

**ANALISA KEGAGALAN KOMPONEN *CHAIN CONVEYOR*
PADA *APRON FEEDER COAL HANDLING FACILITY*
PT. BUKIT ASAM, Tbk**



SKRIPSI

**Disusun Untuk Memenuhi Syarat Kurikulum Dalam Menyelesaikan
Pendidikan Strata 1 Pada Program Studi Teknik Mesin**

**Oleh :
Ade Harlian Pratama
1522110515**

**FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS TRIDINANTI PALEMBANG
2020**

**ANALISA KEGAGALAN KOMPONEN *CHAIN CONVEYOR*
PADA *APRON FEEDER COAL HANDLING FACILITY*
PT. BUKIT ASAM, Tbk**



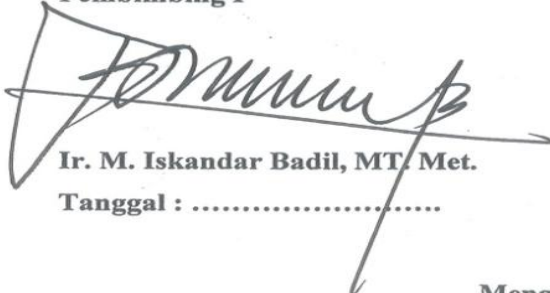
Oleh :

Ade Harlian Pratama

1522110515


Diperiksa Dan Disetujui Oleh Dosen Pembimbing:

Pembimbing I



Ir. M. Iskandar Badil, MT, Met.
Tanggal :

Pembimbing II,



Ir. R. Kohar, M.T
Tanggal : 23-6-20.....

Mengetahui,

Ketua Program Studi



Ir. H. M. Ali, MT

UNIVERSITAS TRIDINANTI PALEMBANG
FAKULTAS TEKNIK
PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN
TUGAS AKHIR

ANALISA KEGAGALAN KOMPONEN *CHAIN CONVEYOR*
PADA *APRON FEEDER COAL HANDLING FACILITY*
PT. BUKIT ASAM, Tbk

Oleh :

Ade Harlian Pratama
1522110515

Mengetahui,
Ketua Program Studi Teknik Mesin


Ir. H. M. Ali, MT

Diperiksa dan disetujui oleh :
Dosen Pembimbing I,


Ir. M. Iskandar Badil, MT, Met
Dosen Pembimbing II


Ir. R. Kohar, MT

Disahkan oleh :

Dekan Fakultas Teknik



Ir. H. Ishak Effendy, MT

PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI
TUGAS AKHIR UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS

Sebagai Civitas Akademika Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Tridinanti Palembang.

Saya Yang Bertanda Tangan dibawah ini,

Nama : Ade Harlian Pratama
NPM : 1522110515
Fakultas : TEKNIK
Program Studi : Strata 1 (S1) Teknik Mesin
Jenis Karya : SKRIPSI

Demi Pengembangan Ilmu pengetahuan untuk memberikan kepada pihak Universitas Tridinanti Palembang hak bebas Royalti Non eksklusif (*non exclusive royalty free right*) atas karya ilmiah saya yang berjudul :

Analisa Kegagalan Komponen Chain Conveyor
Pada Apron Feeder Coal Handling Facility PT. Bukit Asam, Tbk

Beserta perangkat yang ada (jika diperlukan), dengan hak royalti eksklusif ini Universitas Tridinanti Palembang berhak menyimpan, mengalih mediakan, mengelola dalam bentuk data base dan mempublikasikan tugas akhir saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan pemilik hak cipta.

Demikian pernyataan saya buat dengan sebenarnya dan tanpa ada tekanan dari pihak mana pun.

Dibuat di Palembang,

Tanggal 8 April 2020



Ade Harlian Pratama

SURAT PERNYATAAN BEBAS PUBLIKASI GANDA

Saya Yang Bertanda Tangan dibawah ini,

Nama : Ade Harlian Pratama
NPM : 1522110515
Fakultas : TEKNIK
Program Studi : Strata 1 (S1) Teknik Mesin

Dengan ini menyatakan bahwa judul artikel,

**Analisa Kegagalan Komponen Chain Conveyor
Pada Apron Feeder Coal Handling Facility PT. Bukit Asam, Tbk**

benar bebas dari publikasi ganda, dan apabila pernyataan ini terbukti tidak benar maka saya bersedia menerima sanksi sesuai ketentuan yang berlaku.

Demikian surat pernyataan ini saya buat untuk dipergunakan sebagaimana mestinya.

**Palembang, 8 April 2020
Yang Menyatakan,**



Ade Harlian Pratama

Lampiran : Bukti Hasil Proses Plagiarism Checker Dari Operator

SURAT PERNYATAAN BEBAS PLAGIAT

Saya Yang Bertanda Tangan dibawah ini:

Nama : Ade Harlian Pratama
NPM : 1522110515
Fakultas : TEKNIK
Program Studi : Strata 1 (S1) Teknik Mesin
Judul Skripsi :

**Analisa Kegagalan Komponen Chain Conveyor
Pada Apron Feeder Coal Handling Facility PT. Bukit Asam, Tbk**

Menyatakan dengan ini bahwa Skripsi saya merupakan hasil karya sendiri yang didampingi pembimbing bukan hasil penjiplakan/ Plagiat. Dan telah melewati proses *Plagiarism Checker* yang dilakukan pihak Jurusan, apabila pernyataan ini terbukti tidak benar maka saya bersedia menerima sanksi sesuai ketentuan yang berlaku.

Demikian surat pernyataan ini saya buat untuk dipergunakan sebagaimana mestinya.

Mengetahui,
Ketua Prodi Teknik Mesin UTP


Ir. H. M. Ali, MT

Palembang, 8 April 2020
Yang Menyatakan,


Ade Harlian Pratama

Lampiran : Bukti Hasil Proses Plagiarism Checker Dari Operator



Plagiarism Checker X Originality Report
Similarity Found: 20%

Date: Kamis, April 23, 2020

Statistics: 1002 words Plagiarized / 4938 Total words

Remarks: Medium Plagiarism Detected - Your Document needs Selective Improvement.

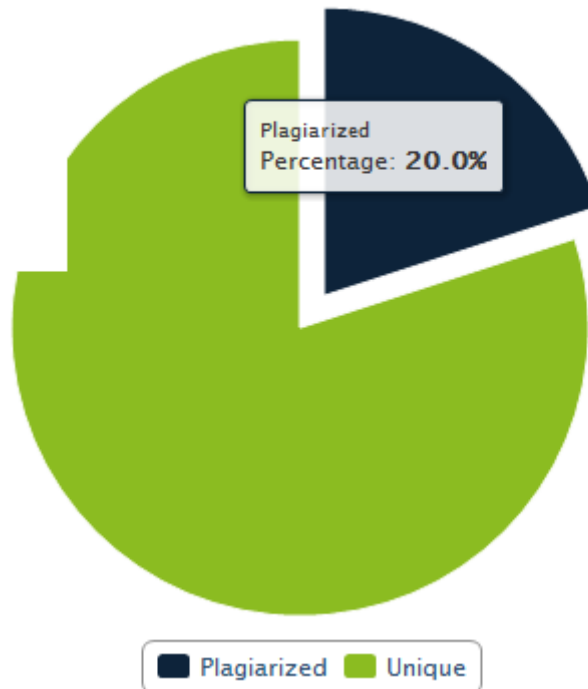
BAB I PENDAHULUAN Latar Belakang PT. Bukit Asam, Tbk merupakan BUMN yang bergerak di bidang pertambangan batubara dengan sejarah panjang dari tahun 1923. Dalam 6 tahun terakhir target produksi dan penjualan batubara PTBA terus meningkat, pada tahun ini target produksi batubara sebanyak 27 juta ton dan penjualan sebanyak 28 juta ton.

Alur proses produksi batubara terletak di pertambangan batubara berlokasi di tanjung enim, sumatera selatan menggunakan sistem penambangan continuous mining menggunakan beberapa Alat Tambang Utama (ATU) diantaranya adalah bucket wheel excavator (BWE), spreader dan stacker reclaimer (SP & SR) serta train loading station (TLS). Kemudian setelah ditambang, batubara dari unit pertambangan tanjung enim ini dikirim menggunakan kereta api ke unit Pelabuhan Tarahan dan unit Dermaga Kertapati sebagai unit pengapalan dan penjualan batubara.

Pada unit Dermaga Kertapati yang berkapasita 3,5 juta ton pertahun menggunakan sistem direct loading menggunakan Coal Handling Facility (CHF) dengan beberapa alat dermaga diantaranya adalah Apron feeder, Stacker, dan Shiploader Batubara yang telah dikirim dari tanjung enim menggunakan kereta api kemudian dibongkar di apron feeder dermaga kertapati lalu di bawa menggunakan belt conveyor ke crusher screen untuk proses penggilingan guna memperkecil dimensi batubara, setelah keluar dari crusher lalu batubara dibawa lagi dengan belt conveyor ke stacker dan ke grizzly screen untuk memisahkan batubara yang dimensinya masih belum sesuai.

Setelah melewati grizzly screen lalu batubara menuju shiploader untuk di masukan ke kapal tongkang, dalam perjalanannya menuju shiploader batubara di ambil beberapa kilogram sebagai sampel pengecekan ulang kalorinya sebagai quality control terakhir

PlagiarismCheckerX Summary Report



Date	Kamis, April 23, 2020
Words	1002 Plagiarized Words / Total 4938 Words
Sources	More than 106 Sources Identified.
Remarks	Medium Plagiarism Detected – Your Document needs Selective Improvement.

ABSTRAK

Analisa kegagalan dianggap sebagai kegiatan pemeriksaan karakteristik dan penyebab material atau kegagalan komponen. Sedangkan kegagalan adalah ketidak mampuan suatu material atau komponen mesin untuk berfungsi sebagaimana mestinya. Adapun suatu kegagalan mekanik suatu material di industry, yaitu adanya perubahan bentuk, ukuran, dan properties sehingga berpengaruh pada jalanya mesin.

Afron feeder adalah salah satu alat yang digunakan untuk menampung hasil pembongkaran batu bara dari gerbong kereta api. Batu bara kemudian dipindahkan ke belt conveyer dan diangkat dengan menggunakan conveyer. Batu bara mengalami beberapa proses pengolahan yaitu primary crusher dan seconding crusher yang kemudian dibawah menuju strckpile sesuai dengan kualitas dari produksi masing-masing.

Proses kerja afron feeder yang terus menerus menyebabkan komponen dari afron feeder yaitu bucket mengalami kerusakan berupa korosi, retak, dan penipisan. Kerusakan pada komponen afron feeder menyebabkan terhambatnya proses produksi batu bara . oleh sebab itu pada penelitian ini dilakukan pengujian laboraturium pada specimen burket afron feeder berupa pengujian kekerasan, pengujian metalografi, untuk mendapatkan nilai kekerasan, bentuk struktur mikro dan komposisi kimia pada setiap specimen pengujian hasil dari penelitian ini menunjukkan bahwa kerusakan disebabkan karena adanya senyawa kimia berupa sulfur yang bereaksi dengan oksigen dan hydrogen yang kemudian bereaksi dengan material bucket sehingga terjadi proses korosi.

Kata Kunci : Analisa Kegagalan, Afron Feeder Bucket, Batu Bara

Motto :

Jangan pernah menyerah dalam berusaha

Karena sesudah kesulitan pasti ada

kemudahan

Jangan berhenti untuk berbuat baik

Karena tak ada balasan untuk kebaikan

selain kebaikan pula

Kupersembahkan untuk :

- ❖ *Kedua orang tuaku ibu, bapak, dan istriku tercinta*
- ❖ *Saudara kakak dan adik – adiku yang telah memberiku semangat*
- ❖ *Teman – teman seperjuangan 2020 Teknik Mesin*
- ❖ *Almamaterku*

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis ucapkan kepada Allah SWT karena atas berkat dan karunianya, sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini tepat pada waktunya.

Tugas Akhir ini merupakan persyaratan untuk menyelesaikan pendidikan pada Program sarjana 1 Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Tridianti Palembang.

Dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini, Penulis banyak menerima bimbingan dan bantuan dari semua pihak, dan pada kesempatan ini dengan segala kerendahan hati penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Ibu Dr. Ir. Hj. Nyimas Manisah, MP. Selaku Rektor Universitas Tridianti Palembang.
2. Bapak Ir. Ishak Effendi, MT. selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Tridianti Palembang.
3. Bapak Ir. H.Muhammad Ali, MT. selaku Ketua Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Tridianti Palembang
4. Bapak Ir. Abdul Muin, MT. Selaku Sekretaris Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Tridianti Palembang
5. Bapak DRS. Ir. M. Iskandar Badil, MT. Selaku Dosen Pembimbing I yang telah banyak membantu dan memberi masukan serta saran dalam penulisan dan penyusunan Tugas Akhir ini.

6. Bapak Ir. R. Kohar, MT. Selaku Dosen Pembimbing II yang banyak mengoreksi dan memberi masukan serta saran yang membangun dalam penulisan dan penyusunan Tugas Akhir ini.
7. Seluruh Staf Dosen dan Karyawan Fakultas Teknik Mesin Universitas Tridinanti Palembang.
8. Rekan-rekan Mahasiswa Program Studi Teknik Mesin Universitas Tridinanti Palembang, Angkatan 2015 yang telah membantu dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.

Penulis menyadari bahwa Tugas Akhir ini masih belum sempurna, oleh sebab itu penulis mengharapkan kritikan dan saran.

Akhir kata penulis berharap semoga Tugas Akhir ini dapat berguna bagi Mahasiswa, Khususnya Mahasiswa Teknik Mesin Universitas Tridinanti Palembang.

Palembang, April 2020

Penulis



Ade Harlian Pratama

DAFTAR ISI

HALAMAN PERSETUJUAN	ii
HALAMAN PENGESAHAN	iii
HALAMAN PENGUJI	iv
LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR	v
PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI	vi
PERSEMBAHAN	vii
KATA PENGANTAR	viii
DAFTAR ISI	x
DAFTAR GAMBAR	xiii
DAFTAR TABEL	xv
DAFTAR DIAGRAM	xvi
DAFTAR GRAFIK	xvii
ABSTRAK	xviii
BAB I. PENDAHULUAN	
1.1. Latar Belakang.....	1
1.2. Rumusan Masalah	3
1.3. Batasan Masalah	3
1.4. Tujuan Penelitian	3
1.5. Manfaat Penelitian	4
BAB II. LANDASAN TEORI	
2.1. <i>Coal Handling Facility</i>	5
2.2. <i>Pengertian Apron Feeder</i>	7

2.2.1. Sistem Pemasukan	7
2.2.2. Sistem Pengeluaran.....	8
2.2.3. Kapasitas <i>Apron Feeder</i>	8
2.3. Baja Karbon.....	9
2.4. Pengertian Baja Karbon Menengah	10
2.4.1. Struktur Mikro Baja Karbon Menengah.....	10
2.5. Diagram Fasa	11
2.6. Pengujian Material	13
2.6.1. Pengujian Merusak (<i>Destructive</i>).....	13
2.6.1.1. Uji Kekerasan	14
2.6.1.2. Uji Tarik	17
2.6.1.3. Uji Struktur Mikro	17
2.6.1.4. Uji Komposisi Material	17
2.7. Analisa Kegagalan	17
2.8. Prosedur Dalam Analisa Kegagalan	20

BAB III. METODOLOGI PENELITIAN

3.1. Diagram Penelitian.....	22
3.2. Jenis dan Fokus Penelitian	23
3.3. Metodologi Penelitian	23
3.3.1. Studi Literatur, Studi Lapangan, dan Identifikasi Masalah.....	24
3.3.2. Perumusan Masalah.....	24
3.3.3. Pengumpulan Data	25
3.3.4. Alat dan Bahan	25

3.3.4.1. Alat	25
3.3.4.2. Bahan	26
3.3.5. Pembentukan Spesimen dan Pengujian	27
3.3.6. Hasil yang Diharapkan	28
3.4. Tempat dan Jadwal Pelaksanaan	28
BAB IV. ANALISA DATA DAN PEMBAHASAN	
4.1. Analisa Data	29
4.1.1. <i>Record Chain Apron Feeder</i> di Dermaga Kertapati.....	29
4.1.2. Hasil Pengujian Komposisi Kimia	31
4.1.3. Hasil Pengujian Kekerasan	32
4.1.4. Hasil Pengujian Tarik.....	33
4.1.4. Hasil Pengujian Metalografi.....	35
4.2. Pembahasan	36
BAB V. PENUTUP	
5.1. Kesimpulan	39
5.2. Saran	40
DAFTAR PUSTAKA	41
LAMPIRAN.....	43

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1. <i>Bucket Wheel Excavator</i>	5
Gambar 2.2. Jalur <i>conveyor</i> menuju <i>stockpile</i>	6
Gambar 2.3. <i>Spreader</i> Tanah	6
Gambar 2.4. <i>Train Loading Station</i> (TLS) di Area UPTE PTBA	6
Gambar 2.5. Sistem pemasukan <i>apron feeder</i>	7
Gambar 2.6. <i>Apron feeder</i> tampak samping.....	8
Gambar 2.7. <i>Hopper Apron Feeder</i> yang sedang terisi	9
Gambar 2.8. <i>Apron feeder</i> dengan <i>flowrate</i> 300 TPH	9
Gambar 2.9. Struktur mikro baja karbon	11
Gambar 2.10. Diagram fase Fe – Fe ₃ C	13
Gambar 3.1. Spesimen ukuran plat pada saat uji tarik.....	23
Gambar 3.2. Peralatan yang dibutuhkan	26
Gambar 3.3. <i>Chain apron feeder</i>	26
Gambar 3.4. Ukuran Spesimen Uji Tarik.....	27
Gambar 4.1. Desain <i>apron feeder</i>	29
Gambar 4.2. Desain <i>Chain Conveyor Apron Feeder</i>	30
Gambar 4.3. Dimensi <i>chain apron feeder</i>	31
Gambar 4.4. Daerah yang di uji kekerasan	32
Gambar 4.5. Dimensi standar uji tarik	33
Gambar 4.6. Pengujian tarik <i>chain</i> menggunakan <i>universal testing mechine</i>	35

Gambar 4.7. Foto Struktur mikro dengan pembesaran 200x (A) Bagian yang jauh dari patahan (B) Bagian yang dekat dengan patahan.....	36
Gambar 4.8. Diagram TTT pembentukan fasa martensit.....	36

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1. Tabel Indentor <i>Rockwell</i>	15
Tabel 2.2. Permasalahan dalam kegagalan komponen mesin	19
Tabel 2.3. Kasus kegagalan material akibat perawatan komponen mesin	19
Tabel 2.4. Penyebab kegagalan dalam komponen mesin.....	20
Tabel 3.1. Komposisi material JIS S45C (dalam %)	23
Tabel 3.2. Jadwal kegiatan	29
Tabel 4.1. Dimensi <i>chain</i> pada <i>apron feeder</i>	31
Tabel 4.2. Hasil uji komposisi.....	32
Tabel 4.3. Nilai Kekerasan (HRC) <i>chain</i>	33
Tabel 4.4. Perbandingan hasil uji tarik dengan mechanical properties standar JIS S45C	34

DAFTAR GRAFIK

Grafik 4.1. Nilai kekerasan pada masing-masing titik pengujian	33
Grafik 4.2. Perbandingan hasil uji tarik	34

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

PT. Bukit Asam, Tbk merupakan BUMN yang bergerak di bidang pertambangan batu bara dengan sejarah panjang dari tahun 1923. Dalam 6 tahun terakhir target produksi dan penjualan batubara PTBA terus meningkat, pada tahun ini target produksi batubara sebanyak 27 juta ton dan penjualan sebanyak 28 juta ton. Alur proses produksi batu bara terletak di pertambangan batubara berlokasi di tanjung enim, Sumatera selatan menggunakan system penambangan *continuous mining* menggunakan beberapa Alat Tambang Utama (ATU) diantaranya adalah *bucket wheel excavator (BWE)*, *spreader* dan *stacker reclaimer (SP & SR)* serta *train loading station (TLS)*.

Kemudian setelah ditambang, batubara dari unit pertambangan tanjung enim ini dikirim menggunakan kereta api ke unit Pelabuhan Tarahan dan unit Dermaga Kertapati sebagai unit pengapalan dan penjualan batubara. Pada unit Dermaga Kertapati yang berkapasitas 3,5 juta ton pertahun menggunakan sistem *direct loading* menggunakan *Coal Handling Facility (CHF)* dengan beberapa alat dermaga diantaranya adalah *Apron feeder*, *Stacker*, dan *Shiploader*

Batubara yang telah dikirim dari tanjung enim menggunakan kereta api kemudian dibongkar di *apron feeder* dermaga kertapati lalu di bawa menggunakan *belt conveyor* ke *crusher screen* untuk proses penggilingan guna memperkecil dimensi batubara, setelah keluar dari *crusher* lalu batubara dibawa lagi dengan *belt conveyor* ke *stacker* dan ke *grizzly screen* untuk memisahkan batubara yang dimensinya masih belum sesuai. Setelah melewati *grizzly screen* lalu batubara menuju *shiploader* untuk di

masuk ke kapal tongkang, dalam perjalanannya menuju *shiploader* batubara di ambil beberapa kilogram sebagai sampel pengecekan ulang kalorinya sebagai *quality control* terakhir sebelum batubara sampai kepada konsumen

CHF dermaga Kertapati sendiri mempunyai banyak alat dermaga salah satunya yang berperan penting ialah *apron feeder*. Alat ini berfungsi sebagai penerima awal batubara dari kereta api menuju tongkang. Dalam fungsinya di hulu CHF dermaga Kertapati *apron feeder* akan membawa batubara dari *hopper* menuju ke *belt conveyor*. Dalam *apron feeder* terdapat terdapat bagian yang dinamakan *bucket apron feeder* yang berfungsi untuk membawa batubara dari *hopper* ke *belt conveyor*. Pada *bucket apron feeder* terdapat bagian yang dinamakan *chain bucket* yang berfungsi mentransmisikan daya antara poros-poros yang paralel. Pada keadaan dilapangan sering sekali didapati *chain bucket* yang patah. Sehingga *apron feeder* tidak dapat berjalan dan mengganggu proses pembongkaran batubara dari kereta api dan juga mengganggu pemuatan tongkang.

Maka itu, dilakukanlah analisa terhadap kegagalan ini untuk membuktikan mengetahui hal tersebut, dan untuk menaggulangi serta mencari solusi dari masalah yang dihadapi secara terus-menerus. Maka dilakukan analisa kegagalan terhadap *chain bucket apron feeder* agar kegagalan ini tidak terjadi lagi

1.2. Rumusan Masalah

Rumusan masalah dalam penelitian ini adalah :

1. Faktor apa yang menyebabkan kegagalan komponen *chainconveyor* pada *apron feeder coal handling facility* dermaga Kertapati.?

2. Bagaimana mekanisme kegagalan komponen *chainconveyor* pada *apron feeder coal handling facility* dermaga Kertapati.?

1.3. Batasan Masalah

Agar penelitian ini tidak meluas dari permasalahan yang ada, maka batasan masalah hanya Operasional sesuai dengan Standar Operasional Prosedur (SOP)

1.4. Tujuan

Adapun tujuan dari penelitian ini yaitu sebagai berikut:

1. Menganalisa factor penyebab kegagalan komponen *chainconveyor* pada *apron feeder coal handling facility* dermaga Kertapati.
2. Menganalisa mekanisme kegagalan komponen *chainconveyor* pada *apron feeder coal handling facility* dermaga Kertapati.

1.5. Manfaat

Manfaat yang dapat diambil dari penelitian ini adalah :

1. Penelitian ini diharapkan dapat menjadi acuan penanganan bila terjadi kegagalan yang sama dikemudian hari, dari segi penyebab kegagalan maupun dari segi solusi yang ditawarkan
2. Saran dan masukan bagi perusahaan untuk menjadi pertimbangan kedepan agar halangan yang sama dapat dikurangi secara signifikan.

DAFTAR PUSTAKA

- Diklat PTBA. Modul Perawatan CHF. 2013.
- Avner, Sidney H. 1974. Introduction to Physical Metallurgy. Singapore: McGraw-Hill Book Co.
- Nishida, Shin-ichi. 1992 Failure Analysis in Engineering Application. Jordan Hill, Oxford : Butterworth-Heinemann Ltd.
- Kurniawan, Ryan. 2017. Analisis Kegagalan Komponen Spring Rod Dalam Spring Suspension Pada Coal Mill Tuban I PT. Semen Indonesia, Tbk. Surabaya : Universitas Sepuluh November
- _____. 2002. ASM Handbook Vol.12 Fractography. Material Park. Ohio. USA. ASM International.
- _____.2004. ASM Handbook Vol. 9 Metallography and Microstructures. Material Park. Ohio. USA. ASM International.
- _____.2002. ASM Handbook Vol. 11 Failure Analysis and Prevention. Material Park. Ohio. USA. ASM International.
- Dieter, George E. 1988. Mechanical Metallurgy. McGraw-Hill Series in Material Science and Engineering. Singapore. McGraw-Hill Book Company.
- Binudi, Raharjo dan Adjiantoro, Bintang. 2014.Pengaruh Unsur Ni, Cr dan Mn Terhadap Sifat Mekanik Baja Kekuatan Tinggi Berbasis Laterit. 7 Halaman.
- Rifaldi, Randy dan Mulianti. 2019. Pengaruh Perlakuan Panas Hardening dan Tempering Terhadap Kekerasan (Hardness) Baja AISI 1045. 10 Halaman.

Hidayat, Taufik. Hartono, Priyagung dan Sujatmiko. 2017. Analisa Pengaruh Suhu pada Media Pendingin Terhadap Sifat Mekanis (Kekerasan) Baja S45C pada Proses Hardening. 5 Halaman.

Rizal, Yose. 2015. Analisa Pengaruh Media Quench Terhadap Kekuatan Tarik Baja AISI 1045. 8 Halaman.

ASTM Steel. S45C. [Hhttp://www.astmsteel.com/product/jis-s45c-steel-machine-structural](http://www.astmsteel.com/product/jis-s45c-steel-machine-structural). Diakses tanggal 6 Februari 2020.