

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Penelitian Terdahulu

Tindakan perawatan pada bagian departemen perawatan dalam suatu perusahaan industri, seringkali terdiri dari tindakan yang bersifat *non value added* atau tindakan yang tidak memberikan nilai tambah ketika melakukan perbaikan mesin atau komponen. Kerugian perusahaan tidak dapat dihindari ketika terjadi kerusakan mesin berat yang berpengaruh terhadap kinerja mesin. Banyak kasus membuktikan bahwa, penting bagi industri jasa maupun manufaktur untuk menerapkan manajemen perawatan yang sesuai dengan permasalahan perusahaan. Tinjauan terhadap penelitian-penelitian sebelumnya, dilakukan untuk memberikan perbandingan sekaligus referensi bagi peneliti.

Kannan et al. (2007), dalam jurnal yang berjudul *Developing maintenance value stream map*. Tujuan penulisannya adalah untuk mengembangkan VSM (*Value Stream Map*) khususnya pada bagian perawatan untuk mengurangi kegiatan yang tidak memiliki nilai tambah (*non value added*) dan memberikan usulan untuk mengurangi *Mean Maintenance Lead Time* (MMLT). Metode ini memiliki 7 langkah awal untuk membuat *current state map* dan usulannya (*future state map*) menggunakan *software* Arena 8.0. Menggunakan metode MVSM, dapat dihasilkan gambaran kegiatan yang meminimalkan *non value added*. Hasil dari penelitian ini yakni pengembangan simbol MVSM yang dapat digunakan disemua bagian teknik industri pada aktivitas perawatan.

Wakjira dan Singh (2012), dalam jurnal ilmiah yang berjudul *Total Productive Maintenance : A Case Study in Manufacturing Industry*. Tujuan dari peneliti yaitu untuk menilai dampak dari penerapan *Total Productive Maintenance* (TPM) terhadap peningkatan hasil produksi industri pembuatan gandum di Ethiopia. Metode-metode yang digunakan adalah OEE, 5 S dan *Autonomous Maintenance*. Implementasi TPM pada penelitian ini menghasilkan peningkatan nilai OEE pada bulan Mei dan Juni 2011 sebesar 75,6 % dan 80,23 %. Sedangkan sebelum diterapkan TPM memiliki nilai OEE pada bulan Januari, Februari dan Maret 2011 sebesar 70,35%, 66,44% dan 70,81% serta efektivitas keseluruhan komponen meningkat secara signifikan.

Ab-Samat et al. (2012), *Effective Preventive Maintenance Scheduling : A Case Study*. Metode yang digunakan yakni *Preventive Maintenance, Scheduling, Affinity Diagram*, dan *Tree Diagram*. Penelitian ini membuktikan bahwa memisahkan mesin dengan kategori kritis dan non kritis, masing-masing memiliki prioritas yang berbeda. Hal tersebut menjadi langkah penting menuju pemecahan masalah agar terkendali dan memastikan pengurangan nilai *downtime* selain untuk mengurangi beban kerja teknisi. Jadi untuk membuktikan komponen kritis, analisis akar penyebab dilakukan untuk menunjukkan bagaimana setiap masalah berhubungan dengan isu-isu seperti keausan dan penundaan untuk menggantikan komponen usang yang menyebabkan kerusakan. Hasil dari penelitian ini adalah penerapan *preventive maintenance* membuktikan tingkat kegagalan mesin dapat berkurang dengan baik dan mesin dapat dikelompokkan menjadi *critical* serta *non-critical*

Lukodono et al. (2013), melakukan penelitian dengan menganalisis penerapan metode RCM dan MVSM yang bertujuan untuk meningkatkan keandalan pada sistem perawatan. Studi kasus yang dilakukan pada PG. X Malang menggunakan beberapa metode pengambilan data seperti observasi, wawancara dan dokumentasi. Pendekatan RCM dilakukan untuk meminimalkan kegagalan pada komponen-komponen kritis. RCM yang dilakukan terdiri dari analisis keandalan dan FMEA untuk memperoleh nilai interval perawatan pada komponen kritis mesin. Sementara pendekatan MVSM yang dilakukan setelah tahapan RCM mampu menghasilkan SOP yang sesuai ketika terjadi kerusakan pada mesin hingga mesin tersebut mampu melakukan produksi kembali.

Oktalisa et al. (2013), dalam jurnalnya yang berjudul Perancangan Sistem Perawatan Mesin dengan Pendekatan *Reliability Engineering* dan MVSM Pada PT XXX melakukan penelitian tentang perancangan sistem perawatan *Reliability engineering* dan MVSM dengan menggunakan jenis penelitian deskriptif. Penelitian ini bertujuan untuk memberikan usulan jadwal penggantian komponen mesin, mengembangkan SOP perawatan mesin dan mengurangi kegiatan-kegiatan yang tidak memberikan nilai tambah. Objek pada penelitian ini dilakukan di bagian perawatan mesin yang memproduksi pipa jenis AW AXX karena produksi produknya bernilai 60% dari total keseluruhan produksi. Penerapan SOP usulan berdasarkan metode MVSM mampu mengurangi aktivitas yang tidak memberikan nilai tambah. Sehingga meningkatkan *maintenance efficiency* menjadi 52,6906% dari yang sebelumnya bernilai 37,7706%. Hasil dari usulan penggantian komponen

berdasarkan *Mean Time To Failure* (MTTF) menunjukkan penurunan nilai *downtime* menjadi 58,3 jam dan mengurangi *profit loss* yang besar.

Tarigan et al. (2013), didalam jurnalnya meneliti tentang perawatan mesin secara *preventive maintenance* dengan *modulary design* yang mana pada saat penelitian pihak perusahaan masih menggunakan konsep *breakdown maintenance*. Sehingga menggunakan *modulary design* adalah pilihan yang tepat karena untuk mengelompokkan elemen-elemen mesin sesuai dengan urutan proses perbaikan mesin. Hasil penelitian menunjukkan bahwa penentuan jarak waktu penggantian komponen dengan menggunakan *preventive modulary design maintenance* menghasilkan penurunan biaya penggantian komponen mesin yaitu mesin Jaw crusher dan mesin cone crusher. Hasil Persentase perbandingan biaya dengan *modularity design* berarti lebih kecil 9,38% dari biaya *breakdown maintenance* dan lebih kecil 0,29% dari biaya *preventive maintenance*.

Baig et al. (2013), dalam *review* yang berjudul *Reliability Analysis Using Fault Tree Analysis* (FTA). Menjelaskan tentang literatur yang sudah modifikasi terbaru yang dibuat pada bidang penilaian resiko menggunakan FTA. Metode ini dikembangkan pada tahun 1960 yang bertujuan untuk evaluasi dan estimasi dari sistem keandalan dan keamanan. FTA adalah alat penilaian resiko yang sangat efektif tetapi cukup kompleks ketika digunakan kedalam sistem mencakup besar jumlah peralatan dan proses variabel menjadikan FTA membutuhkan waktu yang lama. Analisis yang dilakukan pada *review* ini dilakukan untuk membuat metode ini lebih sensitif dan efektif. Masalah utama untuk penilaian resiko adalah ketersediaannya keandalan data. Sebuah konsep pengembangan korelasi diantara

reliability dan perbedaan parameter adalah salah satu jalan yang mungkin dapat mencapai tujuan hasil yang diinginkan. Hasil dari penelitian ini adalah membuat FTA lebih sensitif dan efektif dalam penilaian resiko berdasarkan keandalan.

Igba et al. (2013), dengan objek penelitian jurnalnya yaitu turbin angin pemasok tenaga angin dengan menggunakan pendekatan sistem RCM. Judul penelitian ini adalah *A Systems Approach Toward Reliability Centered Maintenance (RCM) of Wind Turbines*. Metode yang digunakan yakni RCM dan mencari komponen kritis dengan FMECA. Hasil dari penelitian ini adalah peningkatan keandalan dan penghematan biaya serta penerapan RCM dapat dihubungkan menjadi bentuk siklus *plan-do-check-act*.

Penelitian yang dilakukan Rinawati et al. (2014), berfokus pada bagian perawatan dengan judul Analisis Penerapan *Total Productive Maintenance (TPM)* Menggunakan *Overall Equipment Effective (OEE)* dan *Six Big Losses*. Penelitian ini mengambil studi kasus pada mesin Cavitec di PT. Essentra Surabaya untuk mengetahui nilai efektivitas. Nilai efektivitas yang didapat kemudian dibandingkan terhadap standar OEE dengan jumlah kerugian yang dibebankan pada perusahaan, hal ini menyebabkan nilai OEE rendah dan untuk mengetahui faktor-faktor yang menyebabkan terjadinya *Six Big Losses*. Hasil yang diperoleh dari penelitian ini untuk hasil faktor penyebab terjadinya kerugian dapat dijelaskan dalam diagram *fish bone* yang terdiri dari faktor manusia, material, metode, mesin dan lingkungan. Berdasarkan hasil perhitungan OEE pada mesin Cavitec VD-02 berkisar antara 12,70% sampai 44,32%. Nilai efektivitas ini tergolong sangat rendah karena standar nilai OEE untuk perusahaan kelas dunia idealnya adalah 85%.

Penelitian selanjutnya dilakukan oleh Muzaki (2017), berjudul Analisis Perawatan Mesin dengan Menggunakan Pendekatan RCM dan MVSM. Studi kasus dilakukan pada UMKM ED Alumunium yang beralamat di Giwangan, Umbulharjo, Yogyakarta. Tujuan dari penelitian ini menghasilkan berupa tindakan untuk pemilihan aktivitas perawatan setiap komponen pada sistem terpilih dan SOP perawatan komponen yang diprioritaskan serta peningkatan persentase efisiensi perawatan. Dari hasil penelitian ini, maka dapat menghasilkan rekomendasi kegiatan perawatan yang dapat dikurangi dalam hal pemborosan ataupun angka *downtime*, sehingga laba yang diperoleh dapat maksimal.

Tabel 2.1 Penelitian Terdahulu

NO	Peneliti	Judul	Metode	Hasil Penelitian
1	Kannan et al. (2007)	<i>Developing A Maintenance Value Stream Map</i>	MVSM	Pengembangan simbol MVSM yang dapat digunakan disemua bagian teknik industri
2	Wakjira dan Singh (2012)	<i>Total Productive Maintenance : A Case Study in Manufacturing Industry</i>	TPM, OEE, 5S dan <i>Autonomous Maintenance</i>	Peningkatan nilai OEE hingga mencapai standar nilai OEE dunia dan efektivitas keseluruhan komponen meningkat secara signifikan.
3	Ab-Samat et al. (2012)	<i>Effective Preventive Maintenance Scheduling : A Case Study</i>	<i>Preventive Maintenance, Scheduling, Affinity Diagram, dan Tree Diagram</i>	Penerapan <i>preventive maintenance</i> membuktikan tingkat kegagalan mesin dapat berkurang dengan baik dan mesin dapat dikelompokkan menjadi <i>critical</i> serta <i>non-critical</i>

4	Lukodono et al. (2013)	Analisis Penerapan Metode RCM dan MVSM Untuk Meningkatkan Keandalan Pada Sistem <i>Maintenance</i>	RCM, FMEA, 5S dan MVSM	Kebijakan interval dan kegiatan perawatan mesin yang sesuai dengan metode RCM serta SOP perawatan yang direncanakan untuk aktivitas perawatan aktual.
5	Oktalisa et al. (2013)	Perancangan Sistem Perawatan Mesin dengan Pendekatan <i>Reliability Engineering</i> dan MVSM Pada PT XXX	<i>Reliability Engineering</i> , MVSM	Penentuan interval penggantian komponen yang didasarkan pada kriteria MTTF dan peningkatan nilai rata-rata <i>availability</i> untuk masing-masing komponen serta peningkatan <i>maintenance efficiency</i>
6	Tarigan et al. (2013)	Perawatan Mesin Secara <i>Preventive Maintenance</i> dengan <i>Modularity Design</i> Pada PT. RXZ	<i>Preventive maintenance</i> , <i>modularity design</i>	Penentuan jarak pergantian komponen dengan menghasilkan penurunan biaya penggantian komponen mesin
7	Baig et al. (2013)	<i>Reliability Analysis Using Fault Tree Analysis</i>	FTA	Membuat FTA lebih sensitif dan efektif dalam penilaian resiko berdasarkan keandalan
8	Igba et al. (2013)	<i>A Systems Approach Toward Reliability Centered Mintenance (RCM) of Wind Turbines</i>	RCM, FMECA	Peningkatan keandalan dan penghematan biaya serta penerapan RCM dapat diringkas menjadi bentuk siklus plan-do-check-act.
9	Rinawati et al. (2014)	Analisis Penerapan TPM Menggunakan OEE dan <i>Six Big Losses</i> Pada Cavite Di PT. Essentra Surabaya	TPM, OEE, dan <i>Six Big Losses</i>	Nilai OEE dan identifikasi <i>Six Big Losses</i> menyebabkan faktor terjadinya kerugian yang dijelaskan pada diagram <i>fishbone</i>

10	Muzaki (2017)	Analisis Perawatan Mesin dengan Menggunakan Pendekatan RCM dan MVSM	RCM, FMEA, 5S dan MVSM	Tindakan untuk pemilihan aktivitas perawatan pada komponen kritis sistem terpilih dan peningkatan persentase efisiensi perawatan
----	------------------	---	---------------------------	--

2.2 Pengertian Perawatan (*Maintenance*)

Menurut Kurniawan (2013), perawatan adalah kegiatan didalam suatu sistem produksi dimana fungsinya berupa objek dengan cara pemeliharaan, perbaikan, penggantian, pembersihan, penyetelan dan pemeriksaan. Oleh karena itu, perawatan sangat penting untuk dilakukan guna menjaga stabilitas mesin terhadap produksi perusahaan. Pemeliharaan adalah suatu gabungan dari berbagai kegiatan yang dilakukan untuk menjaga suatu komponen atau memperbaiki hingga dapat berjalan seperti semula. Menurut Ansori dan Mustajib (2013), perawatan atau pemeliharaan (*maintenance*) adalah konsepsi dari semua pekerjaan yang bertujuan agar mesin atau fasilitas dalam kondisi baik seperti semula dengan menjaga dan mempertahankan kualitasnya.

Menurut Moubrey (1997), *Maintenance* merupakan tindakan untuk memastikan fisik sistem berjalan terus menerus sesuai tujuan sistem tersebut. Menurut Tarigan et al. (2013), faktor produksi yang harus dioptimalkan salah satunya adalah mesin produksi. Nilai *downtime* yang minimum dapat dikatakan bahwa sistem perawatan berjalan dengan optimal seperti semula. Pemahaman tentang istilah perawatan yakni terdapat beberapa kegiatan seperti berikut (Kurniawan, 2013):

1. *Inspection* (inspeksi)

Kegiatan pengecekan terhadap fasilitas produksi untuk mengetahui keberadaan atau kondisinya.

2. *Repair* (perbaikan)

Kegiatan terhadap mesin produksi untuk mengembalikan kondisi mesin ketika ada gangguan yang bersifat perbaikan kecil, sehingga dapat beroperasi kembali.

3. *Overhaul* (perbaikan menyeluruh)

Kegiatan *repair* yang memiliki sifat perbaikan besar, sehingga mengganggu kegiatan produksi dan membutuhkan biaya besar.

4. *Replacement* (penggantian)

Kegiatan dalam perawatan dengan cara mengganti komponen mesin yang rusak.

Tujuan utama dilakukannya sistem manajemen perawatan menurut *Japan Institute of Plan Maintenance* dan *Consultant TPM India* sebagai berikut (Ansori dan Mustajib, 2013) :

- a. Pemakaian fasilitas produksi lebih lama.
- b. Ketersediaan optimum dari fasilitas produksi.
- c. Menjamin kesiapan operasional seluruh fasilitas yang diperlukan pada saat pemakaian darurat.
- d. Menjamin keselamatan operator dan pemakaian fasilitas.
- e. Membantu kemampuan mesin dapat memenuhi kebutuhan sesuai dengan fungsinya.

- f. Mendukung pengurangan pemakaian dan penyimpanan yang diluar batas dan menjaga modal yang diinvestasikan dalam perusahaan selama waktu yang ditentukan sesuai dengan kebijakan perusahaan.
- g. Melaksanakan kegiatan *maintenance* secara efektif dan efisien agar tercapai tingkat biaya perawatan serendah mungkin (*lowest maintenance cost*).
- h. Kerjasama yang kuat dengan fungsi-fungsi utama dalam perusahaan untuk mencapai tujuan utama perusahaan untuk mendapatkan keuntungan sebesar-besarnya.

2.2.1 Jenis-jenis Perawatan

Menurut Prawirosentono (2007), Perawatan dikategorikan dalam beberapa jenis, yaitu :

- a. *Planned maintenance* (perawatan terencana) merupakan aktivitas perawatan yang dilakukan berdasarkan rencana acuan pada alur proses produksi. Adapun perawatan terencana dibagi menjadi dua jenis sebagai berikut :
 - *Preventive maintenance* merupakan aktivitas perawatan yang dilakukan dengan periode waktu tetap atau kriteria tertentu. Tujuannya produk yang dihasilkan sesuai dengan rencana sebelumnya.
 - *Corrective maintenance* merupakan aktivitas perawatan ketika hasil produksi tidak sesuai dengan rencana seperti dari faktor kualitas, biaya maupun waktu produksi.

- b. *Unplanned maintenance* (perawatan tidak terencana) merupakan aktivitas perawatan karena terdapat indikasi proses produksi yang tiba-tiba menghasilkan produk cacat.
- c. *Emergency maintenance* merupakan aktivitas perawatan mesin saat keadaan darurat agar tidak menimbulkan akibat yang lebih parah dari kerusakan mesin tersebut.

2.3 *Reliability Centered Maintenance (RCM)*

Sejak pertengahan tahun 1970an, perubahan proses dalam industri bersama mengalami kemajuan yang lebih baik. Perubahan tersebut dapat digolongkan menjadi *new expectations*, *new research* dan *new techniques*. RCM merupakan proses untuk menentukan tindakan yang harus dilakukan agar memastikan beberapa sistem fisik berfungsi terus-menerus sesuai keinginan operator dalam kondisi sekarang ini (Moubray, 1997). RCM merupakan suatu pendekatan pada bagian perawatan yang didapat dari keandalan suatu komponen untuk mendapatkan hasil strategi perawatan terbaik (Kurniawan, 2013).

Menurut Moubray (1997) pada proses RCM terdapat 7 pertanyaan mendasar tentang aset yang ditinjau, sebagai berikut :

- a. Apa fungsi dan hubungan standar performansi dari aset dalam menjalankan operasinya? (*function*)
- b. Dalam hal seperti apakah aset tersebut gagal untuk memenuhi fungsinya (*functional failure*) ?

- c. Apa yang menyebabkan masing-masing aset mengalami kegagalan fungsional (*failure modes*) ?
- d. Apa yang terjadi ketika masing-masing kegagalan tersebut terjadi (*failure effect*)?
- e. Dalam hal apa setiap kegagalan menimbulkan masalah (*failure consequence*) ?
- f. Apa yang dapat dilakukan untuk memprediksi atau mencegah kegagalan (*pro-active task*)?
- g. Apa yang harus dilakukan jika tidak ditemukan *pro-active task* yang sesuai (*default action*)?

Keuntungan pendekatan RCM menurut Moubray (1997) 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. Adapun langkah-langkah yang dilakukan menggunakan pendekatan *Reliability Centered Maintenance* (RCM) menurut Rasmussen dan Ryss (1992) dalam Kurniawan (2013), yaitu :



Gambar 2.1 Langkah-Langkah Pada pendekatan RCM

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 keagalannya menggunakan FMEA. Berdasarkan hasil dari FMEA dan nilai RPN, selanjutnya diidentifikasi komponen yang diprioritaskan menggunakan diagram pareto. Tahapan terakhir yakni merekomendasikan aktivitas perawatan menggunakan *decision worksheet* RCM.

2.3.1 Pengumpulan Data

Data yang harus dikumpulkan meliputi, *downtime*, fungsi subsistem (komponen) dan informasi sistem. Pengumpulan data terdiri dari dua metode, yaitu :

1. Metode Observasi

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

2. Metode Wawancara

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

2.3.2 Pemilihan Sistem dan Pengumpulan Informasi

Tujuan utama RCM adalah untuk mendapatkan aktivitas perawatan yang optimal sehingga meminimalkan biaya perawatan dari *downtime* yang terjadi dan dari faktor keandalan. Pada pendekatan RCM, tidak semua sistem dianalisa untuk mendapatkan aktivitas perawatan yang optimal. Dibawah ini adalah kriteria sistem yang dapat digunakan dalam pemilihan sistem :

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

2.3.3 Mengidentifikasi Fungsi-Fungsi dan Kegagalan menggunakan *Failure Modes and Effects Analysis (FMEA)*

Mengidentifikasi fungsi bertujuan untuk mengetahui fungsi dari subsistem, komponen maupun sistem yang akan diteliti. Fungsi merupakan kinerja yang diinginkan oleh operator untuk dapat beroperasi. Menurut Effendi dan Arifin, (2015) FMEA merupakan jenis desain dan cara untuk menganalisis pencegahan yang menunjang formula sistematis dan terstruktur supaya modus kerusakan potensial pada sistem dapat teridentifikasi. Langkah selanjutnya yaitu mempelajari pengaruh kerusakan pada sistem, mengambil langkah koreksi dan sebagai metode pencegahan sistem keandalan pada masalah.

Menurut Sumantri (2013), FMEA adalah metode yang bertujuan untuk menyeleksi rancangan sistem dengan mempertimbangkan berbagai macam mode kegagalan (*failure mode*) terdiri dari komponen-komponen dan menganalisis pengaruhnya terhadap keandalan komponen tersebut. Menurut Ansori dan Mustajib (2013), resiko yang berpotensi adalah suatu kejadian pada sistem yang tidak terkontrol dan mengakibatkan dampak negatif. Pada potensi resiko dapat mengakibatkan suatu kegagalan sistem dengan kemungkinan terjadinya dampak yang lebih besar. Sedangkan resiko merupakan suatu sistem yang tidak berfungsi sesuai keinginan kita untuk tetap memproduksi produk yang baik.

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. Oleh karena itu, pengembangan FMEA diubah menjadi tingkat resiko dan metode matriks. Pada mulanya semua FMEA bersifat subyektif kemudian berubah dari kualitatif menjadi kuantitatif yang nantinya dapat meningkatkan urutan prioritas. Adapun terminologi yang berhubungan dengan penggunaan FMEA menurut Basjir dalam Effendi (2015) sebagai berikut :

- a. Komponen-komponen atau subsistem dari sistem atau alat yang dianalisa
- b. *Potential failure mode* merupakan kegagalan yang berpotensi pada sebuah komponen atau proses untuk melaksanakan fungsi awalnya

- c. *Failure Effect* merupakan dampak atau akibat dari komponen (subsistem) mengalami kegagalan yang disebutkan dalam *potential failure mode*
- d. *Severity* adalah dampak seberapa serius kondisi akibat kegagalan terjadi menurut *Failure Effect*.
- e. *Causes* merupakan sebab terjadinya kegagalan pada komponen
- f. *Occurance* adalah tingkat terjadinya kegagalan
- g. *Detection* adalah kemungkinan untuk mendeteksi suatu kesalahan yang akan terjadi atau sebelum dampak kesalahan tersebut terjadi
- h. Nilai RPN yang didapat merupakan hasil dari perkalian bobot *severity*, *occurance*, *detection* dimana ketiga bobot tersebut dinilai dengan skala 1-10.

Tabel 2.2 FMEA

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

Sumber : Sari & Ridho (2016, hlm 79)

Hasil dari nilai RPN akan menjadi dasar tahapan selanjutnya untuk pemilihan aktivitas perawatan yang lebih utama dilakukan menggunakan *Decision Worksheet*. Dimana komponen yang diprioriaskan 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. Teknik ini merupakan bagian dari analisis RCM, dimana komponen-komponen pada sistem yang terpilih dapat diusulkan tindakan perawatan yang tepat dalam menurunkan nilai *downtime*.

2.3.4 Diagram Pareto

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. Hal ini dapat memudahkan dalam menemukan permasalahan yang paling penting untuk diselesaikan dengan segera yaitu masalah dengan dengan ranking tertinggi hingga masalah yang tidak harus dengan segera diselesaikan yaitu masalah dengan ranking terendah. Diagram pareto juga dapat mengidentifikasi masalah yang paling penting yang mempengaruhi usaha perbaikan kualitas dan member petunjuk dalam mengalokasikan sumber daya yang terbatas untuk untuk menyelesaikan masalah (Dorothea, 2012).

Diagram pareto mampu memperlihatkan bahwa efek-efek yang terpenting adalah akibat dari penyebab yang hanya berjumlah sedikit. Diagram pareto mengklasifikasikan masalah menurut sebab dan gejalanya dan juga menunjukkan manakah yang menjadi 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).

2.3.5 Pemilihan Aktivitas Perawatan menggunakan *Decision Worksheet*

RCM

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*). Pemilihan aktivitas perawatan adalah langkah terakhir dalam metode RCM, sehingga menjadikan RCM sebagai metode yang dapat memberi usulan terhadap kebijakan perusahaan. Adapun cara untuk melakukan kebijakan pemilihan aktivitas perawatan yaitu sebagai berikut:

- a. *Scheduled discard task* merupakan tindakan yang memerlukan *remanufacture* komponen atau merombak perakitan secara terjadwal sebelum atau pada batas usia pemakaian tanpa melihat kondisi komponen.
- b. *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.
- c. *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.

- d. *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.
- e. *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.

Tahap selanjutnya setelah diketahui hasil dari FMEA yaitu menganalisis setiap *failure mode* dengan menggunakan *decision diagram*. Menurut El Haram dalam Asisco (2012), *decision worksheet* RCM berfungsi sebagai alat yang digunakan untuk mencatat jawaban dari pertanyaan *decision diagram* RCM dalam penentuan jenis kegiatan perawatan terhadap tiap mode kegagalan. Menurut Ansori dan Mustajib (2013), *RCM Decision Diagram Worksheet* merupakan langkah penting yang digunakan pada pendekatan RCM untuk memperoleh jawaban dalam *decision diagram* RCM. *Decision worksheet* RCM (Sari et al., 2016) berisi tentang :

- a. *Information refference* : F (*functions* / fungsi) , FF (*failure function* / fungsi kegagalan), FM (*failure mode* / mode kegagalan)
- b. *Consequences evaluation* : H (*hidden failure* / kerusakan yang tidak tersembunyi), S (*safety* / keselamatan), E (*environmental* / lingkungan), O

(*operational*) menunjukkan akibat terjadinya mode kegagalan (kerusakan).

- c. *Proactive task* : digunakan untuk mencatat jawaban dari pertanyaan tentang tindakan pada setiap mode kegagalan (kerusakan) yang terdiri dari H1/S1/O1/N1 untuk mencatat *scheduled on-condition task* bisa mengurangi kemungkinan *failure mode*. H2/S2/O2/N2 untuk mencatat *scheduled restoration task* bisa mencegah *failure* dan H3/S3/O3/N3 untuk mencatat *schedule discard task* bisa mencegah *failure*.
- d. *Default action* yang meliputi H4/H5/S4 jika diperlukan untuk menjawab salah satu pertanyaan dasar, kolom H4, H5 atau S4 digunakan untuk mencatat jawaban.
- e. *Proposed task* : langkah penanganan yang dianjurkan yaitu *scheduled restoration task*, *scheduled discard task* dan *scheduled on condition task*.
- f. *Initial interval* : interval perawatan komponen yang harus dilakukan untuk mencegah terjadinya kegagalan (kerusakan).
- g. *Can be done by* : menerangkan siapa yang dapat menyelesaikan kegagalan pada suatu komponen.

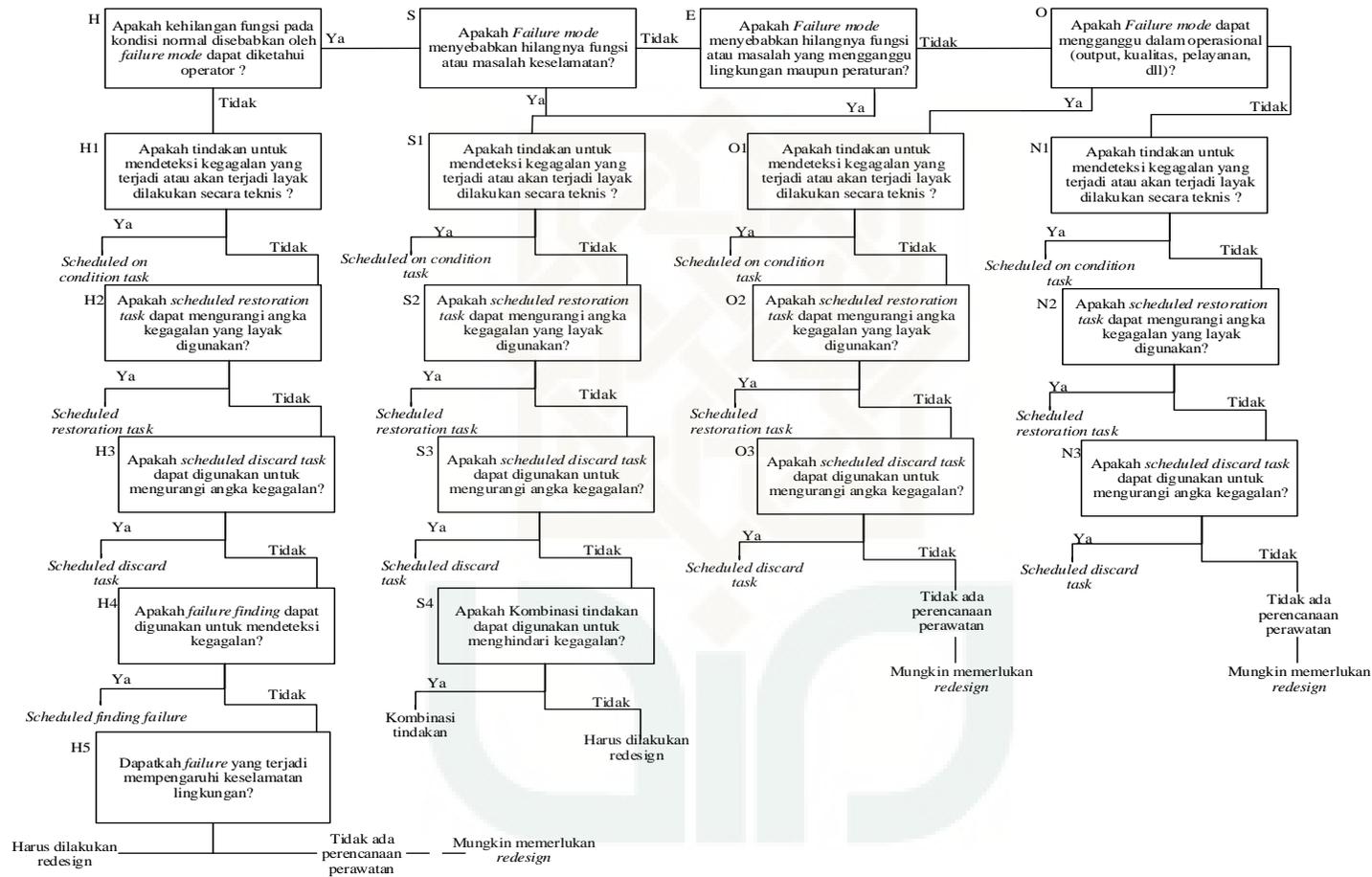
Tabel 2.3 Decision Worksheet RCM

RCM DECISION WORKSHEET				Sistem :													
				Subsistem :													
Komponen	Information Reference			Conseque Evaluation				H1	H2	H3	Default Action			Proposed Task	Initial Interval	Can be Done by	
								S1	S2	S3							
	F	FF	FM	H	S	E	O	N1	N2	N3	H4	H5	S4				

Sumber : Sari & Ridho (2016, hlm 79)

Untuk melakukan pengisian pada tabel *decision worksheet* di bagian

H, S, E, O dan N berpedoman pada *decision diagram* seperti dibawah ini :



Gambar 2.2 Decision Diagram RCM

Sumber : Moubray (1997, hlm 200-201)

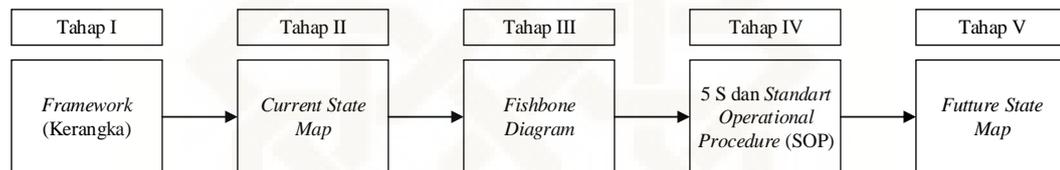
Setelah melakukan pertanyaan menurut *decision diagram* RCM, dapat diperoleh hasil pada kolom H, S, E, O dan N dengan menuliskan Y (Ya) atau N (Tidak). Diketuinya hasil *consequence evaluation* akan menjawab kolom *proposed task* menurut langkah penanganan yang dianjurkan yaitu *scheduled restoration task*, *scheduled discard task* dan *scheduled on condition task*. Hasil yang dianjurkan merujuk pada *Proactive task* dengan tujuan digunakan untuk mencatat jawaban dari pertanyaan tentang tindakan pada setiap mode kegagalan (kerusakan) yang terdiri dari H1/S1/O1/N1. Pencatatan *scheduled on-condition task* bisa mengurangi kemungkinan *failure mode*. H2/S2/O2/N2 untuk mencatat *scheduled restoration task* bisa mencegah *failure* dan H3/S3/O3/N3 untuk mencatat *schedule discard task* bisa mencegah *failure*.

2.4 Maintenance Value Stream Mapping (MVSM)

Menurut Kannan et al. (2007), *Maintenance Value Stream Map* (MVSM) adalah metode yang digunakan untuk menggambarkan alur kegiatan perawatan yang dikembangkan dari VSM untuk mengidentifikasi pemborosan. Pemborosan tersebut terjadi pada setiap kegiatan perawatan yang tidak memberikan nilai tambah terhadap proses perawatan tersebut. Oktalisa (2013) berpendapat bahwa MVSM dapat menggambarkan seluruh proses perawatan dengan lengkap dan sistematis. Karena MVSM dapat menjelaskan aliran material dan informasi yang mudah dipahami walaupun perusahaan belum memiliki departemen perawatan.

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. Adapun tahapan untuk menganalisis aktivitas perawatan, sebagai berikut :



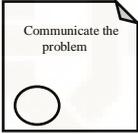
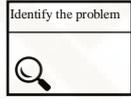
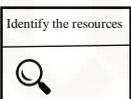
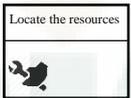
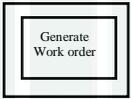
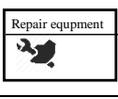
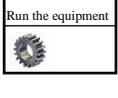
Gambar 2.3 Tahapan MVSM

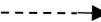
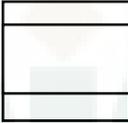
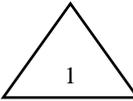
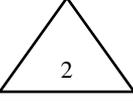
2.4.1 *Framework (Kerangka)*

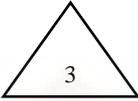
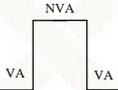
Mengetahui kerangka (*framework*) yang akan dilakukan untuk menentukan gambaran pada *current state map* dan *future state map*. Dalam tahapan pertama ini, terdapat 7 kategori yang digunakan untuk mewakili MTTO, MTTR dan MTTY seperti dijelaskan pada tabel 2.4. MVSM berfungsi untuk menggambarkan aktivitas 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). Kemudian dilakukan usulan aktivitas perbaikan yang dapat menurunkan nilai *downtime* dan kemudian dilakukan penggambaran yang akan dilakukan

pada tahap selanjutnya. Adapun dalam tahapan pertama yaitu membuat framework terdapat 7 kategori, sebagai berikut :

Tabel 2.4 Framework (Kerangka)

Framework Category	Sub-Category	Symbol	Symbol Name	Definition	MMLT Category
Equipment Breakdown			Equipment breakdown	Simbol <i>breakdown</i> digunakan untuk menggambarkan komponen dalam keadaan rusak	MTTO, MTRR, MTTY
	Communication		Communicated the problem	Proses yang melibatkan keterkaitan masalah pada peralatan operator untuk pemeliharaan pribadi saat keusakan peralatan	MTTO
	Identification		Identify the problem	Proses ini melibatkan identifikasi masalah pada peralatan rusak	MTTO
			Identify the resources	Proses ini mengidentifikasi sumber persediaan seperti komponen, karyawan dan lain lain yang diperlukan untuk kinerja pekerjaan perbaikan	MTTO
	Locate		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		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 bagian urutan proses pemeliharaan disambungkan oleh panah ini	MTTO, MTTR, MTTY
	Down Arrow		Down Arrow	<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 catatan 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 catatan 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	MTTO

				tidak tersedianya alat yang sesuai dan komponen yang dibutuhkan demi melakukan tugas pemeliharaan	
	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 paling atas dari <i>time line</i> dan aktivitas VA dicatat di bagian bawah dari <i>time line</i>	MTTO, MTTR, MTTY

Sumber : Kannan et al. (2007, hlm 3-4)

Berdasarkan tabel *framework* terdapat nilai *Mean Time To Repair* (MTTR) yang termasuk kedalam aktivitas *value added* dan Aktivitas *non value added* yaitu *Mean Time To Organize* (MTTO) dan *Mean Time To Yield* (MTTY). Semua aktivitas tersebut digolongkan menjadi *Mean Maintenance Lead time* (MMLT). Berdasarkan Kannan et al. (2007) didalam MVSM terdapat nilai efisiensi perawatan, aktivitas waktu *value added* dan *non value added* dengan rumus sebagai berikut :

$$\text{MMLT} = \text{MTTO} + \text{MTTR} + \text{MTTY}$$

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

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

$$\% \text{ Efisiensi perawatan} = \frac{\text{MTTR}}{\text{MMLT}} \times 100$$

Keterangan :

MTTO = *Mean time to organize* (waktu yang dibutuhkan bertujuan menyelaraskan tugas untuk memajukan perbaikan tindakan perawatan)

MTTR = *Mean time to repair* (waktu yang dibutuhkan untuk memperbaiki dan memelihara peralatan)

MTTY = *Mean time to yield* (waktu yang dibutuhkan untuk menyerahkan komponen bagus setelah pemeliharaan)

2.4.2 Current State Map

Proses ini menjelaskan tentang keterkaitan dalam mengembangkan MVSM. Dalam proses pemetaan, terdapat beberapa kegiatan yang dilakukan pada komponen prioritas terpilih. Tahapan 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.

2.4.3 Fishbone Diagram

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. Hasil dari wawancara didapatkan berbentuk pemborosan yang terjadi pada aktivitas perawatan yaitu *delay*. Manfaat penggunaan diagram sebab-akibat ini yaitu :

1. Menganalisis proses
2. Memfokuskan perhatian pada hal-hal yang relevan.
3. Menghitung banyaknya penyebab kesalahan yang mengakibatkan terjadinya suatu masalah.
4. Memudahkan menganalisis masalah yang utama.
5. Menggambarkan keseluruhan sistem.

Menurut Gaspersz (2005), sumber penyebab masalah kualitas yang ditemukan berdasarkan prinsip 7 M, yaitu :

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.

2.4.4 5 S dan *Standart Operational Procedure* (SOP)

Analisis 5S dirancang untuk menghilangkan pemborosan dan mengurangi resiko kecelakaan yang terjadi saat kerja. Menurut Osada (2004) aktivitas 5S merupakan tindakan yang dipilih oleh individu dan dikerjakan individu dengan tujuan tertentu dengan memperhatikan sarannya. Pada proses perawatan analisis 5S berfungsi untuk mengurangi aktivitas yang tidak memberi nilai tambah dan meningkatkan persentase efektifitas perawatan. Kepanjangan 5S sendiri dari Bahasa Jepang yaitu:

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 pengelompokkan barang menurut fungsinya yaitu: (Osada, 2004)

- 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 analisis SOP yang

dilakukan yakni dari aktivitas perawatan aktual yang dilakukan oleh perusahaan. SOP dapat berfungsi sebagai acuan untuk melakukan aktivitas perawatan dengan meminimalkan pemborosan yang sering terjadi dalam perawatan.

2.4.5 Future State Map

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*. Menurut Lukodono (2013), 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*).

BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Objek Penelitian

Objek penelitian tugas akhir ini dilakukan pada bagian perawatan mesin yang memproduksi produk berbahan baku aluminium di UMKM ED Aluminium Yogyakarta. Lokasi perusahaan berada di Jalan Ki Guno Mrico 414 Giwangan, Umbulharjo, Bantul, Daerah Istimewa Yogyakarta dengan kode pos 55163.

3.2 Jenis Data

Adapun jenis data yang digunakan untuk menunjang penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Data Primer

Data primer adalah data yang diperoleh dari hasil observasi terhadap objek penelitian dan wawancara dengan pihak terkait sistem produksi maupun perawatan. Selain itu, data primer berhubungan langsung dengan permasalahan di lapangan serta dapat diidentifikasi gejalanya. Data primer yang digunakan dalam penelitian ini diperoleh melalui metode wawancara dan observasi meliputi aktivitas perawatan yang dilakukan terhadap komponen yang diprioritaskan menurut hasil RPN menggunakan *software Microsoft excel*. Data primer yang digunakan pada penelitian ini adalah:

- a. Mesin yang digunakan dalam produksi produk berpengaruh
- b. Nama-nama komponen pada sistem yang terpilih

- c. Tingkatan kriteria *severity*, *Occurence* dan *detection*
 - d. Nilai *severity*, *occurence*, dan *detection*
 - e. Waktu aktivitas perawatan komponen prioritas
2. Data Sekunder

Data sekunder merupakan data yang didapat dari buku atau referensi yang terdapat pada perpustakaan, jurnal ilmiah, maupun dari internet dengan permasalahan yang serupa dialami objek penelitian. Data sekunder yang digunakan dalam penelitian ini yaitu data lamanya *downtime* pada bagian produksi mulai dari bulan Januari 2016 sampai Oktober 2016, jumlah produksi perbulan, fungsi sistem maupun variabel-variabel pada FMEA.

3.3 Metode Pengumpulan Data

Metode pengumpulan data yang digunakan dalam penelitian adalah sebagai berikut:

1. Metode Observasi

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

2. 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.

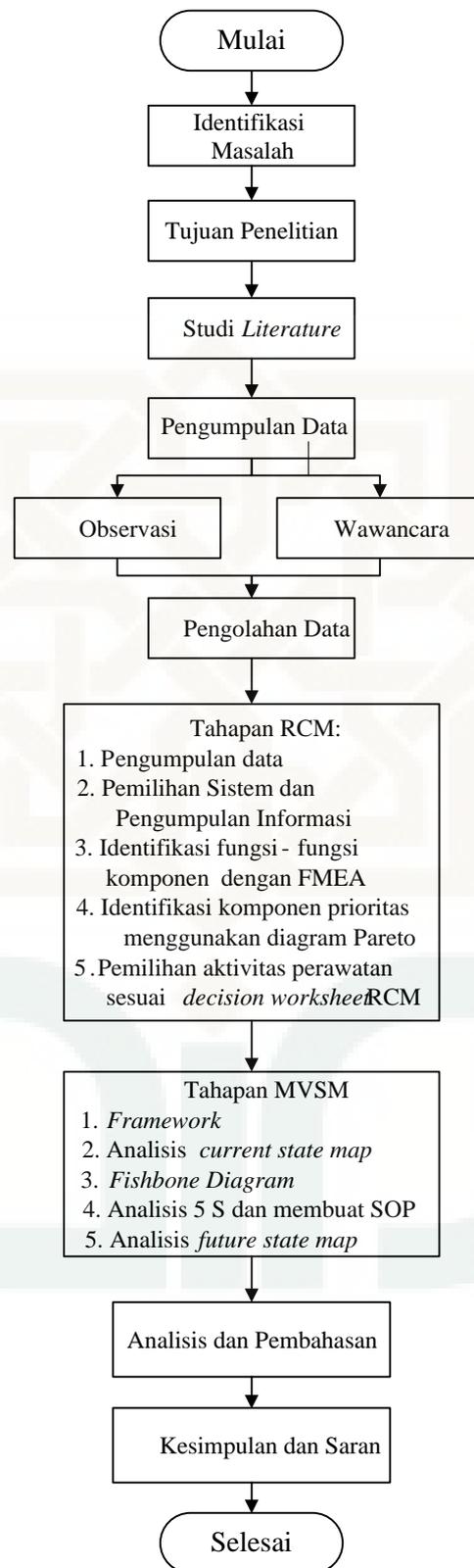
3.4 Metode Pengolahan Data

Adapun metode pengolahan data yang digunakan pada penelitian ini adalah :

1. *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.
2. *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.

3.5 Diagram Alir Penelitian

Tahapan atau alur penelitian ini dari awal hingga akhir dapat dilihat pada diagram alir penelitian sebagai berikut:



Gambar 3.1 Diagram Alir Penelitian

BAB IV

ANALISIS DAN PEMBAHASAN

4.1 Profil Perusahaan

UMKM ED Alumunium berdiri pada tahun 1958 dan awal mulanya hanya mencetak dua jenis produk dengan mesin bubut tradisional yang digerakkan dengan kaki. ED *Alloycasting Production C-MAXI* merupakan nama lain UMKM ED Alumunium yang bergerak dalam bidang pembuatan peralatan rumah tangga. Pengembangan usaha perusahaan dilakukan dibidang pembuatan produk presisi seperti *spare part* sepeda, pembuatan *mould* (cetakan) keramik maupun besi dan pembuatan *casting* alumunium. Saat ini perusahaan mampu mencetak kurang lebih 80 jenis produk menggunakan mesin *modern* seperti mesin milling CNC dan mesin bubut CNC serta pengerjaan manual.

ED *Alloycasting Production C-MAXI* merupakan perusahaan perorangan yang memiliki karyawan tetap sebanyak 70 orang. Lokasi perusahaan berada di Jalan Ki Guno Mrico 414 Giwangan, Umbulharjo, Bantul, Daerah Istimewa Yogyakarta dengan kode pos 55163. ED Alumunium didirikan dengan tujuan sebagai berikut :

1. Memanfaatkan limbah rumah tangga khususnya alumunium bekas agar ramah lingkungan.
2. Menghasilkan produk yang sesuai standar internasional dengan harga terjangkau.
3. Mengurangi angka pengangguran khususnya di Yogyakarta.

4. Memberikan pelatihan dan masukan terhadap UMKM logam lain di Yogyakarta.

4.2 Pengolahan Data

Pengolahan data yang dilakukan menggunakan dua metode yaitu *Reliability Centered Maintenance* (RCM) dan *Maintenance Value Stream Map* (MVSM). Pengolahan data menggunakan metode RCM merujuk pada Moubrey (1997), sedangkan metode MVSM berdasarkan jurnal dari Kannan et al (2007). Berdasarkan rujukan diatas, pengolahan data yang dilakukan untuk menyelesaikan masalah *maintenance* pada UMKM ED Alumunium dengan pendekatan RCM dan MVSM.

4.2.1 Reliability Centered Maintenance (RCM)

4.2.1.1 Pengumpulan Data

UMKM ED Alumunium memiliki berbagai macam mesin begitu pula dengan produk yang dihasilkan. Proses produksi dimulai dari bahan baku berupa alumunium 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*.

Kondisi bagian *maintenance* perusahaan saat ini, hanya memiliki dua anggota yang aktif dalam hal perawatan seluruh mesin di perusahaan. Mesin-mesin tersebut menghasilkan berbagai produk yang sebelumnya telah dipesan oleh konsumen, sehingga mesin-mesin

tersebut dibagi menurut alur pembuatan dari suatu produk. Berikut adalah produk-produk yang dihasilkan:

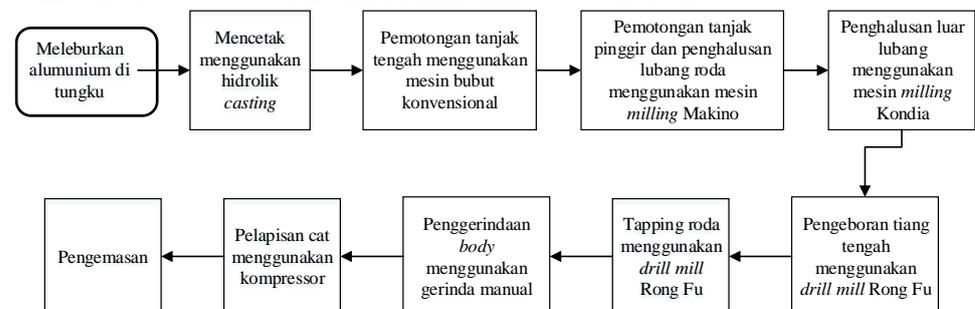
- a. Produk rumah tangga, meliputi: wajan, panci susu, dan dandang.
- b. Produk presisi, meliputi: kaki infus (kaki lima), side guard, lengan ayun, rumah castor, part sepeda, stoper, gasket, adaptor brake, adaptor F 180 RO, adaptor R 180 RO, adaptor posmouth, adaptor F 203, adaptor R 203, adaptor thru axle, adaptor FD road, adaptor chain guard, reducer evo, spacer single gear, spacer / ring stang, skrop hollowtech kecil, skrop hollowtech besar, bush guard putih, bush guard hitam, bush guard alur 1, bush guard alur 2, bar end plug black, bar end plug red, hub, kunci BB, baut kecil, cain ring 25 T, cain ring 26 T, cain ring 27 T, cain ring 28 T, cain ring 35 T, cain ring 36 T, cain ring 37 T, cain ring 38 T, cain ring 39 T, cain ring 40 T, cain ring 44 T, cain guard single gear black and white, chain guard double gear black LK, chain guard double gear black LB, chain guard double gear red LK, chain guard double gear red LB, chain guard double gear gold LK, chain guard double gear gold LB, chain guard double gear blue LK, chain guard double gear blue LB, chain guard double gear white LK, chain guard double gear white LB, RE genius concept, RE scott USA, RE bianchi, RE mongoose, RE optimist I, RE optimist II traxer, RE pomo / premier, RE poten, RE giant reigt, RE giant XTC, RE big hit, RE dabom, RE extrada, RE

GT, RE giant balap, RE 4 U, RE mosso tornado, RE culnago, RE KHS, RE FRX, RE FR 2.0, RE dabomb tora bora, RE GT ruckus.

Pada langkah pengumpulan data dilakukan beberapa tindakan untuk menunjang metode RCM. Pertama, mengumpulkan data mesin dan perawatannya yang terdapat pada lembar lampiran B. 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. Selanjutnya dilakukan seleksi mesin produksi manakah yang memiliki *downtime* paling tinggi.

4.2.1.2 Pemilihan Sistem dan Pengumpulan Informasi

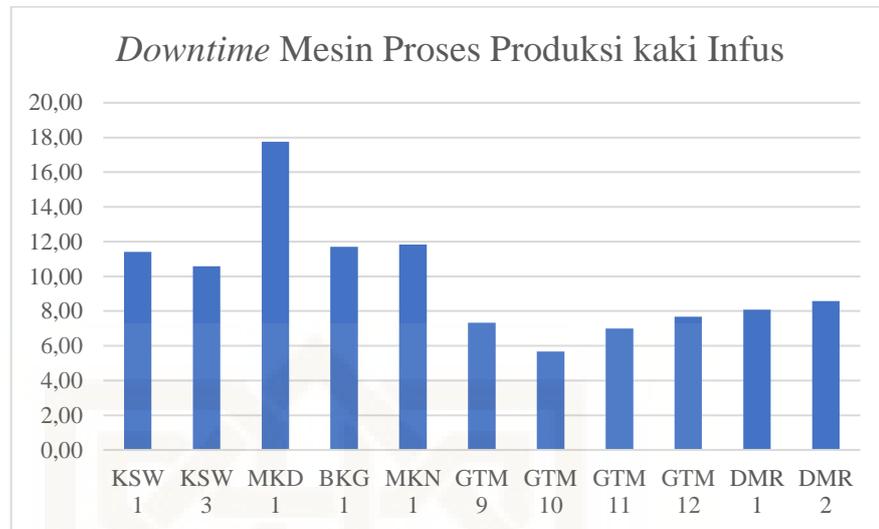
Pada langkah pemilihan sistem dan pengumpulan informasi dilakukan seleksi terlebih dahulu pada setiap jenis produk yang dihasilkan. Jenis produk yang dipilih yakni produk kaki lima karena produk ini merupakan produk yang diproduksi paling banyak dengan jumlah total produksi 800 produk per bulan. Di bawah ini adalah proses pembuatan produk kaki lima, sebagai berikut:



Gambar 4.1 Proses Pembuatan Produk Kaki Infus (Kaki Lima)

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 tanjak tengah menggunakan mesin bubut konvensional, dan dilanjutkan pemotongan tanjak 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 penggerindaan *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 4.2 Grafik *Downtime* Mesin dalam Proses Produksi Kaki Infus

Keterangan:

KSW 1 = Kompresor Swan 1 HP

KSW 3 = Kompresor Swan 15 HP

MKD 1 = *Milling* Kondia

BKG 1 = Bubut Konvensional Goodway

MKN 1 = CNC *Milling* Makino

GTM 9 = Gerinda Tangan Mactec 9

GTM 10 = Gerinda Tangan Mactec 10

GTM 11 = Gerinda Tangan Mactec 11

GTM 12 = Gerinda Tangan Mactec 12

DMR 1 = *Drill Mill* Rong Fu 1

DMR 2 = *Drill Mill* Rong Fu 2

Berdasarkan gambar grafik mesin dan nilai *downtime* diatas, 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 5 komponen yang meliputi fuse / sekering, 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*.

4.2.1.3 Mengidentifikasi Fungsi-Fungsi dan Kegagalan menggunakan *Failure Modes and Effects Analysis* (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 Analysis* (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.

Penetapan *severity* diadopsi dari penelitian yang dilakukan oleh Sumantri (2013) bersumber pada *reference manual potential failure mode and effects analysis (FMEA)* dari *automotive industry action group (AIAG)* yang menggambarkan industri otomotif. Penetapan kriteria untuk sistem operasi *milling* Kondia dilakukan dengan beberapa penyesuaian serta modifikasi agar sesuai dengan objek penelitian dan menurut saran dari pihak perusahaan. Di bawah ini adalah kriteria *severity* pada Mesin *Milling* Kondia di UMKM ED Alumunium Yogyakarta, sebagai berikut:

Tabel 4.1 Kriteria *Severity*

Efek	Kriteria <i>Severity</i>	Peringkat
Bahaya Tanpa Peringatan	Kegagalan sangat tinggi, membahayakan operator maupun lingkungan mesin tetapi tidak ada peringatan kerusakan	10
Bahaya dengan Peringatan	Kegagalan sangat tinggi, membahayakan operator maupun lingkungan mesin dengan adanya peringatan kerusakan	9
Gangguan Sangat Tinggi	Mesin <i>Milling</i> Kondia tidak dapat beroperasi karena hilangnya fungsi utama mesin	8
Gangguan Tinggi	Mesin <i>Milling</i> Kondia tidak dapat beroperasi	7
Gangguan Sedang	Mesin <i>Milling</i> Kondia dapat dioperasikan tetapi ada bagian yang tidak dapat berfungsi	6
Gangguan Rendah	Mesin <i>Milling</i> Kondia dapat beroperasi namun mengalami penurunan kinerja	5
Gangguan Sangat Rendah	Mesin <i>Milling</i> Kondia dapat beroperasi dengan normal namun perlu pengaturan ulang	4

Gangguan Kecil (<i>Minor</i>)	Mesin <i>Milling</i> Kondia dapat beroperasi dengan normal namun operator menyadari ada gangguan kecil	3
Gangguan Sangat Kecil	Mesin <i>Milling</i> Kondia dapat beroperasi dengan normal dan efek gangguan tidak mengganggu kinerja mesin	2
Tidak Ada Gangguan	Mesin <i>Milling</i> Kondia dapat beroperasi dengan normal dan tidak ada efek gangguan apapun	1

Sumber: Sumantri (2013, hlm 19)

Berdasarkan kegagalan yang terdapat pada Mesin *Milling* Kondia dan masukan dari bagian pemeliharaan pada UMKM ED Alumunium. Maka ditetapkan peringkat dan skala *occurrence* adalah sebagai berikut:

Tabel 4.2 Kriteria *Occurrence*

Pelug Kegagalan	Skala terjadinya Kegagalan	Peringkat
Sangat Tinggi	1 per 30 hari	10
	1 per 50 hari	9
Tinggi	1 per 100 hari	8
	1 per 6 bulan	7
Sedang	1 per 1 tahun	6
	1 per 2 tahun	5
Rendah	1 per 3 tahun	4
	1 per 5 tahun	3
Terkontrol	1 per 10 tahun	2
	tidak pernah sama sekali (1 kegagalan lebih dari 10 tahun)	1

Sumber: Sumantri (2013, hlm 20)

Berdasarkan kegagalan yang terdapat pada Mesin *Milling* Kondia dan masukan dari bagian pemeliharaan pada UMKM ED Alumunium. Maka ditetapkan peringkat dan skala *detection* adalah sebagai berikut:

Tabel 4.3 Kriteria *Detection*

Deteksi	Kriteria <i>Detection</i>	Peringkat
Tidak Terdeteksi	Kegagalan tidak bisa terdeteksi dan menimbulkan kerusakan yang parah	10
Sedikit	<i>Failure mode</i> tidak mudah terdeteksi	9
Sangat Rendah	Pendeteksian sangat rendah, mesin <i>milling</i> tidak dapat beroperasi namun dapat terlihat oleh operator	8
Rendah	Deteksi rendah, mesin <i>milling</i> Kondia mengalami kegagalan fungsi seperti hasil produksi tidak presisi	7
Kecil	Pendeteksian sangat rendah dengan adanya penggantian komponen yang tidak berfungsi	6
Sedang	Dilakukannya pengecekan dan perbaikan karena ada komponen yang mengalami kegagalan fungsi	5
Cukup Tinggi	Pendeteksian cukup tinggi, mesin <i>milling</i> Kondia harus mengalami pengaturan ulang	4
Tinggi	Deteksi tinggi karena ada peringatan dari mesin <i>milling</i> Kondia	3
Sangat Tinggi	Deteksi sangat tinggi dengan inspeksi rutin	2
Pasti	Kegagalan yang pasti terdeteksi	1

Sumber: Sumantri (2013, hlm 21)

Setelah diketahui skala atau peringkat pada setiap variabel RPN seperti *severity*, *occurrence* dan *detection*. Dibawah ini adalah tabel hasil FMEA pada sistem operasi *milling* Kondia di UMKM ED Alumunium Yogyakarta, sebagai berikut:

Tabel 4.4 FMEA Subsistem Kelistrikan

FMEA Worksheet			Sistem : Operasi Sistem <i>Milling</i> 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	<i>Overload</i> (Arus yang mengalir di rangkaian lebih besar dari kapasitas maksimal fuse) / <i>Korsleting</i>	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	<i>Push button / saklar</i>	3	Sebagai penghubung daya listrik ke mekanik kontrol atau untuk memutus dan menghubungkan arus listrik dari sumber	A	<i>Push button / saklar putus</i>	1	Konektor aus atau usia pemakaian terlalu lama	Dinamo motor mati / mesin berhenti beroperasi	8	2	1	16
4	Kabel	4	Sebagai penghantar dan untuk menghubungkan listrik dari kontrol ke dinamo	A	Kabel putus	1	<i>Overheat</i> (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

Tabel 4.5 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 overheat	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 dicengkeramnya alat potong (<i>cutter</i>)	A	<i>Spindle</i> miring	1	Spindel 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
				B	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	<i>Hasil</i> <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	<i>Hasil</i> <i>milling</i> tidak presisi	7	1	1	7
8	Meja Mesin	9	Sebagai tempat bertopangnya 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	Base tidak kuat menopang berat mesin atau usia pemakaian terlalu lama	Mesin berhenti beroperasi	10	1	1	10

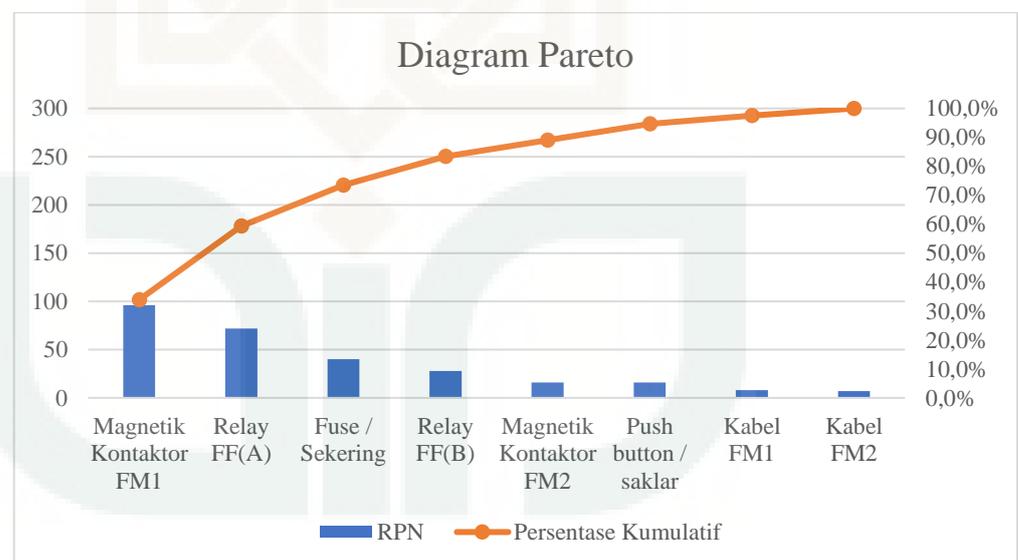
Berdasarkan Tabel 4.4 FMEA subsistem kelistrikan didapatkan bahwa nilai RPN dari setiap komponen dengan jumlah total komponen sebanyak 5 komponen. Berikut ini adalah nilai RPN masing-masing komponen yaitu fuse / sekering sebesar 40, magnetik kontaktor dengan *failure mode* kode 1 sebesar 96 sedangkan 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 Tabel 4.5 FMEA subsistem mekanik 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, ragam 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.

4.2.1.4 Diagram pareto

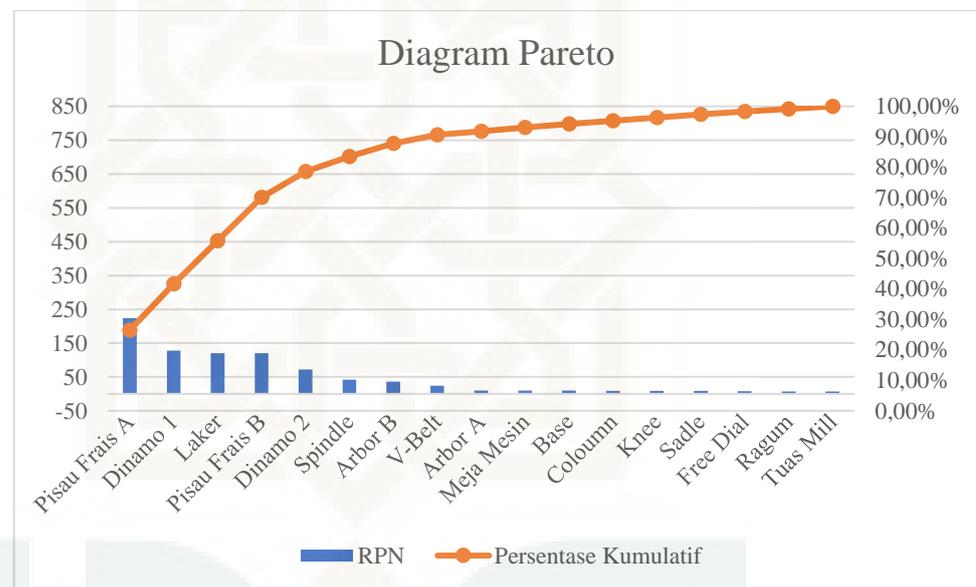
Diagram ini menunjukkan klasifikasi data yang telah diurutkan dari data terbesar atau tertinggi hingga ke data terendah dari kiri ke kanan. Hal ini dapat memudahkan dalam menemukan permasalahan yang paling penting untuk diselesaikan dengan segera yaitu masalah dengan dengan ranking tertinggi. Dibawah ini adalah diagram pareto yang diolah berdasarkan hasil nilai RPN masing-masing komponen pada FMEA subsistem kelistrikan, sebagai berikut:



Gambar 4.3 Diagram Pareto Subsistem Kelistrikan

Berdasarkan penyusunan FMEA subsistem kelistrikan dan pembuatan diagram pareto di atas diketahui bahwa berdasarkan

konsep diagram pareto yaitu 80:20 maka yang termasuk ke dalam 80% ada 3 komponen yang harus diprioritaskan yaitu magnetik kontaktor dengan *failure mode* kode 1, relay dengan *function failure* kode A dan fuse / sekering. Selanjutnya dibawah ini adalah diagram pareto yang diolah berdasarkan hasil nilai RPN masing-masing komponen pada FMEA subsistem mekanik, sebagai berikut:



Gambar 4.4 Diagram Pareto Subsistem Mekanik

Dari penyusunan FMEA subsistem mekanik dan pembuatan diagram pareto di atas diketahui bahwa berdasarkan konsep diagram pareto yaitu 80:20 maka yang termasuk ke dalam 80% ada 5 komponen yang harus diprioritaskan 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.

4.2.1.5 Pemilihan Aktivitas Perawatan Menggunakan *Decision*

Worksheet RCM

Adapun hasil dari wawancara menggunakan *decision worksheet* dilakukan berdasarkan pertanyaan *decision diagram* yang telah ditetapkan oleh Moubray (1997). Dibawah ini adalah hasil *decision worksheet RCM* pada subsistem kelistrikan dan mekanik yaitu:

Tabel 4.6 *Decision Worksheet RCM* Subsistem Kelistrikan

RCM <i>DECISION WORKSHEET</i>				Sistem : Operasi Sistem <i>Milling</i> Kondia												Proposed Task	Initial Interval (days)	Can be Done by
				Subsistem : Kelistrikan														
Komponen	Information Reference			Conseque Evaluation				H1	H2	H3	Default Action							
								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		

Berdasarkan tabel *decision worksheet RCM* subsistem kelistrikan diatas, 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. *Initial interval* masing-masing komponen fuse, magnetik kontaktor dan *relay* secara berurutan sebesar 116, 360

dan 184 hari. Perawatan pada komponen kritis subsistem dapat diselesaikan oleh mekanik atau bagian pemeliharaan.

Tabel 4.7 *Decision Worksheet* RCM Subsistem Mekanik

RCM <i>DECISION WORKSHEET</i>				Sistem : Operasi Sistem <i>Milling</i> Kondia													
				Subsistem : Mekanik													
Komponen	Information Reference			Consequence Evaluation				H1	H2	H3	Default Action				Proposed Task	Initial Interval (days)	Can be Done by
								S1	S2	S3							
	O1	O2	O3	N1	N2	N3	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

Berdasarkan tabel *decision worksheet* RCM subsistem mekanik diatas, maka dapat disimpulkan bahwa komponen kritis subsistem mekanik dipilih tindakan untuk pisau *frais* A dengan cara *scheduled restoration task*, dinamo 1 dengan *scheduled on condition task*, Laker dengan *scheduled restoration task*, pisau *frais* B dengan *scheduled restoration task* dan komponen dinamo 2 dengan *scheduled on condition task*. Hasil *Initial interval* diperoleh dari wawancara dan data historis yang berkaitan dengan komponen kritis. *Initial interval* masing-masing komponen pisau *frais* (*cutter*), Dinamo 1, Laker, Pisau *frais* B dan Dinamo 2 secara berurutan yaitu sebesar 168, 1008, 1512,

672 dan 1860 hari. Perawatan pada komponen kritis subsistem dapat diselesaikan oleh mekanik atau bagian pemeliharaan.

4.2.2 Maintenance Value Stream Map (MVSM)

Pendekatan MVSM pada penelitian ini mengacu pada jurnal dari Kannan et al (2007) sebagai dasar penggambaran *map*. Sedangkan jurnal Huda et al (2014) sebagai acuan langkah-langkah pendekatan MVSM yang sesuai dengan masalah perusahaan saat ini. 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.

4.2.2.1 Framework (Kerangka)

Pada tahap pertama pendekatan MVSM yakni *framework* (kerangka), dimana tahapan ini yang menentukan gambaran pada *map*. Penggambaran *map* tergolong menjadi dua yaitu *current state map* dan *future state map*. Pada MVSM yang digambar adalah aktivitas perawatan komponen mesin kritis, sehingga dapat dihasilkan usulan yang berpengaruh terhadap perusahaan.

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 kerangka,

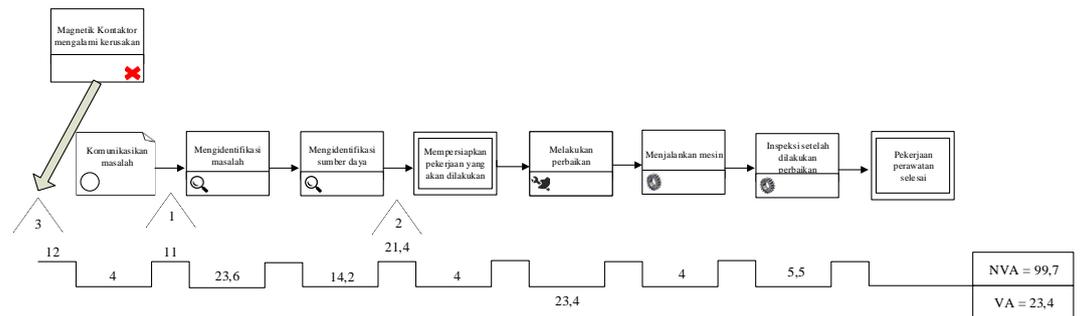
semua aktivitas disebut dengan MMLT. MMLT dibagi menjadi dua yaitu aktivitas *value added* terdapat MTTR dan *non value added* terdapat MTTO dan MTTY.

4.2.2.2 *Current State Map*

Tahapan 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*). Dibawah ini adalah *current state map* pada komponen kritis mesin *milling* Kondia subsistem kelistrikan dan mekanik sebagaimana diperoleh dari hasil analisis diagram pareto pada metode RCM adalah sebagai berikut :

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). Data aktivitas perbaikan kerusakan komponen magnetik kontaktor diambil pada tanggal 31 Oktober 2016. Berikut merupakan gambar *current state map* aktivitas perbaikan kerusakan komponen magnetik kontaktor, sebagai berikut:



Gambar 4.5 *Current State Map* Perbaikan Komponen Magnetik

Kontaktor

Berdasarkan gambar 4.7 *current state map* perbaikan komponen magnetik kontaktor yang telah dibuat, dapat dilakukan analisis waktu aktivitas perawatan. Hasil dari penggambaran diatas berdasarkan kategori aktivitas yang memberi nilai tambah dan tidak memberi nilai tambah sebesar 23,4 dan 99,7 menit. Dibawah ini adalah tabel yang menggambarkan kategori tersebut sebagaimana dasar teori yang digunakan yaitu:

Tabel 4.8 Hasil Aktivitas Perbaikan Komponen Magnetik Kontaktor

No	Rincian Kegiatan Perbaikan	Durasi (menit)	Kategori MMLT	Kategori aktivitas
1	Magnetik kontaktor mengalami kerusakan	-	-	-
2	<i>Delay</i> akibat bagian pemeliharaan terlambat melakukan perbaikan	12	MTTO	NVA
3	Komunikasikan masalah	4	MTTO	NVA
4	<i>Delay</i> akibat terlambatnya peralatan perbaikan yang menunjang	11	MTTO	NVA
5	Mengidentifikasi masalah	23,6	MTTO	NVA
6	Mengidentifikasi sumber daya	14,2	MTTO	NVA

7	Delay akibat komponen cadangan tidak tersedia	21,4	MTTO	NVA
8	Mempersiapkan pekerjaan yang akan dilakukan	4	MTTO	NVA
9	Melakukan Perbaikan	23,4	MTTR	VA
10	Menjalankan mesin	4	MTTY	NVA
11	Inspeksi setelah dilakukan perbaikan	5,5	MTTY	NVA
12	Pekerjaan perawatan selesai	-	-	-
Jumlah (MMLT)		123,1		
MTTO		90,2		
MTTR		23,4		
MTTY		9,5		

Value added time = 23,4 menit

Non value added time = 100,1 menit

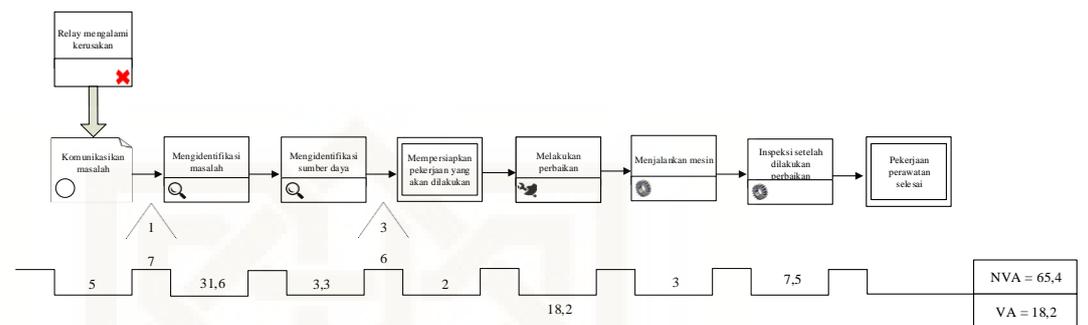
$$\begin{aligned}
 \% \text{ Efisiensi perawatan} &= \frac{MTTR}{MMLT} \times 100 \\
 &= \frac{23,4}{123,1} \times 100 \\
 &= 19,01 \%
 \end{aligned}$$

Dari hasil perhitungan diatas didapatkan persentase nilai efisiensi perawatan sebesar 19,01%. Aktivitas yang tidak memberikan nilai tambah memiliki waktu yang lebih lama yaitu 100,1 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 pengamanan jika mendapat tegangan yang tinggi. Data aktivitas perbaikan kerusakan

komponen relay diambil pada tanggal 5 Desember 2016. Berikut merupakan gambar *current state map* aktivitas perbaikan kerusakan komponen relay, sebagai berikut:



Gambar 4.6 *Current State Map* Perbaikan Komponen Relay

Berdasarkan gambar 4.8 *current state map* perbaikan komponen relay yang telah dibuat, dapat dilakukan analisis waktu aktivitas perawatan. Hasil dari penggambaran diatas berdasarkan kategori aktivitas yang memberi nilai tambah dan tidak memberi nilai tambah sebesar 18,2 dan 65,4 menit. Dibawah ini adalah tabel yang menggambarkan kategori tersebut sebagaimana dasar teori yang digunakan yaitu:

Tabel 4.9 Hasil 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	Delay akibat operator terlambat merespon kerusakan	7	MTTO	NVA
4	Mengidentifikasi Masalah	31,6	MTTO	NVA

5	Mengidentifikasi sumber daya	3,3	MTTO	NVA
6	<i>Delay</i> akibat bagian pemeliharaan terlambat memproses perbaikan	6	MTTO	NVA
7	Mempersiapkan pekerjaan yang akan dilakukan	2	MTTO	NVA
8	Melakukan Perbaikan	18,2	MTTR	VA
9	Menjalankan mesin	3	MTTY	NVA
10	Inspeksi setelah dilakukan perbaikan	7,5	MTTY	NVA
11	Pekerjaan perawatan selesai	-	-	-
Jumlah (MMLT)		83,6		
MTTO		54,9		
MTTR		18,2		
MTTY		10,5		

Value added time = 18,2 menit

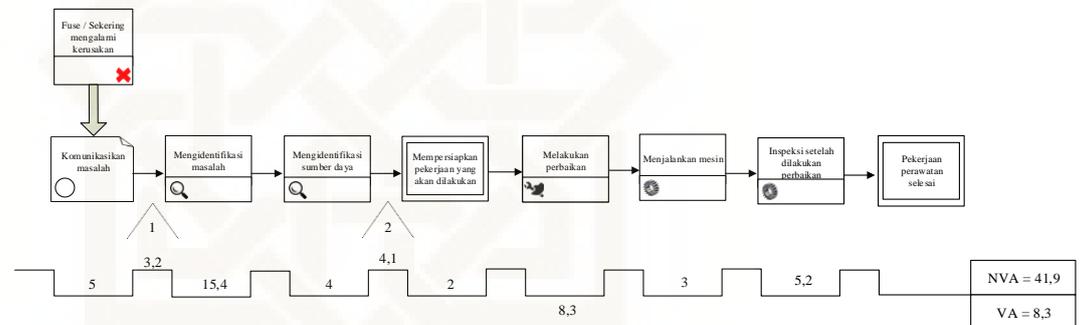
Non value added time = 65,4 menit

$$\begin{aligned}
 \% \text{ Efisiensi perawatan} &= \frac{MTTR}{MMLT} \times 100 \\
 &= \frac{18,2}{83,6} \times 100 \\
 &= 21,77 \%
 \end{aligned}$$

Dari hasil perhitungan diatas didapatkan bahwa 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). Data aktivitas perbaikan kerusakan komponen fuse diambil pada tanggal 5 November 2016. Berikut merupakan gambar *current state map* aktivitas perbaikan kerusakan komponen fuse, sebagai berikut:



Gambar 4.7 *Current State Map* Perbaikan Komponen Fuse/Sekering

Berdasarkan gambar 4.9 *current state map* perbaikan komponen fuse/sekring yang telah dibuat, dapat dilakukan analisis waktu aktivitas perawatan. Hasil dari penggambaran diatas berdasarkan kategori aktivitas yang memberi nilai tambah dan tidak memberi nilai tambah sebesar 8,3 dan 41,9 menit. Dibawah ini adalah tabel yang menggambarkan kategori tersebut sebagaimana dasar teori yang digunakan yaitu:

Tabel 4.10 Hasil 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	<i>Delay</i> akibat terlambatnya peralatan perbaikan yang menunjang	3,2	MTTO	NVA
4	Mengidentifikasi Masalah	15,4	MTTO	NVA
5	Mengidentifikasi sumber daya	4	MTTO	NVA
6	<i>Delay</i> akibat mencari komponen cadangan	4,1	MTTO	NVA
7	Mempersiapkan pekerjaan yang akan dilakukan	2	MTTO	NVA
8	Melakukan Perbaikan	8,3	MTTR	VA
9	Menjalankan mesin	3	MTTY	NVA
10	Inspeksi setelah dilakukan perbaikan	5,2	MTTY	NVA
11	Pekerjaan perawatan selesai	-	-	-
Jumlah (MMLT)		50,2		
MTTO		33,7		
MTTR		8,3		
MTTY		8,2		

Value added time = 8,3 menit

Non value added time = 41,9 menit

% Efisiensi perawatan = $\frac{MTTR}{MMLT} \times 100$

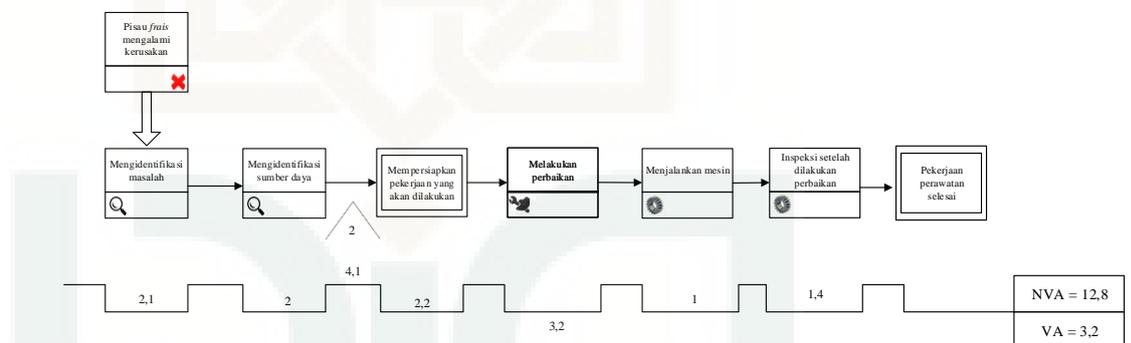
$$= \frac{8,3}{50,2} \times 100$$

= 16,53 %

Dari hasil perhitungan diatas didapatkan bahwa 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* (*cutter*)

Pisau *frais* merupakan peralatan yang digunakan sebagai alat penyayat benda kerja. Data aktivitas perbaikan kerusakan komponen fuse diambil pada tanggal 10 Desember 2016. Berikut merupakan gambar *current state map* aktivitas perbaikan kerusakan komponen pisau *frais*, sebagai berikut:



Gambar 4.8 *Current State Map* Perbaikan Komponen Pisau *Frais* (*Cutter*)

Berdasarkan gambar 4.10 *current state map* perbaikan komponen pisau *frais* (*cutter*) yang telah dibuat, dapat dilakukan analisis waktu aktivitas perawatan. Hasil dari penggambaran diatas berdasarkan kategori aktivitas yang memberi nilai tambah dan tidak memberi nilai

tambah sebesar 3,2 dan 12,8 menit. Dibawah ini adalah tabel yang menggambarkan kategori tersebut sebagaimana dasar teori yang digunakan yaitu:

Tabel 4.11 Hasil Aktivitas Perbaikan Komponen Pisau *Frais* (*Cutter*)

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	<i>Delay</i> akibat mencari komponen cadangan	4,1	MTTO	NVA
5	Mempersiapkan pekerjaan yang akan dilakukan	2,2	MTTO	NVA
6	Melakukan Perbaikan	3,2	MTTR	VA
7	Menjalankan mesin	1	MTTY	NVA
8	Inspeksi setelah dilakukan perbaikan	1,4	MTTY	NVA
9	Pekerjaan perawatan selesai	-	-	-
Jumlah (MMLT)		16		
MTTO		10,4		
MTTR		3,2		
MTTY		2,4		

Value added time = 3,2 menit

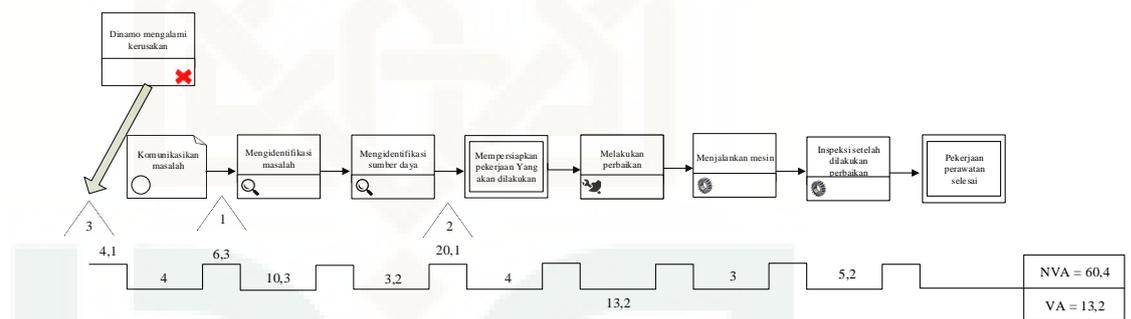
Non value added time = 12,8 menit

$$\begin{aligned}
 \% \text{ Efisiensi perawatan} &= \frac{MTTR}{MMLT} \times 100 \\
 &= \frac{3,2}{16} \times 100 \\
 &= 20 \%
 \end{aligned}$$

Dari hasil perhitungan diatas didapatkan bahwa 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. Data aktivitas perbaikan kerusakan komponen dinamo diambil pada tanggal 4 Januari 2016. Berikut merupakan gambar *current state map* aktivitas perbaikan kerusakan komponen dinamo, sebagai berikut:



Gambar 4.9 *Current State Map* Perbaikan Komponen Dinamo

Berdasarkan gambar 4.11 *current state map* perbaikan komponen dinamo yang telah dibuat, dapat dilakukan analisis waktu aktivitas perawatan. Hasil dari penggambaran diatas berdasarkan kategori aktivitas yang memberi nilai tambah dan tidak memberi nilai tambah sebesar 13,2 dan 60,4 menit. Dibawah ini adalah tabel yang menggambarkan kategori tersebut sebagaimana dasar teori yang digunakan yaitu:

Tabel 4.12 Hasil Aktivitas Perbaikan Komponen Dinamo

No	Rincian Kegiatan Perbaikan	Durasi (menit)	Kategori MMLT	Kategori aktivitas
1	Dinamo mengalami kerusakan	-	-	-
2	<i>Delay</i> akibat bagian pemeliharaan terlambat melakukan perbaikan	4,1	MTTO	NVA
3	Komunikasikan masalah	4	MTTO	NVA
4	<i>Delay</i> akibat terlambatnya peralatan perbaikan yang menunjang	6,5	MTTO	NVA
5	Mengidentifikasi masalah	10,3	MTTO	NVA
6	Mengidentifikasi sumber daya	3,2	MTTO	NVA
7	<i>Delay</i> akibat membeli komponen cadangan	20,1	MTTO	NVA
8	Mempersiapkan pekerjaan yang akan dilakukan	4	MTTO	NVA
9	Melakukan Perbaikan	13,2	MTTR	VA
10	Menjalankan mesin	3	MTTY	NVA
11	Inspeksi setelah dilakukan perbaikan	5,2	MTTY	NVA
12	Pekerjaan perawatan selesai	-	-	-
Jumlah (MMLT)		73,6		
MTTO		52,2		
MTTR		13,2		
MTTY		8,2		

Value added time = 13,2 menit

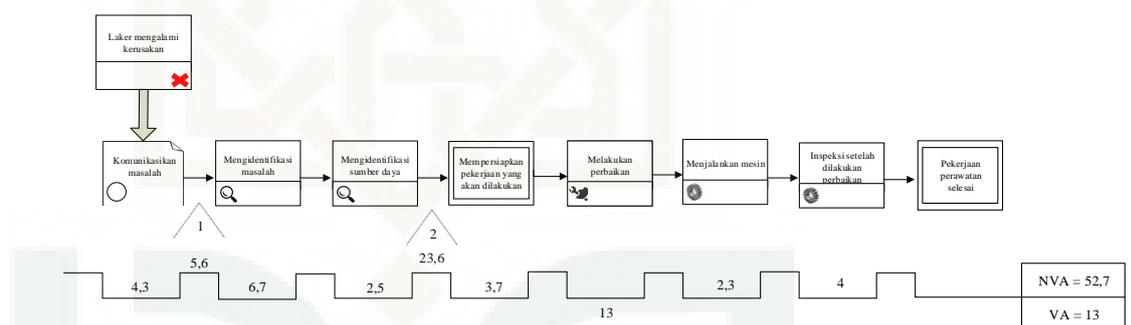
Non value added time = 60,4 menit

$$\begin{aligned}
 \% \text{ Efisiensi perawatan} &= \frac{MTTR}{MMLT} \times 100 \\
 &= \frac{13,2}{73,6} \times 100 \\
 &= 17,93 \%
 \end{aligned}$$

Dari hasil perhitungan diatas didapatkan bahwa 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 / Bearing

Laker/bearing berfungsi sebagai sumbu putar ke *spindle*. Data aktivitas perbaikan kerusakan komponen laker/bearing diambil pada tanggal 19 November 2016. Berikut merupakan gambar *current state map* aktivitas perbaikan kerusakan komponen dinamo, sebagai berikut:



Gambar 4.10 *Current State Map* Perbaikan Komponen

Laker/Bearing

Berdasarkan gambar 4.12 *current state map* perbaikan komponen laker/bearing yang telah dibuat, dapat dilakukan analisis waktu aktivitas perawatan. Hasil dari penggambaran diatas berdasarkan kategori aktivitas yang memberi nilai tambah dan tidak memberi nilai tambah sebesar 13 dan 52,7 menit. Dibawah ini adalah tabel yang menggambarkan kategori tersebut sebagaimana dasar teori yang digunakan yaitu:

Tabel 4.13 Hasil Aktivitas Perbaikan Komponen Laker/*Bearing*

No	Rincian Kegiatan Perbaikan	Durasi (menit)	Kategori MMLT	Kategori aktivitas
1	Laker/ <i>bearing</i> mengalami kerusakan	-	-	-
2	Komunikasikan masalah	4,3	MTTO	NVA
3	<i>Delay</i> akibat terlambatnya peralatan perbaikan yang menunjang	5,6	MTTO	NVA
4	Mengidentifikasi masalah	6,7	MTTO	NVA
5	Mengidentifikasi sumber daya	2,5	MTTO	NVA
6	<i>Delay</i> akibat membeli komponen cadangan	23,6	MTTO	NVA
7	Mempersiapkan pekerjaan yang akan dilakukan	3,7	MTTO	NVA
8	Melakukan Perbaikan	13	MTTR	VA
9	Menjalankan mesin	2,3	MTTY	NVA
10	Inspeksi setelah dilakukan perbaikan	4	MTTY	NVA
11	Pekerjaan perawatan selesai	-	-	-
Jumlah (MMLT)		65,7		
MTTO		46,4		
MTTR		13		
MTTY		6,3		

Value added time = 13 menit

Non value added time = 52,7 menit

% Efisiensi perawatan = $\frac{MTTR}{MMLT} \times 100$

$$= \frac{13}{65,7} \times 100$$

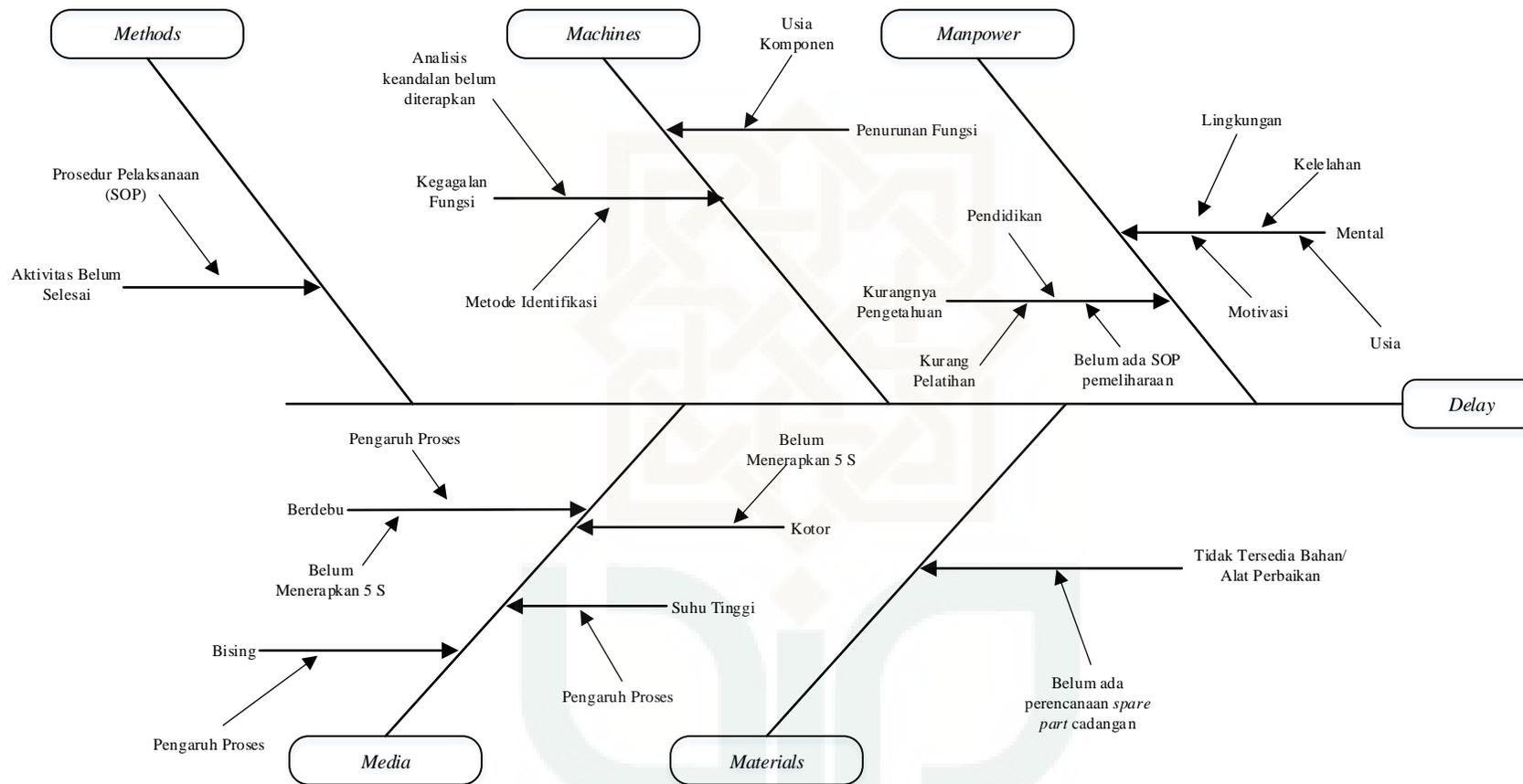
$$= 19,78 \%$$

Dari hasil perhitungan diatas didapatkan bahwa 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.

4.2.2.3 *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*. Dibawah ini adalah analisis *fishbone diagram* mengenai aktivitas *delay* yang menyebabkan aktivitas *non value added*, sebagai berikut:



Gambar 4.11 Fishbone Diagram Penyebab Terjadi Delay

4.2.2.4 5 S dan *Standart 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

Pada proses perawatan analisis 5 S berfungsi untuk mengurangi aktivitas yang tidak memberi nilai tambah, meningkatkan persentase efektifitas perawatan dan saran untuk perusahaan. 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. Berikut tindakan yang perlu dilakukan:

1. 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.
2. 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. Berikut tindakan yang perlu dilakukan:

1. Box atau lokasi penyimpanan setiap perkakas diberi label atau petunjuk peralatan apa yang terdapat didalamnya.
2. Setiap peralatan atau perkakas diletakkan sesuai dengan urutan aktivitas perawatan yang ditetapkan.
3. Merapikan peralatan setelah selesai bekerja atau melakukan aktivitas perawatan.
4. Pemberian poster atau label pengingat bahwa peralatan harus dikembalikan sesuai dengan tempatnya semula dan sesuai dengan daftar peralatan.

➤ *Seiso* (Pembersihan)

Menjaga kebersihan peralatan, mesin dan lingkungan kerja seperti menghilangkan semua debu dan kotoran dan menjaga tempat kerja selalu bersih. Berikut tindakan yang perlu dilakukan:

1. Membersihkan seluruh peralatan yang digunakan setelah melakukan aktivitas perawatan.

2. 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. Berikut tindakan yang perlu dilakukan:

1. Memeriksa peralatan yang digunakan untuk aktivitas perawatan secara rutin, sehingga jika peralatan mengalami kerusakan ketika digunakan bisa dilakukan pergantian dengan peralatan baru.
2. 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. Berikut tindakan yang perlu dilakukan:

1. Memasang poster agar setiap karyawan sadar penerapan 5S
2. 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:

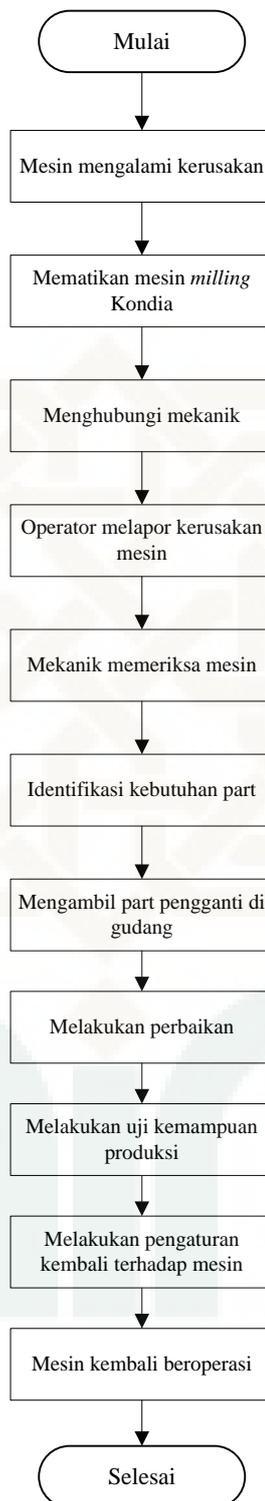
- ✓ Faktor keandalan komponen harus diperhitungkan menurut usia pakai komponen dan pelatihan untuk operator maupun mekanik agar mengerti tentang perawatan
- ✓ Menggunakan apd yang lengkap seperti tutup telinga agar tidak bising
- ✓ Waktu jam istirahat yang cukup dan motivasi tinggi terhadap pekerja
- ✓ 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 4.14 Penjadwalan Komponen Kritis Cadangan dan Jadwal 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. Dibawah ini adalah SOP perawatan komponen mesin *milling* Kondia, sebagai berikut:

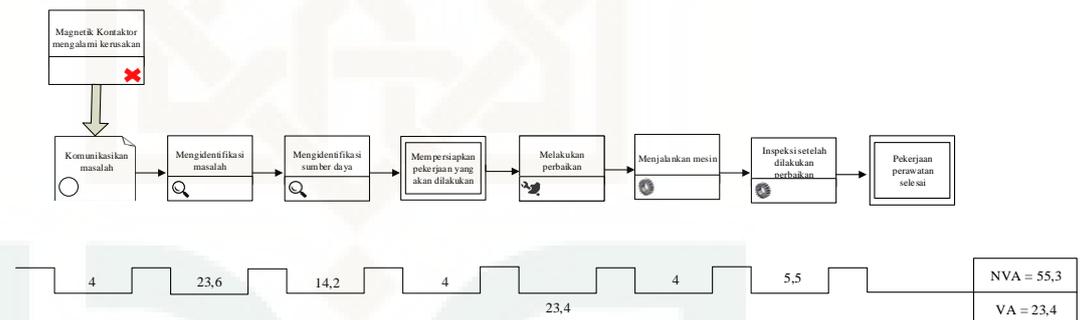


Gambar 4.12 SOP Perawatan Mesin *Milling* Kondia

4.2.2.5 Future State Map

Tahapan terakhir dari pendekatan MVSM yaitu *future state map*. 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, minimalkan *delay* dan perancangan SOP. Dibawah ini adalah *future state map* komponen kritis pada mesin *milling* Kondia, sebagai berikut:

a. Magnetik kontaktor



Gambar 4.13 Future State Map Perbaikan Komponen Magnetik Kontaktor

Berdasarkan gambar 4.14 *future state map* perbaikan komponen magnetik kontaktor yang telah dibuat, dapat dilakukan analisis usulan waktu aktivitas perawatan. Hasil dari penggambaran diatas berdasarkan kategori aktivitas yang memberi nilai tambah dan tidak memberi nilai tambah sebesar 23,4 dan 55,3 menit. Dibawah ini adalah tabel yang

menggambarkan kategori tersebut sebagaimana dasar teori yang digunakan yaitu:

Tabel 4.15 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		

Value added time = 23,4 menit

Non value added time = 55,3 menit

% Efisiensi perawatan = $\frac{MTTR}{MMLT} \times 100$

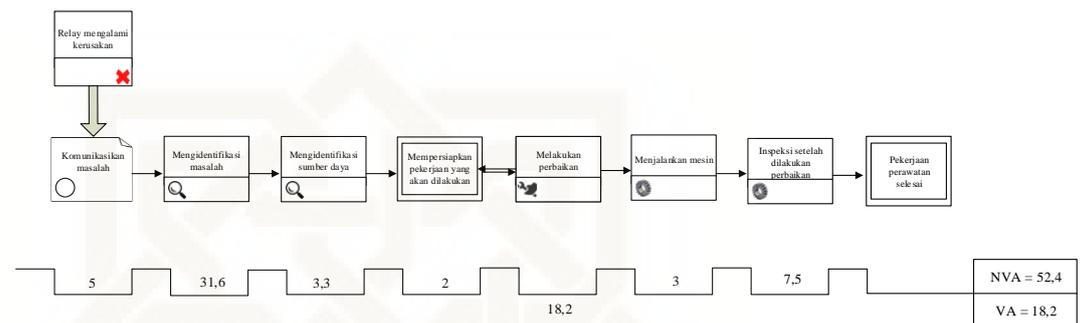
$$= \frac{23,4}{78,7} \times 100$$

= 29,73 %

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



Gambar 4.14 Future State Map Perbaikan Komponen Relay

Berdasarkan gambar 4.15 *future state map* perbaikan komponen relay yang telah dibuat, dapat dilakukan analisis usulan waktu aktivitas perawatan. Hasil dari penggambaran diatas berdasarkan kategori aktivitas yang memberi nilai tambah dan tidak memberi nilai tambah sebesar 18,2 dan 52,4 menit. Dibawah ini adalah tabel yang menggambarkan kategori tersebut sebagaimana dasar teori yang digunakan yaitu:

Tabel 4.16 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		

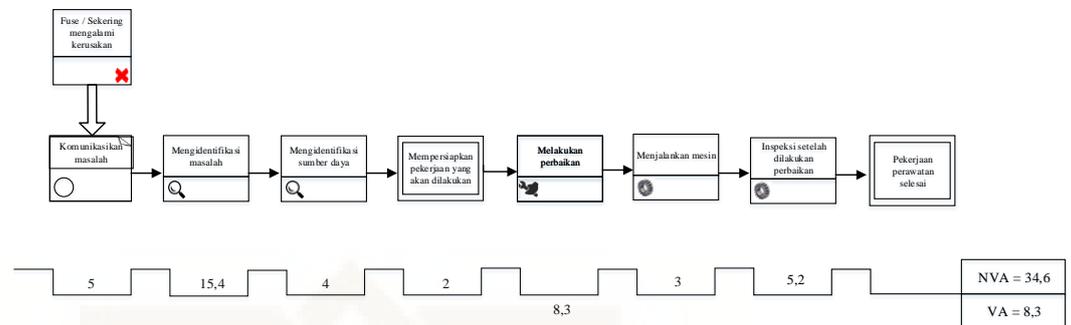
Value added time = 18,2 menit

Non value added time = 52,4 menit

$$\begin{aligned}
 \% \text{ Efisiensi perawatan} &= \frac{MTTR}{MMLT} \times 100 \\
 &= \frac{18,2}{70,6} \times 100 \\
 &= 25,78 \%
 \end{aligned}$$

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



Gambar 4.15 Future State Map Perbaikan Komponen Fuse/Sekering

Berdasarkan gambar 4.16 *future state map* perbaikan komponen fuse/sekering yang telah dibuat, dapat dilakukan analisis usulan waktu aktivitas perawatan. Hasil dari penggambaran diatas berdasarkan kategori aktivitas yang memberi nilai tambah dan tidak memberi nilai tambah sebesar 8,3 dan 34,6 menit. Dibawah ini adalah tabel yang menggambarkan kategori tersebut sebagaimana dasar teori yang digunakan yaitu:

Tabel 4.17 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		

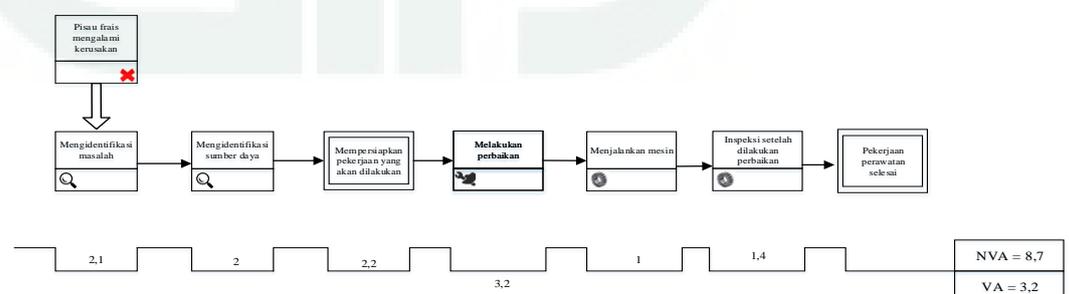
Value added time = 8,3 menit

Non value added time = 34,6 menit

$$\begin{aligned}
 \% \text{ Efisiensi perawatan} &= \frac{MTTR}{MMLT} \times 100 \\
 &= \frac{8,3}{42,9} \times 100 \\
 &= 19,34 \%
 \end{aligned}$$

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.

d. Pisau Frais (Cutter)



Gambar 4.16 *Future State Map* Perbaikan Komponen Pisau Frais

(Cutter)

Berdasarkan gambar 4.17 *future state map* perbaikan komponen pisau *frais* yang telah dibuat, dapat dilakukan analisis usulan waktu aktivitas perawatan. Hasil dari penggambaran diatas berdasarkan kategori aktivitas yang memberi nilai tambah dan tidak memberi nilai tambah sebesar 3,2 dan 8,7 menit. Dibawah ini adalah tabel yang menggambarkan kategori tersebut sebagaimana dasar teori yang digunakan yaitu:

Tabel 4.18 Hasil Usulan Aktivitas Perbaikan Komponen Pisau *Frais*
(*Cutter*)

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		

Value added time = 3,2 menit

Non value added time = 8,7 menit

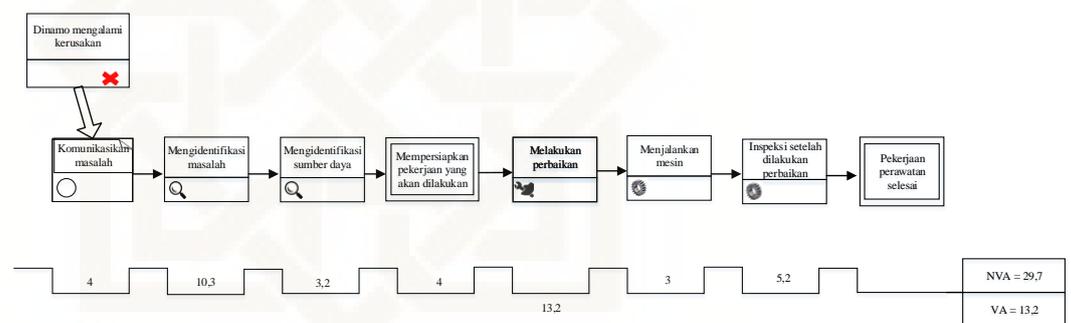
% Efisiensi perawatan = $\frac{MTTR}{MMLT} \times 100$

$$= \frac{3,2}{11,9} \times 100$$

$$= 26,89 \%$$

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



Gambar 4.17 Future State Map Perbaikan Komponen Dinamo

Berdasarkan gambar 4.18 *future state map* perbaikan komponen dinamo yang telah dibuat, dapat dilakukan analisis usulan waktu aktivitas perawatan. Hasil dari penggambaran diatas berdasarkan kategori aktivitas yang memberi nilai tambah dan tidak memberi nilai tambah sebesar 13,2 dan 29,7 menit. Dibawah ini adalah tabel yang menggambarkan kategori tersebut sebagaimana dasar teori yang digunakan yaitu:

Tabel 4.19 Hasil Usulan Aktivitas Perbaikan Komponen Dinamo

No	Rincian Kegiatan Perbaikan	Durasi (menit)	Kategori MMLT	Kategori aktivitas
1	Dinamo mengalami kerusakan	-	-	-
2	<i>Delay</i> 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		

Value added time = 13,2 menit

Non value added time = 29,7 menit

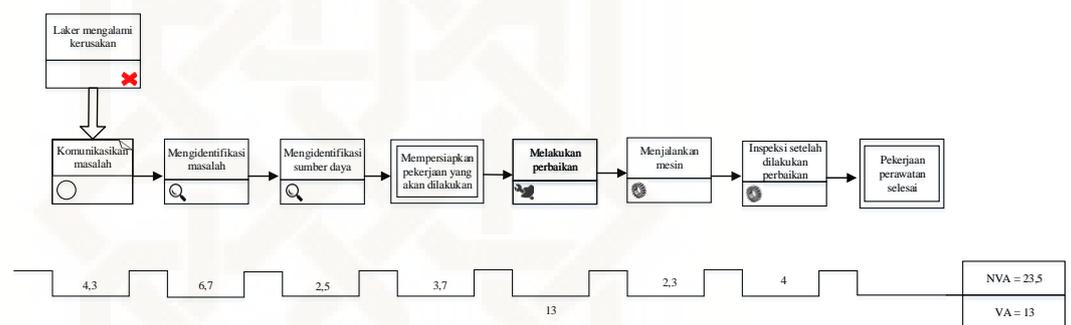
% Efisiensi perawatan = $\frac{MTTR}{MMLT} \times 100$

$$= \frac{13,2}{42,9} \times 100$$

= 30,77 %

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/Bearing*



Gambar 4.18 *Future State Map* Perbaikan Komponen Laker/Bearing

Berdasarkan gambar 4.19 *future state map* perbaikan komponen Laker/bearing yang telah dibuat, dapat dilakukan analisis usulan waktu aktivitas perawatan. Hasil dari penggambaran diatas berdasarkan kategori aktivitas yang memberi nilai tambah dan tidak memberi nilai tambah sebesar 13 dan 23,5 menit. Dibawah ini adalah tabel yang menggambarkan kategori tersebut sebagaimana dasar teori yang digunakan yaitu:

Tabel 4.20 Hasil Usulan Aktivitas Perbaikan Komponen*Laker/Bearing*

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		

Value added time = 13 menit

Non value added time = 23,5 menit

% Efisiensi perawatan = $\frac{MTTR}{MMLT} \times 100$

= $\frac{13}{36,5} \times 100$

= 35,62 %

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.

4.3 Pembahasan

Pengolahan data yang dilakukan mengenai perawatan mesin pada UMKM ED Alumunium Yogyakarta. Sistem perawatan yang dilakukan oleh perusahaan selama ini telah menggunakan sistem *corrective maintenance*, tetapi dalam pelaksanaannya masih terjadi permasalahan. Oleh karena itu diperlukan analisis perawatan mesin yang terencana dan memiliki SOP yang sesuai dengan permasalahannya. Permasalahan tersebut dapat diatasi dengan penerapan SOP dan pemilihan tindakan perawatan yang sesuai menggunakan metode RCM dan MVSM. Pengolahan data menggunakan metode RCM merujuk pada Moubray (1997). Sedangkan metode MVSM berdasarkan jurnal dari Kannan et al (2007).

4.3.1 RCM

Analisis menggunakan metode RCM terdapat beberapa langkah yaitu dengan cara mengumpulkan data yang menunjang proses analisis tersebut seperti data *downtime*, 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 keagalannya menggunakan FMEA. Diketahui hasil dari FMEA dan nilai RPN, selanjutnya mengidentifikasi komponen yang diprioritaskan menggunakan diagram pareto. Tahapan terakhir yakni merekomendasikan aktivitas perawatan yang diperoleh dari hasil *decision worksheet* RCM.

Langkah pertama yakni pengumpulan data yang menunjang proses analisis tersebut seperti data *downtime*, produk yang paling berpengaruh dan mesin-mesin yang digunakan. Pada proses produksi produk yang dipilih terdapat beberapa langkah / alur pembuatan untuk menghasilkan produk yang diinginkan. Selanjutnya dilakukan seleksi mesin produksi manakah yang memiliki *downtime* paling tinggi.

Langkah kedua, pemilihan sistem dan pengumpulan informasi setelah 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 perbulan. Produk ini diproduksi melalui beberapa tahapan dengan mengandalkan beberapa mesin seperti mesin *Hidrolik Casting, Bubut Konvensional, CNC Makino, Milling Kondia* dan *Milling Rong Fu*. Mesin *Milling Kondia* dipilih sebagai sistem dengan waktu *downtime* sebesar 17,75 jam. Menurut fungsi kerjanya mesin *Milling kondia* terbagi menjadi dua subsistem yakni kelistrikan dan mekanik. Pada subsistem kelistrikan terdiri dari 5 komponen yang meliputi fuse / sekering, magnetik

kontaktor, *push button* / saklar dan kabel. Sedangkan subsistem mekanik terdiri dari 17 komponen yang meliputi dinamo, laker / bearing, *van belt*, *head*, spindel, arbor, pisau frais (*cutter*), ragum, meja mesin, tuas drill, *colloumn*, *knee*, *sadle*, *free dial*, *crossfeed handwheel*, *base* dan RAM.

Selanjutnya melakukan tahap mengidentifikasi fungsi-fungsi menggunakan FMEA. Berdasarkan tabel 4.4 FMEA subsistem kelistrikan didapatkan bahwa nilai RPN dari setiap komponen yaitu magnetik kontaktor *failure mode* 1, *relay function failure* A, fuse / sekering, *relay function failure* B, saklar, magnetik kontaktor *failure mode* 2, kabel *failure mode* 1 dan 2 secara berurutan sebesar 96, 72, 40, 28, 16, 16, 8 dan 7. Maksud dari 1, 2 adalah komponen tersebut memiliki *failure mode* dengan jenis yang berbeda dan jika ada A, B adalah komponen tersebut memiliki *function failure* berbeda.

Sedangkan pada tabel 4.5 FMEA subsistem mekanik yaitu pisau *frais function failure* A, dinamo *failure mode* 1, laker, pisau *frais function failure* B, dinamo *failure mode* 2, *spindle*, arbor B, v-belt, arbor A, meja mesin, *base*, *coloumn*, *knee*, *sadle*, *free dial*, ragum dan tuas *mill* secara berurutan sebesar 224, 128, 120, 120, 72, 42, 36, 24, 10, 10, 10, 9, 9, 9, 8, 7 dan 7. Maksud dari 1, 2 adalah komponen tersebut memiliki *failure mode* dengan jenis yang berbeda dan jika ada A, B adalah komponen tersebut memiliki *function failure* berbeda.

Langkah berikutnya adalah analisis diagram pareto berdasarkan hasil nilai RPN masing-masing komponen. Dari penyusunan FMEA subsistem

kelistrikan dan pembuatan diagram pareto diketahui bahwa berdasarkan konsep diagram pareto yaitu 80:20 maka yang termasuk ke dalam 80% kegagalan yang berasal dari 20 % masalah ada 3 komponen yang harus diprioritaskan yaitu magnetik kontaktor, relay A dan fuse / sekering. Dari penyusunan FMEA subsistem mekanik ada 5 komponen yang harus diprioritaskan yaitu pisau *frais* (*cutter*), Dinamo 1, Laker, Pisau *frais* B dan Dinamo 2.

Langkah terakhir yakni pemilihan aktivitas perawatan berdasarkan hasil *decision worksheet* RCM. Dari pengolahan data yang diperoleh maka tindakan perawatan terdiri dari dua cara yakni *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. Dan *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.

Semua komponen kritis subsistem kelistrikan menghasilkan kebijakan pemilihan aktivitas perawatan menggunakan *scheduled on condition task*. *Initial interval* (pergantian komponen) masing-masing komponen fuse, magnetik kontaktor dan relay secara berurutan sebesar 116, 360 dan 184 hari serta dapat diselesaikan oleh mekanik atau bagian pemeliharaan. Komponen

kritis subsistem mekanik dipilih tindakan untuk pisau *frais* A dengan cara *scheduled restoration task*, dinamo 1 dengan *scheduled on condition task*, Laker dengan *scheduled restoration task*, pisau *frais* B dengan *scheduled restoration task* dan komponen dinamo 2 dengan *scheduled on condition task*. *Initial interval* masing-masing komponen pisau *frais* (*cutter*), Dinamo 1, Laker, Pisau *frais* B dan Dinamo 2 secara berurutan sebesar 168, 1008, 1512, 672 dan 1860 hari. Perawatan pada komponen kritis subsistem dapat diselesaikan oleh mekanik atau bagian pemeliharaan dan khusus untuk komponen pisau *frais* dapat dikerjakan perbaikan oleh operator.

4.3.2 MVSM

Pada metode 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. Langkah pertama yaitu tahapan yang menentukan gambaran pada *map* seperti aktivitas *value added* dan *nonvalue added*. Pada tahap kerangka, semua aktivitas disebut dengan MMLT. MMLT adalah waktu seluruh aktivitas perawatan saat mesin mati hingga dapat beroperasi kembali. MMLT dibagi menjadi dua yaitu aktivitas *value added* terdapat MTTR (aktivitas perawatan) dan *non value added* terdapat MTTO dan MTTY.

Tahapan selanjutnya adalah penggambaran aktivitas perbaikan kerusakan komponen kritis menggunakan *current state map* yang berdasarkan *framework* MVSM. Setelah *current state map* yaitu menganalisis penyebab terjadinya

pemborosan saat aktivitas perawatan menggunakan *fishbone diagram*. Selain mengamati aktivitas perawatan, dilakukan juga wawancara secara langsung kepada pihak-pihak terkait dengan masalah perawatan mesin. 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.

Setelah dilakukan analisis *fishbone*, diketahui penyebab-penyebab terjadinya *delay* saat aktivitas perawatan. Berdasarkan analisis tersebut maka dapat dilakukan usulan (saran) / masukan untuk perusahaan agar dapat menghilangkan *delay* pada aktivitas perbaikan dengan melakukan seperti:

a. Penggunaan metode 5 S

Pada proses usulan perawatan menggunakan 5 S berfungsi untuk mengurangi aktivitas yang tidak memberi nilai tambah dan meningkatkan persentase efektifitas perawatan. Penerapan 5 S diharapkan dapat memberikan rekomendasi perbaikan sebagai bentuk upaya untuk meminimalkan aktivitas *non value added*. Penerapan 5 S dimulai dari Penerapan seiri (pemilihan) dengan tindakan peralatan yang digunakan secara khusus untuk aktivitas mesin *milling* Kondia ditempatkan pada suatu *box* khusus dan tempatnya berdekatan dengan mesin. Setelah itu, *box* diberi label atau petunjuk apa yang terdapat didalamnya dan membersihkan seluruh peralatan yang digunakan setelah melakukan aktivitas perawatan. Selanjutnya, memeriksa peralatan yang digunakan untuk aktivitas perawatan secara rutin dan melakukan kalibrasi secara rutin. Tindakan terakhir yaitu memasang poster agar setiap karyawan sadar

akan pentingnya penerapan 5 S dan perusahaan melakukan inspeksi rutin penerapan 5 S.

b. Tindakan meminimalkan *delay*

Ada berbagai penyebab yang menyebabkan *delay* terjadi dari analisis *fishbone diagram*, oleh karena itu diperlukan saran untuk menghilangkan maupun meminimalkan *delay*. Tindakan pertama yakni dari faktor manusia adalah pemberian waktu istirahat yang cukup, lingkungan yang bersih, motivasi yang tinggi, pengadaan pelatihan perawatan, penjadwalan mekanik menurut *initial interval* dan SOP. Penjadwalan tersebut menghasilkan komponen kritis cadangan dan mekanik selalu *stand by* pada waktu yang telah ditentukan. Berdasarkan faktor mesin, dapat diusulkan penataan peralatan perawatan menurut 5 S dan memperhatikan kehandalan mesin maupun usia masing-masing komponen. Penyebab dari metode dapat dihilangkan dengan pengadaan SOP. Faktor material dapat dipecahkan masalahnya dengan cara menjadwalkan komponen cadangan menurut *initial interval* dimana jadwal tersebut sama dengan penjadwalan mekanik terhadap komponen kritis. Sedangkan dari faktor media (lingkungan) seperti kotor dapat diselesaikan dengan penerapan 5 S, tetapi jika suhu tinggi dan bising dapat diusulkan dengan cara memakai perlengkapan kerja seperti apd dan tutup telinga agar tidak bising.

c. Pembuatan SOP

Pembuatan SOP bertujuan untuk meminimalkan aktivitas *non value added* berupa *delay* selama aktivitas perawatan. Ketika terjadi kerusakan, operator mematikan mesin dan selanjutnya menghubungi atau mencari bagian mekanik. Langkah pertama dalam SOP perawatan mesin *milling* Kondia adalah operator melaporkan kerusakan mesin dan bagian mekanik memeriksa mesin. Kemudian Identifikasi kebutuhan peralatan dan *spare part* dan melakukan aktivitas perbaikan sesuai dengan tindakan yang tepat. Setelah itu, melakukan uji kemampuan produksi dan pengaturan ulang dan mesin kembali beroperasi.

Langkah terakhir dalam metode MVSM yaitu penggambaran *future state map* yang berdasarkan usulan 5 S, tindakan meminimalkan *delay* dan pembuatan SOP. Sehingga aktivitas yang menyebabkan pemborosan seperti *delay* dapat diminimalkan. Dibawah ini adalah perbandingan persentase efisiensi perawatan komponen kritis, sebagai berikut:

Tabel 4.21 Perbandingan Persentase Efisiensi Perawatan *Current* dan *Future State Map* Komponen Kritis

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 %

Dari hasil perbandingan persentase efisiensi perawatan *current* dan *future state map* komponen kritis diatas diketahui bahwa terjadi peningkatan persentase efisiensi pada semua komponen kritis. Komponen magnetik kontaktor mengalami kenaikan persentase efisiensi sebesar 10.72% dari yang semula 19,01% menjadi 29,73%, relay mengalami peningkatan sebesar 4,01% dari yang semula 21,77% menjadi 25,78%, komponen fuse/sekring mengalami peningkatan sebesar 2,81% dari yang semula 16,53% menjadi 19,34%, komponen pisau *frais (cutter)* mengalami peningkatan 6,89% dari yang semula 20% menjadi 26,89%, komponen dinamo mengalami kenaikan sebesar 12,84% dari yang semula 17,93% menjadi 30,77%, sementara komponen laker/bearing mengalami kenaikan sebesar 15.84% dari yang semula 19,78% menjadi 35,62%. Kenaikan persentase efisiensi perawatan seluruh komponen kritis ini menandakan bahwa usulan *future state map* dengan menggunakan metode MVSM mampu memberikan efek positif pada efisiensi kegiatan perawatan yang dilakukan perusahaan.