

PERHITUNGAN KEANDALAN *BELT CONVEYOR SYSTEM* UNTUK ALAT ANGGUT PASIR CETAKAN DI PT. BARATA INDONESIA

Hendrik Wilis Kuswanto, Sugeng Hariyadi

Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Gresik

ABSTRAK

PT. BARATA INDONESIA sebagai salah satu perusahaan yang bergerak dalam bidang pengecoran (*foundry*). Supaya proses produksi berjalan dengan lancar maka peralatan atau mesin-mesin harus dalam keadaan prima. *Belt conveyor system* merupakan salah satu mesin pendukung produksi yaitu sebagai alat angkut pasir cetakan. Dari metode pengumpulan data dalam penelitian ini diperoleh komponen kritis pada mesin *belt conveyor system* yaitu : *bearing head pulley*, *belt* (sabuk) dan *bearing roller idler*. Hasil penelitian dihitung nilai parameter Reliability, nilai parameter Maintainability, nilai parameter Availability dan juga menghitung Availability. Hasil perhitungan laju kerusakan *bearing head pulley* 0,0130 kerusakan / jam, waktu rata-rata kerusakan 76,92 jam, keandalan 90,1%. Untuk *belt* (sabuk) laju kerusakan 0,0096 kerusakan/ jam, waktu rata-rata kerusakan 104,14 jam, keandalan 92,6%. Untuk *bearing roller idler* laju kerusakan 0,0068 kerusakan/ jam, waktu rata-rata kerusakan 147,05 jam, keandalan 94,7%. Dari hasil penelitian menunjukkan bahwa mesin *belt conveyor system* memiliki keandalan yang rendah, sehingga pelaksanaan perawatan harus dilakukan sebelum waktu antar kerusakan (MTBF).

Kata kunci: keandalan, perawatan, conveyor.

PENDAHULUAN

Seiring dengan perkembangan jaman maka kemajuan teknologi juga berkembang dengan pesat sehingga persaingan didalam dunia industri sendiri menuntut agar adanya peningkatan ketersediaan peralatan guna mendukung proses produksi suatu perusahaan. Dengan meningkatkan kebutuhan akan penggunaan teknologi guna meningkatkan produktivitas maka kebutuhan perawatan semakin besar juga. Ada banyak faktor yang dapat mempengaruhi produksi, salah satunya dengan sistem produksi yang handal, dalam hal ini adalah mesin serta komponen lainnya dapat beroperasi tanpa mengalami

kerusakan pada saat proses produksi berlangsung.

Sebagai salah satu perusahaan yang bergerak dalam bidang pengecoran (*foundry*) harus menghasilkan barang sesuai pesanan dari konsumen (*customer*). Supaya proses produksi berjalan dengan lancar maka peralatan atau mesin-mesin harus dalam keadaan prima, untuk itu perlu dilakukan perencanaan perawatan mesin yang baik supaya dapat memproduksi dengan efektif dan efisien.

Belt conveyor system merupakan salah satu mesin yang mendukung proses produksi yaitu sebagai alat angkut pasir

cetakan. Agar proses produksi tidak terganggu maka belt conveyor harus bisa berjalan secara optimal, untuk itu perlu di terapkan sistem perawatan baik *preventive maintenance* yang bertujuan untuk mencegah terjadinya kerusakan maupun *corrective maintenance* yang bertujuan untuk memperbaiki kerusakan yang terjadi. Selama ini, kegiatan *preventive maintenance* yang dilakukan hanya dalam hal *inspection, lubrication, cleaning* maupun kegiatan servis lainnya. Walaupun telah dilakukan *preventive maintenance*, tetapi frekuensi *breakdown* dari mesin *belt conveyor system* masih cukup tinggi. Padahal perusahaan menginginkan frekuensi *breakdown* mesin produksi dapat ditekan seminimal mungkin agar produksi dapat berjalan dengan lancar.

Untuk mendapatkan perencanaan perawatan yang baik tentu kita harus memahami karakter mesin yang ditangani dan untuk mengetahui kapan perlu dilakukan perawatan yang tepat terlebih dulu dihitung keandalan komponen mesin *belt conveyor system*.

Salah satu metode yang dapat digunakan untuk menentukan tindakan perawatan pada mesin melalui analisa sistem adalah metode *Reliability Centered Maintenance (RCM)*. Metode RCM merupakan suatu proses yang digunakan untuk menentukan apa yang harus dilakukan untuk menjamin agar mesin dapat berlangsung terus memenuhi fungsi yang diharapkan dalam konteks operasinya saat ini, atau dengan kata lain mencegah mesin mengalami kegagalan fungsi dengan tetap memperhatikan konsekuensi yang mungkin timbul dari setiap kerusakan yang terjadi. Tujuan dilakukan perhitungan adalah Untuk mengetahui nilai keandalan *belt conveyor system* yang digunakan untuk alat angkut pasir cetakan.

KAJIAN TEORI

Belt Conveyor

Belt conveyor system atau konveyor sabuk adalah pesawat pengangkut yang digunakan untuk memindahkan muatan dalam bentuk satuan atau tumpahan, dengan arah *horizontal* atau membentuk sudut kemiringan dari suatu sistem yang satu ke sistem yang lain dalam suatu *line* proses produksi, yang menggunakan sabuk sebagai penghantar muatannya. *Belt conveyor system* pada dasarnya merupakan peralatan yang sederhana, alat tersebut terdiri dari sabuk yang tahan terhadap pengangkutan benda padat. *Belt conveyor sistem* memiliki komponen utama berupa sabuk yang berada diatas roller-roller penumpu. Sabuk digerakkan oleh motor penggerak melalui suatu *pulley*, sabuk bergerak secara translasi dengan melintas datar atau miring tergantung kepada kebutuhan dan perencanaan. Material diletakkan diatas sabuk dan bersama sabuk bergerak kesatu arah. Pada pengoperasiannya konveyor sabuk menggunakan tenaga penggerak berupa motor listrik dengan perantara roda gigi dan rantai (*chain*). Sabuk yang berada diatas roller-roller akan bergerak melintasi *roller-roller* dengan kecepatan sesuai putaran dan *gear* penggerak.

Belt conveyor system adalah mesin pemindah yang paling universal karenakapasitas cukup besar (500 s.d 5000 m³/jam) sanggup memindahkan material pada jarak relatif panjang (500 s/d 1000 m) desain yang sangat sederhana dan pengoperasian yang baik. *Belt conveyor system* dapat digunakan untuk memindahkan berbagai unit material sepanjang arah *horizontal* atau pada suatu kemiringan tertentu pada berbagai industri. Contohnya pada industri pengecoran logam, tambang batubara, produksi beton, industri makanan dan lain-lain.

Ada beberapa pertimbangan yang mendasari dalam penelitian pesawat pengangkut :

- 1) Karakteristik pemakaian, hal ini menyangkut jenis dan ukuran material, sifat material, serta kondisi medan atau ruang kerja alat.
- 2) Proses produksi, mengangkut kapasitas perjam dari unit, kontinuitas pemindahan, metode penumpukan material dan lamanya alat beroperasi.
- 3) Prinsip-prinsip ekonomi, meliputi ongkos pembuatan, pemeliharaan, pemasangan, biaya operasi dan juga biaya penyusutan dari harga awal alat tersebut.

Berdasarkan pertimbangan diatas maka dipilihnya *belt conveyor system* sebagai pesawat pengangkut yang paling sesuai untuk mengangkut pasir cetakan kedalam proses *mixer* dalam produksi pengecoran.

Kelebihan *belt conveyor system*:

- 1) Mampu membawa beban berkapasitas besar.
- 2) Kecepatan sabuk dapat diatur untuk menetapkan jumlah material yang dipindahkan persatuan waktu.
- 3) Dapat bekerja dalam arah yang miring tanpa membahayakan operator yang mengoperasikannya.
- 4) Memerlukan daya yang lebih kecil, sehingga menekan biaya operasinya.
- 5) Tidak mengganggu lingkungan karena tingkat kebisingan dan polusi yang rendah.
- 6) Lebih ringan dari pada *conveyor* rantai maupun *bucket conveyor*.
- 7) Aliran pengangkutan berlangsung secara terus menerus.

Kelemahan *belt conveyor system*.

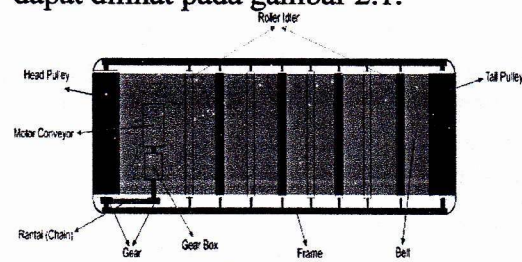
- 1) Sabuk sangat peka terhadap pengaruh luar, misalnya timbul kerusakan pada pinggir dan permukaan *belt*, sabuk bisa robek karena batuan yang keras dan tajam atau lepasnya sambungan sabuk.
- 2) Biaya perawatannya sangat mahal.

3) Jalur pemindahan (*transfer line*). Karena untuk satu unit *belt conveyor system* hanya bisa dipasang untuk jalur lurus.

4) Kemiringan/sudut inklinasi yang terbatas.

Komponen *Belt Conveyor System*

Belt conveyor system mempunyai beberapa komponen utama. Komponen – komponen utama *belt conveyor system* dapat dilihat pada gambar 2.1.



Gambar 2.1 komponen – komponen utama *belt conveyor system*

Komponen *belt conveyor system* terdiri dari :

1. Rangka (*frame*).
2. Motor penggerak (*motor conveyor*).
3. Gear box.
4. Gear
5. Rantai (*chain*).
6. *Head pulley* (pulley penggerak).
7. *Roller idler*.
8. *Belt* (sabuk).
9. *Tail pulley*.

Belt (sabuk).

Belt terbuat dari bahan tekstil, baja lembaran atau jalinan kawat baja. *Belt* yang terbuat dari tekstil berlapis karet paling banyak di temukan dan digunakan dilapangan. Syarat – syarat *belt* untuk *conveyor system* adalah:

1. Tahan terhadap beban tarik.
2. Tahan beban kejut.
3. Perpanjangan spesifik rendah.
4. Harus *fleksibel*.
5. Tidak menyerap air.
6. Ringan.

Belt yang digunakan pada *belt conveyor system* terdiri dari beberapa tipe seperti bulu unta, katun dan beberapa jenis

belt tekstil berlapis karet. *Belt* harus memenuhi persyaratan, yaitu kemampuan menyerap air rendah, kekuatan tinggi, ringan, lentur, regangan kecil, ketahanan pemisahan lapisan yang tinggi dan umur pakai panjang. Untuk persyaratan tersebut, *belt* berlapis karet adalah yang terbaik. *Belt* tekstil berlapis karet terbuat dari beberapa lapisan yang dikenal dengan *plies*. Lapisan-lapisan tersebut dihubungkan dengan menggunakan *vulkanisasi* atau dengan karet alam maupun sintetis. *Belt* dilengkapi dengan *cover* karet untuk melindungi tekstil dari kerusakan-kerusakan. Karena beberapa jenis material yang dibawa mempunyai sifat *abrasif*.

Bentuk penampang *belt* diperlihatkan pada Gambar 2.2.



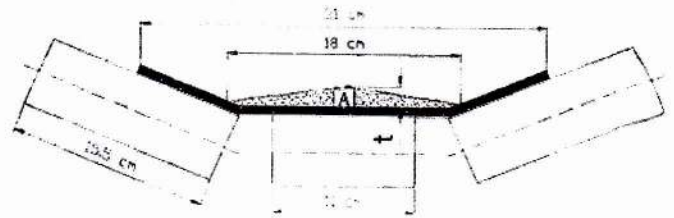
Gambar 2.2 Penampang *belt* (sabuk).

- 1 : Lapisan.
- 2 : *Cover*.
- 3 : Tebal *belt* (sabuk).
- 4 : Bagian yang dibebani.

Jumlah lapisan *belt* (sabuk) tergantung lebar *belt* (sabuk).

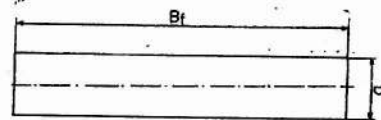
Roller idler.

Belt (sabuk) ditahan oleh *idler*. Jenis *idler* yang digunakan kebanyakan adalah *roller idler*. Berdasarkan lokasi *idler* di *belt conveyor system*, dapat membedakan menjadi *idler* atas dan *idler* bawah. Sudut antara *idler* bawah dan atas dapat divariasikan sesuai keperluan. Gambar susunan *idler* atas dapat di lihat pada gambar 2.3.



Gambar 2.3 *Idler* bagian atas

Idler atas menyangga *belt* yang membawa beban. *Idler* atas bisa merupakan *idler* tunggal atau tiga *idler*. Sudut kemiringan *idler* bagian atas dapat mencapai 45° terhadap *horizontal*. Akan tetapi untuk mencegah tekukan sabuk terlalu tajam umumnya dibatasi berkisar antara 20° sampai 35° . Jarak antara *roller idler* yang satu dengan yang lain tergantung dari muatan yang diangkut dan kekuatan sabuk. Untuk mencegah melekatnya *idler* keporos digunakan bantalan atau *bearing*. Pelumasan *bearing idler* merupakan hal yang cukup penting diperhatikan. Pelumasan dengan oil dapat merusak *belt* maka perlu dilumasi dengan *grease* atau gemuk. Sedangkan untuk *idler* bawah digunakan *idler* tunggal. Gambar *idler* bawah dapat dilihat pada Gambar 2.4 di bawah ini.



Gambar 2.4 *Idler* bagian bawah

Idler bagian bawah dibuat sedemikian rupa sehingga mudah untuk dibongkar pasang. Ini dimaksudkan untuk memudahkan perawatan. Jika salah satu komponen *idler* rusak dapat di lakukan penggantian secara cepat. Diameter (D) *idler* tergantung pada lebar *belt* (B) yang ditumpunya.

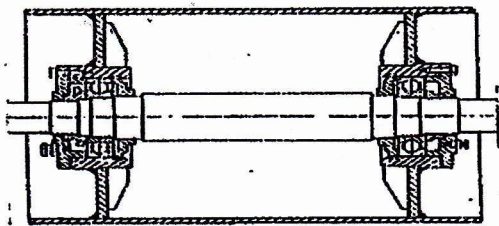
Tabel: 2.1: ketentuan lebar *belt* (sabuk) dengan diameter *idler*.

<i>Idler diameter</i> (D)	<i>Belt Width</i> (B)
---------------------------	-----------------------

)
108	400 - 800
159	800 - 1600
194	1600 - 2000

Head pulley.

Head pulley dibuat dari baja yang berbentuk tabung, tetapi pada permukaannya dikasih lapisan karet agar tidak banyak gesekan antara head pulley dengan belt (sabuk). Head pulley ditumpu oleh poros dan dilengkapi bantalan (bearing). Konstruksi head pulley beserta bantalan dan rumah bantalan dapat dilihat pada gambar 2.4.



Gambar 2.5. konstruksi head pulley

Untuk menjaga belt (sabuk) tidak lepas dari head pulley maka head pulley dianjurkan lebih lebar 100 sampai 200 mm dari belt (sabuk).

Perawatan (Maintenance)

Untuk mendukung suatu proses produksi yang mempunyai daya saing dipasaran perawatan mesin adalah salah satu factor yang penting dalam mendukung proses produksi. Produk yang dibuat industri haruslah mempunyai hal-hal sebagai berikut:

1. Kualitas baik.
2. Harga pantas.
3. Di produksi dan di serahkan ke konsumen tepat waktu dan cepat.

Oleh karena itu proses produksi harus didukung oleh peralatan yang siap bekerja setiap saat dan handal. Untuk mencapai itu maka peralatan-peralatan penunjang proses produksi harus selalu mendapatkan perawatan yang teratur dan terencana. Menurut Corder (1992), perawatan adalah

suatu kombinasi dari berbagai tindakan yang dilakukan untuk menjaga suatu barang dalam atau memperbaikinya sampai suatu kondisi yang bisa diterima.

Menurut Assauri (1999), perawatan adalah kegiatan untuk memelihara atau menjaga fasilitas peralatan pabrik dan mengadakan perbaikan atau penggantian yang memuaskan sesuai dengan apa yang direncanakan.

Berdasarkan pada teori diatas dapat diambil kesimpulan bahwa perawatan adalah kegiatan untuk memelihara atau menjaga fasilitas, mesin dan peralatan pabrik, mengadakan perbaikan, penyesuaian atau penggantian yang diperlukan agar terdapat suatu keadaan operasi produksi yang memuaskan sesuai dengan apa yang diharapkan.

Manajemen perawatan adalah pengorganisasian operasi perawatan untuk memberikan pandangan umum mengenai perawatan fasilitas industri. Pengorganisasian ini mencakup penerapan dari metode manajemen dan metode yang menunjang keberhasilan manajemen ini adalah dengan mengembangkan dan menggunakan suatu penguraian sederhana yang diperluas melalui gagasan dan tindakan.

Menurut Assauri (1999), beberapa tujuan dari manajemen perawatan adalah untuk menunjang aktivitas dalam bidang perawatan (Maintenance) adalah sebagai berikut :

- a. Kemampuan berproduksi dapat memenuhi kebutuhan sesuai dengan rencana produksi.
- b. Menjaga kualitas pada tingkat yang tepat untuk memenuhi apa yang dibutuhkan oleh produksi itu sendiri dan kegiatan produksi yang terganggu.
- c. Untuk membantu mengurangi pemakaian dan penyimpangan yang diluar batas dan menjaga modal yang diinvestasikan dalam perusahaan mengenai investasi tersebut.

- d. Untuk mencapai tingkat biaya maintenance serendah mungkin, dengan melaksanakan kegiatan maintenance secara efektif dan efisien keseluruhannya.
 - e. Menghindari kegiatan pemeliharaan yang dapat membahayakan keselamatan.
 - f. Mengadakan suatu kerjasama yang erat dengan fungsi – fungsi utama lainnya dari suatu perusahaan, dalam rangka untuk mencapai tujuan utama perusahaan yaitu tingkat keuntungan yang sebaik mungkin dan total biaya yang terendah.
- c. Membentuk PM dan tugas yang berhubungan yang dapat mengembalikan kehandalan dan keamanan pada *level*nya semula pada saat terjadinya penurunan kondisi peralatan atau mesin.

Keandalan (*Reliability*)

Pemeliharaan tidak dapat dipisahkan terhadap keandalan. Jika suatu *instrument* dapat di buat betul-betul handal maka sama sekali tidak di perlukan pekerjaan pemeliharaan, oleh sebab itu sangat *essensial* bagi orang-orang pemeliharaan mengetahui tentang keandalan dan hubungannya dengan masalah pemeliharaan. Pengetahuan tentang komponen yang hampir seluruhnya andal, mana yang kurang handal akan sangat membantu tugas pemeliharaan. Efek-efek terhadap keandalan dan juga *maintenance* dari fakto-faktor: *temperature*, kelembaban dan guncangan adalah juga sangat penting, disamping metode khusus seperti redundansi, dimana kehandalan dapat diperbaiki pada tahap desain.

Keandalan (*reliability*) di definisikan sebagai probalitas bahwa suatu komponen atau sistem akan melakukan fungsi yang diinginkan sepanjang suatu periode waktu tertentu bilamana digunakan pada kondisi-kondisi pengoperasian yang telah ditentukan atau dalam perkataan yang singkat keandalan merupakan probabilitas dari ketidak gagalan terhadap waktu.

Reliability atau keandalan dari suatu produk atau sistem menyampaikan konsep dapat dihandalkan atau sitem tersebut sukses beroperasi dengan tidak adanya kegagalan. Lebih tepatnya *reliability* didefinisikan sebagai suatu konsep terkait sebagai kehandalan produk atau sistem adalah

Reliability Centered Maintenance (RCM)

Pada dasarnya *Reliability Centered Maintenance (RCM)* di gunakan untuk menentukan suatu metode perawatan yang paling efektif. Menurut Moubray (1997:7), *reliability centred maintenance* diartikan sebagai suatu proses yang di gunakan untuk menjelaskan apa yang harus dilakukan untuk menjamin suatu asset fisik dapat berjalan dengan baik sesuai dengan keinginan penggunanya. Dhillon (2002) menyebutkan bahwa *Reability Centered maintenance* adalah sistematis proses yang digunakan untuk menentukan apa yang harus dilaksanakan untuk memastikan setiap fasilitas untuk dapat terus menjalankan fungsinya dalam operasional. RCM berfokus pada *preventive maintenance (PM)* terhadap kegagalan yang sering terjadi.

Beberapa tujuan penting RCM adalah :

- a. Membentuk desain yang berhubungan supaya dapat memfasilitasi *preventive maintenance*.
- b. Mendapatkan informasi yang berguna untuk meningkatkan desain dari produk atau mesin yang ternyata tidak memuaskan , yang berhubungan dengan kehandalan.

pribabilitas suatu barang atau sistem mampu melakukan fungsi tertentu untuk periode waktu tertentu jika beroperasi secara normal. Jika merujuk pada pendapat ahli di bawah ini di dapat bahwa:

- a. Menurut Charles E Ebeling (1997) *Reliability* didefinisikan sebagai *probabilitas* bahwa sistem (komponen) akan berfungsi selama periode waktu tertentu ketika digunakan dalam kondisi operasi beberapa periode waktu (t).

Adapun fungsi keandalan adalah (Blanchard 1994)

$$R(t) = e^{-\lambda t}$$

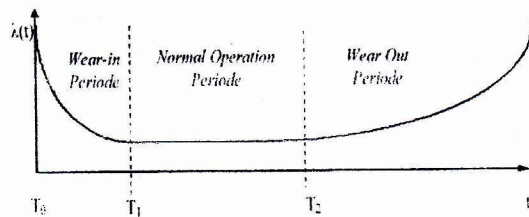
Jika t tak terhingga, maka R(t) menuju 0. F(t) merupakan distribusi kerusakan atau fungsi ketidak handalan.

- b. Menurut Blancard (1994) *Reliability* atau keandalan 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 keandalan suatu produk adalah ukuran terhadap kemampuan produk tersebut untuk melakukan fungsinya pada saat dibutuhkan untuk waktu tertentu pula.

Laju Kegagalan

Laju kegagalan atau *hazard rate function* adalah banyaknya kegagalan persatuan waktu. Laju kegagalan juga merupakan perbandingan antara banyaknya kegagalan yang terjadi selama selang waktu tertentu dengan total waktu operasi dari suatu sistem (komponen). Laju kegagalan dapat digambarkan dalam bentuk kurva yaitu kurva bak mandi (*bathub curve*). Kurva bak mandi digunakan untuk mengetahui tingkat kegagalan dari suatu sistem atau

komponen yang dilihat berdasarkan waktu.



Gambar 2.11. Kurva Bathub

Sumber : Moubray (1997 : 249)

Kurva bak mandi mempunyai 3 periode fase yaitu :

a) *Wear-In Periode*

Periode ini sering disebut periode kerusakan awal. Pada periode T0 sampai T1 mempunyai waktu yang pendek pada permulaan bekerjanya peralatan.

b) *Normal Operation Periode*

Periode T1 sampai T2 mempunyai laju kerusakan paling kecil dan tetap yang disebut *Constant Failure Rate* (CFR). Kerusakan yang terjadi bersifat random yang dipengaruhi oleh kondisi lingkungan bekerjanya peralatan.

c) *Wear - Out Periode*

Pada periode setelah T2 menunjukkan kenaikan laju kerusakan dengan bertambahnya waktu yang sering disebut dengan *Increasing Failure Rate* (IFR). Hal ini terjadi karena keausan peralatan.

Fungsi laju kerusakan

Laju kerusakan (*failure rate*) merupakan laju dimana kerusakan terjadi pada interval waktu yang ditetapkan. Laju kerusakan (λ) dirumuskan sebagai berikut (Blanchard, 1994) :

$$\lambda = \frac{f}{t}$$

Dimana :

λ = Laju kerusakan.

f = Jumlah kerusakan yang terjadi.

t = Waktu operasi keseluruhan.

2.5.1. Maintainability dan availability.

Maintainability adalah probabilitas mesin yang mengalami kerusakan dapat dioperasikan kembali dalam suatu selang down time tertentu. Untuk

mengoptimalkan maintainabilitas system ada dua faktor yang perlu diperhatikan yaitu model pemeliharaan (maintenance model) dan perancangan untuk mendapatkan tingkat maintainabilitas tertentu. Perhitungan-perhitungan dalam maintainability antara lain adalah:

1. Mean time between maintenance (MTBM).

Waktu rata-rata diantara pemeliharaan meliputi kebutuhan pemeliharaan preventif (terjadwal) dan pemeliharaan korektif (tidak terjadwal).

$$MTBM = \frac{\text{total waktu operasi}}{\text{frekuensi pemeliharaan}}$$

$$F_{pt} = \frac{1 - (\lambda \times MTBM)}{MTBM}$$

Dimana : λ = laju kerusakan.

f_{pt} = laju pemeliharaan preventif.

2. Waktu rata-rata pemeliharaan aktif (M).

$$M = MTBM (\lambda \times M_{ct}) + (f_{pt} \times M_{pt})$$

Dimana :

M_{ct} = waktu rata-rata pemeliharaan korektif.

M_{pt} = waktu rata-rata pemeliharaan preventif.

Ketersediaan (*Availability*) dan Kesiapan Sistem Beroperasi.

Ketersediaan (*availability*) suatu sistem atau peralatan adalah kemampuan sistem atau peralatan tersebut dapat beroperasi secara memuaskan pada saat tepat pada waktunya dan pada keadaan yang telah ditentukan. Waktu total perhitungan ketersediaan didasarkan pada waktu operasi. Secara definisi ada 3 macam ketersediaan (*availability*) yaitu:

- a. Inheren Availability (A_i).

Kemungkinan suatu sistem atau peralatan dalam keadaan ideal yang beroperasi secara memuaskan pada tiap waktu yang ditentukan. Inheren availability dinyatakan dalam :

$$A_i = \frac{MTBF}{MTBF + M_{ct}}$$

Dimana :

MTBF = Mean Time Between Failure.

M_{ct} = Mean time corrective maintenance time.

- b. Achieved Availability (A_a).

Secara definisi sama dengan inheren availability, hanya A_a waktu kegiatan pencegahan dimasukkan sehingga achieved availability dinyatakan dalam:

$$A_a = \frac{MTBM}{MTBM + M}$$

Dimana :

MTBM = Mean time between maintenance.

M = Waktu rata-rata pemeliharaan aktif.

- c. Operasional Availability (A_o).

Probabilitas suatu sistem atau peralatan dalam keadaan sebenarnya akan beroperasi secara memuaskan. Operasi availability dinyatakan dalam:

$$A_o = \frac{MTBM}{MTBM + MDT}$$

Dimana :

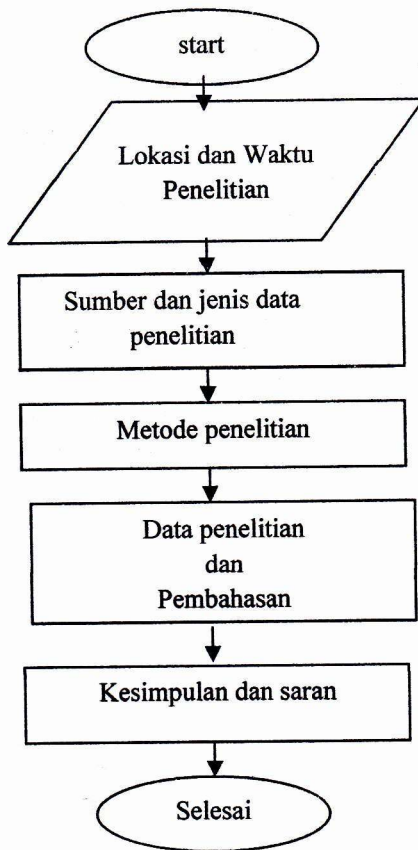
MDT = Mean Maintenance Down Time.

METODE PENELITIAN

Lokasi dan waktu penelitian

Penelitian di lakukan pada PT.BARATA INDONESIA (persero) yang terletak di jalan Veteran 241 kabupaten Gresik, Jawa Timur. Penelitian di lakukan pada bulan Januari 2014 sampai dengan data yang diperlukan memenuhi. Penelitian dimulai dari peninjauan, pengumpulan data dan wawancara langsung disertai dengan *meriview* dokumen-dokumen perusahaan yang berhubungan dengan penelitian. Berdasarkan sifatnya, maka penelitian ini digolongkan sebagai penelitian *deskriptif* yaitu penelitian yang berusaha untuk memaparkan masalah terhadap suatu masalah yang ada sekarang secara sistimatis dan aktual berdasarkan data-data. Jadi penelitian ini meliputi proses pengumpulan, penyajian dan pengolahan data serta *analisis* dan *interpretasi*.

Metodologi penelitian digambarkan pada diagram alir berikut ini.



Gambar 3.1. Sistimatis metodologi penelitian

Tahap awal dari penelitian adalah dengan dilakukannya pemilihan sistem kritis pada *belt conveyor system*, dengan memperhatikan frekuensi kerusakannya.

Metode Pengumpulan Data

Suatu penelitian di dukung oleh data yang akurat untuk menunjang agar dapat mencapai tujuan penelitian yang optimal. Yang di lakukan pada tahap ini adalah mengumpulkan data yang di butuhkan dalam penelitian. Berdasarkan cara untuk memperoleh data penelitian, data dibagi menjadi jenis yaitu data primer dan data sekunder.

Metode Pengolahan Data

Pengolahan data dilakukan pada saat data yang diperlukan dalam pengolahan telah terkumpul. Pengolahan data bertujuan untuk melakukan penyelesaian dan pembahasan dari masalah yang sedang dianalisis. Langkah-langkah yang di lakukan dalam pengelolaan data meliputi:

1. Penentuan komponen kritis pada *belt conveyor system*.

Penentuan komponen kritis ini dilakukan berdasarkan pada data *downtime* dengan frekuensi terbesar. Pemilihan komponen kritis ini menggunakan tabel agar lebih memudahkan dalam menentukan frekuensi yang terbesar diantara komponen yang satu dengan komponen yang lainnya.

2. *Functional Block Diagram*

Functional Block Diagram digunakan untuk mendeskripsikan sytem kerja dari *belt conveyor* dan komponen didalamnya.

3. Identifikasi Penyebab Kegagalan

Penyusunan tabel *Failure Modes and Effect Analysis* (FMEA) dilakukan berdasarkan data fungsi komponen dan laporan perawatan yang kemudian dapat ditentukan berbagai penyebab kegagalan (*failure mode*) yang mengakibatkan kegagalan fungsi (*failures functional*) serta efek atau dampak (*failure effect*) yang ditimbulkan dari kegagalan fungsi.

4. RCM digunakan untuk mencari jenis kegiatan yang tepat dan memiliki kemungkinan untuk dapat mengatasi setiap *failure* (kegagalan).

HASIL ANALISIS DAN PEMBAHASAN

Kondisi Perawatan *Belt Conveyor System*

Belt conveyor system merupakan komponen terpenting didalam pabrik

pengecoran. *Belt conveyor system* berfungsi menyalurkan pasir cetakan dari mesin *shake out* menuju ke *hopper* dan selanjutnya dari *hopper* pasir di masukan ke *mixer* dan dijadikan cetakan untuk dituangi cairan baja. Karena untuk menyalurkan pasir cetakan yang masih panas sekitar 80⁰ C dan adanya pasir yang tumpah sehingga menyebabkan komponen-komponen *belt conveyor system* terjadi pemuaian dan terpendam memerlukan waktu rata-rata kurang lebih 5 jam. Selain itu, penggantian komponen memerlukan teknisi perbaikan sebanyak 4 (orang) yang bertugas membongkar komponen, memasang komponen dan melakukan instalasi komponen. Data jam kerja efektif mesin *belt conveyor system* tercantum pada tabel 4.1.

Tabel : 4.1. Data jam kerja efektif

Bulan	Jam kerja efektif (jam)
Januari (21 hari)	336
Pebruari (20 hari)	320
Maret (20 hari)	320
April (21 hari)	336
Mei (18 hari)	288
Juni (22 hari)	352
Jumlah	2912

Sedangkan kegiatan *corective maintenance* dilakukan tepat pada saat komponen mengalami kerusakan dan diganti dengan yang baru, dalam hal ini menyebabkan terjadinya *downtime*. Data mengenai *downtime* komponen *belt conveyor system* tercantum pada tabel 4.2.

pasir cetakan. Pemuaian dan tumpahan pasir cetakan ini menyebabkan beberapa komponen *belt conveyor system* tersebut rusak sehingga tidak dapat digunakan lagi. Padahal kondisi *bearing belt conveyor system* vibrasinya bagus.

Perawatan berupa penggantian komponen *belt conveyor system* dilakukan jika komponen tersebut mengalami kerusakan. Kegiatan penggantian komponen *belt conveyor system*

Tabel: 4.2. Data *down time*

Nama komponen <i>belt conveyor system</i>	Jumlah pemeliharaan korektif (kali)	Total waktu pemeliharaan korektif (jam)
<i>Bearing head pulley</i>	38	133
<i>Belt (sabuk)</i>	28	140
<i>Bearing roller idler</i>	20	60
Jumlah	86	333

Dari tabel pemeliharaan korektif di tabel 4.2 dihitung waktu rata-rata pemeliharaan korektif (Mct) dimana:

$$Mct = \frac{\text{Total waktu pemeliharaan korektif}}{\text{Banyaknya pemeliharaan korektif}}$$

$$Mct = \frac{333}{86} = 3,8720 \text{ jam.}$$

Menentukan Nilai Parameter Reliability

Laju kerusakan.

Laju kerusakan (λ) komponen – komponen *belt conveyor system*.

Persamaan matematis yang digunakan untuk menghitung jumlah kaju kerusakan menggunakan rumus:

$$\lambda = \frac{\text{Jumlah pemeliharaan korektif}}{\text{Jumlah jam efektif mesin}}$$

1. Laju kerusakan *bearing head pulley*.

$$\lambda = \frac{38}{2912} = 0,0130 \text{ (kerusakan per jam)}$$

2. Laju kerusakan *belt* (sabuk).

$$\lambda = \frac{28}{2912} = 0,0096 \text{ (kerusakan per jam)}$$

3. Laju kerusakan *bearing roller idler*.

$$\lambda = \frac{20}{2912} = 0,0068 \text{ (kerusakan per jam)}$$

Menghitung waktu antar kerusakan.

Menghitung waktu antara kerusakan (MTBF) komponen *belt conveyor system* yang secara matematis menggunakan rumus:

$$MTBF (\theta) = \frac{1}{\lambda}$$

1. MTBF *bearing head pulley*.

$$\theta = \frac{1}{0,0130} = 76,92 \text{ jam.}$$

2. MTBF *belt* (sabuk).

$$\theta = \frac{1}{0,0096} = 104,16 \text{ jam.}$$

3. MTBF *bearing roller idler*.

$$\theta = \frac{1}{0,0068} = 147,05 \text{ jam.}$$

Menghitung fungsi ketidak andalan F(t).

Fungsi ketidak andalan dapat diartikan peluang mesin akan rusak pada waktu (t). Persamaan matematis yang digunakan.

$$F(t) = 1 - e^{-\lambda t}$$

1. Ketidak andalan untuk *bearing head pulley*.

$$\begin{aligned} F(t) &= 1 - e^{-\lambda t} \\ &= 1 - 2,718^{-0,0130 \times 8} \\ &= 1 - 0,9012 \\ &= 0,098 \\ &= 9,8 \% \end{aligned}$$

2. Ketidak andalan untuk *belt* (sabuk).

$$\begin{aligned} F(t) &= 1 - e^{-\lambda t} \\ &= 1 - 2,718^{-0,0096 \times 8} \\ &= 1 - 0,9268 \\ &= 0,073 \\ &= 7,3 \% \end{aligned}$$

3. Ketidak andalan pada *bearing roller idler*.

$$\begin{aligned} F(t) &= 1 - e^{-\lambda t} \\ &= 1 - 2,718^{-0,0068 \times 8} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} &= 1 - 0,9474 \\ &= 0,052 \\ &= 5,2 \% \end{aligned}$$

Menghitung keandalan mesin *belt conveyor system*.

Persamaan yang digunakan untuk menghitung keandalan mesin *belt conveyor system* adalah

$$R(t) = e^{-\lambda t}$$

$e = 2,718 \quad t = 8$

1. Keandalan untuk *bearing head pulley*.

$$\begin{aligned} R(t) &= e^{-\lambda t} \\ &= 2,718^{-0,0130 \times 8} \\ &= 0,901 \\ &= 90,1 \% \end{aligned}$$

2. Keandalan untuk *belt* (sabuk).

$$\begin{aligned} R(t) &= e^{-\lambda t} \\ &= 2,718^{-0,0096 \times 8} \\ &= 0,926 \\ &= 92,6 \% \end{aligned}$$

3. Keandalan untuk *bearing roller idler*.

$$\begin{aligned} R(t) &= e^{-\lambda t} \\ &= 2,718^{-0,0068 \times 8} \\ &= 0,947 \\ &= 94,7 \% \end{aligned}$$

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Dari hasil penelitian dapat disimpulkan sebagai berikut :

- Mesin *belt conveyor system* pada PT. BARATA INDONESIA yang digunakan untuk mengangkut pasir cetakan memiliki keandalan pada *bearing head pulley* 90,1%, *belt* (sabuk) 92,6%, *bearing roller idler* 94,7%. Sehingga mesin tersebut sering rusak atau mempunyai frekuensi kerusakan yang tinggi, hal ini dapat dilihat dari nilai MTBF *bearing head pulley* 76,92 jam, *belt* (sabuk) 104 jam, dan untuk *bearing roller idler* 147,05

ANALISA KEKUATAN MATERIAL DAN UMUR CHAINMILL CRUSHER

Maulana Mustamsikin, Sutrisno

ABSTRAK

Di dalam sistem produksi NPK Plant terutama di P.T Wilmar Nabati Indonesia Gresik, terdapat banyak equipment yang ada di dalam sistemnya. Salah satu equipment yang dipakai adalah Chain Mill Crusher. Dalam tugas akhir ini sayamerumuskan salah satu masalah penyebab sering terjadinya pergantian Chain Mill Crusher secara tidak terjadwalkan. Dengan tujuan untuk mengetahui penyebab sering digantinya Chain Mill Crusher tersebut. Dalam hal ini, akan dilakukan pengujian bertahap. Mulai dari pengujian komposisi material, hardness dan struktur mikro. Penelitian akan dilakukan di P.T Barata Indonesia Gresik dimulai tanggal 16 Desember 2014. Hasil dari pengujian ini akan mengetahui perbedaan antara kedua Chain Mill Crusher yang digunakan di NPK Plant. Mulai perbedaan komposisi material, hardness, dan struktur mikronya. Dari hasil penelitian ini dapat dijadikan acuan pemilihan material untuk Chain Mill Crusher yang bisa dipakai lebih lama, sehingga Chain Mill Crusher tidak mudah untuk diganti. Sebelum jadwal prosedur yang telah ditetapkan oleh pihak maintenance. Dan dapat mengurangi waktu breakdown.

Kata kunci : Komposisi material, struktur mikro, *hardnes*

PENDAHULUAN

Chain Mill Crusher adalah alat untuk memecah butiran produk pupuk oversize, sehingga produk hasil dari pecahan Chain Mill Crusher akan kembali ke sistem dan kembali di olah untuk menjadi butiran produk sesuai dengan prosedur manajemen yang diinginkan. Chain Mill Crusher terdiri dari 80 Chain dan berjumlah 4 pasang. Kedua Chain Mill Crusher tersebut di gerakkan oleh motoran 440 V dan dengan kecepatan maksimal yaitu 950 RPM.

Untuk diketahui bahwa di NPK Plant2 Wilmar gresik sedang menggunakan Chain Mill Crusher buatan pabrik yang berdomisili di semarang, tetapi berlisensi China. Dan di NPK Plant3 Wilmar Gresik sedang menggunakan Chain Mill Crusher yang terbuat dari pabrikan asal Amerika Serikat. Dengan berbedanya Chain Mill Crusher tersebut, sering terjadi banyak permasalahan yang timbul. Mulai sering

terjadinya pergantian dengan cepat Chain Mill Crusher tersebut, sebelum jadwal pergantian yang telah di anjurkan oleh manajemen.

Dari permasalahan yang ditimbulkan, banyak terdapat kendala tentunya. Untuk perlu diketahui lebih detail, akan dilakukan pengujian material dari masing-masing Chain Mill Crusher tersebut. Sehingga akan diketahui perbedaan yang di timbulkan dari kedua Chain Mill Crusher tersebut. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui berapa lama umur dari masing-masing Chain Mill Crusher tersebut, sebelum dilakukan pengujian material dengan data yang di dapat di masing-masing plant.