

STUDY KASUS AUDIT MAINTENANCE MEISIN PEMINDAH BAHAN PADA BELT CONVEYOR DAN WHEEL LOADER DI PABRIK KERTAS (PULP) PADA PT TOBA PULP LESTARI, Tbk

Freddy Silalahi,¹Alfian Hamsi²

^{1,2}Departemen Teknik Mesin, Universitas Sumatera Utara, Jln.Almamater
Kampus USU Medan 20155 Medan Indonesia
email: freddy_silalahi13@yahoo.com

Abstrak

Sejalan dengan kemajuan teknologi, perkembangan industri *pulp* (bubur kertas) ikut berkembang secara pesat didukung oleh sumber daya yang ada, tenaga kerja yang melimpah dan pemasaran yang sudah jelas. Hal ini yang mendorong suatu perusahaan untuk meningkatkan kelancaran produksinya, dengan memelihara peralatan produksi yang ada pada perusahaan dengan sistem *Preventive Maintenance*. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui sistem *Preventive Maintenance* pada perusahaan, mesin peralatan dan mencari masalah (kerusakan) yang sering terjadi serta memberikan solusi untuk mengatasi masalah tersebut. Metode penelitian dilakukan dengan cara melakukan wawancara langsung pada bagian maintenance, kemudian melakukan observasi langsung mesin/peralatan yang ada pada perusahaan. Dari data observasi ditemukan masalah yang sering timbul pada mesin/peralatan pemindah bahan yaitu *belt conveyor* dan *wheel loader* dengan data kerusakan antara lain kerusakan pada sabuk, *pulley* dan *gearbox* pada *belt conveyor* dan kerusakan pada komponen *hidrolic* dan *work equipment* pada *wheel loader*. akibat dari umur pemakaian, kesalahan penggunaan, serta perawatan yang kurang efektif. Penanganan dalam masalah ini dilakukan dengan dua cara yaitu rekayasa *engineering* dan rekayasa *material*, serta melakukan analisa terhadap satu temuan masalah yang kritis, yaitu koyaknya belt akibat dari beban yang berlebihan. Analisa dilakukan dengan perhitungan manual dan perhitungan menggunakan *software* ANSYS 14. Hasil dari perhitungan *software* didapat tegangan maksimum (τ_m) sebesar 11155,8N/m² dan perhitungan manual sebesar 10303,23N/m².

Kata kunci: Preventive Maintenance, Belt Conveyor dan Wheel Loader, sabuk

Abstract

Increasing the need for paper, directly the need for paper pulp as raw material increases. In line with the advancement of technology, the development of the pulp industry (pulp) joined the rapidly growing supported by existing resources, abundant labor and marketing are already clear. This led the company to increase its production smoothness, by maintaining the existing production equipment at the company's system of Preventive Maintenance. Namely, the maintenance is done before there is damage to the inspection activities include daily, weekly, monthly and yearly on company equipment and machinery. The purpose of this study was to determine the company's system of Preventive Maintenance, machinery and equipment for problems (damage) that often occurs as well as providing a solution to overcome these problems. The research method is done by doing a live interview on the maintenance, then direct observation machinery/equipment on the company. From the observational data found that problems often arise in machinery/equipment transfer the materials conveyor belt and wheel loaders with data destruction, among others, damage to the belt, pulley and gearbox on the conveyor belt and hidrolic damage to components and equipment on wheel loader work. effect of service life, misuse, as well as a less effective treatment. Handling this issue is done in two ways: engineering engineering and materials engineering, as well as analyzing the findings of the critical issues, namely torn belt due to excessive load. Analysis done by manual calculations and calculations using ANSYS software 14. By using this software calculations can be done easily, quickly and accurately. Results of calculation software obtained maximum voltage (τ_m) of 11155.8 N / m² and manual calculation of 10303.23N/m².

Keywords: Preventive Maintenance, Wheel Loader and Conveyor Belt, Belt

1. Pendahuluan

Pada dasarnya, kertas merupakan bahan produk yang banyak dipergunakan oleh manusia. Semakin meningkat kebutuhan akan kertas, secara langsung kebutuhan akan pulp sebagai bahan baku kertas semakin meningkat pula. Sejalan dengan kemajuan teknologi, perkembangan industri pulp (bubur kertas) pun berkembang secara pesat didukung oleh sumber daya yang ada, tenaga kerja yang melimpah dan pemasaran yang sudah jelas. Dengan semakin banyaknya industri pulp di Indonesia, kita dapat menggunakan salah satu sumber daya alam yaitu kayu, yang begitu banyak terdapat di Indonesia. Kayu tersebut dapat menjadi pulp yang nantinya akan dipergunakan oleh manusia di Dunia untuk dimanfaatkan sebagai buku tulis, majalah, Koran, dan masih banyak lagi. Dengan semakin meningkatnya kebutuhan manusia akan kertas merupakan satu faktor pendorong berdirinya suatu industri dan termasuk juga PT. Toba pulp lestari, Tbk yang terletak di desa sosor ladang Porsea, Kabupaten Toba Samosir, Sumatera Utara. Perusahaan ini berlokasi di Porsea kira-kira 220km dari Medan [1].

2. Tinjauan Pustaka

2.1 Maintenance (Perawatan)

Pengertian perawatan (*maintenance*) menurut JIS adalah semua pengaturan dan kegiatan yang diperlukan untuk menjaga dan memelihara suatu peralatan pada kondisi siap operasi atau dengan memperbaikinya sehingga bebas dari kerusakan.

a. Tujuan utama dari perawatan adalah :

- Kemampuan produksi dapat dipenuhi sesuai dengan rencana dan target produksi yang diinginkan.
- Menjaga kualitas pada tingkat yang tepat.

- Membantu mengurangi pemakaian dan penyimpanan yang di luar batas dan menjaga modal yang diinvestasikan dalam perusahaan.
- Mencapai tingkat biaya yang serendah – rendahnya.
- Mengadakan kerjasama yang erat dengan fungsi – fungsi utama lainnya dari suatu perusahaan.
- Memperpanjang umur dari asset (mesin, peralatan, bangunan, dan fasilitas lainnya yang digunakan untuk produksi).
- Menjamin keselamatan orang yang menggunakan sarana tersebut.

b. Jenis – jenis Maintenance

1. Preventive Maintenance merupakan kegiatan yang dilakukan untuk mencegah kerusakan yang terjadi secara dini pada alat dan untuk mencegah kerusakan yang lebih besar yang dapat menurunkan efektivitas produksi. Yang meliputi kegiatan: perbaikan, pembersihan, inpeksi dan penyetelan, pemeriksaan kondisi, penggantian serta tes fungsi.
2. corrective maintenance hanya dilakukan pada perbaikan-perbaikan *equipment* yang secara berkala harus diperbaiki maupun yang rusak di luar perhitungan.
3. Prediktive maintenance merupakan perawatan yang bersifat prediksi.
4. Breakdown maintenance merupakan perbaikan yang dilakukan tanpa adanya rencana terlebih dahulu. Dimana kerusakan terjadi secara mendadak pada suatu alat/produk yang sedang beroperasi
5. Shutdown Jobs adalah pekerjaan – pekerjaan pemeliharaan dan

perawatan yang dikerjakan pada saat mill/plant berhenti total yang sering disebut dengan overhaul [2].

2.2 Audit Maintenance

Audit adalah suatu kegiatan untuk meninjau kembali dari fungsi pemeliharaan dalam suatu perusahaan secara keseluruhan dengan mempertimbangkan semua dari fungsi perusahaan tersebut. Salah satu tujuan dari audit maintenance adalah untuk mendapatkan strategi dari suatu system pemeliharaan, yang bertujuan untuk memberikan fungsi perbaikan pada fungsi pemeliharaan umum, menyediakan komunikasi yang lebih jelas dan untuk mengembangkan suatu *set best practices* untuk fungsi pemeliharaan [2].

2.3 Strategi Perawatan

Pada umumnya strategi pemeliharaan (*Maintenance Strategi*) terdapat dua bagian yaitu, pemeliharaan yang direncanakan (*Planned Maintenance*) dan dan pemeliharaan diluar dari maintenance (*Unplanned Maintenance*), dimana perencanaan pemeliharaan (*planned maintenance*) dilakukan secara rutin (*Preventive Maintenance*) dengan jadwal pemeliharaan yang ditentukan (*Scheduled Maintenance*) atau pun *predictive maintenance*, sedangkan pemeliharaan diluar perencanaan (*Unplanned Maintenance*) adalah pemeliharaan darurat yang tidak diinginkan (*Emergency Maintenance*) yang terjadi diluar dugaan tetapi harus segera di perbaiki kembali (*Correktive Mintenance*), sebab hal tersebut sangat berpengaruh dengan proses produksi [2].

3. Metodologi Penelitian

Waktu dan tempat Penelitian dilaksanakan pada Tanggal 15 Mei – 3 Juni 2012 bertempat di PT. TOBA PULP LESTARI, Tbk yang beralamat di Desa Sosor Ladang Porsea Tobasa, Medan. Adapun langkah – langkah penelitian yang dilakukan antara lain :

1. Tahap awal proses penelitian ialah melakukan pendaftaran pada Departemen Teknik Mesin

Universitas Sumatera Utara dan melakukan pemilihan pabrik dan membuat surat permohonan. Pabrik yang dituju adalah PT TOBA PULP LESTARI Tbk.

2. Study literatur dilakukan untuk mendukung penelitian yang dilakukan secara teori.
3. Ruang lingkup Maintenance dalam melakukan penelitian, penulis melakukan pembatasan masalah yang akan dibahas. Hal ini dikarenakan agar objek penelitian dapat terarah dan sesuai dengan dengan yang dimaksud.
4. Pengambilan Data Masalah adapun data yang dikumpulkan selama observasi terbagi menjadi dua jenis data, yaitu data umum perusahaan yang bertujuan untuk mengetahui gambaran umum perusahaan. Yang kedua adalah data mengenai sistem perawatan yang dilakukan pada perusahaan dan pada mesin pemindah bahan dengan cara melakukan wawancara pada bagian maintenance pada perusahaan serta melakukan tinjauan langsung guna untuk mendapatkan data kerusakan pada alat secara real.
5. Pengolahan data, setelah mendapatkan data – data yang diperlukan. Adapun cara penanganan pada masalah yang dilakukan ialah :
 1. Rekayasa material dimana alat yang mengalami kerusakan diadaur ulang seperti coating, pengecatan, dll
 2. Rekayasa engineering dimana para enginer melakukan perombakan terhadap alat yang mengalami kerusakan, misalnya pada belt conveyor, beltnya sering lari dari jalur atau tidak seimbang.
 3. Analisa dilakukan untuk menyimpulkan secara keseluruhan dari hasil penelitian.
6. Kesimpulan

4. Hasil dan Pembahasan

4.1 Mesin Pemindah Bahan

Mesin pemindah bahan (*materials handling equipment*) dapat dikelompokkan berdasarkan pada ciri khas, penggunaan, keadaan/jenis muatan yang ditangani, serta arah gerakan. Berdasarkan hal tersebut maka mesin pemindah bahan dapat dibagi atas tiga kelompok, yaitu:

1. Peralatan pengangkat, yaitu peralatan yang ditujukan untuk memindahkan muatan satuan dalam satu *batch*, misalnya : mesin pengangkat seperti kerek, dongkrak, kemudian *crane* dan *elevator*.
2. Peralatan pemindahan (*conveyor*), yaitu peralatan yang ditujukan untuk memindahkan muatan curah (banyak partikel, homogen) maupun muatan satuan secara kontinyu, misalnya *screw conveyor*, *belt conveyor*, *pneumatic conveyor*, *vibratory conveyor*.
3. Peralatan permukaan dan *overhead*, yaitu peralatan yang ditujukan untuk memindahkan muatan curah dan satuan, baik *batch* maupun kontinyu, misalnya *scapper*, *excavator*, *bulldozer*, dll [3].

4.2 Belt Conveyor

Belt conveyor 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 yang dikopel langsung ke puli penggerak. Sabuk yang berada diatas roller-roller akan bergerak melintasi roller-roller dengan kecepatan sesuai putaran dan puli penggerak [4].

4.4 Maintenance Pada Belt Conveyor

Selama interval umur *equipment* bagian – bagian pada *belt conveyor* yang telah ditentukan, maka *inspeksi – inspeksi* pada bagian – bagian tersebut dilakukan secara berkala yaitu :

1. Inspeksi harian (*Daily Inspection*)
Salah satu pekerjaan yang dilakukan dalam inspeksi harian berupa: Pembersihan peralatan dari debu – debu yang menempel seperti pada bearing yang dapat mengganggu putaran dari bearing, pengecekan pada sistem *transmisi* yaitu pelumasannya, -pengecekan pada bagian roller yaitu putaran roller dan suara abnormal. Pengecekan pada *belt* yaitu cek kelurusan belt pada saat operasi.
2. Inspeksi mingguan (*Weekly Inspection*)
Berupa pengecekan terhadap baut – baut untuk mencegah kemungkinan lepasnya sambungan pada *frame* dan pemeriksaan serta pemberian minyak pelumas pada bagian – bagian yang berputar (*rotating equipment*) Inspeksi seperti: Pemeriksaan *belt cleaner* dan penggantian *blade* dan penyetelan tegangan supaya pembersih dapat berfungsi dengan baik. Pemeriksaan terhadap *safety sistem* untuk meyakinkan alat bekerja dengan baik. Pemberian minyak pelumas pada idler supaya tidak menghambat daya gerakannya.
3. Bulanan (*Monthly Inspection*)
Uraian pekerjaan yang dilakukan pada inspeksi ini adalah: Pengecekan *drive unit* yaitu: pemeriksaan getaran arus dan tegangan. Pengecekan pulley yaitu periksa suara dan temperatur pada pulley. Pengecekan kondisi sambungan, pengecekan pada bagian – bagian yang di las dimana pada pengecekan harus diperiksa agar tidak ada bagian sambungan yang retak.
4. Perawatan Tahunan (*Yearly Inspection*)
Perawatan tahunan, merupakan kegiatan perawatan yang dilakukan

pada unit dengan tujuan untuk penggantian komponen – komponen yang sudah aus yang dapat mengganggu kinerja dari unit meski masih dapat digunakan seperti, penggantian roller,udukan *sahft* dan bantalan.

4.5 Analisa Masalah Kerusakan Pada Belt Konveyor

1. Kerusakan pada sabuk

- a. Belt Koyak
Akibat dari benda tajam lain yang terbawa material seperti potongan logam dan kerikil yang terbawah oleh belt sehingga terjadi gesekan oleh benda terhadap belt pada saat belt berjalan dan pada saat jatuhnya material Serta Akibat dari permukaan idler atau roller yang menipis dan menjadi tajam sehingga mengoyak belt.
- b. Karet Tengah Belt Melunak
Akibat dari material yang diangkat belt mengandung minyak yang berasal dari serat kulit kayu. dan beban yang berlebihan
- c. Belt Berjalan tidak sesuai dengan jalur disebabkan badan roller yang sudah aus mengakibatkan belt kendur sehingga berjalan tidak sesuai jalur dan hal ini juga dipengaruhi beban angkut yang terlalu berat sehingga beban yang diterima oleh belt dan roller terlalu berat.
- d. Belt Putus diakibatkan oleh naiknya temperatur pada motor sehingga kinerja penggerak tidak maksimal, kurangnya pelumasan pada pulley dan cara penyambungan yang kurang tepat

2. Kerusakan pada Roller

- a. *Roller Loading Transfer Point* Goyang
Diakibatkan oleh beban *in fact* dari material saat jatuh, jarak jatuhnya material terlalu tinggi dan material yang diangkat basah sehingga beban yang diterima belt dan roller cukup besar.
- b. Sisi Badan Roller Aus
Akibat dari gesekan yang terjadi antara belt dengan roller dan hal

ini juga dipengaruhi kondisi lingkungan yang lembab dan berabu menyebabkan roller cepat berkarat, sehingga belt terkikis oleh karat yang menempel

- c. Corner Roller Tidak Berputar
Akibat debu yang menempel tidak langsung di bersihkan sehingga menghambat daya gerak dari *corner roller*
- ##### 4. Kerusakan Pada Pulley
- a. Tail pulley Miring
Hal ini biasanya diakibatkan bearing yang sudah goyang dan pemasangan bearing yang kurang tepat dan banyak material yang menumpuk sehingga menghambat pergerakan dari pulley.
 - b. Bearing Pecah
Akibat dari pemasangan yang tidak tepat, kurangnya pelumasan, pemakaian bearing yang terlalu lama sehingga bearing rapuh.
- ##### 5. Kerusakan Pada Gearbox
- Akibat dari kesalahan pemasangan dan melakukan pelumasan yang salah mungkin terlalu sedikit, sehingga roda gigi tidak cukup mendapat pelumasan, mungkin terlalu banyak mengakibatkan pemanasan berlebihan karena roda gigi harus bekerja dengan banyak oli.
- ##### 6. Kerusakan pada Motor Listrik
- Disebabkan oleh *vibrasi*, kualitas listrik yang kurang stabil sehingga menyebabkan *overheating* pada motor dan disebabkan oleh debu dan kotoran yang terakumulasi yang dapat merusak komponen motor listrik

4.6 Wheel Loader

Wheel loader adalah Alat yang digunakan untuk mengangkat material yang akan dimuat kedalam dumptruck atau memindahkan material ke tempat lain. Saat loader menggali, bucket didorongkan pada material, jika bucket telah penuh maka traktor mundur dan bucket diangkat ke atas untuk selanjutnya dipindahkan [5].

4.7 Komponen – komponen Utama Wheel Loader

Pada umumnya komponen wheel loader dapat dibagi menjadi :

1. Engine, komponen engine terdiri dari :
 - a. *Engine Assy* (Assembly / komplit)
 - b. Komponen yang ada di *Engine*, yaitu *fuel injection pump, starting motor, alternator, turbocharger, compressor, power steering pump, oil pump, water pump*, dll.
2. Bagian-Bagian *Work Equipment*
 - a. *Cab* merupakan tempat operator untuk menjalankan mesin
 - b. *Lift Arm* untuk mengangkat ember depan atas dan bawah
 - c. *Bucket* berfungsi untuk mengangkut material yang akan dipindahkan
 - d. *Backward Bucket*
 - e. *Boom* untuk menggerakkan *bucket* [5]

4.8 Preventive Maintenance Pada Komponen Wheel Loader

Selama interval umur *equipment* bagian – bagian pada wheel loader yang telah ditentukan, maka inspeksi – inspeksi pada bagian – bagian tersebut dilakukan menurut waktu operasinya yaitu :

1. Pengecekan sebelum alat dioperasikan
Merupakan kegiatan perawatan keliling berupa pembersihan unit dari kotoran – kotoran yang menempel. Dan pada perawatan ini menekankan hanya pada pemeriksaan dan penyetulan pada komponen, seperti: Cek level air radiator, oli di *engine*, bahan bakar, level oli hidrolik, oli di *swing machinery* dan pengecekan adanya air dan endapan di *water separator*, pemeriksaan kebutuhan air *cleaner*, dan buang air endapan di tangki bahan bakar.
2. Setiap 100 jam berupa pelumasan, seperti: Pelumasan *swing circle, Cylinder hoist pin, Pivot pin dump, Sistem suspensi Axle support* dan *Tie and rod*
3. Setiap 250 jam berupan pemeriksaan seperti pemeriksaan level oli di *final drive dan*

pemeriksaan kekencangan baut di *track frame*

4. Setiap 500 jam kegiatan meliputi: penggantian filter bahan bakar, pemeriksaan level *grease swing pinion*, cek dan bersihkan radiator *fin, oil cooler fin* dan *fuel cooler fin*, bersihkan *filter* pelumas, Ganti oli dan *filter engine*
5. Setiap 1000 jam penggantian seperti: Ganti *filter* hidrolik, ganti *breather element* di hidrolik tank, ganti oli *swing* dan *corrosion resitor*, lumasi dan cek tension pulley *altenator*, pemeriksaan bagian pengelasan.
6. Setiap 2000 jam kegiatan berupa: Ganti oli di *final drive*, Pemeriksaan *clamp-clamp* pada hose, Pemeriksaan *altenator* dan celah *valve engine*. Bersihkan stainer pada tangki hidrolik dan cek tekanan gas pada *acumulator*
7. Setiap 4000 jam pengantian dan pemeriksaan berupa: pemeriksaan *water pump*, pemeriksaan *starting motor* Cek kompresor

4.9 Analisa Masalah Kerusakan Pada Komponen Wheel Loader

1. Kerusakan pada pompa
Pompa *steering* merupakan suatu komponen *hidrolik* yang berfungsi untuk mengubah tenaga *mechanical* menjadi tenaga *fluida hidrolik* dan sebagai *penyuplai fluida* dalam pengoperasian unit dan *attachement* unit dan masalah yang terjadi adalah pompa tidak berfungsi dengan baik daya isapnya kurang sehingga tenaga yang dihasilkan pompa tidak maksimal
2. Filter kotor, sumbat
Filter merupakan saringan yang berfungsi untuk memisahkan *partikel – partikel* halus yang ada dalam oli. Kerusakan pada filter diakibat penggunaan oli yang terlalu lama dan oli yang sudah *terkontaminasi*, pemakaian elemen yang ada pada *filter* terlalu lama dan *elemen* sudah bocor dan *filter* yang halus akan buntu secara berangsur – angsur sejalan dengan operasi mesin. Solusi dari masalah

ialah lakukan penggantian *elemen* yang ada pada *filter* secara berkala dan lakukan pemasangan *by pass valve* sehingga bila *filter* buntu, oli dapat lolos dari *filter* dan kembali ke tangki

3. Pressure control valve bocor
Kerusakan pada katup pengendali arah dapat diakibatkan beberapa hal seperti kerusakan pada sistem elektriknya, terjadi *sticking* pada katup dan kebocoran pada *O-ring*.
4. Kebocoran pada selang sambungan
Kebocoran pada selang sambungan pada umumnya diakibatkan oleh pemasangan yang salah seperti pemasangan terlalu ketat, sudut belok terlalu tajam sehingga memperlambat gerakan dari *fluida*, dan akibat longgarnya baut sambungan.
5. Kerja dari *gear shifting* berkurang
Akibat kurangnya pelumasan sehingga gaya gerakanya berkurang dan perpindahan *transmisi* terganggu.
6. *Converter* cepat panas *Akumulator* tidak berfungsi dengan baik. Penyebab kerusakan pada *converte* ini ialah akibat dari menjalankan unit secara terus menerus pada gigi tinggi yang menyebabkan terjadinya *turbine stalling*, jumlah oli berkurang, tersumbatnya oil *cooling* atau radiator yang pada umumnya mengabaikan kenaikan suhu dan juga diakibatkan oli terlalu kental atau terlalu encer sehingga pada saat oli dingin, kekentalanya meningkat dan mengalir lambat dan dapat mengurangi tenaga dari unit tersebut, jika oli terlalu encer maka oli akan bocor.
7. *Akumulator* tidak berfungsi dengan baik penyebab kerusakan yang terjadi pada *akumulator* ialah akibat dari kesalahan pemilihan yaitu *akumulator* tidak sesuai dengan fungsi yang diinginkan (akibat dari pemakaian part yang kurang bagus) dan hal ini juga disebabkan oleh kebocoran pada *O - Ring seal* yang terdapat pada *akumulator*.
8. Kebocoran pada silinder

Kebocoran pada silinder hidrolik diakibatkan oleh rusaknya seal pada silinder hidrolik, sehingga berakibat fluida yang datang tidak mendorong katup keluar maka justru bocor.

9. Seal rusak, bocor. Diakibatkan oleh jam operasi yang berlebihan yang menyebabkan *overheating*, *seal* menjadi lunak dan akan kembali keras saat temperatur normal dan pemakaian terlalu lama sehingga terjadi perubahan sifat mekanik bahan (kekuatan tarik meningkat/kekakuan meningkat dan *elongasi* menurun) yang mengurangi kemampuan *seal* sebagai perapat
- 10 *Pin* aus, goyng
Akibat gesekan yang terjadi antara permukaan *pin* dikarenakan beban angkut yang berlebihan, perlawanan dari tanah dan penggunaan alat yang secara terus menerus dan kurangnya pelumasa

5. Analisa Masalah Pada Sabuk Konveyor

➤ Data yang diperoleh

- Berat jenis material = 240kg/m³
- Lebar sabuk = 1200mm
- Diameter pulley = 700mm
- Panjang sabuk = 450m
- Kapasitas angkut = 200t/jam
- Sudut idler = 30°
- Factor gesekan = 0,020
- Putaran motor (n) = 1450rpm
- Putaran yang Ditransmisikan = 37,3rpm

➤ Kecepatan sabuk

$$V = \frac{3,14 \times d \times n}{60} = \frac{3,14 \times 0,7 \times 37,3}{60}$$

$$= 1,46 \text{ m/s} = 87,61 \text{ m/min}$$

➤ Menghitung Berat Material

Berat material silika per meter belt :

$$Q = qV$$

$$= \frac{Q}{V} \quad [6]$$

$$= \frac{200}{1,46} \times \frac{1000}{3600} \frac{\text{Kg}}{\text{s}}$$

$$= 38,05 \text{ Kg/m}$$

➤ Menghitung Berat Sabuk

Berat Belt per satuan panjang

$$W_b = (1,1) B (\delta_i + \delta_1 + \delta_2) [6]$$

$$= (1,1) 1,2 \text{ m} [4 (1,4) + 1,5 + 1,0]$$

$$= 13,58 \text{ kg/m} = 135,82 \text{ N/m}$$

Dimana :

$$B = 1200\text{mm} = 1,2 \text{ m}$$

$$l = 4 \text{ (didapat dari survey lapangan)}$$

5.1 Tahanan Pada Sabuk Konveyor

Tahanan yang terjadi akibat gesekan antara sabuk dengan idler pada konveyor sabuk dibagi atas tahanan bagian pembebanan dan tahanan pada bagian idler (kembali tanpa beban), kesemua tahanan itu dapat dirumuskan sebagai berikut [6] :

1. Untuk berat bermuatan (pembebanan)

$$q_{beban} = (q_m + W_b + W_{l_{total}}) L \varpi + (q_m + W_b) H$$

2. Tahanan pada bagian kembali tanpa muatan adalah :

$$q_i = W_b + W_{l_{total}} L \varpi'$$

3. Berat muatan persatuan panjang sabuk

$$q_m = \left(\frac{i}{a}\right) \cdot \gamma$$

Dimana:

Berat jenis muatan (γ) = 240kg/m³

Panjang lintasan (L) = 225m

Berat dari material tumpukan per meter (q) = 38,05kg

berat sabuk (Wb) = 13,85kg/m

berat roller = 23,33kg/m

koefisien dari resistan dari sabuk pada roller = 0,04

Tinggi tumpukan = 0,15m

Berat muatan persatuan panjang

$$q = \frac{i}{a} \gamma$$

$$i = \frac{38,05a}{240}$$

$$i = 0,1585a$$

Maka :

$$q_m = \left(\frac{i}{a}\right) \gamma$$

$$q_m = \left(\frac{0,1585}{a}\right) 240$$

$$q_m = 38,05 \text{ kg/m}$$

Untuk berat bermuatan (pembebanan)

$$q_{beban} = (38,05 + 13,85 + 23,33) 225 \text{ m} \cdot 0,04 =$$

$$(38,05 + 13,85) 0,15 = 669,29 \text{ kg} = 6563,72 \text{ N}$$

Tahanan pada bagian kembali tanpa muatan adalah :

$$q_i = (13,85 + 23,33) (225 \times 0,04) = 334,62 \text{ kg} = 3381,6 \text{ N}$$

Tahanan yang terjadi akibat gesekan antara sabuk dengan landasan diam (stationary runway) dapat dirumuskan sebagai berikut:

$$q_{beban}' = (q_m + W_b) [(L)(\mu) + H]$$

Dimana :

$$\mu = \text{Faktor gesekan} = 0,020$$

Maka :

$$q_{beban}' = (38,05 + 13,85) [(225 \times 0,020) + 0,12]$$

$$q_{beban}' = 241,33 \text{ kg} = 1450,55 \text{ N}$$

5.2 Tegangan Pada Sabuk

Dalam menghitung tegangan sabuk dari sebuah sistem konveyor sabuk digunakan rumus sebagai berikut [6]:

$$S_i = S_{(i-1)} + W_{(i-1)to-i}$$

Dimana :

S_i dan S_(i-1) = Tegangan sabuk pada titik i-1

dan i (N)

W_{(i-1)to-i} = Tahanan sabuk diantara titik

(N)

Dengan menggunakan persamaan diatas dapat ditemukan dengan rumus, Tegangan pada titik 2 dapat dicari, yaitu :

$$S_2 = S_1 + q_{1,2}$$

Dimana

$$q_{1,2} = q_i = \text{Tahanan tanpa muatan} = 334,62 \text{ kg}$$

Maka :

$$S_2 = S_1 + 334,62 \text{ kg}$$

Tegangan sabuk pada titik 3

$$S_3 = S_2 + W_{curv}$$

$$S_3 = S_2 + k(S_2)$$

$$S_3 = (1 + k) \cdot S_2 \dots \dots \dots \text{dimana } K = (1 + k)$$

Maka :

$$S_3 = K (S_2)$$

Dalam hal ini K > 1 (dalam prakteknya K = 1,05 – 1,07, maka dipilih K = 1,07)

Jadi :

$S_3 = 1,07 (S_1 + 333,92 \text{ kg})$
 $S_3 = 1,07S_1 + 338,27 \text{ kg}$
 Tegangan sabuk dititik 4
 $S_4 = S_3 + W_{3,4}$ dimana :
 $W_{3,4} = (0,5 q_{\text{beban}}) \times (0,5 q_{\text{beban}})$
 $S_4 = (1,07 S_1 + 334,62 \text{ kg}) + [(0,5 \times 669,29) + (0,5 \times 241,33)]$
 $= 1,07 S_1 + 790,99$
 $S_4 = 1,07 S_1 + 790,99$
 Dari hukum Euler dimana tidak terjadi slip antara sabuk dan puli maka berlaku persamaan

$S_t \leq S_{sl} (e^{\mu\alpha})$
 Dimana :
 S_t dan S_{sl} = Tegangan sabuk pada sisi ketat dan kendur (kg)
 α = Sudut belit sabuk
 e = Bilangan neprian dengan fungsi logaritma = 2,718
 μ = Faktor gesekan antara sabuk dan puli

Untuk sudut belit sabuk sebesar $\alpha = 240^\circ$ dan puli dibalut dengan karet (rubber laggned) dengan kondisi Operasi normal maka harga $\mu = 0,020$ maka :

$e^{\mu\alpha} = 4,33$
 $S_t = S_4 \leq S_{sl} \cdot (e^{\mu\alpha})$

Sehingga diperoleh tegangan sabuk pada sisi ketat :

$S_{sl} \cdot (e^{\mu\alpha}) = S_{sl} \cdot (4,33) = 4,33 (S_1)$

Dari persamaan (3) dan (4), diperoleh :
 $4,33 (S_1) \geq S_4$
 $4,33 (S_1) \geq 1,07 (S_1) + 790,99 \text{ kg}$
 $3,26(S_1) \geq 790,99 \text{ kg}$
 $S_1 = 242,63 \text{ kg}$

Dari persamaan (1) diperoleh :

$S_2 = S_1 + 334,62 \text{ kg}$
 $S_2 = 242,63 + 334,62 \text{ kg}$
 $S_2 = 577,25 \text{ kg}$

Dari persamaan (2) diperoleh :

$S_3 = 1,07S_1 + 338,36 \text{ kg}$
 $S_3 = 1,07(242,63) + 338,27 \text{ kg}$
 $S_3 = 597,88 \text{ kg}$

Dari persamaan (3) diperoleh :

$S_4 = 1,07 S_1 + 790,99 \text{ kg}$

$S_4 = 1,07 (242,63) + 790,99 \text{ kg}$

$S_4 = 1050,60 \text{ kg}$

Dari perhitungan diatas dapat diketahui tegangan sisi ketat sebesar 1050,60 kg sedangkan sisi kendurnya 242,63kg, sehingga dengan perhitungan diperoleh :

$S_1 = 242,63 \text{ kg}$
 $S_2 = 577,25 \text{ kg}$
 $S_3 = 597,88 \text{ kg}$
 $S_4 = 1050,60 \text{ kg}$

5.3 Pemeriksaan Kekuatan Sabuk

$K_{ti} = \frac{S_{maks} (FK)}{(B)(i)} \quad K_{ti} = \frac{1050,60(9,5)}{(1,2)(4)}$

[7]

$K_{ti} = 2079,31 \text{ kg/m} = 20391,79 \text{ N/m}^2$

Dari hasil perhitungan diatas, terlihat bahwa kekuatan tarik izin sabuk lebih kecil dari pada kekuatan tarik sabuk yang digunakan yaitu jenis *Syntetis*, yang mempunyai kekuatan tarik persatuan lebar sebesar 353052 N/m².

5.4 Perhitungan Daya Motor

$P = \frac{S_{mak} \cdot v}{33000} = \frac{2316,57 \cdot 479,02}{33000}$
 $= 33,62$
 $= 25,13 \text{ Kw}$

[7]

Dalam perhitungan *spesifik* pada *Belt Conveyor* pada PT TOBA PULP LESTARI Tbk didapat daya *minimum* motor penggerak yaitu sebesar 30 Kw. Hasil perhitungan ini berbeda jauh dengan keadaan lapangan dimana daya yang terpakai sekitar 25,13Kw.

6. PERBANDINGAN HASIL MANUAL DENGAN PERHITUNGAN MENGGUNAKAN ANSYS14

Dari hasil perhitungan manual yang didapat penulis adalah sebagai berikut, tegangan yang terjadi pada *belt* $\tau_m = 1050,60 \text{ Kg} = 10303,23 \text{ N/m}^2$ dan hasil dari perhitungan *ansys* 14, diperoleh

$\tau_m=11155,8\text{N/m}^2$. Perbandingan antara tegangan yang terjadi lebih kecil dari pada tegangan yang diizinkan ($\tau < \tau_i$). Jadi, dapat disimpulkan bahwa perhitungan dengan menggunakan *software* hampir mendekati perhitungan manual.

7. Kesimpulan dan Saran

7.1 Kesimpulan

Dari proses analisis yang dilakukan terhadap perusahaan, data-data *belt conveyor* dan *wheel loader* yang dianalisis, maka didapatkan suatu kesimpulan bahwa:

1. PT. Toba Pulp Lestari melaksanakan preventive maintenance berupa inspeksi secara berkala yaitu *daily*, *weekly*, *monthly*, dan *yearly*.
2. Adapun kegiatan Preventive Maintenance yang dilakukan pada perusahaan adalah :
 - a. Oiling adalah tindakan pemberian oli terhadap komponen-komponen bergerak, penggunaan oli pada umumnya untuk bagian-bagian peralatan yang tertutup seperti *gearbox*. Pemberian oli terdiri dari penggantian dan penambahan. Jenis oli yang digunakan setiap peralatan tidak ada yang sama tergantung pada kondisi kerja peralatan tersebut
 - b. *Greasing* Merupakan proses penambahan dan penggantian grease, biasanya menggunakan alat berupa pompa *grease (pispot)*. *Grease* digunakan untuk *bearing*, *bushing* dan poros.
 - c. Penggantian spare part rutin dilakukan sesuai dengan rancangan awal peralatan tersebut, sesuai dengan usia pakainya. Penggantian spare part tersebut untuk menjamin optimalisasi kerja unit secara keseluruhan. Seperti penggantian *filter* pada mesin diesel.
 - d. Penyetelan dilakukan untuk mengembalikan peralatan ke kondisi semula, sehingga kerja peralatan tersebut tetap optimal. Seperti penyetelan kerenggangan *rotor bar* dengan *ripple plate*.

3. Perawatan (*maintenance*) pada komponen *belt conveyor* dan *wheel loader* sangat penting dilakukan karena kerusakan pada salah satu komponen dapat berdampak pada *system* kerja komponen lain, seperti kerusakan *bearing* pada *tail pulley* dapat menyebabkan kerusakan pada *roller* dan *belt*, dikarenakan *tali pulley* tersebut miring akibat dari *baering* yang pecah, sehingga *belt* berjalan tidak sesuai jalur sehingga terjadi gesekan pada *roller* dan menyebabkan sisi dari badan *roller* habis (*aus*). Kerusakan pada *seal* pada komponen *hidrolik* dapat menyebabkan kerusakan pada *ring*, dan kerusakan pada dinding *silinder* dikarenakan kebocoran *seal* menyebabkan *fluida* berkurang sebagai media perantara akibatnya terjadi gesekan langsung antara *piston* dan dinding *silinder*
4. Hasil dari analisa simulasi pada *belt* dengan menggunakan *software ansys* tidak berbeda jauh dengan hasil perhitungan dengan cara manual, yaitu hasil perhitungan manual didapat tegangan maksimum sebesar $10303,23\text{ N/m}^2$ dan

7.2 Saran

Untuk kelanjutan dan pengembangan penelitian ini, penulis menyarankan beberapa hal sebagai berikut :

1. Dalam pekerjaan perawatan (*Maintenance*), agar dapat berjalan dengan baik gunakanlah *tool*, *consumable*, *material*, *Manpower*, *Manhour* dengan efektif dan efisien agar hasil produksi yang dicapai lebih maksimal.
2. Perusahaan sebaiknya meningkatkan standar prosedur kerja yang lebih baik guna keselamatan dalam setiap pekerjaan perawatan.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Anonym, 2004, " Overview PT Toba Pulp Lestari" Training and Development Center PT. Toba Pulp Lestari Tbk

- [2] Manajemen Pemeliharaan Pabrik, e-USU Repository ©2004 Universitas Sumatera Utara, by Alfian Hamsi
- [3] Teknik Alat Berat jilid 2, by Budi Tri Siswanto
- [4] Bidgestone, Belt conveyor design Manual, New York, 1990
- [5] Shigley's Mechanical Engineering Design, Eight Edition (2006) by Richard G.B, C.Keith .
- [6] Dasar Perencanaan Dan Pemilihan Elemen Mesin, by ir Sularso, MSME, Penerbit Pradnya Paramita, Jakarta 1979
- [7] Spivakovsky, A, Conveyor And Related Equipment, Ed 2, Peace Publishers, Moscow, 1969