

**ANALISA KEGAGALAN SHEAR PIN DI FEEDER BREAKER
COAL HANDLING FACILITY (CHF-3) BANKO BARAT
PT BUKIT ASAM TBK**



SKRIPSI

Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Memperoleh Gelar Sarjana Strata 1
Pada Program Studi Teknik Mesin Universitas Tridinanti Palembang

Disusun :

AJI PANGESTU

1902220501.P

**PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS TRIDINANTI PALEMBANG
2022**

**ANALISA KEGAGALAN SHEAR PIN DI FEEDER BREAKER
COAL HANDLING FACILITY (CHF-3) BANKO BARAT
PT BUKIT ASAM TBK**



SKRIPSI

Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Memperoleh Gelar Sarjana Strata 1
Pada Program Studi Teknik Mesin Universitas Tridinanti Palembang

Disusun:

AJI PANGESTU

1902220501.P

**PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS TRIDINANTI PALEMBANG
2022**

ANALISA KEGAGALAN SHEAR PIN DI FEEDER BREAKER
COAL HANDLING FACILITY (CHF-3) BANKO BARAT
PT BUKIT ASAM TBK



Disusun :
AJI PANGESTU
1902220501.P

Telah Disetujui Oleh Dosen Pembimbing :

Pembimbing I

A blue ink signature consisting of a vertical line on the left and a horizontal line extending to the right, ending in a loop.

Ir. H. Suhardan MD,MS.Met.

Pembimbing II

A blue ink signature consisting of a curved line on the left and a horizontal line extending to the right, ending in a loop.

Ir. Iskandar Husin, M.T.

Mengetahui,
Ketua Program Studi

A blue ink signature consisting of a stylized, flowing line.

Ir. H. Muhammad Lazim, M.T.

UNIVERSITAS TRIDINANTI PALEMBANG
FAKULTAS TEKNIK
PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN



SKRIPSI
ANALISA KEGAGALAN SHEAR PIN DI FEEDER BREAKER
COAL HANDLING FACILITY (CHF-3) BANKO BARAT
PT BUKIT ASAM TBK

Disusun

AJI PANGESTU

1902220501.P

Mengetahui, Diperiksa dan Disetujui

Oleh :

Ketua Program Studi Teknik Mesin

Dosen Pembimbing I

Ir. H. Muhammad Lazim, M.T.

Ir. H. Suhardan MD,MS.Met.

Dosen Pembimbing II

Ir. Iskandar Husin, M.T.

Disahkan Oleh :

Dekan Fakultas Teknik

Ira Zulkarnain Fatoni, M.T, M.M.

SKRIPSI

ANALISA KEGAGALAN SHEAR PIN DI FEEDER BREAKER
COAL HANDLING FACILITY (CHF-3) BANKO BARAT
PT BUKIT ASAM TBK

Disusun :
AJI PANGESTU
1902220501.P

Telah Diuji Dan Dinyatakan Lulus Dalam Ujian Sarjana
Pada Tanggal 24 September 2022

Tim Penguji,

Nama :

Tanda Tangan :

1. Ketua Penguji
Ir. R. Kohar, M.T.



2. Penguji 1
Ir. Sofwan Hariady, M.T.



3. Penguji 2
Ir. Hermanto Ali, M.T.



LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI

Saya yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : AJI PANGESTU
NPM : 1902220501.P
Fakultas : TEKNIK
Program Studi : TEKNIK MESIN

Menyatakan dengan sesungguhnya bahwa skripsi berjudul :

Analisa Kegagalan Shear Pin Di Feeder Breaker Coal Handling Facility (CHF-3) Banko Barat PT Bukit Asam Tbk.

adalah benar merupakan karya sendiri. Hal – hal yang bukan karya saya dalam skripsi ini ditunjukan dalam daftar pustaka.

Apabila di kemudian hari terbukti pernyataan saya tidak benar dan ditemukan pelanggaran atas karya skripsi ini, saya bersedia menerima sanksi akademik berupa pencabutan skripsi dan gelar yang saya peroleh dari skripsi tersebut.

Palembang, 24 September 2022

Yang membuat pernyataan,



Aji Pangestu

NPM. 1902220501.P

LEMBAR PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI
SKRIPSI UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS

Sebagai Civitas Akademika Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Tridinanti Palembang, saya yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : AJI PANGESTU
NPM : 1902220501.P
Fakultas : TEKNIK
Program Studi : TEKNIK MESIN
Jenis Karya : SKRIPSI

Demi Pengembangan Ilmu pengetahuan untuk memberikan kepada pihak Universitas Tridinanti Palembang Hak Bebas Royalti Nonekslusif (*non exclusive royalty free right*) atas karya ilmiah saya yang berjudul :

Analisa Kegagalan Shear Pin di Feeder Breaker Coal Handling Facility (CHF-3) Banko Barat PT Bukit Asam Tbk

Beserta perangkat yang ada (jika diperlukan), dengan hak royaliti ekslusif ini Universitas Tridinanti Palembang berhak menyimpan, mengalih mediakan, mengelola dalam bentuk data base dan mempublikasikan skripsi 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 manapun.

Dibuat di Palembang,
Tanggal, 24 September 2022

Yang Menyatakan,



Aji Pangestu
NPM. 1902220501.P

SURAT PERNYATAAN BEBAS PLAGIAT

Saya yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : AJI PANGESTU
NIM : 1902220501.P
Fakultas : TEKNIK
Program Studi : TEKNIK MESIN

Dengan ini menyatakan bahwa Artikel dengan judul :

Analisa Kegagalan Shear Pin Di Feeder Breaker Coal Handling Facility (CHF-3) Banko Barat PT Bukit Asam Tbk.

benar bebas dari plagiat dan publikasi ganda. Bila pernyataan ini terbukti tidak benar maka saya bersedia menerima sanksi yang berlaku dari pihak prodi dan institusi Universitas Tridinanti Palembang.

Demikian surat pernyataan ini saya buat penuh kesadaran, dan tanpa paksaan dari pihak manapun. Sehingga dapat dipergunakan sebagai mana mestinya.

Palembang, 04 Oktober 2022



Aji Pangestu

NPM. 1902220501.P

Lampiran :

Print Out Hasil Plagiat Checker

PERSEMBAHAN DAN MOTTO

Persembahan :

Skripsi ini kupersembahkan untuk :

1. Kedua orang tuaku, istri dan anakku, dan saudara saudaraku. yang telah banyak berkorban baik moral maupun materil demi selesainya skripsi ini.
2. Dosen Pembimbing, Bapak Ir. H. Suhardan MD,MS.Met, dan Bapak Ir. Iskandar Husin, M.T.
3. Fakultas Teknik Mesin Universitas Tridinanti Palembang.
4. PT Bukit Asam Tbk, yang telah mengizinkan saya untuk menyelesaikan pendidikan Sarjana Strata Satu di Universitas Tridinanti Palembang.
5. Teman-teman Teknik Mesin Angkatan 2019, dan pihak terkait dalam penyusunan skripsi ini.

Motto :

- ❖ Menuntut ilmu adalah takwa, menyampaikan ilmu adalah ibadah, mengulang-ulang ilmu adalah zikir, dan mencari ilmu adalah jihad.
- ❖ Keberhasilan bukanlah seberapa banyak yang kita dapatkan, tetapi seberapa banyak yang dapat kita berikan serta berarti untuk orang lain.
- ❖ Barang siapa yang keluar untuk mencari sebuah ilmu, maka ia akan berada di jalan Allah SWT hingga ia kembali.

ABSTRAK

PT Bukit Asam Tbk merupakan salah satu perusahaan Badan Usaha Milik Negara (BUMN) yang begerak dalam bidang industri batu bara di Indonesia. *Feeder breaker* merupakan salah satu alat pengantar batubara di PT Bukit Asam Tbk yang berfungsi untuk menghancurkan batubara sesuai dengan ukuran yang sudah ditentukan. *Shear pin* adalah salah satu komponen pada *feeder breaker* yang berfungsi sebagai pelindung keselamatan pada unit mesin, apabila *breaker* tiba-tiba mengalami *torque* yang tinggi. Dari hasil pengamatan makroskopik terlihat dari permukaan patahan bahwa *shear pin* tersebut mengalami kegagalan *brittle fracture* (patah getas). Kerusakan yang terjadi pada *shear pin* di *feeder breaker* CHF-3 disebabkan oleh adanya beban berlebih yang terjadi pada *feeder breaker*, dimana beban tersebut berasal dari material asing (batupack) yang tersangkut di *feeder breaker* dan tidak bisa dihancurkan oleh *feeder breaker*, sehingga *shear pin* patah dan membuat unit mesin *feeder breaker* berhenti operasi. Solusi dari kegagalan yang terjadi pada *shear pin* adalah menggantikan material *shear pin* asli dengan material bengkel utama rekomendasi yang sebelumnya digunakan untuk pembuatan material *shaft idler*. Uji komposisi unsur material dan uji kekerasan pada material *shear pin* asli hampir sama/tidak jauh berbeda dengan material bengkel utama rekomendasi apabila dibandingkan.

Kata Kunci : Feeder Breaker, Shear Pin, Patah Getas

ABSTRACT

PT Bukit Asam Tbk is one of the State-Owned Enterprises (BUMN) companies that are involved in the coal industry in Indonesia. Feeder breaker is one of the coal delivery tools at PT Bukit Asam Tbk which functions to crush coal according to a predetermined size. Shear pin is one of the components on the feeder breaker that functions as a safety protection on the engine unit, if the breaker suddenly experiences high torque. From the results of macroscopic observations, it can be seen from the fault surface that the shear pin has a brittle fracture failure (brittle fracture). Damage that occurs to the shear pin in the CHF-3 feeder breaker is caused by an excess load that occurs on the feeder breaker, where the load comes from foreign material (batupack) that is stuck in the feeder breaker and cannot be destroyed by the feeder breaker, so that the shear pin breaks and makes the feeder breaker machine unit stop operating. The solution to the failure that occurred in the shear pin was to replace the original shear pin material with the recommended main workshop material previously used for the manufacture of idler shaft material. The material element composition test and hardness test on the original shear pin material are almost the same / not much different from the recommended main workshop material when compared.

Keywords : Feeder Breaker, Shear Pin, Brittle Fracture

KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadirat Allah SWT tak henti-hentinya di ucapakan, karena atas rahmat dan hidayahnya skripsi ini dapat selesai dengan baik. Banyak hambatan dan rintangan yang terjadi selama menyusun skripsi ini. Walaupun demikian semua merupakan tantangan yang harus di hadapi. Skripsi yang berjudul **“Analisa Kegagalan Shear Pin di Feeder Breaker Coal Handling Facility (CHF-3) Banko Barat PT Bukit Asam Tbk”** dibuat sebagai salah satu syarat untuk mendapat gelar Sarjana Strata Satu di Universitas Tridinanti Palembang. Meskipun penyusunan skripsi ini telah selesai, tetap disadari skripsi ini masih jauh dari sempurna, baik dari segi materi, penyajian, maupun pembahasannya. Oleh karena itu sangat diharapkan adanya kritik dan saran, yang sifatnya membangun guna kesempurnaan skripsi ini. Akhir kata, perkenankanlah penulis untuk menyampaikan rasa hormat dan terima kasih kepada pihak-pihak yang telah membantu didalam penyusunan skripsi ini, baik secara langsung maupun tidak langsung. Khususnya kepada :

1. Ibu Dr. Ir. Hj. Nyimas Manisah, M.P, selaku Rektor Universitas Tridinanti Palembang.
2. Bapak Ir. Zulkarnain Fatoni, M.T, selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Tridinanti Palembang.
3. Bapak Ir. H. Muhammad Lazim, M.T, selaku Ketua Program Studi Teknik Mesin Universitas Tridinanti Palembang.

4. Bapak Ir. H. Suhardan MD,MS.Met, selaku Dosen Pembimbing I yang telah banyak membantu dan memberi masukan serta saran dalam penulisan dan penyusunan skripsi ini.
5. Bapak Ir. Iskandar Husin, M.T, selaku Dosen Pembimbing II yang telah banyak membantu dan memberi masukan serta saran dalam penulisan dan penyusunan skripsi ini.
6. Bapak Martin Luther King, S.T, M.T, selaku Sekretaris Program Studi Teknik Mesin Universitas Tridinanti Palembang.
7. Seluruh Staff Dosen dan karyawan dilingkungan Prodi Teknik Mesin Universitas Tridinanti Palembang.
8. Bapak R.M Fauzih, Bapak Flavio, dan Bapak Yuhendra selaku pimpinan dan mentor saya di PT Bukit Asam Tbk, yang telah banyak membantu dalam pengambilan data penyusunan skripsi ini
9. Bapak Agusman, Ibu Pariati, Mbak Aprilliya, dan Mas Aprianto selaku kedua orang tua dan saudara-saudara saya, serta Ibu Inne Choniyunisa dan Ananda Arsyadinata Pangestu, selaku istri dan anak pertama saya.

Akhir kata dengan kerendahan hati, semoga skripsi ini dapat bermanfaat dan menambah wawasan bagi para pembaca dan semua pihak yang berkepentigan.

Palembang, 24 September 2022
Penulis,

Aji Pangestu
NPM. 1902220501.P

DAFTAR ISI

Halaman

HALAMAN JUDUL

LEMBAR PERSETUJUAN DOSEN PEMBIMBING	ii
LEMBAR PENGESAHAN PERSETUJUAN SKRIPSI	iii
LEMBAR PENGESAHAN PENGUJI SKRIPSI.....	iv
LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI	v
LEMBAR PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI	vi
HALAMAN PERSEMBAHAN DAN MOTTO	vii
ABSTRAK	viii
ABSTRACT	ix
KATA PENGANTAR.....	x
DAFTAR ISI.....	xii
DAFTAR GAMBAR.....	xv
DAFTAR TABEL	xvi

BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Batasan Masalah.....	3
1.4 Tujuan Penulisan.....	4
1.5 Manfaat Penulisan.....	4

BAB II KAJIAN PUSTAKA

2.1 Layout Coal Handling Facility (CHF-3) Banko Barat.....	4
2.2 Cara Kerja Feeder Breaker.....	5
2.3 Komponen – Komponen Feeder Breaker.....	7
2.4 Shear Pin	8
2.5 Prinsip – Prinsip Patahan	8
2.5.1 Karakteristik – Karakteristik Patahan	12
2.5.2 Patah Getas (Brittle Fracture)	12
2.5.3 Patah Ulet (Ductile Fracture)	12

2.5.4 Patah Lelah (Fatigue Fracture).....	13
2.6 Uji Kekerasan.....	14
2.6.1 Uji Kekerasan Rockwell	15
2.7 Alat Uji Komposisi Unsur Material	16

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Diagram Alir Penelitian	17
3.2 Metode Penelitian.....	18
3.2.1 Studi Lapangan (Observasi).....	18
3.2.2 Studi Literatur	18
3.2.3 Konsultasi	18
3.3 Teknik Pengambilan Data	19
3.3.1 Informasi Kegagalan	19
3.4 Alat dan Bahan.....	22
3.4.1 Alat Yang Digunakan.....	22
3.4.2 Bahan Yang Digunakan	23
3.5 Tahapan Penelitian	23
3.5.1 Pengujian Komposisi Unsur Material Menggunakan Mesin <i>Polyspeck Series Of Desktop Metal Analysers</i>	23
3.5.2 Uji Kekerasan <i>Shear Pin</i> Dengan Metode <i>Rockwell</i>	23
3.6 Tempat Penelitian.....	24
3.7 Waktu Penelitian	25

BAB IV HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

4.1 Kegagalan <i>Shear Pin</i> di <i>Feeder Breaker</i>	26
4.2 Analisa Kerusakan	28
4.3 Hasil Pengujian	30
4.3.1 Pemeriksaan Awal dan Pengamatan Makro	30
4.3.2 Identifikasi Komposisi Unsur Material <i>Shear Pin</i> Asli dan Material Bengkel Utama Rekomendasi	31
4.3.3 Uji Kekerasan Pada Material <i>Shear Pin</i> Asli dan Material Bengkel Utama	34

4.4 Analisa dan Pembahasan.....	35
---------------------------------	----

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan	37
5.2 Saran	38

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Layout Jalur CHF 3 Banko Barat	4
Gambar 2.2 <i>Feeder Breaker</i>	5
Gambar 2.3 Komponen – Komponen <i>Feeder Breaker</i>	7
Gambar 2.4 <i>Shear Pin</i> di CHF 3	8
Gambar 2.5 Prinsip Uji Kekerasan <i>Rockwell</i>	15
Gambar 2.6 Alat Uji <i>Rockwell Hardness Tester</i>	15
Gambar 3.1 Diagram Alir Penelitian	17
Gambar 3.2 Material Batu Pack di <i>Feeder Breaker</i>	19
Gambar 3.3 Material Batu Pack	20
Gambar 3.4 Unit Mesin <i>Feeder Breaker</i>	20
Gambar 3.5 Desain <i>Shear Sprocket</i> dan <i>Shear Pin</i>	21
Gambar 3.6 Desain <i>Shear Pin</i> (Skala 1:2)	21
Gambar 3.7 Desain <i>Shear Pin</i> (Skala 1:2)	22
Gambar 3.8 <i>Rockwell Hardness Test</i>	22
Gambar 3.9 PT Bukit Asam Tbk.....	24
Gambar 4.1 <i>Shear Hub</i> , <i>Shear Sprocket</i> , dan <i>Shear Pin</i> Tampak Depan	28
Gambar 4.2 <i>Shear Hub</i> , <i>Shear Sprocket</i> , dan <i>Shear Pin</i> Tampak Atas	29
Gambar 4.3 Patahan <i>Shear Pin</i>	30

DAFTAR TABEL

Tabel 3.4. Rencana Pelaksanaan Penelitian	25
Tabel 4.1 Data Waktu Kerusakan Komponen <i>Shear Pin</i> di <i>Feeder Breaker</i> Bulan Juli – Desember 2021	26
Tabel 4.2 Data Waktu Kerusakan Komponen <i>Shear Pin</i> di <i>Feeder Breaker</i> Bulan Januari – Juni 2022	27
Tabel 4.3 Data Uji Komposisi Material <i>Shear Pin</i> Asli.....	31
Tabel 4.4 Data Uji Komposisi Material Bengkel Utama Rekomendasi	32
Tabel 4.5 Data Perbandingan Komposisi Unsur Material <i>Shear Pin</i> Asli dan Material Bengkel Utama Rekomendasi	33
Tabel 4.6 Hasil Pengujian <i>Hardness Rockwell</i>	34

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

PT Bukit Asam Tbk merupakan salah satu perusahaan Badan Usaha Milik Negara (BUMN) yang begerak dalam bidang industri batu bara di Indonesia. *Coal Handling Facility* (CHF) adalah alat transportasi pengangkutan batubara yang ada dan merupakan hal yang sangat penting pada perusahaan tambang sehingga keandalannya perlu dijaga.

PT Bukit Asam Tbk memiliki 5 CHF yang terdiri dari CHF-1 dan CHF-2 yang berada di Tambang Air Laya dan CHF-3, CHF-4, dan CHF-5 yang berada di Tambang Banko Barat. CHF-3 yang berlokasi di Banko Barat, terdiri dari beberapa unit mesin dan jalur *belt conveyor*.

Feeder breaker merupakan salah satu alat pengantar batubara di PT Bukit Asam Tbk yang berfungsi untuk menghancurkan batubara sesuai dengan ukuran yang sudah ditentukan, yang berasal dari proses dumping *dump truck* dan kemudian dibawa menuju ke *stockpile* melalui *belt conveyor* di CHF-3. *Feeder breaker* dirancang untuk menyediakan pengolahan batubara yang terkontrol dan konstan ke sistem *belt conveyor*, kemudian dapat menerima masukan batubara secara terpisah dari *truck* dan juga *wheel loader* dalam interval waktu yang bervariasi.

Shear pin adalah salah satu komponen pada *feeder breaker* yang berfungsi sebagai pelindung keselamatan pada unit mesin, apabila *breaker* tiba-tiba mengalami *torque* yang tinggi, *shear sprocket* akan memotong *shear*

pin, dan ini akan menyebabkan terpisahnya *drive shaft* dan *driven shaft*, yang menyebabkan *feeder breaker* berhenti operasi. *Torque* yang tinggi pada *feeder breaker* disebabkan adanya material asing yang ikut bercampur dengan material batubara, dan masuk ke dalam *dump hopper* pada saat proses dumping *dump truck* dan tersangkut di *breaker assy*.

Shear pin terbuat dari logam yang diimport langsung dari Australia, *Pin* ini terlihat sama dengan *clevis pin* namun tidak ada lubang yang dibor didekat ujung pin. Beberapa bulan terakhir kebutuhan *shear pin* semakin meningkat dikarenakan target produksi yang harus tercapai di setiap bulannya, yang membuat unit mesin *feeder breaker* harus bekerja lebih keras. Kerusakan pada *shear pin* akibat adanya benda asing yang lebih keras. *Shear pin* ini cukup lama untuk didatangkan membutuhkan waktu tunggu sekitar 6 bulan untuk 100 buah *shear pin*.

Alasan yang dikemukakan di atas penulis tertarik untuk melakukan penelitian terhadap “ANALISA KEGAGALAN SHEAR PIN DI FEEDER BREAKER COAL HANDLING FACILITY (CHF-3) BANKO BARAT PT BUKIT ASAM TBK”.

1.2 Rumusan Masalah

Adapun rumusan masalah dalam penelitian ini yaitu:

1. Penyebab terjadi kerusakan pada *shear pin* di *feeder breaker* CHF-3.
2. Solusi mengatasi kerusakan *shear pin*.

1.3 Batasan Masalah

1. Penelitian hanya menganalisa kegagalan *shear pin* di *feeder breaker*.
2. Pengujian komposisi unsur material pada *shear pin* dan pengujian kekerasan *shear pin*.

1.4 Tujuan Penulisan

1. Mengetahui penyebab kegagalan yang terjadi pada *shear pin*.
2. Memberikan solusi/rekomendasi dari permasalahan yang terjadi.

1.5 Manfaat Penulisan

1. Sebagai syarat menyelesaikan pendidikan Strata-1.
2. Memberikan informasi mengenai kerusakan material *shear pin*.
3. Mengetahui komposisi unsur material dan nilai kekerasan pada *shear pin*, untuk mendapatkan standar material sebagai pengganti *shear pin*.
4. Sebagai masukan bagi perusahaan dalam pembahasan dan penguraian tentang *shear pin* di *feeder breaker*.

DAFTAR PUSTAKA

- Roberts & Schaefer Engineers & Contractors Company (1995). *Installation, Operation and Maintenance Manual Banko Barat Coal Handling Facilities.* Tanjung Enim : PT Bukit Asam Tbk.
- Drs. Suwardi, M.Pd & Drs. Daryanto (2018). *Teknik Fabrikasi Pengerajan Logam.* Yogjakarta : Penerbit Gava Media.
- Rochim Suratman (2017), *Dasar – Dasar Proses Perlakuan Panas Untuk Baja.* Bandung : ITB Press.
- Sunarijanto, dkk (2008). *Batubara Panduan Bisnis PT Bukit Asam (Persero),* Tbk. Jakarta : Perpustakaan Nasional Katalog Dalam Terbitan (KDT).
- PT Trakindo Utama (2009). *Applied Failure Analysis.* Bogor : Training Center Dept. PT Trakindo Utama.
- PT Spektrum Krisindo Elektrika (2021). *Operation Manual Control System CHF-3.* Tanjung Enim.
- PT Trakindo Utama (2009). *Applied Failure Analysis 1.* Bogor : Training Center Dept. PT Trakindo Utama.
- PT Bukit Asam Tbk (2022). *Layout Coal Handling Facility (CHF-3) Banko Barat.* Tanjung Enim : Mine Control Center (MCC).
- PT Trakindo Utama (2009). *Applied Failure Analysis 2.* Bogor : Training Center Dept. PT Trakindo Utama.
- Prof. Dr. Ir. Irwandy Arif, M.Sc (2014). *Batubara Indonesia.* Jakarta : Gramedia Pustaka Utama.