

- b. Bab I menyetengahkan latar belakang penulisan tesis, perumusan masalah, diagram keterkaitan masalah, tujuan penelitian, metodologi penelitian dan sistematika penulisan.
- c. Bab II berisikan landasan teori yang digunakan oleh penulis dalam pemecahan permasalahan yang diteliti.
- d. Bab III berisikan pengumpulan dan pengolahan data kerusakan dan kesalahan subsistem dan komponen penyebab kehandalan mesin rendah pada Paper Machine no. 2 pada PT INDAH KIAT Pulp & Paper Tbk Tangerang.
- e. Bab IV berisikan analisa terhadap realibilitas mesin, interval *scheduled planned maintenance*, penentuan atau identifikasi komponen kritikal dan analisa kehandalan mesin.
- f. Bab V menyetengahkan kesimpulan dan rekomendasi dari penelitian.

BAB II

LANDASAN TEORI

2.1. FILOSOFI PEMELIHARAAN

Kinerja suatu produk atau komponen tidak hanya tergantung pada desain ataupun operasional dari komponen tersebut, namun juga tergantung pada *service* ataupun pemeliharaan komponen tersebut selama komponen tersebut dioperasikan. Untuk mendapatkan fungsi yang semestinya dari produk atau komponen tersebut harus dilakukan pemeliharaan yang tepat secara berkala, perbaikan yang memadai ataupun penggantian suku cadang yang rusak, penempatan yang tepat ketika tidak dioperasikan dan sebagainya. Tindakan – tindakan itulah yang disebut sebagai pemeliharaan (*maintenance*) dan kemampuan (*maintainability*).

Pemeliharaan terdiri dari beberapa tindakan, tidak hanya pemeliharaan secara rutin selama beroperasi seperti halnya pelumasan ataupun penyetelan ringan yang memungkinkan sebuah produk atau sistem tetap terjaga kondisinya selama beroperasi, ataupun mengembalikan komponen tersebut kepada kondisi mampu beroperasi kembali ketika sistem ataupun produk tersebut mengalami kerusakan.

2.2. JENIS PEMELIHARAAN

Terdapat dua tipe tindakan utama pada *pemeliharaan*, yakni :

a. *Preventive Manitenance* (pemeliharaan pencegahan).

Tindakan ini biasanya memerlukan sistem untuk berhenti beroperasi dan bertujuan untuk memperpanjang umur sistem ataupun meningkatkan kehandalan dari sistem. Tindakan pemeliharaan ini bervariasi mulai dari perawatan ringan yang membutuhkan durasi kegagalan pendek seperti halnya pelumasan, testing, penggantian terencana terhadap komponen dan sebagainya sampai pada *overhaul* yang memerlukan waktu durasi kegagalan yang signifikan.

b. *Corective Maintenance* (pemeliharaan perbaikan).

Pemeliharaan yang terdiri dari tindakan mengembalikan kondisi sistem atau produk yang rusak atau gagal beroperasi kembali ke kondisi beroperasi. Tindakannya biasanya berupa perbaikan dari komponen rusak ataupun penggantian komponen rusak.

Pemeliharaan perbaikan merupakan tindakan pemeliharaan yang tidak terencana untuk mengembalikan sistem dari kondisi rusak atau gagal ke kondisi siap operasi. Sebagai kebalikannya pemeliharaan pencegahan merupakan tindakan pemeliharaan yang terencana dengan tujuan mengurangi gangguan kerusakan dan memperpanjang umur sistem.

2.2.1. Klasifikasi Pemeliharaan Pencegahan

Tindakan pemeliharaan pencegahan terbagi menjadi beberapa kategori di bawah ini:

- a. *Clock Base Maintenance*: tindakan pemeliharaan yang dilakukan berdasarkan setting waktu tertentu.
- b. *Age Base Maintenance*: tindakan pemeliharaan yang dilakukan berdasarkan pada umur suatu komponen.
- c. *Usage Base Maintenance* tindakan pemeliharaan yang dilakukan berdasarkan pada usia penggunaan atau *running hour* dari suatu komponen, misalnya ban ataupun komponen pesawat terbang.
- d. *Condition Base Maintenance*: tindakan pemeliharaan yang dilakukan berdasarkan kondisi dari suatu peralatan atau komponen, hal ini melibatkan tindakan monitoring dari beberapa variabel yang merupakan karakteristik umur suatu komponen. Sebagai contohnya adalah bearing, kondisi bearing bisa dimonitor berdasarkan pada parameter suhu, *noise*, vibrasi dan sebagainya.

- e. *Opportunity Base Maintenance* : ini berlaku untuk sistem yang terdiri dari multikomponen, dimana tindakan pemeliharaan pencegahan atau pemeliharaan perbaikan untuk komponen ini memberikan kesempatan untuk tindakan pemeliharaan pencegahan pada satu atau lebih dari komponen yang tersisa dari sistem.
- f. *Design Out Maintenance* : tindakan pemeliharaan yang memerlukan sebuah desain ulang terhadap produk atau sistem untuk memperpanjang umur sistem tersebut.

2.2.2. Klasifikasi Pemeliharaan Perbaikan

- a. *Good As New Repaire*: perbaikan peralatan seakan seakan menjadi baru sehingga potensi peralatan tersebut rusak lagi menjadi sangat kecil.
- b. *Minimal Repair*: perbaikan peralatan yang minim karena ditujukan supaya sistem segera beroperasi kembali namun potensi komponen atau peralatan tersebut rusak lagi masih besar.
- c. *Different From New Repair*: perbaikan atau penggantian peralatan tidak hanya dilakukan terhadap peralatan yang rusak saja namun juga dilakukan terhadap peralatan yang telah mengalami penurunan kinerja.

2.3. Teori Kehandalan

Reliability atau kehandalan dari suatu produk atau sistem menyampaikan konsep dapat diandalkan atau sistem tersebut sukses beroperasi dengan tidak adanya kegagalan. *Unreliability* menyampaikan hal sebaliknya. Lebih tepatnya, *realibility* didefinisikan sebagai suatu konsep yang terkait sebagai berikut: Kehandalan produk atau sistem adalah probabilitas suatu barang atau sistem mampu

melakukan fungsi tertentu untuk periode waktu tertentu jika beroperasi secara normal. Jika merujuk kepada pendapat para ahli di dapat bahwa:

- a. Menurut Ebeling; 1997 , *Reliability* atau keandalan dapat didefinisikan sebagai probabilitas bahwa suatu komponen atau sistem akan menginformasikan suatu fungsi yang dibutuhkan dalam periode waktu tertentu ketika digunakan dalam kondisi operasi.
- b. Menurut Blancard (1994) kehandalan merupakan probabilitas bahwa sebuah unit akan memberikan kemampuan yang memuaskan untuk suatu tujuan tertentu dalam periode waktu tertentu ketika dalam kondisi lingkungan tertentu.
- c. Menurut Leith (1995), *Reliability* atau kehandalan suatu produk adalah ukuran terhadap kemampuan produk tersebut untuk melakukan fungsinya, pada saat dibutuhkan, untuk waktu tertentu dan pada lingkungan yang tertentu pula.

Teori kehandalan berkaitan dengan penggunaan interdisipliner probabilitas, statistik, dan pemodelan stokastik, dikombinasikan dengan wawasan teknik desain dan pemahaman ilmiah tentang mekanisme kegagalan, untuk mempelajari berbagai aspek kehandalan. Dengan demikian, kehandalan meliputi hal - hal seperti:

- a. *Reliability Modelling* atau kehandalan model,
- b. *Reliability Analisis* atau kehandalan analisis dan optimasi,
- c. *Engineering Reliability* atau kehandalan teknik,
- d. *Science Reliability* atau kehandalan ilmu pengetahuan, dan
- e. *Management Reliability* atau kehandalan manajemen.

Reliability Modelling atau pemodelan kehandalan berkaitan dengan bangunan model untuk mendapatkan solusi terhadap suatu masalah dalam meramalkan, memperkirakan, dan mengoptimalkan kelangsungan hidup atau kinerja sistem yang tidak handal, dampak tidak dapat diandalkan, dan tindakan untuk mengurangi dampak tersebut.

Reliability Analysis atau analisis kehandalan dapat dibagi menjadi dua kategori yakni kualitatif dan kuantitatif. Analisa kehandalan kualitatif bertujuan untuk memferifikasi berbagai modus kegagalan dan penyebabnya, yang memberikan kontribusi terhadap ketidakhandalan suatu produk atau sistem. Analisa kehandalan kuantitatif menggunakan data kegagalan yang real yang biasa diperoleh misalnya dari program pengujian atau dari operasi lapangan, dimana analisa tersebut berhubungan dengan model matematika yang sesuai untuk menghasilkan perkiraan secara kuantitatif terhadap kehandalan suatu komponen atau sistem.

Engineering Reliability atau kehandalan teknik berkaitan dengan desain dan konstruksi sistem atau produk, dengan mempertimbangkan bagian-bagian atau komponen yang tidak dapat dihandalkan . Ini juga termasuk pengujian dan program-program untuk peningkatan kehandalan. Hasil rekayasa yang baik akan menghasilkan produk akhir yang lebih handal.

Science Reliability atau kehandalan ilmu pengetahuan berkaitan dengan sifat-sifat material dan sebab-sebab dari kemerosotan yang mengarah kepada kegagalan komponen. Ini juga berkaitan dengan efek proses manufaktur (misalnya casting, anil, perakitan) terhadap kehandalan bagian atau komponen yang diproduksi.

Management Reliability atau kehandalan manajemen berkaitan dengan berbagai isu-isu manajemen dalam konteks mengelola desain, manufaktur, dan atau operasi dan pemeliharaan dari produk atau sistem yang handal. Di sini penekanannya adalah pada sudut pandang bisnis, karena ketidakhandalan mempunyai konsekuensi biaya, waktu yang terbuang, dan pada kasus-kasus tertentu bisa berupa kesejahteraan individu atau bahkan keamanan suatu bangsa.

Beberapa item pada daftar ini melibatkan banyak isu-isu lain, termasuk prediksi, penilaian, optimasi, dan topik terkait. Ini didefinisikan sebagai berikut:

- a. *Reliability Prediction* atau prediksi kehandalan pada dasarnya berhubungan dengan penggunaan model, sejarah masa lalu tentang

produk serupa, teknik penilaian, dan sebagainya, dalam upaya untuk memprediksi kehandalan dari produk pada tahap desain. Proses dapat diperbaharui pada tahap selanjutnya dalam upaya untuk memprediksi kehandalan.

- b. *Reliability Assesment* atau penilaian kehandalan berkaitan dengan estimasi kehandalan didasarkan pada data aktual, yang mungkin bisa berupa data pengujian, data operasional, dan sebagainya. Sistem melibatkan pemodelan, *goodness-of-fit* untuk distribusi probabilitas, dan analisis terkait.
- c. *Reliability Optimization* atau optimasi kehandalan mencakup banyak area dan berkaitan dengan pencapaian *trade-off* yang cocok antara berbagai tujuan yang saling bersaing seperti kinerja, biaya, dan seterusnya.
- d. *Reliability Test Design* atau kehandalan uji desain berkaitan dengan metode untuk memperoleh validitas, kehandalan, dan data yang akurat, dan melakukannya secara efisien dan efektif.
- e. *Reliability Data Analisis* atau kehandalan analisis data berkaitan dengan estimasi parameter, pemilihan distribusi, dan banyak aspek yang dibahas di atas. Untuk bahasan yang lebih lanjut dari berbagai aspek keandalan bisa melihat referensi dari Lloyd dan Lipow(1962), Ireson dan Coombs (1988), dan Blischke dan Murthy (2000).

2.4. MENGUKUR KEHANDALAN

Kehandalan merupakan probabilitas dari peralatan atau proses yang berfungsi sesuai peruntukannya tanpa mengalami kegagalan, ketika dioperasikan pada kondisi yang semestinya untuk suatu interval waktu tertentu (Kumar , Klefsjo , Kunar, 1992).. Biaya tinggi memotivasi para *engineer* untuk mencari solusi terhadap masalah kehandalan untuk mengurangi biaya pengeluaran, meningkatkan kehandalan, memuaskan pelanggan dengan pengiriman tepat waktu dengan cara meningkatkan ketersediaan peralatan, dan dengan mengurangi biaya dan masalah yang timbul dari produk-produk yang gagal dengan mudah (Barringer PE, 2000).

Mengukur kehandalan suatu sistem atau peralatan dengan cara mengkuantifikasikan biaya tahunan dari peralatan atau sistem yang tidak handal tersebut dengan fasilitas yang tersedia akan menempatkan kehandalan tersebut ke dalam konteks bisnis. Sistem atau peralatan dengan kehandalan yang tinggi akan mengurangi biaya kegagalan peralatan. Kegagalan suatu peralatan akan menyebabkan penurunan produksi dan laba kotor perusahaan (Warburton, Strutt , Allsop , 1998). Kegagalan adalah hilangnya suatu fungsi jika fungsi tersebut diperlukan - terutama untuk mencapai tujuan keuntungan perusahaan. Kegagalan memerlukan definisi yang lebih jelas bagi organisasi dalam rangka usaha untuk membuat perbaikan kehandalan (Barringer PE, 2000). Meningkatkan kehandalan berarti mengurangi frekuensi kegagalan. Kehandalan adalah suatu ukuran dari probabilitas mampu beroperasi yang bebas dari kegagalan, yang sering dinyatakan sebagai:

$$R(t) = e^{(-t/MTBF)} = e^{(-\lambda t)} \quad (2.1)$$

Juga, mungkin kehandalan produk dari berbagai istilah kehandalan, seperti:

$$R = R.ComponentA \times R.ComponentB \times R.ComponentC \times etc \quad (2.2)$$

Penurunan kegagalan untuk periode waktu yang panjang mengakibatkan peningkatan produktivitas, lebih sedikit suku cadang yang perlu diganti dan lebih sedikit tenaga kerja yang dipekerjakan dalam kegiatan pemeliharaan, sehingga biaya yang dikeluarkan menjadi lebih rendah. Peningkatan ketersediaan, penurunan waktu

