentifikasi sumber daya	2	MTTO	NVA
4	Mempersiapkan pekerjaan yang akan dilakukan	2,2	MTTO	NVA
5	Melakukan Perbaikan	3,2	MTTR	VA
6	Menjalankan mesin	1	MTTY	NVA
7	Inspeksi setelah dilakukan perbaikan	1,4	MTTY	NVA
8	Pekerjaan perawatan selesai	-	-	-
Jumlah (MMLT)		11,9		
MTTO		6,3		
MTTR		3,2		
MTTY		2,4		

$$\begin{aligned}
 \text{Value added time} &= 3,2 \text{ menit} \\
 \text{Non value added time} &= 8,7 \text{ menit} \\
 \% \text{ Efisiensi perawatan} &= \frac{\text{MTTR}}{\text{MMLT}} \times 100 \\
 &= \frac{3,2}{11,9} \times 100 \\
 &= 26,89 \%
 \end{aligned}$$

Dari hasil perhitungan diatas didapatkan bahwa persentase nilai efisiensi perawatan sebesar 26,89 %. Aktivitas yang tidak memberikan nilai tambah memiliki waktu yang lebih lama yaitu 8,7 menit. Sedangkan waktu aktivitas yang memiliki nilai tambah sebesar 3,2 menit.

e. Dinamo

Tabel 9. Hasil Usulan Aktivitas Perbaikan Komponen Dynamo

No	Rincian Kegiatan Perbaikan	Durasi (menit)	Kategori MMLT	Kategori aktivitas
1	Dinamo mengalami kerusakan	-	-	-
2	Delay akibat bagian pemeliharaan terlambat melakukan perbaikan	4,1	MTTO	NVA
3	Komunikasikan masalah	4	MTTO	NVA
4	Mengidentifikasi masalah	10,3	MTTO	NVA
5	Mengidentifikasi sumber daya	3,2	MTTO	NVA
6	Mempersiapkan pekerjaan yang akan dilakukan	4	MTTO	NVA
7	Melakukan Perbaikan	13,2	MTTR	VA
8	Menjalankan mesin	3	MTTY	NVA
9	Inspeksi setelah dilakukan perbaikan	5,2	MTTY	NVA
10	Pekerjaan perawatan selesai	-	-	-
Jumlah (MMLT)		42,9		
MTTO		21,5		
MTTR		13,2		
MTTY		8,2		

$$\begin{aligned}
 \text{Value added time} &= 13,2 \text{ menit} \\
 \text{Non value added time} &= 29,7 \text{ menit} \\
 \% \text{ Efisiensi perawatan} &= \frac{\text{MTTR}}{\text{MMLT}} \times 100 \\
 &= \frac{13,2}{42,9} \times 100 \\
 &= 30,77 \%
 \end{aligned}$$

Dari hasil perhitungan diatas didapatkan bahwa persentase nilai efisiensi perawatan sebesar 30,77 %. Aktivitas yang tidak memberikan nilai tambah memiliki waktu yang lebih lama yaitu 29,7 menit. Sedangkan waktu aktivitas yang memiliki nilai tambah sebesar 13,2 menit.

f. Laker

$$\begin{aligned}
 \text{Value added time} &= 13 \text{ menit} \\
 \text{Non value added time} &= 23,5 \text{ menit} \\
 \% \text{ Efisiensi perawatan} &= \frac{\text{MTTR}}{\text{MMLT}} \times 100 \\
 &= \frac{13}{36,5} \times 100 \\
 &= 35,62 \%
 \end{aligned}$$

Dari hasil perhitungan diatas didapatkan bahwa persentase nilai efisiensi perawatan sebesar 35,62 %. Aktivitas yang tidak memberikan nilai tambah memiliki waktu yang lebih

lama yaitu 23,5 menit. Sedangkan waktu aktivitas yang memiliki nilai tambah sebesar 13 menit.

Tabel 10. Hasil Usulan Aktivitas Perbaikan Komponen Laker

No	Rincian Kegiatan Perbaikan	Durasi (menit)	Kategori MMLT	Kategori aktivitas
1	Laker mengalami kerusakan	-	-	-
2	Komunikasikan masalah	4,3	MTTO	NVA
3	Mengidentifikasi masalah	6,7	MTTO	NVA
4	Mengidentifikasi sumber daya	2,5	MTTO	NVA
5	Mempersiapkan pekerjaan yang akan dilakukan	3,7	MTTO	NVA
6	Melakukan Perbaikan	13	MTTR	VA
7	Menjalankan mesin	2,3	MTTY	NVA
8	Inspeksi setelah dilakukan perbaikan	4	MTTY	NVA
9	Pekerjaan perawatan selesai	-	-	-
Jumlah (MMLT)		36,5		
MTTO		17,2		
MTTR		13		
MTTY		6,3		

Tabel 11 menunjukkan perbandingan persentase perawatan hasil penggambaran *current state map* dan *future state map*:

Tabel 11. Perbandingan Persentase Efisiensi Perawatan dari Hasil *Current State Map* dan *Future State Map*

No	Komponen	<i>Current State Map</i>	<i>Future State Map</i>
1	Magnetik Kontaktor	19,01 %	29,73 %
2	Relay	21,77 %	25,78 %
3	Fuse/Sekering	16,53 %	19,34 %
4	Pisau <i>Frais (Cutter)</i>	20 %	26,89 %
5	Dinamo	17,93 %	30,77 %
6	Laker/ <i>Bearing</i>	19,78 %	35,62 %

5. KESIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan hasil pengumpulan dan pengolahan data menggunakan metode RCM dan MVSM, maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

- Komponen yang diprioritaskan (kritis) berdasarkan dari analisis diagram Pareto pada nilai RPN masing-masing komponen didalam tabel FMEA.
- Tindakan pemeliharaan yang tepat pada operasi sistem *milling* Kondia menggunakan metode RCM yaitu:
 - Magnetik kontaktor
Scheduled on Condition Task dengan interval perawatan selama 360 hari dan dikerjakan oleh mekanik.
 - Relay
Scheduled on Condition Task dengan *initial interval* selama 184 hari dan dikerjakan oleh mekanik.
 - Fuse/sekering
Scheduled on Condition Task dengan *initial interval* selama 116 hari dan dikerjakan oleh mekanik.
 - Pisau *frais Finding failure A*
Scheduled Restoration Task dengan *initial interval* selama 168 hari dan dikerjakan oleh operator.

- Dinamo *failure mode 1*
Scheduled on Condition Task dengan *initial interval* selama 1008 hari dan dikerjakan oleh mekanik.
 - Laker
Scheduled Restoration Task dengan *initial interval* selama 1512 hari dan dikerjakan oleh mekanik.
 - Pisau *frais finding failure B*
Scheduled Restoration Task dengan *initial interval* selama 672 hari dan dikerjakan oleh operator.
 - Dinamo *failure mode 1*
Scheduled on Condition Task dengan *initial interval* selama 1680 hari dan dikerjakan oleh mekanik.
- Standard Operational Procedure (SOP)* perawatan yang direncanakan untuk aktivitas perawatan aktual adalah sebagai berikut:
 - Ketika terjadi kerusakan, operator mematikan mesin dan selanjutnya menghubungi atau mencari bagian mekanik.
 - Operator melaporkan kerusakan mesin dan bagian mekanik memeriksa mesin.
 - Identifikasi kebutuhan peralatan dan spare part
 - Melakukan aktivitas perbaikan sesuai dengan tindakan yang tepat
 - Melakukan uji kemampuan produksi dan pengaturan ulang
 - Mesin kembali beroperasi
 - Peningkatan persentase efisiensi perawatan menggunakan pendekatan MVSM pada komponen kritis yang merupakan hasil dari *current state map* dan *future state map* adalah sebagai berikut:
 - Magnetik kontaktor, dari 19,01% menjadi 29,73%
 - Relay, dari 21,77% menjadi 25,78%
 - Fuse/sekering, dari 16,5% menjadi 19,34%
 - Pisau *frais*, dari 20% menjadi 26,8%
 - Dinamo, dari 17,93% menjadi 30,77%
 - Laker/*bearing*, 19,78% menjadi 35,62%

Adapun saran untuk meningkatkan kinerja perawatan dan mengurangi nilai *downtime*, yaitu:

- Perusahaan diharapkan dapat mencatat data-data secara lengkap terkait pemeliharaan mesin pada mesin-mesin proses produksi kaki infus maupun seluruh sistem produksi, sehingga dapat dicari pemecah masalah yang lebih kompleks.
- Penelitian selanjutnya dapat mempertimbangkan nilai biaya, kehandalan komponen dan penggunaan metode yang lebih kompleks dalam melakukan tindakan pemeliharaan.

DAFTAR PUSTAKA

- R. Lukodono, Pratikno, dan R. Soenoko. Analisis Penerapan Metode RCM dan MVSM untuk Meningkatkan Keandalan Pada Sistem Maintenance (Studi Kasus PG. X). *Jurnal Rekayasa Mesin*, Volume IV, pp. 43-52, 2013.
- J. Moubray. *Reliability Centered Maintenance*. 2nd penyunt. New York: Industrial Press Inc. 1997.
- V. Gaspersz. *Total Quality Management*. Jakarta: Gramedia Pustaka Utama. 2002.
- T. Osada. *Sikap Kerja 5 S*. Jakarta: Penerbit PPM. 2004.
- M. Effendi dan M. Arifin. Perbedaan Risk Priority Number dalam Failure Mode and Effects Analysis FMEA Sistem Alat Berat Heavy Duty Truck HD 785-7. *Spektrum Industri*. Volume XIII, pp. 103-114. 2015.

- [6] S. Kannan, Y. Li, N. Ahmed dan Z. El-Akkad. *Developing Maintenance Value Stream Map*. Departement of Industrial and Information Engineering, pp. 1-8. 2007.
- [7] D.P. Sari dan M. F. Ridho. Evaluasi Manajemen Perawatan Dengan Metode Reliability Centered Maintenance (RCM) II

Pada Mesin Blowing di Plant PT. Pisma Putra Textile. *Jurnal Teknik Industri Universitas Diponegoro*, XI (2), pp. 73-80. 2016.

Lampiran 1. FMEA subsistem kelistrikan

FMEA Worksheet			Sistem : Operasi Sistem Milling Kondia							
			Subsistem : Kelistrikan							
No	Komponen	Function	Function Failure	Failure Mode	Failure Effect	S	O	D	RPN	
1	Fuse / Sekering	1 Digunakan untuk memutuskan arus listrik secara otomatis dan untuk mencegah masuknya arus yang terlalu besar pada rangkaian listrik akibat hubungan singkat serta sebagai pengaman jika terjadi beban tegangan berlebihan	A Sekring Putus	1 Overload (Arus yang mengalir di ranekaian lebih besar dari kapasitas maksimal fuse) / Korsleting	Mesin berhenti beroperasi	8	1	5	40	
2	Magnetik Kontaktor	2 Sebagai pengendali motor maupun komponen listrik lainnya dan untuk menghubungkan listrik ke motor / dinamo	A Magnetik Kontaktor rusak	1 Koil terbakar	Mesin berhenti beroperasi	8	3	4	96	
				2 Aus atau usia pemakaian terlalu lama		8	1	2	16	
3	Push button / saklar	3 Sebagai penghubung daya listrik ke mekanik kontrol atau untuk memutus dan menghubungkan arus listrik dari sumber	A Push button / saklar putus	1 Konektor aus atau usia pemakaian terlalu lama	Dinamo motor mati / mesin berhenti beroperasi	8	2	1	16	
4	Kabel	4 Sebagai penghantar dan ntuk menghubungkan listrik dari kontrol ke dinamo	A Kabel putus	1 Overheat (terlalu panas)	Mesin berhenti beroperasi	8	1	1	8	
				2 Usia pemakaian terlalu lama		7	1	1	7	
5	Relay	5 Sebagai penghubung arus listrik dan pengaman jika mendapat tegangan yang tinggi	A Spool putus	1 Tegangan tidak stabil	Mesin berhenti beroperasi	8	3	3	72	
			B Pin konektor aus	1 Aus atau usia pemakaian terlalu lama		7	2	2	28	

Lampiran 2. FMEA subsistem mekanik

FMEA Worksheet			Sistem : Operasi Sistem Milling Kondia							
			Subsistem : Mekanik							
No	Komponen	Function	Function Failure	Failure Mode	Failure Effect	S	O	D	RPN	
1	Laker / Bearing	1 Sebagai sumbu putar ke <i>spindle</i>	A Putaran dinamo tidak lurus	1 Laker aus atau usia pemakaian terlalu lama	Hasil <i>milling</i> tidak presisi	8	3	5	120	
2	V-Belt	2 Sebagai penghubung dinamo ke <i>spindle</i>	A V-Belt putus	1 V-Belt aus atau usia pemakaian terlalu lama	Mesin berhenti beroperasi	8	3	1	24	
3	Dinamo	3 Sebagai pemutar mata bor atau pahat	A Dinamo terbakar (spool terbakar)	1 Dinamo overheating	Mesin berhenti beroperasi	8	4	4	128	
				2 Salah satu kabel putus	Mata bor tidak berputar	8	3	3	72	
4	<i>Spindle</i>	5 Sebagai tempat berputar dan dicengkamnya alat potong (<i>cutter</i>)	A <i>Spindle</i> miring	1 <i>Spindle</i> aus atau usia pemakaian terlalu lama	Putaran <i>spindle</i> pelan atau mati	7	3	2	42	
5	Arbor	6 Sebagai penjepit atau memasang pisau <i>frais</i> (<i>cutter</i>)	A Arbor tidak kuat menjepit	1 Arbor aus atau usia pemakaian terlalu lama	Tidak bisa menjepit	5	2	1	10	
			E Arbor patah			6	3	2	36	
6	Pisau Frais (<i>cutter</i>)	7 Sebagai alat penyayat benda kerja	A <i>Cutter</i> tumpul	1 <i>Cutter</i> aus atau usia pemakaian terlalu lama	Hasil <i>milling</i> tidak presisi	8	7	4	224	
			B <i>Cutter</i> patah		Mesin berhenti beroperasi	8	5	3	120	
7	Ragum	8 Sebagai tempat penjepit benda kerja	A Ragum miring atau tidak kuat menjepit	1 Ragum aus atau usia pemakaian terlalu lama	Hasil <i>milling</i> tidak presisi	7	1	1	7	
8	Meja Mesin	9 Sebagai tempat bertopannya ragum	A Meja mesin patah	1 usia pemakaian meja mesin terlalu lama	Mesin berhenti beroperasi	10	1	1	10	
9	Tuas <i>Mill</i>	10 Tuas yang digunakan untuk menaikkan dan menurunkan <i>spindle</i> ketika proses <i>milling</i>	A Tuas <i>mill</i> patah	1 Tuas <i>mill</i> aus atau usia pemakaian terlalu lama	Tidak bisa menaikkan dan menurunkan <i>spindle</i>	7	1	1	7	
10	<i>Coloumn</i>	11 Digunakan untuk menyokong dan menaik turunkan <i>knee</i> saat bergerak vertikal	A <i>Coloumn</i> patah	1 <i>Coloumn</i> aus atau usia pemakaian terlalu lama	<i>Coloumn</i> tidak dapat menaik turunkan <i>knee</i>	9	1	1	9	
11	<i>Knee</i>	12 Bagian yang terpasang pada <i>coloumn</i> , tempat mekanisme (transmisi penggerak) pengaturan pemakanan (<i>feed</i>) dan menopang <i>sadle</i>	A <i>knee</i> pecah	1 <i>Knee</i> aus atau usia pemakaian terlalu lama	Pemakanan (<i>feed</i>) tidak dapat diatur	9	1	1	9	
12	<i>Sadle</i>	13 Digunakan untuk menopang meja mesin	A <i>Sadle</i> patah	1 <i>Sadle</i> aus atau usia pemakaian terlalu lama	Mesin berhenti beroperasi	9	1	1	9	
13	<i>Free Dial</i>	14 Digunakan untuk mengatur gerakan meja saat pemakanan	A <i>Free dial</i> patah	1 <i>Free dial</i> aus atau usia pemakaian terlalu lama	Mesin berhenti beroperasi	8	1	1	8	
14	<i>Base</i>	15 Bagian yang menopang badan / tiang mesin <i>milling</i>	A <i>Base</i> patah	1 <i>Base</i> tidak kuat menopang berat mesin atau usia pemakaian terlalu lama	Mesin berhenti beroperasi	10	1	1	10	

Lampiran 3. *Decision worksheet* RCM subsystem kelistrikan

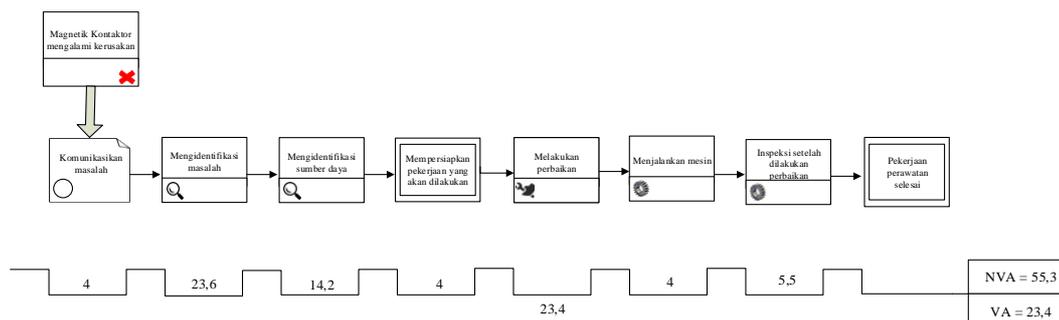
RCM DECISION WORKSHEET		Sistem : Operasi Sistem Milling Kondia														
		Subsistem : Kelistrikan														
Komponen	Information Reference			Conseque Evaluation				H1	H2	H3	Default Action			Proposed Task	Initial Interval (days)	Can be Done by
								S1	S2	S3						
	F	FF	FM	H	S	E	O	O1	O2	O3	H4	H5	S4			
Fuse / Sekering	1	A	1	Y	N	N	Y	Y	-	-	-	-	-	Scheduled on condition task	116	Mekanik
Magnetik Kontaktor	2	A	1	Y	N	N	Y	Y	-	-	-	-	-	Scheduled on condition task	360	Mekanik
Relay	5	A	1	Y	N	N	Y	Y	-	-	-	-	-	Scheduled on condition task	184	Mekanik

Lampiran 4. *Decision worksheet* RCM subsystem mekanik

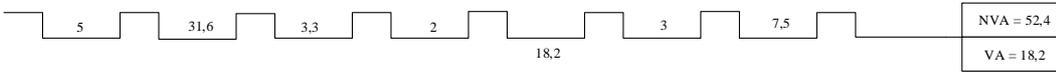
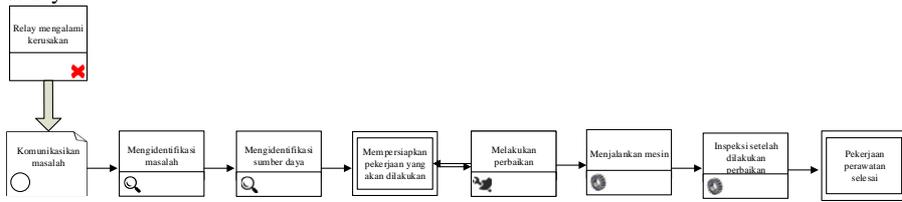
RCM DECISION WORKSHEET		Sistem : Operasi Sistem Milling Kondia														
		Subsistem : Mekanik														
Komponen	Information Reference			Conseque Evaluation				H1	H2	H3	Default Action			Proposed Task	Initial Interval (days)	Can be Done by
								S1	S2	S3						
	F	FF	FM	H	S	E	O	O1	O2	O3	H4	H5	S4			
Pisau Frais	7	A	1	Y	Y	-	-	N	Y	-	-	-	-	Scheduled restoration task	168	Operator
Dinamo	3	A	1	Y	N	N	Y	Y	-	-	-	-	-	Scheduled on condition task	1008	Mekanik
Laker	1	A	1	Y	Y	-	-	N	Y	-	-	-	-	Scheduled restoration task	1512	Mekanik
Pisau Frais	7	B	1	Y	Y	-	-	N	Y	-	-	-	-	Scheduled restoration task	672	Operator
Dinamo	3	A	2	Y	N	N	Y	Y	-	-	-	-	-	Scheduled on condition task	1680	Mekanik

Lampiran 5. *Future state map* subsystem kelistrikan dan mekanik

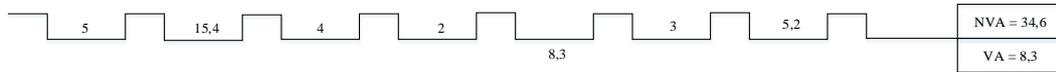
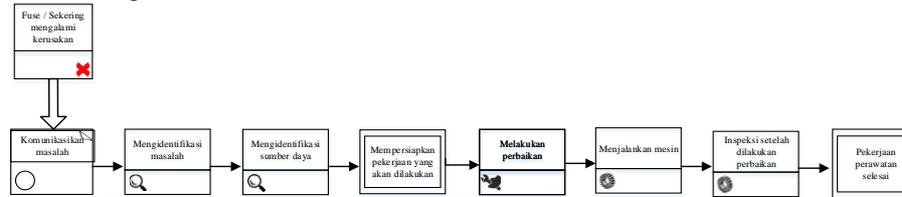
a. Magnetik kontaktor



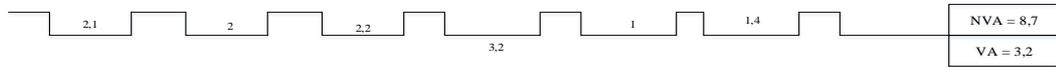
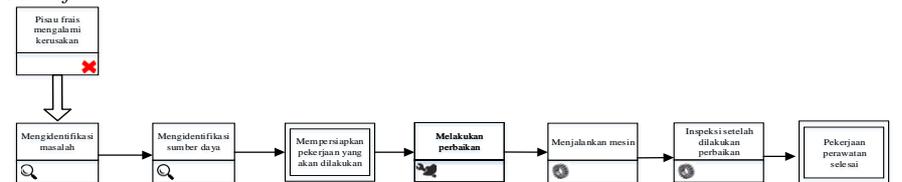
b. Relay



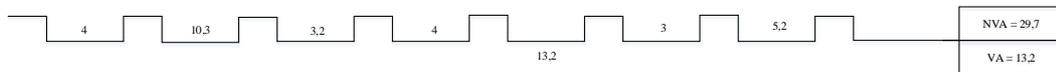
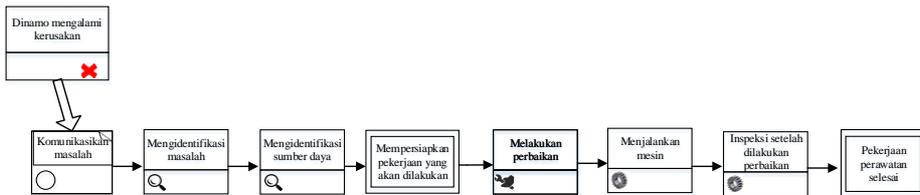
c. Fuse/sekring



d. Pisau frais



e. Dinamo



f. Laker

