

Upaya Penurunan *Downtime* pada Mesin *Moulding* di PT. X

Marvin¹, Felecia²

Abstract: PT. X is a company that processed log wood into timber products with size, type of wood, and the shape of the profile are produced depends on the buyer's order. The company needs the process with a machine that can work continuously without any obstacle in order to meet the demand. Moulding machine in PT. X has downtime with an average 13,22% which the company want to reduce it. The main cause of downtime on the moulding machine is the changeover and breakdown. How to reduce changeover time is by using the method of Single Minute Exchange of Dies (SMED) and reduce frequency and time of the breakdown by making preventive maintenance schedule based on the MTTF value. The proposed improvements to reduce changeover time is doing some activities before the machine stops, making a new storage for tools and ring, and do the parallel changeover. The proposed improvements using the method SMED when applied can reduce changeover time with an average decrease in time estimation of 33,26%. Preventive maintenance schedule on the moulding machines based on the simulation results within a year can reduce downtime due to breakdown with an average of 57,55%.

Keywords: *Downtime*, SMED, *Changeover*, dan *Preventive Maintenance*.

Pendahuluan

PT. X adalah perusahaan yang bergerak di bidang pengolahan kayu log menjadi produk kayu (*timber*) berkualitas ekspor. Produk *timber* yang diproduksi oleh PT. X memiliki ukuran, jenis kayu, dan bentuk *profile* yang diproduksi sesuai pesanan pembeli. Produk *timber* akan dibuat bentuk *profilenya* pada proses *moulding* menggunakan mesin *moulding*.

Perusahaan membutuhkan proses dengan mesin yang dapat bekerja secara berkelanjutan agar dapat memenuhi permintaan pembeli. Mesin *moulding* pada area produksi produk *solid* di PT. X memiliki waktu berhenti (*downtime*) rata-rata sebesar 13,22% berdasarkan data jurnal mesin *moulding* yang dicatat oleh perusahaan. Nilai *downtime* sebesar 13,22% masih cukup tinggi bagi perusahaan, oleh sebab itu perusahaan memerlukan penelitian lebih lanjut terhadap masalah *downtime* agar *downtime* mesin *moulding* dapat diturunkan.

Mesin *moulding* memiliki *downtime* yang dinilai tinggi oleh perusahaan dikarenakan sering dilakukan berbagai macam jenis setting (*changeover*) akibat *profile* produk yang diproduksi ada berbagai macam. Kerusakan yang terjadi secara tiba-tiba juga diduga menjadi penyebab terjadinya *downtime* pada mesin *moulding*. Tujuan penelitian ini adalah merancang usulan perbaikan yang tepat

agar dapat menurunkan *downtime* pada mesin *moulding* di PT. X.

Metode Penelitian

Penelitian untuk menurunkan *downtime* mesin *moulding* menggunakan beberapa metode. Metode-metode ini akan dijadikan dasar untuk menganalisa dan membuat usulan perbaikan untuk menurunkan *downtime* mesin *moulding*.

Quick Changeover

Allen [1] menyatakan bahwa definisi *quick changeover* adalah tindakan perbaikan berkelanjutan untuk mengurangi waktu pada proses *setup* untuk mengurangi atau menghilangkan pemborosan dengan menerapkan metode yang ada. Hal ini dapat memberikan keuntungan bagi perusahaan yang menerapkannya karena *quick changeover* berusaha mengurangi waktu matinya mesin.

Nicholas [2] menyatakan proses *setup* dianggap oleh perusahaan manufaktur sebagai kegiatan yang tidak memberikan nilai tambah. Proses *setup* dikatakan sebagai waktu *changeover* karena merupakan proses pergantian dari akhir produksi produk pertama hingga awal produksi produk kedua. Mengatur mesin hingga mesin dapat memproduksi produk selanjutnya dengan baik termasuk dalam waktu *changeover*.

^{1,2} Fakultas Teknologi Industri, Program Studi Teknik Industri, Universitas Kristen Petra. Jl. Siwalankerto 121-131, Surabaya 60236. Email: marvinardyanto93@gmail.com, felecia@petra.ac.id

SMED (*Single Minutes Exchanges of Dies*)

Metode yang diperkenalkan oleh Shigeo Shingo ini adalah salah satu metode yang dapat digunakan untuk menurunkan waktu *changeover*. Nicholas [2] menyatakan bahwa masalah-masalah yang sering terjadi pada proses *changeover* yaitu kerja sama operator yang kurang, informasi yang tidak jelas mengenai standar kerja yang digunakan, dan tidak adanya *checklist* atau prosedur yang memadai. Aktivitas-aktivitas pada proses *changeover* dibedakan menjadi dua jenis, yaitu aktivitas internal dan aktivitas eksternal. Aktivitas internal adalah aktivitas yang hanya dapat dilakukan ketika mesin dimatikan, sedangkan aktivitas eksternal adalah aktivitas yang dilakukan sebelum mesin berhenti.

Metode SMED terdiri dari lima langkah yaitu mengamati proses *changeover* dan mengukur waktu *changeover*; mengidentifikasi aktivitas internal dan eksternal; mengubah aktivitas internal menjadi aktivitas eksternal; meningkatkan efisiensi terhadap aktivitas internal yang tidak dapat dihilangkan; dan standarisasi prosedur *changeover* yang baru. Meningkatkan efisiensi terhadap aktivitas internal dapat dilakukan dengan memodifikasi peralatan atau dengan melakukan aktivitas secara paralel.

Maintenance

Paul R. Drake [3] mendefinisikan *maintenance* sebagai suatu kegiatan pemeliharaan dan perawatan dilakukan dengan tujuan umum untuk menjaga fasilitas agar dapat berjalan atau bekerja sesuai fungsinya dengan baik. Kegiatan *maintenance* memiliki tujuan yaitu menjaga masa pakai peralatan, menjamin peralatan selalu dalam kondisi menguntungkan, menjamin ketersediaan peralatan agar dapat digunakan dalam kondisi darurat, dan menjamin keselamatan pengguna peralatan.

Kegiatan *maintenance* dibagi menjadi dua jenis yaitu pemeliharaan terencana (*planned maintenance*) dan pemeliharaan tidak terencana (*unplanned maintenance*). *Planned maintenance* adalah kegiatan pemeliharaan yang teratur, terjadwal, terkendali, dan tercatat. *Unplanned maintenance* adalah pemeliharaan yang tidak terjadwal dan tidak teratur. Ebeling [4] menyatakan bahwa ada lima jenis *planned maintenance*, yaitu *preventive maintenance*, *corrective maintenance*, *improvement maintenance*, dan *condition based maintenance*.

Preventive maintenance adalah perawatan terencana untuk mencegah atau mengurangi terjadinya kerusakan. Tindakan-tindakan yang dilakukan yaitu pengukuran, penggantian komponen mesin, pemeriksaan, *setting*, dan membersihkan mesin. *Corrective maintenance* adalah kegiatan merawat mesin atau peralatan dilakukan apabila mesin mengalami kerusakan. *Improvement maintenance* adalah perawatan yang dilakukan dengan mengembangkan atau mendesain ulang sebuah mesin untuk mengurangi kemungkinan terjadinya kerusakan. *Condition based maintenance* adalah jenis perawatan yang dilakukan berdasarkan kondisi mesin pada suatu waktu.

Mean Time To Failure (MTTF)

Mean Time To Failure (MTTF) adalah waktu rata-rata terjadinya kegagalan fungsi suatu peralatan atau mesin. MTTF digunakan sebagai nilai ekspektasi masa pakai suatu mesin.

Hasil dan Pembahasan

Proses Moulding

Proses *moulding* bertujuan untuk menyesuaikan ukuran kayu agar sesuai dengan ukuran produk akhir dan membentuk *profile* pada kayu. Mesin *moulding* memiliki pisau yang dapat memakan sisi atas, bawah, dan samping kayu. Pisau dapat diatur kedalamannya untuk memakan permukaan kayu. Pisau pada mesin *moulding* terdiri dari banyak jenis berdasarkan jenis *profile* yang akan dibentuk pada kayu.

Proses *moulding* dilakukan dengan memasukkan kayu ke dalam mesin *moulding*. Kayu bergerak melewati beberapa buah pisau untuk memakan permukaan kayu. Kayu hasil proses *moulding* kemudian disortir menjadi kayu kualitas baik dan kayu cacat. Kayu cacat akan dilanjutkan pada proses *finishing*, apabila tidak ada kecacatan maka dilanjutkan dengan proses *packing*.

Area proses *moulding* memiliki enam buah mesin *moulding*. Setiap mesin *moulding* terdapat lima operator. Mesin *moulding* sering berhenti (*downtime*) karena harus memproduksi produk dengan ukuran kayu dan jenis *profile* yang berbeda-beda. Setiap pergantian jenis produk akan dilakukan *changeover* terhadap mesin agar dapat memproduksi jenis produk selanjutnya.

Kegiatan *changeover* mengharuskan mesin *moulding* berhenti hingga kegiatan *changeover* tersebut selesai dilakukan. Faktor-faktor lain juga

dapat menyebabkan mesin *moulding* berhenti (*downtime*) yaitu kerusakan mesin dan hal-hal yang tidak terduga lainnya. Tabel 1 menunjukkan data downtime mesin *moulding* mulai bulan September 2014 sampai Februari 2015.

Tabel 1. Data Downtime Mesin *Moulding* Bulan September 2014 – Februari 2015

	Mesin 1	Mesin 2	Mesin 3	Mesin 4	Mesin 5	Mesin 6
Total waktu <i>downtime</i> (menit)	6012	11441	7175	6549	7120	8159
Total waktu produksi (menit)	58560	58560	58560	58560	58560	58560
Persentase <i>downtime</i>	10,27%	19,54%	12,25%	11,18%	12,16%	13,93%
Total waktu kerusakan (menit)	1825	4655	2850	1700	2755	3789
Total waktu <i>changeover</i> (menit)	3387	4066	3970	3292	3745	3940
Total waktu listrik padam (menit)	320	320	320	320	320	320
Total waktu mengerjakan produk f/j (menit)	480	2400	0	1237	300	110
Total waktu grade bahan (menit)	0	0	35	0	0	0
Persentase kerusakan	30,36%	40,69%	39,72%	25,96%	38,69%	46,44%
Persentase <i>changeover</i>	56,34%	35,54%	55,33%	50,27%	52,60%	48,29%
Persentase listrik padam	5,32%	2,80%	4,46%	4,89%	4,49%	3,92%
Persentase mengerjakan produk f/j	7,98%	20,98%	0%	18,89%	4,21%	1,35%
Persentase grade bahan	0%	0%	0,49%	0%	0%	0%

Persentase *downtime* terbesar untuk semua mesin *moulding* pada Tabel 1 adalah kerusakan dan *changeover*. Perbaikan perlu dilakukan untuk mengurangi *downtime* akibat kerusakan dan *changeover*. Perbaikan pertama yang dilakukan adalah mengurangi waktu *changeover*. Perbaikan selanjutnya adalah mengurangi frekuensi kerusakan mesin.

Frekuensi Pergantian Profile

Pergantian *profile* dilakukan saat *profile* produk yang akan diproduksi selanjutnya pada sebuah mesin *Moulding* berbeda dengan *profile* produk yang diproduksi sebelumnya. Aktivitas-aktivitas pada setiap pergantian *profile* dapat berbeda sesuai dengan kebutuhan adanya *setting* jarak pisau dan jumlah pisau yang diganti. Data frekuensi pergantian *profile* yang digunakan adalah data bulan Februari 2015 – 23 Maret 2015.

Jenis pergantian *profile* jumlahnya sangat banyak sehingga analisa dan perbaikan hanya dilakukan pada jenis pergantian *profile* yang paling sering dilakukan. Jenis pergantian *profile* dengan frekuensi tertinggi kemudian dipilih lima jenis seperti ditunjukkan pada Tabel 2 untuk dianalisa detail aktivitas *changeover*nya.

Tabel 2. Jenis Pergantian *Profile* dengan Frekuensi Tertinggi

Dari	Ke	Frekuensi
E4E	<i>Redeed</i>	31
<i>Redeed</i>	E4E	31
E2E	E4E	20
E4E	E2E	17
E4E	S4S	9

Identifikasi Detail dan Urutan Aktivitas *Changeover*

Identifikasi detail aktivitas *changeover* dilakukan dengan melakukan pengamatan secara langsung untuk mempelajari urutan aktivitas *changeover*. Identifikasi aktivitas *changeover* dilakukan pada jenis pergantian *profile* E4E-*Redeed*, *Redeed*-E4E, E2E-E4E, E4E-E2E, dan E4E-S4S. Detail aktivitas *changeover* untuk jenis E4E-*Redeed* dibedakan menjadi dua jenis berdasarkan pergantian ukuran tebalnya, yaitu dari tebal kecil menjadi tebal lebih besar dan dari tebal besar menjadi tebal lebih kecil. Hal ini karena ada beberapa aktivitas yang berbeda antara penurunan tebal dengan peningkatan tebal produk. Detail dan urutan aktivitas *changeover* E4E-*Redeed* dapat dilihat pada Tabel 3.

Jenis aktivitas pada proses *changeover* untuk lima jenis pergantian *profile* utama dapat dikelompokkan menjadi dua jenis, yaitu aktivitas umum dan aktivitas khusus. Aktivitas umum adalah aktivitas yang selalu dilakukan pada semua jenis *changeover* mesin *Moulding*. Aktivitas khusus adalah aktivitas yang hanya dilakukan pada jenis *changeover* tertentu dan jenis pergantian tebal tertentu. Aktivitas umum meliputi :

- Meletakkan kayu bekas pada mesin
- Mengambil pisau di *Tool Room*
- Mencari dan mengambil kunci pisau
- Melepas pisau
- Memasang pisau
- Mengencangkan pisau
- Mengatur jarak pisau
- Mencari dan mengambil kunci baut
- Melepas baut *stopper* samping
- Mengatur *stopper* samping
- Mengencangkan baut *stopper* samping

Uji coba dengan kayu bekas dan memeriksa hasil percobaan

Aktivitas melepas *ring* E4E kanan/kiri dan mengukur *ring* untuk E4E kanan/kiri termasuk aktivitas khusus karena hanya dilakukan pada jenis pergantian tebal besar ke tebal kecil yang tidak mengganti jenis pisau samping. Hal ini karena ketinggian *ring* hanya dikurangi, berbeda dengan jenis pergantian tebal kecil ke tebal besar, di mana ketinggian perlu ditambah. Menambah ketinggian *ring* berarti operator melakukan aktivitas mencari dan mengumpulkan *ring*, kemudian mengukur dan memasang *ring*. Aktivitas melepas *ring* tidak terdapat pada jenis pergantian tebal besar ke tebal kecil yang mengganti jenis pisaunya, karena untuk mengatur ketinggian pisau samping yang baru, operator melakukan aktivitas mencari dan mengumpulkan *ring*, kemudian mengukur dan memasang *ring*.

Identifikasi Aktivitas Internal dan Aktivitas Eksternal

Detail dan urutan aktivitas *changeover* sebelum perbaikan kemudian dibedakan menjadi aktivitas internal dan eksternal. Aktivitas internal hanya dapat dilakukan saat mesin berhenti dan aktivitas eksternal dapat dilakukan saat proses produksi berlangsung atau sebelum mesin berhenti.

Pengukuran Waktu *Changeover*

Pengukuran waktu *changeover* dilakukan dengan mengamati aktivitas-aktivitas *changeover* secara langsung dan mengukur waktu setiap aktivitas menggunakan *stopwatch*. Hasil pengukuran waktu setiap aktivitas *changeover* kemudian dicatat. Hasil pengukuran waktu *changeover* yang digunakan adalah waktu operator melakukan aktivitas *changeover* tanpa adanya gangguan aktivitas lain seperti berbicara dengan operator lain.

Data waktu setiap aktivitas *changeover* dihitung nilai rata-ratanya. Waktu *changeover* rata-rata merupakan hasil penjumlahan dari waktu rata-rata semua aktivitas *changeover*. Perhitungan waktu rata-rata *changeover* juga dilakukan pada jenis *changeover* lainnya. Waktu rata-rata *changeover* sebelum perbaikan dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Waktu Rata-Rata *Changeover* Sebelum Perbaikan

Jenis Pergantian Profile (<i>changeover</i>)	Waktu Rata-Rata (detik)
E4E-Redeed (tebal kecil ke tebal besar)	1660,15
E4E-Redeed (tebal besar ke tebal kecil)	1481,00
Redeed -E4E (tebal kecil ke tebal besar)	1579,14
Redeed -E4E (tebal besar ke tebal kecil)	1503,41
E4E-E2E (tebal kecil ke tebal besar)	1622,24
E4E-E2E (tebal besar ke tebal kecil)	1614,78
E2E-E4E (tebal kecil ke tebal besar)	1766,94
E2E-E4E (tebal besar ke tebal kecil)	1612,23
E4E-S4S	1390,10

Masalah saat *Changeover* dan Usulan Perbaikan

Masalah utama dari proses *changeover* saat ini adalah aktivitas *changeover* dilakukan secara seri oleh seorang operator. Masalah lainnya yaitu ada aktivitas-aktivitas internal seperti mengambil pisau di Tool Room, dan mencari dan mengambil kunci pisau serta kunci baut yang dapat dijadikan aktivitas eksternal. Masalah terakhir adalah operator perlu waktu cukup lama untuk mencari *ring* yang dibutuhkan untuk dipasang pada pisau. Hal ini disebabkan tempat penyimpanan *ring* saat ini tidak membedakan *ring* berdasarkan ukurannya

sehingga *ring* dengan berbagai ukuran dicampur menjadi satu seperti dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Ring Dicampur Pada Satu Tempat

Usulan Mengganti Aktivitas Internal Menjadi Aktivitas Eksternal

Aktivitas mengambil pisau di *Tool room* dapat dilakukan sebelum mesin berhenti, yaitu dengan *supervisor moulding* mengambil pisau yang dibutuhkan untuk proses *changeover* sebelum mesin berhenti. *Supervisor moulding* dapat mempersiapkan kunci pisau dan kunci baut di mesin *moulding* sebelum mesin berhenti. Permasalahan tidak adanya tempat penyimpanan khusus kunci pisau dan kunci baut menyebabkan perlu dibuat tempat penyimpanan khusus *tools* (kunci pisau dan kunci baut). Tempat penyimpanan khusus kunci baut sama dengan tempat penyimpanan khusus *ring* yang dapat dilihat pada Gambar 3. Tempat penyimpanan kunci pisau yang dibuat dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Tempat Penyimpanan Kunci Pisau

Waktu rata-rata aktivitas mengambil kunci pisau dan kunci baut perlu diukur untuk menghitung estimasi waktu *changeover* setelah perbaikan. Pengukuran waktu dilakukan saat kunci pisau dan kunci baut telah tersedia di dekat mesin sebelum mesin berhenti. Waktu rata-rata aktivitas mengambil kunci pisau adalah 3,2 detik dan mengambil kunci baut adalah 3,04 detik.

Usulan Menyederhanakan Aktivitas Mencari dan Mengumpulkan *Ring*

Waktu aktivitas mencari dan mengumpulkan *ring* juga dapat dikurangi dengan membuat tempat penyimpanan khusus *ring* yang membedakan

ukuran ring. Tempat penyimpanan khusus ring yang dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 3. Tempat Penyimpanan Khusus Ring dan Kunci Baut

Usulan Mengatur Aktivitas Secara Paralel Persamaan Matematika

Usulan selanjutnya adalah mengatur aktivitas yang dapat dilakukan secara paralel, artinya ada serangkaian aktivitas yang dapat dilakukan dalam waktu bersamaan. Hal ini dikarenakan pada setiap mesin moulding terdapat lima operator dan pada line moulding terdapat tiga supervisor moulding. Aktivitas changeover sebelumnya dilakukan oleh seorang operator dan seorang supervisor moulding. Operator melakukan aktivitas changeover dari awal hingga akhir, sedangkan supervisor melakukan aktivitas uji coba proses dan memeriksa hasil percobaan.

Usulan pengaturan aktivitas changeover yang dilakukan secara paralel berupa standar pengaturan job untuk masing-masing operator dan supervisor moulding. Hal ini bertujuan selain mengurangi waktu changeover juga membuat pembagian pekerjaan atau aktivitas yang dilakukan oleh setiap operator menjadi lebih jelas. Usulan pengaturan aktivitas changeover ini dibuat berdasarkan kesepakatan dengan pihak perusahaan. Standar pengaturan job dibuat untuk lima jenis changeover yang dibahas dalam penelitian.

Standar pengaturan job yang dibuat kemudian dihitung estimasi waktu changeover nya agar didapatkan waktu changeover sesudah perbaikan. Waktu changeover sebelum dan sesudah perbaikan perlu dibandingkan untuk mengukur seberapa besar penurunan waktu dengan menerapkan usulan perbaikan. Perbandingan waktu changeover dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4. Perbandingan Waktu Changeover Sebelum Perbaikan dan Estimasi Waktu Changeover Sesudah Perbaikan

Jenis Pergantian Profile	Waktu Sebelum Perbaikan (detik)	Waktu Sesudah Perbaikan (detik)	Selisih Waktu (detik)	Persentase Penurunan Waktu
E4E-Redeed (tebal kecil ke tebal besar)	1660,15	993,88	666,27	40,13%
E4E-Redeed (tebal besar ke tebal kecil)	1481,00	987,69	493,31	33,31%
Redeed-E4E (tebal kecil ke tebal besar)	1579,14	897,60	681,53	43,16%
Redeed-E4E (tebal besar ke tebal kecil)	1503,41	1014,16	489,25	32,54%
E4E-E2E (tebal kecil ke tebal besar)	1622,24	1097,28	524,96	32,36%
E4E-E2E (tebal besar ke tebal kecil)	1614,78	1196,52	418,26	25,90%
E2E-E4E (tebal kecil ke tebal besar)	1766,94	1245,41	521,53	29,52%
E2E-E4E (tebal besar ke tebal kecil)	1612,23	1185,88	426,34	26,44%
E4E-S4S	1390,10	890,47	499,62	35,94%
Rata-rata Estimasi Penurunan Waktu Changeover				33,26%

Perbandingan waktu changeover pada Tabel 4 menunjukkan bahwa terjadi penurunan waktu changeover dengan estimasi rata-rata sebesar 33,26% apabila proses changeover dilakukan sesuai dengan usulan perbaikan yang telah dijelaskan sebelumnya.

Standarisasi Usulan Perbaikan Changeover

Standarisasi juga bertujuan agar operator dan Supervisor moulding dapat melakukan proses changeover sesuai dengan prosedur yang baru dengan benar. Standarisasi prosedur changeover meliputi standar pengaturan job dan form checklist pergantian profile. Form checklist pergantian profile dibuat untuk membantu supervisor moulding mempersiapkan tools yang diperlukan sebelum changeover dimulai. Form checklist juga membantu supervisor mengawasi proses changeover agar menghindari terlewatnya aktivitas dan hal-hal penting saat changeover dilakukan.

Komponen Kritis pada Mesin Moulding

Mesin moulding memiliki beberapa komponen kritis atau komponen yang sering terjadi kerusakan. Komponen-komponen tersebut yaitu as, bearing, speeder, cross joint, pulley, v-belt, gearbox, motor, dan roller transfer.

Sistem Perawatan Saat Ini

Sistem perawatan yang diterapkan di PT. X saat ini adalah breakdown maintenance. Breakdown maintenance adalah sistem yang melakukan penggantian komponen setelah terjadi kerusakan pada mesin. Sistem breakdown maintenance menyebabkan mesin dihentikan saat terjadi kerusakan secara tiba-tiba untuk dilakukan

penggantian komponen. Teknisi harus memeriksa setiap komponen terlebih dahulu untuk memastikan komponen mana yang rusak dan perlu diganti, sehingga waktu mesin berhenti menjadi lama.

Sistem perawatan di PT. X khususnya untuk mesin *moulding* perlu diganti menjadi sistem *preventive maintenance*. Sistem ini melakukan perawatan mesin secara terjadwal untuk mencegah terjadinya kerusakan secara tiba-tiba, oleh karena itu perlu dirancang jadwal perawatan untuk mencegah kerusakan mesin saat proses produksi. Perawatan yang dilakukan terhadap mesin adalah memeriksa kondisi setiap komponen sesuai jadwal perawatan, apabila kondisi komponen perlu dilakukan penggantian, maka komponen tersebut harus diganti.

Perhitungan Nilai Mean Time To Failure (MTTF) dan Menentukan Nilai Mean Time To Repair (MTTR)

Tujuan menghitung nilai MTTF adalah menentukan selang waktu dilakukannya pemeriksaan komponen. Data kerusakan mesin dibutuhkan untuk menghitung nilai Mean Time To Failure (MTTF) yaitu data kerusakan mesin dari bulan Maret 2014 hingga 16 Maret 2015. Menghitung nilai MTTF semua komponen dapat dilakukan dengan menghitung rata-rata selang waktu kerusakan. Contoh hasil perhitungan MTTF untuk setiap komponen mesin dapat dilihat pada Tabel 5.

Tabel 5. Nilai MTTF dan MTTR Komponen Mesin Moulding 2

Mesin	Komponen	MTTF (hari)	MTTR (jam)
2	As	20	2
	Bearing	16,82	2
	Cross joint	42,17	1,5
	Gearbox	78,5	3
	Pulley	29,4	2,5
	roller trans	131	1
	v-belt	18	0,33

MTTR adalah waktu rata-rata dilakukannya perbaikan sebuah komponen atau mesin. Tujuan menentukan nilai MTTR adalah untuk menghitung downtime akibat kerusakan saat proses produksi berlangsung. Nilai MTTR didapatkan dari hasil wawancara dengan divisi *maintenance*. Nilai MTTR yang digunakan adalah waktu rata-rata seorang teknisi memeriksa kerusakan mesin dan mengganti komponen mesin yang rusak.

Prosedur Preventive Maintenance

Prosedur *preventive maintenance* dibuat untuk memberi pedoman kepada teknisi yang bertugas melakukan perawatan terhadap mesin *moulding*. Prosedur ini berisi nama komponen, jadwal perawatan, prosedur pemeriksaan, penggantian komponen, indikator kerusakan, lama pemeriksaan, dan lama penggantian komponen. Perawatan yang dilakukan adalah memeriksa komponen sesuai dengan jadwal perawatannya yang dilakukan saat jam istirahat. Penggantian komponen akan dilakukan apabila saat memeriksa komponen, kondisi komponen perlu dilakukan penggantian. Penggantian komponen dilakukan setelah proses produksi selesai yaitu mulai pukul 16.00.

Jadwal *preventive maintenance* yang telah dirancang perlu disimulasikan untuk mengetahui seberapa baik penerapan sistem *preventive maintenance* untuk mesin *moulding* di PT. X. Simulasi menggunakan data kerusakan mulai bulan Maret 2014 hingga 16 Maret 2015 sebagai data kerusakan aktual. Jadwal dilakukannya *preventive maintenance* pada setiap komponen menggunakan acuan nilai MTTF masing-masing komponen.

Waktu ditemukannya gejala atau tanda-tanda kerusakan pada setiap komponen berbeda-beda. Data waktu gejala kerusakan komponen diperlukan untuk menentukan asumsi simulasi jadwal *preventive maintenance*. Data waktu gejala kerusakan komponen didapatkan dari hasil wawancara dengan kepala divisi *maintenance*. Data waktu gejala kerusakan komponen dapat dilihat pada Tabel 6.

Tabel 6. Waktu Gejala Kerusakan Komponen

Komponen	Selang Waktu Gejala Kerusakan
as	7 hari hingga 14 hari
bearing	7 hari hingga 14 hari
cross joint	7 hari hingga 14 hari
gearbox	7 hari hingga 14 hari
pulley	5 hari hingga 7 hari
roller trans	1 bulan hingga 2 bulan
speeder	4 hari hingga 7 hari
v-belt	4 hari hingga 7 hari

Asumsi yang digunakan untuk simulasi adalah apabila *preventive maintenance* dilakukan sebelum terjadinya kerusakan komponen dalam jangka waktu 7 hari, maka kerusakan tidak terjadi. Apabila *preventive maintenance* dilakukan sebelum terjadinya kerusakan melebihi 7 hari, maka

kerusakan tetap terjadi. *Preventive maintenance* apabila dilakukan pada tanggal yang sama dengan terjadinya kerusakan, maka kerusakan terjadi lebih dahulu. Kerusakan yang terjadi lebih dari satu kerusakan di antara selang waktu *preventive maintenance*, maka kerusakan yang tidak terjadi hanya satu kerusakan.

Perhitungan Downtime Kerusakan yang Terjadi Saat Proses Produksi

Setiap komponen masing-masing mesin dihitung *downtime*nya saat diterapkan sistem *breakdown maintenance* dan saat diterapkan sistem *preventive maintenance*. Perhitungan *downtime* digunakan untuk membandingkan seberapa besar penurunan *downtime* sebuah mesin *moulding* apabila diterapkan sistem *preventive maintenance*. Nilai *downtime* per komponen didapatkan dari hasil perkalian antara frekuensi kerusakan komponen dengan *MTTR* komponen. Nilai *downtime* setiap komponen mesin dijumlah sehingga didapatkan total *downtime* mesin.

Total *downtime* kerusakan semua mesin *moulding* saat diterapkan sistem *preventive maintenance* lebih kecil dari total *downtime* saat diterapkan sistem *breakdown maintenance* selama setahun seperti dapat dilihat pada Tabel 7. Estimasi rata-rata penurunan *downtime* mesin *moulding* dalam setahun sebesar 57,55%.

Tabel 7. Estimasi Penurunan Downtime Mesin Moulding Dalam Setahun

Mesin	Total Downtime Breakdown Maintenance (jam)	Total Downtime Preventive Maintenance (jam)	Penurunan Downtime (jam)	Persentase Estimasi Penurunan Downtime
1	37,5	14	23,5	62,67%
2	106,8	55,31	51,49	48,21%
3	38,49	20,99	17,5	45,47%
4	26,82	10,32	16,5	61,52%
5	30,5	11	19,5	63,93%
6	43,32	15,82	27,5	63,48%
Rata-rata Persentase Penurunan Downtime				57,55%

Simpulan

Penyebab terbesar terjadinya *downtime* pada mesin *moulding* di PT. X yaitu *changeover* dan kerusakan mesin. Usulan perbaikan untuk mengurangi waktu *changeover* terdiri dari mempersiapkan pisau dan *tools* sebelum mesin berhenti, membuat tempat penyimpanan khusus *tools* dan ring, mengatur aktivitas *changeover* secara paralel, membuat

Standar Pengaturan *Job* serta membuat Form *Checklist Ganti Profile*. Usulan perbaikan proses *changeover* apabila diterapkan dapat menurunkan waktu *changeover* dengan rata-rata estimasi penurunan sebesar 33,26%.

Usulan terhadap permasalahan kerusakan mesin *moulding* adalah membuat jadwal *preventive maintenance* berdasarkan nilai *MTTF* masing-masing komponen mesin dan membuat prosedur *preventive maintenance*. Rata-rata estimasi penurunan *downtime* kerusakan dalam setahun apabila prosedur *preventive maintenance* diterapkan pada mesin *moulding* adalah sebesar 57,55%.

Daftar Pustaka

1. Allen, J., *Lean Manufacturing a Plant Floor Guide*, Society of Manufacturing Engineers, New York, 2001.
2. Nicholas, J., *Competitive Manufacturing Management*, Mc Graw-Hill Companies, Singapore, 1998.
3. J.H Williams, A. Davies, and P.R. Drake, *Condition Based Maintenance and machine Diagnostics*, 1st ed., Chapman and Hall, 1994.
4. Ebeling, C.E., *An Introduction to Reliability and Maintainability Engineering*, Mc Graw-Hill, New York, 1997.

