

**ANALISIS MAINTENANCE RELIABILITY TERHADAP
MTBF (MEAN TIME BETWEEN FAILURES) FACILITIES
PADA INDUSTRI PULP & PAPER**

Iwan Nauli Daulay, Sri Sitiani Nurutami dan Dian Denisha Daniel

Jurusan Manajemen Fakultas Ekonomi Universitas Riau
Kampus Bina Widya Km 12,5 Simpang Baru, Pekanbaru

ABSTRAK

Penelitian ini dilakukan pada Fasilitas Mesin Robotyer sector Pulp Machine PT. Riau Andalan Pulp & Paper dan Bleaching Sector Pulp MAKING-9 PT. Indah Kiat Pulp & Paper, bertujuan untuk mengetahui pengaruh Maintenance Reliability yang terdiri dari Preventive Maintenance dan Corrective Maintenance terhadap Mean Time Between Failures.

Metode analisis yang digunakan pada penelitian ini adalah regresi berganda dengan uji parsial dan simultan dan juga didukung dengan analisis deskriptif terhadap kedua fasilitas tersebut. Penelitian hanya menggunakan populasi saja yaitu data sekunder pada Mesin Robotyer sektor pulp machine PT. Riau Andalan Pulp & Paper dan Bleaching Sector Pulp MAKING-9 PT. Indah Kiat Pulp & Paper.

Dari hasil penelitian yang telah dilakukan, uji regresi parsial menunjukkan bahwa variabel preventive maintenance & corrective maintenance memiliki pengaruh signifikan terhadap variabel Mean Time Between Failures. Sedangkan uji regresi simultan menunjukkan bahwa seluruh variabel bebas yang diteliti memiliki pengaruh signifikan terhadap variabel Mean Time Between Failures. Besarnya pengaruh yang ditimbulkan oleh kedua variabel ini secara bersama-sama terhadap variabel terikatnya adalah sebanyak 50,30 %, sedangkan sisanya sebesar 49,70 % dipengaruhi oleh variabel-variabel lainnya yang tidak diteliti di dalam penelitian ini.

Kata Kunci : *Preventive maintenance, corrective maintenance, dan Mean Time Between Failures.*

PENDAHULUAN

Perkembangan teknologi manufaktur yang pesat menggambarkan betapa semakin tingginya kebutuhan manusia terhadap barang dan jasa sehingga teknologi terus dikembangkan dan dikelola untuk memenuhi kebutuhan manusia. Berkembangnya teknologi dengan cepat dapat menciptakan persaingan yang sangat kompetitif dalam memproduksi barang dan jasa. Industri Manufaktur merupakan sumber yang memproduksi dan menyediakan produk yang dibutuhkan masyarakat luas.

Adapun data target dan realisasi Produksi *Pulp* serta presentase kinerja *maintenance* yang dilakukan PT. Riau Andalan *Pulp & Paper* selama tiga tahun terakhir dapat dilihat pada tabel berikut :

Tabel 1.1 : Data produksi per tahun

No.	Tahun	Target Produksi (ton)	Actual Produksi (ton)	Total <i>Maintenance</i>
1	2010	2.300.000	2.013.000	95,64 %
2	2011	2.500.000	2.237.000	94,23 %
3	2012	2.500.000	2.101.000	96,99 %

Sumber : PT. Riau Andalan *Pulp & Paper*

Dari tabel 1.1 dapat kita lihat bahwa target produksi PT. Riau Andalan *Pulp & Paper* tahun 2010 adalah sebanyak 2.300.000 dengan pencapaian produksi yakni 2.013.000 ton. Sebanyak $\pm 12,5$ % produksi *Pulp* tidak terealisasi dengan kinerja *maintenance* mencapai 95,64 %. Di tahun 2011, meskipun kinerja *maintenance* mengalami penurunan menjadi 94,23 %, produksi pulp mengalami peningkatan hingga mencapai angka 2.237.000. Sedangkan ditahun 2012 dengan target produksi yang masih sama produksi mengalami penurunan sebanyak 6,4 % dari *actual product* produksi di tahun sebelumnya.

Adapun data mengenai hasil produksi pulp dan kegiatan *maintenance* pada proses *bleaching* pulp making-9 PT. Indah Kiat Pulp & Paper adalah sebagai berikut :

Tabel 1.2.: Actual product dan Losstime Tahun 2010-2012

No.	Tahun	Actual Product (Ton)	Target product (Ton)	Losstime (Min)	Jam kerja <i>maintenance</i> (%)
1	2010	1.232.138,36	1.302.000	28.287	97,37
2	2011	1.131.511	1.302.000	55.557	97,83
3	2012	1.221.028,61	1.312.117	32.406	98,32

Sumber : PT. Indah Kiat *Pulp & Paper*

Dilihat dari data yang diperoleh selama tiga tahun diatas, dapat dilihat nilai *actual product* pulp mengalami fluktuasi. Pada tahun 2010, total *actual product* adalah 1.232.138,36 ton, sedangkan target produksi adalah 1.302.000 ton, dengan *losstime* selama 28.287 menit. Ini berarti ada faktor yang menyebabkan produksi pulp yang direncanakan semula tidak terealisasi sepenuhnya.

Permasalahan umum yang sering dihadapi perusahaan industri adalah mengenai proses pemeliharaan atau perawatan mesin yang belum optimal, yang disebabkan karena belum adanya prosedur atau metode perawatan yang baik.

Perawatan yang dilakukan masih bersifat standar kerja, yaitu hanya melakukan pembersihan mesin serta memperbaiki atau mengganti komponen mesin pada saat rusak dan penggantian oli saja. Hal ini tentu akan membuat suatu mesin akan mudah rusak dan keandalan mesin tidak akan terjaga dengan baik. Kerusakan mesin itu sendiri tentu disebabkan dari komponen-komponen mesin yang sering atau terus-menerus mengalami kerusakan serta penyebabnya jelas belum adanya tindakan perawatan yang baik yang dilakukan perusahaan untuk menangani masalah tersebut.

Dalam Relianility maintenance salah satu varibel yang diukur adalah MTBF (*Mean Time Between Failures*) yang merupakan waktu yang diperkirakan antara suatu perbaikan dengan kegagalan (kerusakan) berikutnya dari sebuah komponen, mesin, proses atau produk (**Heizer dan Render, 2010**). Sehingga dapat kita simpulkan bahwa MTBF adalah waktu rata-rata antar kegagalan dari suatu mesin, dihitung dari mesin pertama kali perbaikan sampai terjadinya kegagalan lagi. MTBF menunjukkan tentang seberapa handalnya peralatan/mesin operasi dalam menghasilkan produk, yang dilihat dari waktu rata-rata peralatan/mesin itu akan berfungsi mulai dari satu repair/ kerusakan sampai ke kerusakan berikutnya.

Berdasarkan uraian latar belakang tersebut diatas, maka penulis merumuskan masalah sebagai berikut:

1. Bagaimana pengaruh *Maintenance Reliability* secara simultan terhadap *Mean Time Between Failure* (MTBF) Mesin *Robotyer* pada PT. Riau Andalan *Pulp and Paper* dan *Bleaching Sector Pulp MAKING-9 PT. Indah Kiat Pulp & Paper*?
2. Bagaimana pengaruh *Maintenance Reliability* secara parsial terhadap *Mean Time Between Failure* (MTBF) Mesin *Robotyer* pada PT. Riau Andalan *Pulp and Paper* dan *Bleaching Sector Pulp MAKING-9 PT. Indah Kiat Pulp & Paper*?

Sebagaimana telah dinyatakan dalam rumusan masalah di atas, maka tujuan dari penelitian ini adalah :

1. Untuk mengetahui pengaruh *Maintenance Reliability* secara Simultan terhadap *Mean Time Between Failure* (MTBF) Mesin *Robotyer* pada PT. Riau Andalan *Pulp and Paper* dan *Bleaching Sector Pulp MAKING-9 PT. Indah Kiat Pulp & Paper*.
2. Untuk mengetahui pengaruh *Maintenance Reliability* secara Parsial terhadap *Mean Time Between Failure* (MTBF) Mesin *Robotyer* pada PT. Riau Andalan *Pulp and Paper* dan *Bleaching Sector Pulp MAKING-9 PT. Indah Kiat Pulp & Paper*.

Adapun manfaat dari penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Bagi perusahaan, penelitian ini diharapkan dapat menjadi bahan pertimbangan bagi industri Pulp and Paper pada umumnya dan pada kedua perusahaan yaitu PT. Riau Andalan Pulp & Paper dan PT. Indah Kiat Pulp & Paper dalam praktiknya menjalankan aktivitas maintenance guna mencapai tujuan perusahaan serta menjaga keandalan produk secara kontinu dan *steady*.
2. Bagi akademisi dan praktisi, penelitian ini diharapkan dapat menjadi sarana pengembangan ilmu manajemen khususnya manajemen operasional, dalam hal manajemen pemeliharaan (*maintenance*).
3. Bagi Penulis: penelitian ini selain dapat menambah wawasan dan pengetahuan penulis, juga dapat menjadi perwujudan aplikasi ilmu operasional dan praktiknya yang mendalam khususnya tentang manajemen pemeliharaan (*maintenance*).

Pemeliharaan

Aktivitas pemeliharaan pada awalnya tidak dianggap sebagai aktivitas yang penting dan perlu di-*manage* karena hal ini berjalan seiring dengan dijalankannya operasi dalam perusahaan. Seiring dengan perkembangan ilmu pengetahuan, aktivitas manajemen semakin diprioritaskan karena mempunyai andil besar dalam keberhasilan suatu perusahaan.

Peran aktivitas pemeliharaan berubah seiring dengan tuntutan perkembangan kompetisi global. Peran tersebut tidak lagi hanya sebatas tindakan darurat untuk mengatasi kerusakan yang terjadi. Dengan diterapkannya sistem, infrastruktur, proses dan prosedur yang benar dan konsisten, maka pemeliharaan dapat meminimalkan kerugian yang terjadi, operasional perusahaan menjadi lebih stabil, hasil/output produksi dapat dimaksimalkan dan produk dengan kualitas yang tinggi dapat dihasilkan secara konsisten (**Mobley, 2008**).

Pemeliharaan merupakan fungsi yang penting dalam suatu pabrik. Sebagai suatu usaha menggunakan fasilitas/ peralatan produksi agar kontinuitas produksi dapat terjamin dan menciptakan suatu keadaan operasi produksi yang memuaskan sesuai dengan rencana. Selain itu, fasilitas/peralatan produksi tersebut tidak mengalami kerusakan selama dipergunakan sebelum jangka waktu tertentu yang direncanakan tercapai (**Mobley, 2008**).

Persepsi dasar dari fungsi-fungsi pemeliharaan telah mengalami perkembangan dalam tiga dekade terakhir. Persepsi pemeliharaan secara tradisional adalah untuk memperbaiki komponen peralatan yang rusak. Sehingga dengan demikian kegiatan pemeliharaan terbatas pada tugas-tugas reaktif tindakan perbaikan atau penggantian komponen peralatan.

Pendekatan ini lebih dikenal dengan perawatan reaktif, pemeliharaan kerusakan atau pemeliharaan korektif. Pandangan yang lebih baru mengenai pemeliharaan didefinisikan sebagai “semua kegiatan yang ditujukan untuk menjaga suatu item atau mengembalikan ke keadaan fisik yang dianggap perlu untuk memenuhi fungsi produksi” (Gits, 1992 dalam Chaidir, 2010). Lingkup tampilan yang diperbesar ini juga termasuk tugas proaktif seperti inspeksi pelayanan dan periodik rutin, penggantian pencegahan, dan pemantauan kondisi. Dalam rangka “mempertahankan” dan “mengembalikan” peralatan, pemeliharaan harus melakukan beberapa kegiatan tambahan. Kegiatan ini meliputi perencanaan kerja, pengendalian pembelian bahan, manajemen personalia, dan pengendalian kualitas (Priel, 1974 dalam Chaidir, 2010). Tugas dan kegiatan yang sangat beragam ini dapat membuat pemeliharaan menjadi suatu tugas fungsi yang rumit untuk dikelola.

Jenis - Jenis Pemeliharaan

1. Preventive Maintenance

Preventive maintenance adalah kegiatan pemeliharaan dan perawatan yang dilakukan untuk mencegah timbulnya kerusakan-kerusakan yang tidak terduga dan menemukan kondisi atau keadaan yang dapat menyebabkan fasilitas produksi mengalami kerusakan pada waktu digunakan dalam proses produksi.

Memperbaiki mesin sesudah mesin itu rusak bukan merupakan kebijaksanaan perawatan yang paling baik, karena perawatan yang baik adalah perawatan yang dapat mencegah kerusakan. Biaya perawatan terbesar biasanya bukan biaya perbaikan. Lebih sering biaya terbesar ini adalah biaya “berhenti beroperasi karena perbaikan”. Rusaknya mesin, meskipun dapat diperbaiki dengan cepat, akan menghentikan aktivitas produksi beberapa saat. Para pekerja dan mesin-mesin menganggur, produksi hilang dan permintaan tidak dapat dipenuhi sesuai jadwal. Pekerjaan memperbaiki kerusakan hampir selalu memakan biaya lebih banyak dari pada pekerjaan pencegahan.

Dengan demikian semua fasilitas produksi yang mendapatkan *preventive maintenance* akan terjamin kelancaran kerjanya dan selalu diusahakan dalam kondisi atau keadaan yang siap dipergunakan untuk setiap operasi atau proses produksi pada setiap saat. Sehingga dapat dimungkinkan pembuatan suatu rencana atau jadwal pemeliharaan dan perawatan yang sangat cermat dan rencana produksi yang lebih tepat.

Preventive maintenance ini sangat penting karena kegunaannya yang sangat efektif di dalam menghadapi fasilitas-fasilitas produksi yang termasuk kedalam golongan “*critical unit*”, apabila :

- a. Kerusakan fasilitas atau peralatan tersebut akan membahayakan kesehatan atau keselamatan para pekerja.

- b. Kerusakan fasilitas ini akan mempengaruhi kualitas dari produk yang dihasilkan.
- c. Kerusakan fasilitas tersebut akan menyebabkan kemacetan dari seluruh proses produksi.
- d. Modal yang ditanamkan dalam fasilitas tersebut atau harga dari fasilitas ini adalah cukup besar atau mahal.

Apabila *preventive maintenance* dilaksanakan pada fasilitas-fasilitas atau peralatan yang termasuk “*critical unit*”, maka tugas-tugas *maintenance* dapat dilakukan dengan suatu perencanaan yang intensif untuk unit yang bersangkutan, sehingga rencana produksi dapat dicapai dengan jumlah hasil produksi yang lebih besar dalam waktu yang relatif lebih singkat. Dalam praktiknya *preventive maintenance* yang dilakukan oleh suatu perusahaan pabrik dapat dibedakan atas *Routine Maintenance* dan *Periodic Maintenance*.

Routine maintenance adalah kegiatan pemeliharaan dan perawatan yang dilakukan secara rutin misalnya setiap hari. Sebagai contoh dari kegiatan ini adalah pembersihan fasilitas/peralatan, pelumasan (*lubrication*), atau pengecekan oli nya, serta pengecekan isi bahan bakarnya dan mungkin termasuk pemanasan (*warming up*) dari mesin-mesin selama beberapa menit sebelum dipakai beroperasi sepanjang hari. Sedangkan *periodic maintenance* adalah kegiatan pemeliharaan dan perawatan yang dilakukan secara berkala atau dalam jangka waktu tertentu, misalnya setiap satu minggu sekali, lalu meningkat setiap bulan sekali, dan akhirnya setiap satu tahun sekali. *Periodic maintenance* dapat dilakukan pula dengan memakai lamanya jam kerja mesin atau fasilitas produksi tersebut sebagai jadwal kegiatan, misalnya setiap seratus jam kerja mesin sekali dan seterusnya. Jadi sifat kegiatan *maintenance* ini tetap secara periodik atau berkala. Kegiatan *periodic maintenance* jauh lebih berat daripada kegiatan *routine maintenance*.

Sebagai contoh dari kegiatan *periodic maintenance* adalah pembongkaran *carburetor* ataupun pembongkaran alat-alat di bagian sistem aliran bensin, penyetelan katup-katup pemasukan dan pembuangan *cylinder* mesin dan pembongkaran mesin/fasilitas tersebut untuk penggantian pelor roda (*bearing*) serta *service* dan *overhaul* besar ataupun kecil.

Perbaikan pencegahan dibagi menjadi dua kegiatan utama yaitu :

- a. Perhatian Rutin, Dirancang untuk melindungi harta dengan mengikuti standar kebersihan dan keefekifan sesuai kebijakan operasi dan keuangan, seperti pengecatan, pelumasan, penyetelan reguler dan penggantian suku cadang.
- b. Pemeriksaan Rutin, menemukan potensi kerusakan yang dapat berkembang menjadi gagal kerja (Revino, 2005).

2. *Corrective Maintenance*

Menurut Assauri (2008), *Corrective* atau *breakdown maintenance* adalah kegiatan pemeliharaan dan perawatan yang dilakukan setelah terjadinya suatu kerusakan atau kelainan pada fasilitas atau peralatan sehingga tidak dapat berfungsi dengan baik. Kegiatan *corrective maintenance* yang dilakukan sering disebut dengan kegiatan perbaikan atau reparasi. Perbaikan yang dilakukan karena adanya kerusakan yang dapat terjadi akibat tidak dilakukannya *preventive maintenance* ataupun telah dilakukan *preventive maintenance* tetapi sampai pada suatu waktu tertentu fasilitas atau peralatan tersebut tetap rusak.

Jadi dalam hal ini kegiatan *maintenance* sifatnya hanya menunggu sampai kerusakan terjadi dahulu, baru kemudian diperbaiki atau dibetulkan. Maksud tindakan perbaikan ini adalah agar fasilitas atau peralatan tersebut dapat dipergunakan kembali dalam proses produksi, sehingga operasi atau proses produksi dapat berjalan lancar kembali. Dengan demikian, apabila perusahaan hanya mengambil kebijaksanaan untuk melakukan *corrective maintenance* saja tanpa *preventive maintenance*, akan menimbulkan akibat-akibat yang dapat menghambat kegiatan produksi apabila terjadi suatu kerusakan yang tiba-tiba pada fasilitas produksi yang digunakan.

Secara sepintas lalu kelihatan *corrective maintenance* saja adalah lebih murah biayanya dari pada mengadakan *preventive maintenance*. Hal ini adalah benar selama kerusakan belum terjadi pada fasilitas atau peralatan selama proses produksi berlangsung. Tetapi sekali kerusakan terjadi pada fasilitas atau peralatan selama proses produksi berlangsung, maka akibat dari kebijakan *corrective maintenance* saja akan jauh lebih parah daripada *preventive maintenance*. Di samping itu akan terdapat suatu kenaikan yang melonjak dari biaya-biaya perawatan dan pemeliharaan pada saat terjadinya kerusakan tersebut. Oleh karena *corrective maintenance* ini mahal, maka sedapat mungkin harus dicegah dengan mengintensifkan kegiatan *preventive maintenance*.

3. Strategi Pemeliharaan & Keandalan

Sistem pemeliharaan yang baik menghilangkan variabilitas. Sistem harus dirancang dan dipelihara agar dapat mencapai kinerja dan standar kualitas yang diharapkan. Pemeliharaan (*maintenance*) mencakup semua aktivitas yang berkaitan dengan menjaga semua peralatan sistem agar dapat bekerja. Keandalan (*reliability*) adalah peluang sebuah komponen mesin atau produk akan berfungsi dengan benar selama waktu tertentu dan dalam kondisi-kondisi tertentu.

Menurut **Heizer dan Render (2010)**, Taktik pemeliharaan adalah :

- Menerapkan / meningkatkan pemeliharaan preventif.
- Meningkatkan kemampuan atau kecepatan perbaikan.

Sedangkan Taktik keandalan adalah :

- Meningkatkan komponen demi komponen.
- Menyediakan redundansi.

A. Pemeliharaan

Pemeliharaan merupakan suatu fungsi dalam suatu perusahaan pabrik yang sama pentingnya dengan fungsi-fungsi lain seperti produksi. Hal ini karena apabila kita mempunyai peralatan atau fasilitas, maka biasanya kita selalu berusaha untuk tetap mempergunakan peralatan atau fasilitas tersebut.

Menurut **Heizer dan Render (2010)**, “Pemeliharaan preventif (*preventive maintenance*) mencakup pemeriksaan dan pemeliharaan rutin serta menjaga fasilitas tetap dalam kondisi baik.” Hal ini dimaksudkan untuk membangun sebuah sistem yang akan menemukan kegagalan potensial dan melakukan perubahan atau perbaikan yang akan mencegah terjadinya kegagalan.

Pemeliharaan preventif lebih dari sekedar menjaga peralatan dan mesin agar tetap berjalan. Pemeliharaan preventif juga mencakup perancangan sistem teknis dan sistem manusia yang akan menjaga proses produksi tetap bekerja dalam batas toleransi, dan menjadikan sistem tersebut dapat menjalankan proses produktifnya.

Pemeliharaan kerusakan (*breakdown maintenance*) terjadi ketika suatu peralatan mengalami kegagalan dan menuntut perbaikan darurat atau berdasarkan prioritas.

1) Menerapkan Pemeliharaan Preventif

Pemeliharaan preventif menyatakan bahwa ketika sebuah sistem membutuhkan pemeliharaan atau perbaikan, hal tersebut dapat ditentukan. Oleh karena itu, untuk melaksanakan pemeliharaan preventif, harus diketahui kapan sebuah sistem memerlukan pemeliharaan atau kapan kemungkinan sistem akan gagal.

Setelah perusahaan memiliki kandidat untuk pemeliharaan preventif, perlu ditentukan kapan pemeliharaan preventif yang ekonomis dapat dilakukan. Pada umumnya, semakin mahal pemeliharannya, semakin sempit distribusi MTBF-nya. Selain itu, apabila perbaikan pada saat prosesnya rusak tidak lebih mahal dibandingkan biaya pemeliharaan preventif, lebih baik membiarkan prosesnya rusak dan kemudian melakukan perbaikan.

Dengan teknik-teknik pelaporan yang baik, perusahaan dapat menyimpan catatan mengenai proses-proses, mesin atau peralatan secara individual. Catatan tersebut dapat menyediakan profil yang berisi jenis pemeliharaan yang diperlukan dan waktu pemeliharaan yang dibutuhkan. Catatan pemeliharaan peralatan merupakan bagian yang sangat penting dalam sebuah sistem pemeliharaan preventif, seperti halnya catatan mengenai waktu dan biaya perbaikan. Catatan seperti ini juga dapat memberikan informasi serupa tentang jenis peralatan dan pemasoknya.

Penyimpanan catatan sangatlah penting sehingga kebanyakan sistem pemeliharaan yang baik saat ini dilakukan menggunakan komputer.

2) Meningkatkan Kemampuan Memperbaiki

Karena keandalan dan pemeliharaan preventif jarang ada yang sempurna, perusahaan memiliki beberapa tingkatan kemampuan perbaikan. Dengan memperbesar atau meningkatkan fasilitas pemeliharaan, sistem bekerja menjadi lebih cepat. Sebuah fasilitas pemeliharaan yang baik harus memiliki enam hal berikut :

- Personel yang terlatih dengan baik
- Sumber daya yang memadai
- Kemampuan menetapkan sebuah rencana perbaikan dan prioritas
- Kemampuan dan otoritas untuk melakukan perencanaan bahan
- Kemampuan mengidentifikasi penyebab kerusakan
- Kemampuan merancang cara memperluas MTBF

Walaupun begitu, tidak semua pekerjaan perbaikan dapat dilaksanakan pada fasilitas perusahaan tersebut. Karena itu, para manajer harus memutuskan tempat pekerjaan perbaikan akan dilaksanakan. Kebijakan pemeliharaan preventif harus mencakup penekanan pada karyawan agar dapat menerima tanggung jawab atas pemeliharaan yang mampu mereka lakukan.

B. Keandalan

Sistem-sistem terdiri atas serangkaian komponen yang saling berhubungan, dimana setiap sistem melakukan sebuah pekerjaan spesifik. Bila salah satu komponen gagal dilaksanakan karena alasan apapun, keseluruhan sistem dapat gagal.

1) Meningkatkan Komponen demi Komponen

Karena kegagalan terjadi dalam dunia nyata, maka dengan memahami mengapa hal itu terjadi merupakan sebuah konsep keandalan yang penting. Metode perhitungan keandalan sistem (R_s) terdiri atas perkalian dari setiap keandalan :

$$R_s = R_1 \times R_2 \times R_3 \times \dots \times R_n$$

Di mana : R_1 = Keandalan komponen 1

R_2 = Keandalan komponen 2

Persamaan ini mengasumsikan bahwa keandalan sebuah komponen tidak bergantung pada keandalan komponen lain (setiap komponen berdiri sendiri). Satuan dasar untuk pengukuran keandalan disebut tingkat kegagalan produk (*product failure rate* – FR). Perusahaan yang memproduksi peralatan yang berteknologi tinggi biasanya menyediakan data mengenai tingkat kegagalan produk mereka.

Adapun formulanya menurut **Heizer & Render (2010)** sebagai berikut :

$$FR (\%) = \frac{\text{jumlah kegagalan}}{\text{jumlah unit yang di uji coba}} \times 100\%$$

$$FR (N) = \frac{\text{jumlah kegagalan}}{\text{jumlah jam - unit dari waktu pengoperasian}}$$

Istilah yang paling umum dalam analisis keandalan adalah waktu rata-rata antar kegagalan (*mean time between failure*):

$$MTBF = \frac{1}{FR (N)}$$

Yaitu : Menentukan Waktu Rata-rata antar Kegagalan. Untuk menghitung persentase kegagalan [FR(N)], jumlah kegagalan per unit waktu [FR(N)] dan waktu rata-rata antar kegagalan (MTBF) digunakan tersebut secara berurutan.

2) Menyediakan Redundansi

Untuk meningkatkan keandalan sistem, kita perlu menambahkan redundansi (*redundancy*). Teknik ini berguna untuk “menyokong” suatu komponen dengan komponen cadangan. Redundansi diberikan untuk memastikan bahwa jika sebuah komponen gagal, maka sistem tersebut pasti akan memiliki sumber daya yang lain.

Laju penyusutan mesin sangat dipengaruhi oleh tingkat pemeliharaan, dan tingkat pemeliharaan itu sendiri dipengaruhi atau ditentukan oleh:

- Sistem pengolahan keseluruhan, yang menyangkut kehematan penggunaan mesin serta kerugian yang timbul apabila terjadi kerusakan.
- Jadwal pengolahan yang menyangkut tingkat penggunaan mesin.
- Kebijakan perusahaan tentang pemilikan dan penggunaan mesin yaitu apakah penggunaan mesin itu masih menghasilkan laba yang cukup untuk membelanjai biaya perbaikannya (**Pardede, 2005**).

Pelaksanaan Pemeliharaan

Kebijaksanaan perawatan jangka pendek dan jangka panjang

Pada beberapa proses produksi yang telah mapan, pengambilan keputusan tentang beberapa hal yang menjadi faktor kritis dalam kelangsungan proses dilakukan dalam tahap perencanaan (*design*).

Namun beberapa langkah penyesuaian dapat dilakukan dalam jangka pendek seperti :

- Pelatihan untuk operator
- Pemanfaatan persediaan barang yang optimum
- Penyesuaian jadwal kerja
- Penerapan kebijaksanaan perawatan jangka pendek dan lain sebagainya.

Penetapan kebijaksanaan jangka panjang secara ideal merupakan salah satu pengambilan keputusan pada perancangan sistem produksi. Fokus dari kebijaksanaan perawatan jangka panjang ini adalah :

- a. Perancangan keandalan setiap komponen atau fasilitas produksi sehingga dapat mencapai tingkat keandalan sistem produksi keseluruhan.
- b. Penetapan kapasitas cadangan dengan pemberian komponen atau fasilitas *standby* pada operasi yang bersifat kritis untuk mengantisipasi kemacetan proses produksi. (Adhikarablog.wordpress.com/2010/09/29/manajemen-perawatan-cont-4/)

Tugas dan Kegiatan Pemeliharaan

Menurut **Assauri (2008)**, semua tugas dan kegiatan pemeliharaan dapat digolongkan ke dalam salah satu dari lima tugas pokok yaitu :

- a. Inspeksi (*inspection*)

Kegiatan inspeksi meliputi kegiatan pengecekan atau pemeriksaan secara berkala (*routine schedule check*) bangunan dan peralatan pabrik sesuai dengan rencana serta kegiatan pengecekan atau pemeriksaan terhadap peralatan yang mengalami kerusakan dan membuat laporan hasil pengecekan dan pemeriksaan tersebut. Hasil laporan inspeksi harus memuat keadaan peralatan yang diinspeksi, sebab terjadinya kerusakan (bila ada), usaha perbaikan yang telah dilakukan dan saran perbaikan atau penggantian yang diperlukan. Maksud dari kegiatan inspeksi ini adalah untuk mengetahui apakah pabrik selalu mempunyai peralatan/fasilitas produksi yang baik untuk menjamin kelancaran proses produksi.

- b. Kegiatan teknik (*engineering*)

Kegiatan teknik meliputi kegiatan percobaan peralatan yang baru dibeli, pengembangan peralatan atau komponen yang perlu diganti serta melakukan penelitian terhadap kemungkinan pengembangan tersebut.

- c. Kegiatan produksi (*production*)

Kegiatan produksi merupakan kegiatan pemeliharaan yang sebenarnya, yaitu memperbaiki dan mereparasi mesin-mesin dan peralatan. Secara fisik melaksanakan pekerjaan yang disarankan dalam kegiatan inspeksi dan teknik, melaksanakan *service* dan pelumasan. Kegiatan produksi ini dimaksudkan agar kegiatan produksi dalam pabrik dapat berjalan lancar sesuai dengan rencana.

d. Kegiatan administrasi (*clericalwork*)

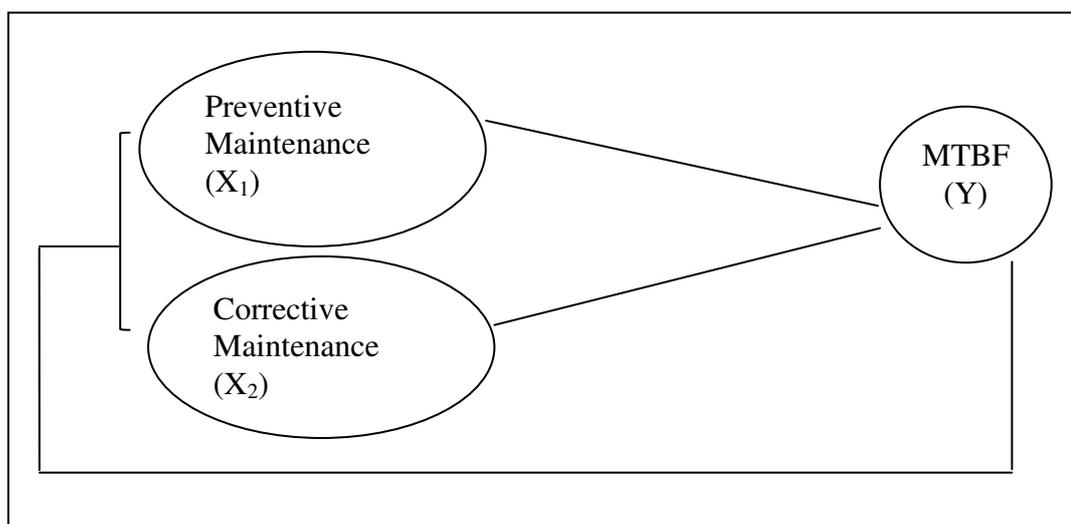
Pekerjaan administrasi ini merupakan kegiatan yang berhubungan dengan administrasi kegiatan pemeliharaan yang menjamin adanya catatan-catatan mengenai kegiatan atau kejadian-kejadian yang penting bagi bagian pemeliharaan.

e. Pemeliharaan bangunan (*house keeping*)

Kegiatan pemeliharaan bangunan merupakan kegiatan untuk menjaga agar bangunan tetap terpelihara.

Kerangka Penelitian

Dari beberapa identifikasi masalah yang diperoleh penulis, berikut merupakan kerangka pemikiran yang menjelaskan pengaruh *Maintenance reliability* terhadap MTBF (*Mean Time Between Failures*) :

Gambar 2.2 : Kerangka Penelitian

Berdasarkan pada perumusan masalah dan landasan teoritis yang dikemukakan diatas, maka hipotesis yang diambil penulis adalah :

1. Diduga *Maintenance Reliability* secara Simultan mempunyai pengaruh yang signifikan terhadap *Mean Time Between Failures* (MTBF) Mesin Robotyer PT. Riau Andalan Pulp and Paper dan *Bleaching Sector Pulp MAKING-9 PT. Indah Kiat Pulp & Paper*.
2. Diduga *Maintenance Reliability* secara Parsial mempunyai pengaruh yang signifikan terhadap *Mean Time Between Failures* (MTBF) Mesin Robotyer PT. Riau Andalan Pulp and Paper dan *Bleaching Sector Pulp MAKING-9 PT. Indah Kiat Pulp & Paper*.

METODE PENELITIAN

Penelitian dilakukan terhadap Mesin *Robotyer* pada PT. Riau Andalan *Pulp and Paper* yang berlokasi di Palelawan Riau dan *Bleaching Sector Pulp MAKING-9 PT. Indah Kiat Pulp & Paper* yang berlokasi di Perawang Riau.

Penelitian ini menggunakan data sekunder, yaitu data yang sudah tersedia di perusahaan dan sumber-sumber lain yang memungkinkan. Adapun batas minimal Data sekunder yang diperlukan adalah sebanyak 36 buah data.

Pelaksanaan kegiatan penelitian dilakukan dengan metode dokumentasi dan observasi dengan melakukan tinjauan langsung ke lokasi untuk mendapatkan data-data yang diperlukan dalam penelitian.

Berikut adalah definisi operasional variabel beserta indikatornya :

Tabel 3.1: Definisi Operasional Variabel

Variabel	Indikator	Skala
1. <i>Preventive Maintenance</i> <i>Preventive Maintenance</i> adalah kegiatan pemeliharaan dan perawatan yang dilakukan untuk mencegah timbulnya kerusakan pada suatu fasilitas produksi. (Assauri, 2008)	- Efektivitas <i>Routine Maintenance</i> - Efektivitas <i>Periodic/conditional Maintenance</i>	Ratio
Variabel	Indikator	Skala
2. <i>Corrective Maintenance</i> <i>Corrective Maintenance</i> adalah kegiatan Pemeliharaan dan perawatan yang dilakukan setelah terjadinya suatu kerusakan atau kelainan pada fasilitas atau peralatan sehingga tidak dapat berfungsi dengan baik. (Assauri, 2008)	- Frekuensi <i>Refurbishment</i> (Cleaning, Repair, substitution)	Ratio
3. <i>MTBF (Mean Time Between Failure)</i> <i>Mean Time Between Failure</i> adalah waktu rata-rata antar kegagalan dari suatu mesin, dihitung dari mesin pertama kali perbaikan sampai terjadinya kegagalan lagi. (Heizer & Render, 2010)	$MTBF = \frac{1}{FR (N)}$ (Heizer & Render, 2010)	Ratio

Analisis data yang digunakan penulis dalam menganalisis hasil penelitian ini adalah dengan menggunakan metode kuantitatif yaitu analisis regresi linier berganda yaitu suatu metode yang bersifat menjelaskan dan membahas data yang ada dihubungkan dengan teori-teori yang terkait dengan objek penelitian.

$$Y = \beta_0 + \beta_1 X_1 + \beta_2 X_2 + e$$

Dimana :

Y	= MTBF (<i>Mean Time Between Failure</i>)
X ₁	= <i>Preventive Maintenance</i>
X ₂	= <i>Corrective Maintenance</i>
β ₀	= Konstan
e	= Variabel error
β ₁ , β ₂	= Koefisien Regresi

Untuk mengukur besarnya kontribusi variasi X₁ dan X₂ terhadap variasi Y digunakan uji koefisien determinasi (R²). Nilai (R²) ini mempunyai batasan (range) antara 0 sampai 1 (0 ≤ R² ≤ 1). Semakin besar nilai R² (mendekati 1) maka semakin baik hasil regresi tersebut.

- Uji Simultan (Uji F)

Untuk pengujian variabel-variabel bebas secara bersamaan (*simultantly*) digunakan statistik Uji F yang dilakukan untuk melihat apakah model pengujian hipotesis yang digunakan tepat. Uji F dilakukan pada hipotesis (H₁) yaitu untuk mengetahui apakah variabel independen secara bersamaan berpengaruh terhadap variabel dependen. Analisis Uji F ini dilakukan dengan membandingkan T_{hitung} dan T_{tabel} dengan tingkat kepercayaan alpha (α) yang ditentukan 5%. Apabila F_{hitung} > F_{tabel} maka H₀ ditolak dan H₁ diterima berarti variabel bebas secara bersamaan mempunyai pengaruh dengan variabel terikat dan jika F_{hitung} < F_{tabel} maka H₀ diterima dan H₁ ditolak berarti variabel bebas secara simultan tidak mempunyai pengaruh dengan variabel terikat.

- Uji Parsial (Uji T)

Uji T digunakan untuk H₂ yaitu untuk mengetahui apakah semua variabel bebas secara parsial berpengaruh signifikan terhadap variabel terikat. Pengujian dilakukan dengan tingkat keyakinan 95% dengan tingkat signifikan ditentukan sebesar 5% dan *degree of freedom* (fd) : n-k.

Apabila T_{hitung} > T_{tabel} maka H₀ ditolak dan H₂ diterima berarti variabel bebas secara parsial mempunyai pengaruh dengan variabel terikat dan jika T_{hitung} < T_{tabel} maka H₀ diterima dan H₂ ditolak berarti variabel bebas secara parsial tidak mempunyai pengaruh dengan variabel terikat.

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

Hasil Penelitian pada mesin *Robotyer* pada PT. Riau Andalan *Pulp and Paper* dengan menggunakan persamaan regresi linear berganda, didapat persamaan regresi yaitu :

$$Y = 97.453 + 0.026X_1 - 0.018X_2$$

Kemudian dari hasil Uji F pada tabel diatas, diperoleh nilai F_{hitung} sebesar 16,708 > F_{tabel} sebesar 3,30. dan $sign\ 0,000 < 0,05$, maka hasil penelitian ini menerima hipotesis yang menyatakan Preventive maintenance dan Corrective Maintenance secara simultan berpengaruh secara signifikan terhadap MTBF (*Mean Time Between Failure*). Kemudian hasil uji hipotesis parsial didapat hasil sebagai berikut :

1. *Preventive Maintenance*. Diketahui $-t\ tabel < t\ hitung > t\ tabel = -2,035 < 2,426 > 2,035$ dan $Sig.\ (0,021) < 0,05$. Artinya *Preventive Maintenance* berpengaruh signifikan terhadap MTBF.
2. *Corrective Maintenance*. Diketahui $t\ hitung < -t\ tabel = -5,430 < -2,035$ dan $Sig.\ (0,000) < 0,05$. Artinya *Corrective Maintenance* berpengaruh signifikan terhadap *Mean Time Between Failures*.

Berdasarkan hasil di atas maka secara parsial dapat dinyatakan bahwa preventive maintenance dan corrective maintenance berpengaruh signifikan terhadap MTBF (*Mean Time Between Failure*).

Hasil penelitian pada *Bleaching Sector Pulp MAKING-9 PT. Indah Kiat Pulp & Paper* didapat korelasi linear berganda dari masing-masing variabel yang diteliti yaitu :

$$Y = 99,608 + 0,004X_1 - 0,033X_2$$

Dari hasil uji F diperoleh nilai $F_{hitung} > F_{tabel}$, maka H_0 ditolak, artinya *preventive maintenance dan corrective maintenance* secara simultan berpengaruh signifikan terhadap *Mean Time Between Failures* pada PT. Indah Kiat Pulp & Paper. Kemudian dari hasil uji parsial (t) didapat hasil sebagai berikut:

1. *Preventive maintenance (X1)*. Diketahui $-t\ tabel < t\ hitung < t\ tabel = -2,035 < 0,795 < 2,035$ dan $Sig.\ (0,432) > 0,05$. Artinya *preventive maintenance* tidak berpengaruh signifikan terhadap *Mean Time Between Failures*.
2. *Corrective maintenance (X2)*. Diketahui $t\ hitung < -t\ tabel = -133,881 < -2,035$ dan $Sig.\ (0,000) < 0,05$. Artinya *Corrective maintenance* berpengaruh signifikan terhadap *Mean Time Between Failures*.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa variabel corrective maintenance memiliki hubungan yang negatif terhadap MTBF (*Mean Time Between Failure*) dari kedua objek yang berbeda, hal ini menunjukkan bahwa semakin tinggi frekuensi untuk *Corrective Maintenance* maka nilai MTBF akan semakin rendah, secara keseluruhan ini menunjukkan performance yang buruk pada sebuah mesin, sebaliknya apabila semakin rendah nilai frekuensi untuk *Corrective Maintenance*, maka nilai MTBF akan semakin tinggi, tentunya keadaan seperti ini yang diinginkan karena mesin dapat bekerja lancar dengan waktu *running* yang lama.

Pengaruh Preventive dan Corrective Maintenance dinyatakan signifikan terhadap MTBF, sedangkan pada keadaan yang terjadi pada *Bleaching unit* berdasarkan data yang diperoleh preventive maintenance tidak signifikan pengaruhnya karena pada *Bleaching unit* secara keseluruhan tingkat steady/stabilitas sangat tinggi karena unit tersebut merupakan bagian dari proses bukan sebuah unit mesin atau facility.

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Berdasarkan hasil dan pembahasan dari penelitian ini diperoleh kesimpulan sebagai berikut :

1. *Preventive maintenance dan Corrective Maintenance* secara simultan berpengaruh signifikan terhadap *Mean Time Between Failures* pada PT.Riau Andalan *Pulp & Paper* dan PT. Indah Kiat *Pulp & Paper*.
2. *Preventive Maintenance dan Corrective Maintenance* secara parsial berpengaruh signifikan terhadap *Mean Time Between Failures* pada PT.Riau Andalan *Pulp & Paper* dan sedangkan pada PT. Indah Kiat *Pulp & Paper*, hanya *corrective maintenance* yang berpengaruh secara signifikan, hal ini dikarenakan pada *Bleaching unit* secara keseluruhan tingkat steady/stabilitas sangat tinggi karena unit tersebut merupakan bagian dari proses bukan sebuah unit mesin atau facility.

Saran

1. Mengembangkan kinerja *Preventive Maintenance* agar dapat dilaksanakan diseluruh area produksi.
2. Penanganan *Corrective Maintenance* yang cepat dan akurat sangat dibutuhkan untuk terus meningkatkan nilai *Mean Time Between Failures*.
3. Untuk melaksanakan program *Reliability Base Maintenance*, tentunya memerlukan tenaga kerja yang profesional, memiliki etos kerja yang sangat tinggi, dan kelengkapan faktor pendukung seperti peralatan kerja yang harus disediakan oleh perusahaan.
4. Penelitian ini membuka peluang kepada peneliti selanjutnya untuk meneliti faktor lain yang memengaruhi *Mean Time Between Failures* dari sistem operasional produksi, seperti perilaku operator dalam menjalankan mesin-mesin produksi.

DAFTAR PUSTAKA

- Ahyari Agus. 1990. *Manajemen Produksi : Pengendalian Produksi Buku 1*. BPFE-YOGYAKARTA.Yogyakarta
- Apri Heri Iswanto.2008. *Manajemen Pemeliharaan Mesin-mesin Industri*. Universitas Sumatera Utara. Sumatera Utara.
- Assauri, S. 2004. *Manajemen Produksi dan Operasi*.Penerbit Fkultas Ekonomi Universitas Indonesia. Jakarta.
- Atmosoeparto, K. 2001. *Produktivitas Aktualisasi Budaya Perusahaan*. PT Elex Media Komputindo Kelompok Gramedia. Jakarta.
- Chaidir, Alex J. 2010. *Analisis Peluang Peningkatan Kapasitas Fasilitas Produksi Kantong Semen rekat PT. XYZ Melalui Evaluasi Kinerja Pemeliharaan menggunakan Overall Equipment Effectiveness (OEE) dan Overall Line Effectiveness*. Tesis. Fakultas Teknik. Universitas Indonesia, Jakarta.
- Corder, A. 1992. *Teknik Manajemen Pemeliharaan*. Erlangga. Jakarta.
- Fardian, T Feri. 2002. *Analisis Pemeliharaan Mesin Produksi pada PT. Sari Katul Mas Kabupaten Kampar*. Skripsi, Fakultas Ekonomi, Universitas Riau, Pekanbaru.
- Handoko, T.H. 1998. *Manajemen Edisi Kedua*. BPFE-Yogyakarta.Yogyakarta.
- Heizer, Jay dan Barry Render.2010. *Manajemen Operasi*. Salemba Empat. Jakarta
<http://halim-ti.blogspot.com/2010/11/corrective-maintenance.html>
<http://www.emeraldinsight.com/journals.htm> diunduh pada januari 2013
- Moore, Franklin G dan Thomas E. Hendrick. 1989. *Manajemen produksi dan Operasi I*. Remadja Karya Offset. Bandung
- Nandiroh, Siti., dkk. 2006. *Waktu Perawatan Untuk Pencegahan Pada Komponen Kritis Cyclone Feed Pump Berdasarkan Kriteria Minimasi Down Time*. *Jurnal Ilmiah Teknik Industri Vol.5 No. 1*, Agustus 2006. Jurusan Teknik Industri, Universitas Muhammadiyah Surakarta. Surakarta.
- Pardede, Pontas M. 2005. *Manajemen Operasi dan Produksi; Teori, Model dan Kebijakan*. Andi Offset, Yogyakarta
- Pintelon Liliane and Frank V Puyvelde. 1997. *Maintenance Performance reporting system:some experiences*. Research Paper. Centre For Industrial Management, Leuven, Belgium and Glaverbel mol, Belgium.
- Prasetya, Hery . 2011 . *Manajemen Operasi* . Jakarta : CAPS
- Prawirosentono, S. 2000. *Manajemen Operasi; Analisis dan Studi Kasus*. Edisi Kedua. Bumi Aksara. Jakarta.
- R. Keith Mobley, *Maintenance Engineering Handbook*, Mc Graw Hill, 7th Edition, New York, 2008.
- Revino. 2005. *Manajemen Material : Panduan Praktis bagi Industri Manufaktur*. Djambatan. Jakarta

- Siagian, S.P. 1998. *Manajemen Abad 21*. Bumi Aksara. Jakarta.
- Sipahutar RF Mark, 2003. *Analisis Manajemen Pemeliharaan Alat-alat Berat pada PT. United Tractors. TBK Cabang Pekanbaru*, Skripsi, Fakultas Ekonomi, Universitas Riau, Pekanbaru.
- Slah Samet, Anis Chelbi, Faical ben hmida, 1997. Optimal availability of failure-prone systems under imperfect maintenance actions. Research Paper, Centre de Recherche en Productique (CEREP)/ comande, Ecole Supérieure des Sciences et Techniques de Tunis, Tunis, Tunisia.
- Sulaiman, 2002. *Analisis Pemeliharaan dan Perawatan Personal Komputer Merk Compaq pada PT. Harisma Riau Jaya Pekanbaru*. Skripsi, Fakultas Ekonomi, Universitas Riau, Pekanbaru.
- Terry Wireman, *Developing Performance Indicators for Managing Maintenance*, Industrial Press, Inc. 2nd Edition. New York, 2005.
- Walley, B. H. 1987. *Manajemen Produksi; Pedoman Menghadapi Tantangan Meningkatkan Produktivitas*. PT Pustaka Binaman Pressindo, Jakarta.