Penerapan Metode *Reliability Centered Maintenance* (RCM) untuk Menentukan Strategi Perawatan Fasilitas Produksi Kain

Ari Setiawan^{#1}, Y.M. Kinley Aritonang^{*2}, Cecillia Iskandar^{*3}

*Jurusan Teknik Industri, Institut Teknologi Harapan Bangsa
Jl. Dipatiukur 80, Bandung

¹ari_setiawan@ithb.ac.id

* Jurusan Teknik Industri, Universitas Katholik Parahyangan
Jl. Ciumbuleuit 94, Bandung

²kinley@home.unpar.ac.id

Abstrak— PT. IS sebagai perusahaan yang bergerak dalam bidang produksi tekstil dihadapkan pada permasalahan downtime yang berasal oleh kerusakan mesin. Salah satu upaya yang dapat dilakukan untuk meminimasi downtime adalah dengan menyusun strategi perawatan. Reliability Centered Maintenance merupakan metode untuk memilih, mengembangkan, dan membuat alternatif strategi perawatan berdasarkan kriteria operasional, ekonomi dan keamanan. Berdasarkan metode RCM, ditentukan mesin stenter finish pada bagian Dyeing dan Finishing sebagai sistem kritis yang akan dianalisis. Selanjutnya dengan menggunakan metode RCM didapatkan komponen-komponen kritis dari mesin yang seringkali menyebabkan kerusakan downtime machine. Untuk setiap komponen tersebut akan ditentukan jadwal perawatan yang sesuai. Jadwal perawatan untuk masing-masing mode kegagalan dibuat berdasarkan tingkat kekritisan mesin dari nilai severity, occurrence, dan detection setiap mode kegagalan. Jadwal perawatan yang dibuat mencakup jadwal pembersihan komponen, pelumasan, serta pengecekan masing-masing komponen mesin.

Keywords— Reliability Centered Maintenance, downtime machine, mesin stenter finish, perawatan.

Abstract— PT IS is a textile company faces machine downtime problems. One of the efforts to reduce machine downtime is to develop maintenance strategies. RCM is a method used to choose, develop, and make alternative maintenance strategies based on the operational, economic, and security criteria. Stenter finish machine is rated as a critical system to be analyzed. Furthermore, by using the RCM method the critical components of the equipment which often cause damage to machine downtime can also be defined. Afterwards, an appropriate maintenance schedule to reduce machine downtime will be developed for each of the component above.

Keywords— Reliability Centered Maintenance, downtime machine, stenter finish machine, maintenance.

I. LATAR BELAKANG MASALAH

Permasalahan yang disebabkan oleh mesin sebagian besar adalah perihal *downtime machine* yang kadang kala terjadi. Yang dimaksud dengan *downtime machine* dalam hal ini merupakan saat/kondisi dimana mesin berhenti beroperasi.

Downtime machine akan merugikan perusahaan dalam berbagai aspek baik aspek material, ekonomi maupun waktu. Untuk meminimasi terjadinya downtime pada mesin produksi, maka dapat dilakukan dengan melakukan perawatan mesin. Dengan menganalisa penyebab serta frekuensi downtime yang terjadi dapat ditentukan strategi perawatan yang tepat untuk menanggulangi masalah downtime yang dialami oleh perusahaan. Perawatan mesin dilakukan untuk mengurangi lamanya downtime serta frekuensi terjadinya downtime machine. Dengan berkurangnya downtime machine selain meningkatkan kelancaran proses produksi juga diharapkan dapat meningkatkan kinerja proses produksi. Perawatan mesin dilakukan untuk mencegah kerusakan mesin, dan juga diharapkan dapat memperpanjang umur pakai serta kondisi dari mesin produksi.

Kegiatan utama industri tekstil adalah memproduksi tekstil dari bahan baku berupa benang sampai menjadi kain tenun yang telah diberi warna (dicelup). Perusahaan biasanya menyediakan inventori untuk bahan baku produksi standar seperti benang, pewarna tekstil, serta kain grey. Objek penelitian, dilakukan pada PT.IS yang memproduksi kain untuk bahan seragam yaitu kain katun, *polyester rayon*, dan *polyester* katun. Namun demikian, jenis kain lain seperti misalnya *polyester* murni, *rayon* murni juga dapat diproduksi.

Perusahaan hanya menghasilkan kain dengan warna-warna solid atau homogen (dalam satu lembaran kain warna tidak berbeda), serta tidak memiliki pola-pola tertentu. Untuk warna yang dapat dihasilkan sangat beragam dan dapat disesuaikan dengan permintaan konsumen. Selain itu perusahaan juga memproduksi kain grey. Kain grey adalah kain yang sudah melalui proses weaving (ditenun) dan digunakan sebagai bahan dasar proses pencelupan. Tetapi produksi untuk kain

grey yang dipasarkan ke luar hanya sedikit saja, kebanyakan kain grey dikonsumsi sendiri untuk kemudian dilakukan proses pencelupan.

RESEARCH QUESTIONS

Dalam kegiatan produksi weaving, perusahaan memiliki mesin produksi dalam jumlah besar sehingga apabila terjadi kerusakan pada salah satu mesin maka mesin tersebut masih dapat digantikan oleh mesin lainnya. Sedangkan pada bagian dyeing dan finishing mesin produksi yang dimiliki oleh perusahaan hanya satu untuk setiap proses. Maka dari itu, jika salah satu mesin mengalami kerusakan proses produksi akan mengalami hambatan yang berarti pada proses produksi yang sedang berjalan. Atas dasar pemikiran tersebut, maka diputuskan bahwa kegiatan penelitian akan difokuskan pada permasalahan machine downtime pada departemen dyeing dan finishing. Menentukan mesin produksi dan komponen mana yang paling kritis dan mencari penyebabnya.

II. TUJUAN PENELITIAN

Tujuan dari dilakukannya penelitian terhadap masalah *downtime machine* akibat kerusakan pada mesin ini adalah untuk :

- 1. Menentukan mesin produksi yang paling kritis dan memerlukan perawatan pada perusahaan.
- 2. Mencari penyebab utama dari terjadinya downtime machine dalam perusahaan dan membuat usulan perawatan yang tepat untuk menanggulangi downtime tersebut.
- 3. Membuat alternatif strategi perawatan untuk penanggulangan yang dapat meminimasi *downtime machine* yang terjadi pada perusahaan.

III. PEMBATASAN MASALAH DAN ASUMSI

Batasan-batasan tersebut antara lain adalah sebagai berikut.

- 1. Penelitian akan difokuskan pada bagian *dyeing* dan finishing saja.
- 2. Masalah yang diamati hanya sebatas hambatan yang terjadi berkaitan dengan *downtime machine*.
- 3. Jenis mesin produksi tidak dapat diubah-ubah baik kuantitas maupun kualitasnya.
- 4. Pada penelitian yang dilakukan, tidak dilakukan pengamatan terhadap rangkaian listrik perusahaan .
- 5. Penyebab downtime yang diamati hanya pada sebatas pada masalah kerusakan mesin. Penelitian dilakukan sejauh masalah perawatan mesin produksi saja, sistem produksi seperti penyediaan bahan baku yang ada pada perusahaan diasumsikan sudah baik.

IV. METODOLOGI PENELITIAN

Penelitian dimulai dengan ditemukannya permasalahan untuk menentukan komponen kritis pada suatu peralatan industri. Metoda yang digunakan adalah *Reliability Centered Maintenance* (RCM), dimana dalam langkah penyelesaian,

digunakan suatu pendekatan dengan Failure Mode Effect Critical Analysis (FMECA). Pada langkah terakhir, ditemukan komponen kritis pada suatu instalasi peralatan industri. Kemudian ditentukanlah strategi perawatan pada komponen tersebut. Secara rinci, langkah ini dijelaskan pada bagian VII.

V. TINJAUAN PUSTAKA

Perawatan dapat didefinisikan sebagai suatu aktivitas yang dilakukan secara berkala dengan tujuan mengidentifikasi serta mengganti peralatan yang rusak agar kembali pada kondisi tertentu, pada periode tertentu [2]. Umumnya, semakin tinggi atau seringnya aktivitas perbaikan yang perlu dilakukan dalam sebuah sistem produksi, maka peranan manajemen perawatan dalam sistem tersebut juga menjadi semakin penting. Konsep perawatan yang dilakukan dapat dibedakan menjadi dua jenis, yaitu perawatan perbaikan (corrective maintenance) serta perawatan pencegahan (preventive maintenance) [6]. Kedua sistem perawatan tersebut memiliki peranan yang sama pentingnya dan umumnya dilakukan bersamaan dan saling mendukung. Umumnya perusahaan perlu untuk melakukan kedua jenis perawatan tersebut.

Suatu mesin dikatakan mengalami downtime jika mesin tersebut tidak dapat menjalankan fungsinya yang seharusnya saat beroperasi [6]. Untuk mengatasi permasalahan downtime tersebut dibuat suatu usulan perawatan dengan menggunakan metode Reliability Centred Maintenance (RCM). RCM merupakan suatu proses yang digunakan untuk menentukan keperluan perawatan terhadap aset-aset fisik yang dimiliki perusahaan dalam konteks operasi yang dilakukan. Tujuan utama dari RCM adalah untuk mempertahankan fungsi sistem. mempertahankan fungsi tersebut dengan mengidentifikasi mode kegagalan (failure mode) memprioritaskan tingkat kepentingan dari mode kegagalan. Lalu selanjutnya dilakukan pemilihan tindakan perawatan pencegahan yang efektif dan dapat diterapkan. Secara umum, langkah-langkah RCM terdiri dari 7 langkah seperti dijabarkan berikut ini [1], [2], [3], [5]:

1) Pemilihan sistem dan pengumpulan informasi

Bila keseluruhan sistem yang ada ingin diperbaiki, maka akan memakan waktu yang cukup lama dan membutuhkan biaya yang tinggi. Dengan demikian untuk menyederhakan permasalahan perlu ditentukan sistem yang akan dianalisis secara mendetail.

2) Definisi batasan sistem

Definisi batasan sistem dilakukan untuk mengetahui apa yang termasuk dan tidak termasuk ke dalam sistem yang diamati.

3) Deskripsi sistem dan Functional Diagram Block (FDB)

Pendeskripsian sistem bertujuan untuk mengidentifikasikan dan mendokumentasikan detail penting dari sistem seperti data historis dari sistem, cara kerja sistem bersangkutan, input dan output sistem, dsb.

4) Penentuan fungsi dan kegagalan fungsional.

Fungsi dapat diartikan sebagai apa yang dilakukan oleh suatu peralatan yang merupakan harapan pengguna. Kegagalan (failure) dapat diartikan sebagai ketidakmampuan suatu peralatan untuk melakukan apa yang diharapkan oleh pengguna. Sedangkan kegagalan fungsional dapat diartikan sebagai ketidakmampuan suatu peralatan untuk memenuhi fungsinya pada performasi standar yang dapat diterima oleh pengguna.

5) Failure Mode and Effect Analysis (FMEA).

FMEA bertujuan untuk menentukan mode kegagalan yang signifikan dan efek kerusakan tersebut pada sistem. Failure effect merupakan akibat yang ditimbulkan oleh mode kegagalan yang terjadi. Hubungan antar kegagalan fungsi serta penyebab terjadi kegagalan tersebut dapat ditentukan dengan cara mendata kegagalan fungsi yang telah terjadi (data historis). Selanjutnya analisa tersebut digunakan untuk menentukan konsekuensi dan memutuskan apa yang akan dilakukan untuk mengantisipasi, mencegah, mendeteksi atau memperbaikinya.

Tahapan FMEA sendiri seperti adalah [2], [3], [4], [5]:

- Menentukan dan mendefinisikan sistem yang akan dianalisis.
- 2. Mengidentifikasi *failure mode* (mode kegagalan) dari sistem yang diamati berdasarkan komponen atau fungsi.
- 3. Mengidentifikasi penyebab (*potential cause*) dari *failure mode* yang terjadi pada proses yang berlangsung.
- 4. Mengidentifikasikan akibat (potential effect) yang ditimbulkan potential failure mode.
- 5. Menetapkan nilai-nilai *severity, occurrence,* dan *detection*. Untuk ketiga penilaian tersebut dilakukan berdasarkan kriteria penilaian dari Huber [3] dalam jurnalnya yaitu FMEA-FMECA.
- 6. Membuat lembar kerja FMEA. Lembar kerja ini dibuat untuk mempermudah pelaksanaan analisis kegagalan dengan FMEA. Lembar kerja FMEA dapat disesuaikan dengan kondisi serta kebutuhan dalam penelitian yang dilakukan. Lembar kerja ini tidak terpaku pada suatu tabel tertentu melainkan dapat dimodifikasi sesuai dengan keperluan penelitian.
- 7. Membuat matriks resiko untuk menunjukan seberapa parah atau kritis kegagalan yang terjadi. Matriks ini dibuat berdasarkan nilai *severity* dan *occurrences* yang telah ditetapkan pada langkah sebelumnya. Matriks ini menggambarkan fungsi dari nilai *occurrence* terhadap nilai *severity* (Tabel I.)
- Langkah terakhir dari pelaksanaan FMEA adalah menentukan tindakan korektif yang diperlukan untuk mengatasi mode kegagalan yang terjadi.

6) Logic Tree Analysis (LTA).

Logic Tree Analysis merupakan suatu pengukuran kualitatif yang digunakan untuk mengklasifikasi-kan mode kegagalan. Namun dalam penelitian ini, Logic Tree Analysis digantikan oleh Risk Matrix karena fungsinya yang hampir sama.

TABEL I MATRIK RESIKO

		Occurences									
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Severity	10										
	9										
	8										
	7										
	6										
34.	5										
Se	4										
	3	X	X								
	2	X	X								
	1	X	X								

Keterangan:

- Mode kegagalan yang terjadi tidak dapat diterima (kritis). Kegagalan ini dikatakan kritis dikarenakan apabila kegagalan terjadi maka dapat menimbulkan kerugian yang besar (baik dari segi ekonomi, waktu, maupun material). Atau apabila kegagalan terjadi dapat membahayakan keselamatan pihak yang terkait (menyebabkan kematian atau cacat baik terhadap operator maupun *end user*).
- Mode kegagalan yang terjadi masih dapat diterima. Namun sedapat mungkin kegagalan ini diminimasi. Tindakan pencegahan yang dilakukan dapat dipertimbangkan dari segi biaya maupun tingkat kesulitan operasional.
- Mode kegagalan yang terjadi hampir dapat diabaikan karena tidak menyebabkan kerugian besar ataupun membahayakan keselamatan pihak terkait.

7) Task selection (pemilihan kegiatan perawatan).

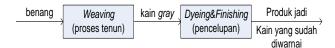
Task Selection dilakukan untuk menentukan kebijakankebijakan yang mungkin untuk diterapkan (efektif) dan memilih *task* yang paling efisien untuk setiap mode kegagalan.

VI. STUDI KASUS PADA PT.IS

A. Pemilihan Sistem dan Pengumpulan Informasi.

Proses produksi yang dilakukan oleh PT IS dapat dibagi menjadi dua bagian utama yaitu: weaving (tenun) dan dilanjutkan oleh dyeing (pencelupan). Diagram proses produksi dapat dilihat pada Gambar 1 berikut. Proses weaving merupakan proses memproduksi bahan baku berupa benang menjadi kain grey. Kemudian dilanjutkan oleh proses dyeing yaitu pemberian warna pada kain.

Kain *grey* yang hasil proses *weaving* tersebut perbulannya mencapai kurang lebih 1.4 juta meter. Sebagian besar kain *grey* tersebut disimpan sebagai bahan baku proses pencelupan dan sebagian sisanya dipasarkan ke luar perusahaan. Kain *grey* yang tidak dipasarkan, selanjutnya akan melewati proses pencelupan untuk diwarnai. Pada PT IS, proses pencelupan



Gambar 1 Proses Produksi Perusahaan secara Umum

kain dapat dilakukan dengan 2 cara berbeda, yaitu *continuous dyeing* dan *discontinuous dyeing*. Kedua cara pencelupan tersebut memiliki empat proses utama dengan perbedaan setiap tahapan proses tampak pada Gambar 2.

Pada proses weaving, benang yang akan ditenun akan diberi formula kanji. Formula kanji tersebut akan mengganggu proses pencelupan karena membuat kain grey sulit untuk menyerap zat warna tekstil. Karenanya proses persiapan diperlukan untuk mencuci kain untuk membersihkan kanji pada kain. Selain itu proses persiapan juga dilakukan untuk meningkatkan daya serap kain terhadap larutan kimia. Inti dari proses persiapan mulai dari singeing, desizing, sampai proses heat setting ini adalah untuk mempersiapkan kain grey sebelum dicelup menggunakan zat warna kimia dengan tujuan agar kualitas kain hasil pencelupan baik dan merata.

Selanjutnya merupakan proses pencelupan itu sendiri (dyeing). Pada continuous dyeing, kain dicelup berdasarkan prinsip thermosol dyeing secara horisontal dan kontinu sehingga kain yang dicelup bisa sangat panjang. Semakin panjang kain yang diproses, maka proses menjadi semakin efisien. Pada cara pencelupan discontinuous dyeing, panjang kain yang dapat dicelup tidak sepanjang kain untuk continuous dyeing. Kain tersebut dicelup pada sebuah tempat/wadah dengan cara diaduk secara terus menerus sehingga warna yang dihasilkan lebih solid.

Kain yang sudah dicelup akan dicek kualitas dan warnanya. Apabila warna sudah sesuai dengan permintaan konsumen, maka kain dilanjutkan pada proses *finishing*. Yang dilakukan pada proses *finishing* adalah memberi formula resin untuk mempertahankan warna kain supaya tidak luntur saat dicuci. Selanjutnya kain melewati proses *packing*. Penggulungan kain (pengepakan) dilakukan dengan 2 cara, yaitu *doubling* dan *rolling*. Pada *rolling*, kain langsung digulung dengan mesin.

	Continuous Dyeing	Discontinuous Dyeing
PERSIAPAN	Scoi Blead	zizing zing zing zing zing ching zining zinizing
P E N C E L U P A N	Washi	Jet Dyeing No Tension Dryer Singeing d Batch ing Off Specting
F I N I S H I N G	Cui Sanfo	inishing ing iring irizing specting
P A C K I N G		pping Doubling king

Gambar 2 Langkah-langkah Proses Pencelupan

Sedangkan pada proses penggulungan kain dengan cara *doubling* kain dilipat dua terlebih dahulu baru digulung. Kain yang telah selesai digulung akan dibungkus dengan plastik.

Setelah memahami kondisi proses produksi secara umum, langkah selanjutnya adalah mengenali mesin-mesin yang digunakan dalam produksi.

B. Penentuan Mesin Kritis serta Batasan Sistem

Mesin yang dinilai sebagai mesin kritis adalah mesin yang memiliki waktu *downtime* paling lama dengan frekuensi *downtime* paling tinggi. Penentuan mesin kritis tersebut dilakukan berdasarkan data kerusakan mesin-mesin pada bagian DF (*dying and finishing*) selama tahun 2009.

Dari data yang dikumpulkan mesin kritis pada bagian DF adalah mesin *stenter finish*. Selanjutnya sistem yang akan diamati dibatasi pada mesin *stenter finish* yaitu proses produksi yang berlangsung dalam mesin tersebut serta komponen-komponen mesinnya. Pengamatan dilakukan pada komponen mesin yang pada proses produksi dimulai dari saat *input* kain yang akan melalui proses *resin finishing* sampai dengan kain tersebut selesai diproses. Setelah dilakukan pembatasan sistem pada mesin *stenter finish*, selanjutnya diperlukan pemahaman kinerja mesin serta komponen-komponen mesin secara mendetail.

C. Deskripsi Mesin Stenter Finish

Mesin stenter finish digunakan pada proses resin finishing yang bertujuan untuk memantapkan zat warna tekstil pada kain. Selain itu, pada proses mesin stenter finish juga dilakukan proses penarikan lebar yaitu menarik kain kearah lebar agar lebar kain sesuai dengan lebar yang diharapkan. Proses pengerjaan pada mesin ini adalah dengan cara mencelup kain pada larutan kimia lalu kain dengan larutan kimia tersebut akan melalui proses pemanasan. Baru setelah itu kain didinginkan dan kembali disimpan untuk menunggu proses selanjutnya. Dalam melakukan proses tersebut, mesin memiliki komponen-komponen yang berbeda dan masingmasing memiliki fungsi yang mendukung keberhasilan proses resin finishing. Penjelasan mengenai komponen-komponen tersebut terdapat pada bagian berikut.

Untuk memahami mesin *stenter finish* lebih jauh lagi dimulai dengan mengenal masing-masing komponen mesin *stenter finish*. Masing-masing komponen tersebut memiliki fungsinya masing masing sambil saling bekerja sama satu sama lain untuk mendukung kerja mesin secara keseluruhan. *Breakdown structure* mesin *stenter finish* dilakukan berdasarkan fungsi yang dilakukan oleh setiap bagian dan komponen pada mesin. Karena keterbatasan format penulisan dalam paper ini, maka diagram *Breakdown structure* tidak disajikan.

Tahap selanjutnya dari metode RCM adalah pembuatan Functional Diagram Block (FDB). Dalam FDB yang dibuat aliran materi yang masuk dan keluar dari satu komponen menuju komponen lain dapat dipahami dengan lebih jelas. Hal tersebut dijabarkan melalui input dan output pada masingmasing komponen juga turut didefinisikan dalam FDB yang

dibuat. Selain itu hubungan antara komponen-komponen dalam mesin dapat dipahami dengan lebih jelas.

Pada mesin *stenter finish* [5] pusat pengoperasian keseluruhan mesin adalah pada panel pusat kendali mesin. Pada awal pengoperasian, panel pusat kendali ini berfungsi menyalakan ataupun mematikan mesin (*on/off*). Panel pusat kendali juga berfungsi untuk menentukan *setting* kecepatan mesin *stenter finish*. Yang dimaksud dengan kecepatan disini adalah kecepatan jalannya aliran kain dalam mesin secara keseluruhan (untuk *stenter finish* umumnya 40 m/menit). *Setting* kecepatan tersebut secara otomatis akan mengatur kecepatan putaran motor untuk setiap *roll* agar aliran kain pada mesin tetap sinkron. *Setting* temperatur setiap *chamber* ruang pemanas juga ditentukan lewat panel pusat kendali mesin.

Awalnya mesin dinyalakan melalui panel pusat kendali. Kemudian kain akan dilewatkan pada roll sampai menuju chain secara manual terlebih dahulu. Selanjutnya pergerakan dari komponen penggerak mesin akan menarik kain yang masih berada pada wadah input. Dari wadah input kain akan melewati swivel tension roll kemudian guide roll menuju spirall roll untuk dirapikan. Tegangan (tension) kain yang menuju spiral roll diatur oleh swivel tension roll karena jika terlalu tegang maka kain mungkin dapat sobek sedang jika terlalu kendur kain mungkin kusut. Sedang guide roll berfungsi sebagai roll penghantar biasa dimana putaran dari guide roll mengikuti pergerakan kain (tidak digerakan oleh motor atau piston). Kain dilewatkan pada guide roll hanya untuk menjaga tegangan kain. Kemudian pada spiral roll kain akan dirapikan sehingga lipatan-lipatan pada kain terbuka. Gerakan dari spiral roll ini diatur oleh motor spiral roll dan vbelt yang menghubungkan roll dengan motor.

Selanjutnya dari *spirall roll* kain melewati *guider roll* yang akan menjaga posisi kain agar tetap berada di tengah dimana jarak kain ke sisi kanan dan kiri sama. Pada *guider roll* terdapat sensor untuk mengetahui posisi kain. Jika posisi kain terlalu condong ke sisi kanan atau kiri sensor akan mengirim sinyal pada *solenoid* dan dari *solenoid* sinyal dilanjutnya sebagai sinyal listrik pada piston. Piston tersebut akan mengeluarkan tekanan angin yang dapat menggerakan *guider roll* ke kanan atau ke kiri untuk mengembalikan posisi kain ke tengah-tengah *roll*. Dengan demikian posisi kain akan selalu terjaga.

Kain dari guider roll akan dihantarkan oleh guide roll menuju bak trap untuk dicelup pada larutan kimia. Dalam bak trap kain akan dihantarkan oleh roll bak trap. Larutan kimia pada bak trap tersebut tidak langsung dimasukan pada bak trap, melainkan larutan kima tersebut dimasukan terlebih dahulu pada tangki larutan. Dalam tangki tersebut larutan akan diaduk oleh mixer agar larutan tercampur. Lalu larutan tersebut dialirkan menuju bak trap. Pada bak trap terdapat sensor untuk mengetahui ketinggian permukaan larutan kimia. Jika larutan dalam bak trap sudah cukup maka sensor akan mengirimkan sinyal agar katup antara bak dengan tangki tertutup dan larutan dari tangki tidak lagi dialirkan menuju bak.

Kain yang sudah dicelup dengan larutan kimia pada bak trap akan dihantarkan keluar dari bak trap melewat expander roll. Expander roll bertugas untuk merapikan kain yang akan melewati padder roll dari lipatan-lipatan. Pada saat melewati padder roll jika kain ada yang terlipat maka zat kimia tidak dapat dipress secara merata sehingga ada sebagian dari kain yang mengandung zat kimia lebih banyak atau sedikit. Apabila kondisi tersebut terjadi, maka pada saat pemanasan kain akan menjadi belang. Saat melewati padder roll, kain akan dipress oleh padder roll karet sementara padder roll ebonit akan menahan kain. Putaran kedua padder roll tersebut diatur oleh motor dan menghantarkan kain menuju dancing roll, sedang gerakan mengepress (maju mundur) dari padder roll diatur oleh piston. Efek peras terhadap kain sebelumnya telah disetting pada panel pusat, kemudian saat kain lewat panel akan mengirim sinyal pada piston untuk menggerakan roll sesuai setting awal.

Setelah diperas pada padder roll, kain akan lewat menuju dancing roll. Fungsi dari dancing roll hanya untuk menjaga tension kain yang lewat agar tidak terlalu tegang maupun kendor. Kemudian kain akan melewati feed roll 1 yang uga berfungsi untuk mengatur kecepatan serta tegangan kain. Putaran dari feed roll 1 diatur oleh motor serta rantai penghubung antara feed roll dengan motor sehingga kecepatan putaran dalam menghantarkan dapat diatur pula. Dengan demikian selain menjaga tension kain yang akan menuju bagian selanjutnya, feed roll juga berfungsi untuk menarik kain dan meneruskannya ke bagian selanjutnya. Dari feed roll 1 kain melalui guide roll, menuju feed roll 2 dan diteruskan pada chain.

Dari *feed roll* 2 kain akan dihantarkan masuk pada *clip*. Pembuka *clip* berfungsi membuka *clip* agar kain dapat masuk dan dijepit pada *clip*. Lalu selanjutnya dalam ruang pemanas, kain akan bergerak dibawa oleh *clip* sampai keluar dari ruang pemanas. *Clip* tersebut akan menjepit kain sementara *clip* menempel pada *bearing* rantai. *Bearing* rantai tersebut yang akan bergerak sepanjang ruang pemanas sesuai dengan jalur plat rel dengan membawa *clip* (dan kain). Pergerakan dari *bearing* rantai diatur oleh motor rantai. Masing-masing *bearing* rantai sebelah kanan dan sebelah kiri memiliki motor tersendiri. Kedua motor ini harus bekerja secara sinkron agar pergerakan kain tetap sinkron. Sinkronisasi ini diatur pada panel pusat.

Sebelumnya telah dijelaskan bahwa pada mesin *stenter finish* ini kain akan ditarik ke arah lebar. Proses penarikan ke arah lebar tersebut dilakukan bersamaan dengan proses pemanasan kain. Sebelum masuk ke dalam ruang pemanas, kain akan melewati sensor untuk mengetahui lebar kain tersebut. Sensor akan mengirim sinyal pada panel pusat, dan pada panel pusat ukuran tersebut akan dicocokan dengan *setting* ukuran kain yang diinginkan. Kemudian panel akan mengirim sinyal untuk menggerakan motor as pelebaran. Motor as pelebaran akan menggerakan as pelebaran. As pelebaran tersebut akan bergerak sepanjang *adjusting* pelebaran untuk membawa plat rel bergerak ke arah lebar. Dengan demikian kain yang dijepit oleh *clip* juga akan ikut tertarik ke arah lebar.

Dalam komponen pemanas ini, kain juga akan mengalami proses pemanasan. Awalnya temperatur disetting pada panel pusat. Setting temperatur tersebut dibaca oleh thermocouple untuk dicocokan dengan temperatur pada chamber. Jika temperatur tidak cocok maka sinyal akan dikirimkan untuk membuka katup valve (3 way valve). Jika temperatur chamber lebih tinggi (panas) maka katup akan membuka agar udara panas dapat mengalir kembali ke boiler. Sedangkan jika temperatur chamber kurang tinggi, maka katup akan membuka agar blower dapat menyerap panas dari radiator. Radiator berperan sebagai sarana perpindahan panas dari boiler ke blower. Blower kemudian akan menyalurkan udara panas tersebut pada kain melalui nozzle. Nozzle terdapat pada bagian atas dan bawah ruang pemanas. Perbandingan udara panas yang dikeluarkan oleh kedua nozzle ini diatur oleh adjusting position damper. Umumnya perbandingan nozzle atas: nozzle bawah pada mesin stenter finish adalah 50:50.

Yang perlu diingat adalah dalam komponen pemanas tidak disekat, yang dimaksud dengan *chamber* adalah *chamber blower* demikian juga dengan suhu *chamber* merupakan suhu pada *chamber blower* (*chamber blower* disekat). Suhu yang dibaca oleh *thermocouple* adalah suhu pada *chamber blower*, sedang dalam ruang pemanas merupakan suhu setelah sebagian dari panas diserap oleh kain dan sisa udara panas yang tidak dibutuhkan dibuang lewat cerobong *exhaust*.

Kain yang keluar dari ruang pemanas masuk ke komponen pendingin. Dalam komponen ini kain disemprot dengan udara agar dingin. Selain itu komponen pendingin juga berfungsi mengangkat debu kain agar kain menjadi lebih bersih. Keluar dari komponen pendingin kain akan kembali pada guide roll dilanjutkan pada feed roll 3 dan kembali pada guide roll. Sebelumnya pembuka clip belakang akan membuka jepitan clip agar kain dapat lepas ke guide roll. Kemudian kain akan kembali didinginkan, kali ini dengan menggunakan cooling cylinder. Cooling cylinder merupakan roll berukuran besar dimana di dalamnya terdapat pipa air yang menyemprotkan air ke dinding-dinding cylinder. Karena itu saat kain melewati cylinder akan terjadi pertukaran panas sehingga suhu kain turun. Kain yang telah dingin tersebut selanjutnya akan disimpan kembali pada wadah ataupun melalui proses batching.

D. Deskripsi Kegagalan Fungsional

Definisi kegagalan untuk mesin stenter finish adalah apabila:

- Mesin tidak dapat menggerakkan kain dari tempat wadah kain ke *roll input* hingga ke *rool output*.
- Mesin tidak dapat membentangkan kain.
- Mesin tidak dapat menghembuskan uap panas pada kain.
- Mesin tidak dapat mencelup kain ke bak resin.

E. FMEA untuk Mesin Stenter Finish

Beranjak dari *structure breakdown* serta fungsi masingmasing komponen yang telah dijabarkan sebelumnya, langkah selanjutnya adalah melakukan *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA) untuk mesin *stenter finish*. Pada FMEA diulas mengenai mode kegagalan yang dapat dialami oleh setiap komponen yang menyusun mesin *stenter finish*. Penentuan mode kegagalan ini dilakukan untuk setiap komponen mesin *stenter finish* sesuai dengan *structure breakdown* yang telah dilakukan sebelumnya.

Mode kegagalan setiap komponen tersebut dijabarkan dalam bentuk tabel FMEA yang disertakan mengenai efek serta penyebab dari mode kegagalan yang terjadi juga penilaian terhadap severity dan occurrences dari masing-masing mode kegagalan. Penilaian severity dilakukan berdasarkan efek mode kegagalan terhadap produk yang dihasilkan. Dalam penilaian occurrence tingkat penilaian kegagalan diukur dari seberapa banyak kegagalan terjadi. Terakhir untuk penilaian detection, penilaian terhadap detection dilakukan berdasarkan tingkat kesulitan pendeteksian suatu kegagalan yang terjadi.

Komponen mesin yang diuraikan mode kegagalannya pada Lembar FMEA sesuai dengan pembagian mesin pada structure breakdown komponen mesin stenter finish. Mode kegagalan tersebut diperoleh dari hasil wawancara dan diskusi dengan bagian maintenance PT IS dan juga dari data historis kerusakan mesin. Sedangkan penilaian severity, occurrence, dan detection untuk masing-masing mode kegagalan juga telah didiskusikan dengan bagian maintenance PT IS. Lembaran FMEA, tidak dapat ditampilkan pada tulisan ini, dikarenakan keterbatasan format penulisan.

F. Pembuatan Matriks Resiko dan Komponen Kritis Mesin Stenter Finish

Selanjutnya dari lembar kerja FMEA tersebut dibuat matriks resiko untuk menentukan komponen kritis pada mesin stenter finish. Matriks resiko untuk mesin stenter finish tidak dapat ditampilkan pada paper ini, dikarenakan keterbatasan format penulisan dalam jurnal. Dalam pembuatan matriks resiko setiap mode kegagalan yang telah diuraikan tersebut akan dimasukan pada matriks sesuai dengan nilai severity dan occurrence setiap komponen tersebut. Dengan demikian pada matriks yang dihasilkan akan terlihat perbandingan tingkat kekritisan masing-masing komponen.

Urutan prioritas perawatan komponen-komponen mesin tersebut ditentukan berdasarkan matriks penentuan prioritas dengan pertimbangan sebagai berikut :

- Mode kegagalan dengan nilai detection lebih tinggi akan lebih diprioritaskan dibanding mode kegagalan dengan nilai detection lebih rendah. Hal ini disebabkan karena mode kegagalan dengan nilai deteksi semakin tinggi akan semakin sulit untuk diidentifikasi. Maka dari itu, mode kegagalan tersebut perlu lebih diperhatikan agar bila terjadi kegagalan dapat segera diketahui dan diatasi.
- Apabila nilai detection sama, maka mode kegagalan dengan waktu perbaikan lebih lama akan lebih diprioritaskan yang waktu perbaikannya lebih sebentar. Pertimbangan ini juga didasari alasan bahwa mode kegagalan yang lebih lama akan lebih merugikan perusahaan dari segi waktu dan biaya produksi. Semakin lama kegagalan berlangsung, maka semakin lama proses produksi terhenti dan kerugian produksi yang dialami akan semakin meningkat pula.

VII. USULAN DAN ANALISA USULAN PERAWATAN MESIN STENTER FINISH

Berdasarkan matrik resiko, ditemukan kerusakan motor listrik penggerak rantai merupakan kerusakan yang paling sering terjadi dan menyebabkan mesin tidak dapat mengalirkan kain dan memberikan tingkat severity yang paling tinggi. Sehingga prioritas perawatan difokuskan pada pemeliharaan rantai. Namun demikian perwatan secara keseluruhan perlu dilakukan dengan suatu aturan dan jadwal tertentu berdasarkan kerusakan lainnya yang ditemukan pada matriks resiko. Tindakan perawatan lainnya adalah membersihkan komponen, memberi pelumas pada komponen-komponen lainnya serta mengecek kondisi komponen tersebut.

Tabel usulan *checklist* berdasarkan jadwal perawatan mesin yang diusulkan untuk perawatan mesin stenter finish pada PT IS. Jadwal perawatan tidak turut dicantumkan karena checklist yang dibuat sudah menampilkan periode waktu pengecekan. Tindakan perawatan yang diusulkan adalah kegiatan pembersihan komponen, pelumasan komponen, pengecekan komponen. Untuk mengurangi biaya perawatan, strategi perawatan yang dilakukan adalah condition based maintenance. Maksud dari condition based maintenance adalah setiap komponen dari mesin memiliki jadwal pengecekan tersendiri, dari pengecekan tersebut maka kondisi komponen akan dianalisa (baik tidaknya keadaan komponen). Dari hasil analisa tersebut maka akan ditentukan tindakan yang diperlukan yaitu tindakan perbaikan, penyetelan ulang, atau penggantian komponen. Dengan demikian komponen dengan kondisi masih baik akan tetap digunakan. Cara ini dapat mengurangi biaya dibandingkan apabila komponen langsung diganti tanpa melihat kondisi komponen tersebut (baik atau buruk tetap diganti). Untuk lebih jelasnya usulan perawatan tersebut diringkas dalam bentuk checklist yang mencakup komponen apa saja yang perlu diperiksa berdasarkan seperti ditunjukan pada lembar checklist berikut.

VIII. KESIMPULAN

Dalam penelitian yang dilakukan, berdasarkan hasil dari pengumpulan data serta analisis terhadap permasalahan perihal *downtime machine* yang dihadapin oleh perusahaan maka dapat disimpulkan :

- 1. Mesin kritis pada bagian *Dyeing* dan *Finishing* PT IS adalah mesin *Stenter Finish* dengan permasalahan pada mesin *Stenter Finish* PT IS seringkali disebabkan karena jadwal perawatan (pemeriksaan, pengecekan) yang kurang tepat.
- 2. Penyebab *downtime* mesin *stenter finish* (komponenkomponen kritis pada mesin) yaitu motor listrik penggerak rantai yang disebabkan umur motor listrik.
- 3. Dari hasil analisa terhadap permasalahan *downtime machine* ini disarankan agar perusahaan menerapkan *condition based maintenance* pada motor listrik rantai mesin dan menyiapkan cadangan motor listrik. Dalam melaksanakan perawatan mesin *stenter finish* disusun *checklist* perawatan mesin.

REFERENSI

- [1] Bloom, N. B. Reliability Centered Maintenance: Implementation Made Simple. United States of America: McGraw-Hill, 2006.
- [2] Ebeling. An Introduction to Reliability and Maintainability Engineering. Singapore: McGraw-Hill, 1997.
- [3] Huber, B. FMEA-FMECA. Faculty of Computer and Information Science. Ljubljana, 2005.
- [4] Montex Monforts. Service and Operation Instruction. Germany: A Monforts GmbH & Co, 1990.
- [5] Moubray, John. Reliability-centred Maintenance. Great Britain: Butterworth-Heinemann Ltd, 1991.
- [6] Rausand, M dan Hoyland, A. 2004. System Reliability Theory Models, Statistical Methods and Applications. United States of America: John Wiley & Sons, 2004.

Ari Setiawan, lahir pada tahun 1966 di Bandung, menerima gelar Sarjana Teknik dari ITB jurusan Teknik Mesin pada tahun 1990 dan gelar Magister Teknik dari ITB jurusan Teknik dan Manajemen Industri pada tahun 1997. Saat ini aktif sebagai Dosen Tetap di Departemen Teknik Industri ITHB. Minat penelitian: Perancangan Produk, Proses Produksi, *Maintenance*.

Yoon Mac Kinley Aritonang, lahir pada tahun 1957 di Sukabumi, menyelesaikan program S1 di Universitas Indonesia dan S2 di ITB, serta meraih gelar Doktor di New Mexico University di Amerika. Saat ini aktif sebagai dosen di Jurusan Teknik Industri Universitas Katolik Parahyangan. Minat penelitian: Statistik, Pengendalian Mutu.

Cecillia Iskandar, lahir pada tahun 1988 di Bandung. menempuh program S1 di Jurusan Teknik Industri Universitas Katolik Parahyangan. Minat penelitian: *Maintenance*.