

SKRIPSI

ANALISIS KERUSAKAN PADA *CHAIN LINK* *APRON FEEDER*

**Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Mendapatkan Gelar Sarjana
Teknik Mesin Pada Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya**



MUHAMMAD SURYA NETRANE JAGAD

03051181621028

JURUSAN TEKNIK MESIN

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS SRIWIJAYA

2021

SKRIPSI

ANALISIS KERUSAKAN PADA *CHAIN LINK* *APRON FEEDER*

**Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Mendapatkan Gelar Sarjana
Teknik Mesin Pada Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya**



**OLEH :
MUHAMMAD SURYA NETRANE JAGAD
03051181621028**

**JURUSAN TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS SRIWIJAYA**

2021

HALAMAN PENGESAHAN

ANALISIS KERUSAKAN PADA *CHAIN LINK APRON FEEDER*

SKRIPSI

Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Mendapatkan Gelar Sarjana
Teknik Mesin Pada Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya

Oleh:

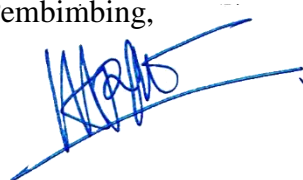
MUHAMMAD SURYA NETRANE JAGAD
03051181621028

Mengetahui,
Ketua Jurusan Teknik Mesin



Irsyadi Yani S.T.,M.Eng.,Ph.D
NIP. 197112251997021001

Indralaya, 12 Juni 2021
Pembimbing,



Nurhabibah Paramitha Eka Utami, ST, MT
NIP. 198911172015042003

**JURUSAN TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS SRIWIJAYA**

**Agenda No. :
Diterima Tanggal :
Paraf :**

SKRIPSI

**NAMA : MUHAMMAD SURYA NETRANE JAGAD
NIM : 03051181621028
JUDUL : ANALISIS KERUSAKAN PADA *CHAIN LINK APRON
FEEDER*
DIBERIKAN : NOVEMBER 2019
SELESAI : JUNI 2021**

**Mengetahui,
Ketua Jurusan Teknik Mesin**



**Irsyadi Yani S.T., M.Eng., Ph.D.
NIP. 197112251997021001**

**Indralaya, Juni 2021
Diperiksa dan disetujui oleh
Pembimbing,**

A blue ink signature of Nurhabibah Paramitha Eka Utami.

**Nurhabibah Paramitha Eka Utami S.T., M.T.
NIP. 198911172015042003**

HALAMAN PERSETUJUAN

Karya tulis ilmiah berupa Skripsi ini dengan judul “Analisis Kerusakan Pada *Chain Link Apron Feeder*” telah dipertahankan di hadapan Tim Penguji Karya Tulis Ilmiah Fakultas Teknik Program Studi Teknik Mesin Universitas Sriwijaya pada Tanggal 23 Juni 2021.

Indralaya, 23 Juni 2021

Tim Penguji Karya Tulis Ilmiah berupa Skripsi

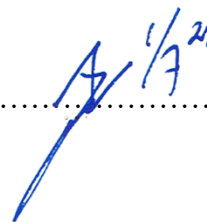
Ketua :

1. Ir. Helmy Alian, M.T.
NIP. 195910151987031006

(..........)

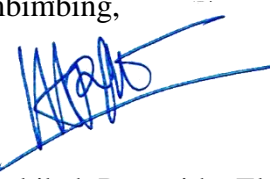
Anggota :

2. Agung Mataram, S.T., M.T., P.h.D.
NIP. 197901052003121002

(..........)



Pembimbing,



Nurhabibah Paramitha Eka Utami S.T., M.T.
NIP. 198911172015042003

HALAMAN PERNYATAAN INTEGRITAS

Yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Muhammad Surya Netrane Jagad
NIM : 03051181621028
Judul : Analisis Kerusakan Pada *Chain Link Aproon Feeder*.

Menyatakan bahwa Skripsi saya merupakan hasil karya sendiri didampingi tim pembimbing dan bukan hasil penjiplakan/plagiat. Apabila ditemukan unsur penjiplakan/plagiat dalam Skripsi ini, maka saya bersedia menerima sanksi akademik dari Universitas Sriwijaya sesuai aturan yang berlaku.

Demikian, pernyataan ini saya buat dalam keadaan sadar dan tanpa ada paksaan dari siapapun.



Indralaya, 12 Juni 2021



Muhammad Surya Netrane Jagad

NIM. 03051181621028

HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI

Yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Muhammad Surya Netrane Jagad

NIM : 03051181621028

Judul : Analisis Kerusakan Pada *Chainlink apron Feeder*

Memberikan izin kepada Pembimbing dan Universitas Sriwijaya untuk mempublikasikan hasil penelitian saya untuk kepentingan akademik apabila dalam waktu 1 (satu) tahun tidak mempublikasikan karya penelitian saya. Dalam kasus ini saya setuju untuk menempatkan Pembimbing sebagai penulis korespondensi (Corresponding author)

Demikian, pernyataan ini saya buat dalam keadaan sadar dan tanpa ada paksaan dari siapapun.

Indralaya, 12 Juni 2021



Muhammad Surya Netrane Jagad

03051181621028

KATA PENGANTAR

Segala puji bagi Allah Subhanahu Wa Ta'ala yang telah memberikan Rahmat, Nikmat, dan Karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi dengan judul “Analisis Kerusakan Pada *Chain Link Apron Fedeer*“ yang dibuat dengan tujuan untuk memenuhi salah satu syarat mendapatkan Gelar Sarjana Teknik pada Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas.

Pada kesempatan ini penulis menyampaikan rasa hormat dan terima kasih atas bantuan dan bimbingan yang telah diberikan dalam penyelesaian skripsi ini kepada :

1. Bapak Basuki Rahmat dan Ibu Netti Zulhawati selaku orang tua penulis yang selalu mendukung penulis secara moril maupun materil dan Prasasti Salva A'isyah selaku adik penulis yang selalu mendukung penulis.
2. Ibu Nurhabibah Paramitha Eka Utami, ST, MT selaku dosen pembimbing skripsi sekaligus pembimbing akademik di jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya.
3. Bapak Irsyadi Yani S.T. M.Eng. Ph.D selaku Ketua Jurusan Teknik Mesin Universitas Sriwijaya.
4. Bapak Amir Arifin S.T. M.Eng. Ph.D selaku Sekretaris Jurusan Teknik Mesin Universitas Sriwijaya.
5. Rekan Seperjuangan Penulis di Jurusan Teknik Mesin Universitas Sriwijaya dalam memberi masukan dan berbagi ilmunya kepada penulis

Penulis berharap agar skripsi ini dapat memberikan suatu manfaat bagi masyarakat serta memberikan manfaat bagi penulis agar dapat terus berbuat suatu hal yang positif dalam menjalani kehidupan. Penulis menyadari bahwa dalam penulisan skripsi ini masih banyak kekurangan, oleh karena itu pesan, kritik dan saran yang bersifat membangun sangat penulis butuhkan.

Palembang, 12 Juni 2021

Penulis

RINGKASAN

ANALISIS KERUSAKAN PADA *CHAINLINK APRON FEEDER*

Karya Tulis Ilmiah Berupa Skripsi, 12 Juni 2021

Muhammad Surya Netrane Jagad; Dibimbing oleh Nurhabibah Paramitha Eka Utami S.T., M.T

ANALISIS KERUSAKAN PADA *CHAINLINK APRON FEEDER*

XV + 38 halaman, 6 tabel, 23 gambar,

RINGKASAN

Apron feeder merupakan suatu alat yang digunakan sebagai penampung hasil pembongkaran muatan batubara pada gerbong kereta api yang akan disalurkan ke belt conveyor. Memiliki kapasitas angkut 90 ton yang bekerja selama 24jam penuh yang digerakkan oleh motor berdaya 55 KW dan perputaran mesin 1500RPM. Apron feeder dapat menampung 8 gerbong kereta pembongkaran batubara selama 120menit sesuai Standar Operasional Prosedur (SOP). Proses inilah yang menjadi awal terjadinya kelelahan pada setiap komponen pada alat tersebut, salah satunya adalah *chain link*. *Chain link* terbuat dari baja karbon menengah dengan kode S45C yang merupakan komponen penghubung *roller* dan *bucket* sebagai kunci penahan pada *shaft* dan *bushing*. Umumnya kerusakan tersebut akibat penggunaan alat yang terjadi selama 24 jam sehingga membuat adanya pembebanan berulang hingga *fatigue* kemungkinan terjadi. Adapun penyebab lainnya yang mungkin terjadi pada *bucket* akibat pembebanan yang berlebihan sehingga berdampak pada *chain link* yang ikut tertarik dan terdapat banyak kotoran pada sisi *chain link*. Kerusakan yang biasanya yang terjadi pada *chain link apron feeder* berbentuk seperti retak dan patah yang terjadi pada saat system operasi sedang berjalan. Hal tersebut dapat menyebabkan terhentinya proses pekerjaan. Dalam hal ini peneliti menggunakan *chain link* sebagai sampel analisis yang diambil dari PT. Bukit Asam. Kegagalan bahan material apabila terjadi kerusakan dapat menyebabkan kerugian ekonomi dan kacanya

ketersediaan produk hingga dapat menyebabkan nyawa manusia dalam bahaya. Selain itu kegagalan merupakan ketidak mampuan suatu material dari komponen mesin yang tidak berfungsi sebagaimana mestinya. Adapun bentuk kegagalan dari material industri tersebut antara lain adanya perubahan dari ukuran bentuk dan sifat material itu sendiri. Sehingga, penelitian ini dilakukan untuk mengetahui penyebab kerusakan *chain link* melalui identifikasi visual dan pengujian pada laboratorium dari segi mikro struktur dan kekuatan terhadap nilai kekerasan. Identifikasi visual dilakukan secara langsung menggunakan alat bantu seperti kaca pembesar dan kamera untuk memotret cacat pada permukaan yang mengalami kerusakan. Sedangkan, pengujian pada laboratorium digunakan untuk mengidentifikasi kondisi struktur material lebih dalam. Penelitian ini dilakukan menggunakan 3 metode pengujian yaitu dye penetrant, kekerasan Vickers, metalografi yang dilakukan pada Laboratorium Metalurgi, CNC Jurusan Teknik Mesin Universitas Sriwijaya, Laboratorium Rekayasa Proses Produk Industri Kimia Jurusan Teknik Kimia Universitas Sriwijaya. Pengujian *dye penetrant* digunakan untuk melihat kecacatan di permukaan luar. Pengujian ini bersifat tidak merusak material karena menggunakan cairan penetrasi yang memiliki prinsip memanfaatkan daya kapilaritas dengan pengerjaan metode *visible penetrant* yang menyemprotkan cairan penetrasi berwarna merah yang dapat dilihat secara langsung tanpa menggunakan cahaya *ultraviolet*. Pengujian kekerasan *Vickers* dilakukan sebagai tolak ukur ketahanan pada material yang memiliki sifat ketahanan deformasi plastis sehingga ketika pengukuran dilakukan didapatkan tingkat kekerasan material tersebut. Pengujian ini menggunakan alat *Vickers Hardness Tester* dengan tipe VKH-2E yang mengacu pada JIS B 7725 dan standar pengujian JIS 2244. Selain itu terdapat pengujian metalografi yang menggunakan alat Mikroskop uji metalografi berguna untuk mengidentifikasi struktur mikro dan makro pada material yang diuji. Serta, pengujian ini juga dapat mengetahui cacat permukaan pada material dengan menggunakan mikroskop optic memiliki pembesaran 10-1000x dan pengujian ini menggunakan cairan etsa berupa HNO₃ sebesar 5% yang dicampur alkohol sebanyak 95%.

Kata Kunci : *Chainlink*, Aproon Feeder, Kekerasan *Vickers*, Metalografi,

SUMMARY

FAILURE ANALYSIS ON APRON FEEDER CHAIN LINK

Scientific papers in the form of thesis, 12 June 2021

Muhammad Surya Netrane Jagad; Supervised of Nurhabibah Paramitha Eka Utami, S.T., M.T

FAILURE ANALYSIS ON APRON FEEDER CHAIN LINK

XV+ 38 pages, 6 tables, 23 images,

SUMMARY

Apron feeder is a tool that is used as a container for the results of unloading coal in the train carriage which will be channeled to the belt conveyor. It has a carrying capacity of 90 tons which works for a full 24 hours driven by a 55 KW motor and 1500RPM engine rotation. Apron feeder can accommodate 8 carriages of coal unloading trains for 120 minutes according to Standard Operating Procedures (SOP). This process is the beginning of fatigue in each component in the tool, one of which is the link chain. The chain link is made of medium carbon steel with the code S45C which is the connecting component of the roller and bucket as a retaining lock on the shaft and bushing. Generally the damage is due to the use of the tool that occurs for 24 hours so that it makes repeated loading to fatigue possible. As for other causes that may occur in the bucket due to excessive loading so that the impact on the connecting chain is attracted and there is a lot of dirt on the side of the connecting chain. Damage that usually occurs in the chain link apron feeder is in the form of cracks and fractures that occur when the operating system is running. This can cause the work process to stop. In this case the researcher uses chain link as an analysis of samples taken from PT. Bukit Asam. Material failure in the event of damage can cause economic losses and product availability to the point where human life is in danger. In addition, failure is an inability of a material from a machine component that does not work properly. The form of failure of the material industry, among others, is a change in the size, shape and nature of the material itself. So, this study was conducted to determine the cause of chain link damage through visual and laboratory testing in terms of microstructure and strength to hardness values. Visual identification is carried out directly using tools such as

magnifying glasses and auxiliary cameras to photograph defects on the damaged surface. Meanwhile, testing in the laboratory is used to identify the deeper structural conditions of the material. This research was conducted using 3 testing methods, namely dye penetrant, Vickers hardness, metallography which was carried out at the Metallurgical Laboratory, CNC Mechanical Engineering Department, Sriwijaya University, Chemical Industry Product Process Engineering Laboratory, Chemical Engineering University of Sriwijaya. The dye penetrant test is used to see on the outer surface. This test does not damage the material because it uses a penetrating liquid which has the principle of utilizing capillary power by working with the penetrant method that sprays liquid penetration that can be seen directly without using ultraviolet light. Vickers hardness test is carried out as a measure of resistance to materials that have plastic deformation resistance properties so that when measurements are made at the level of hardness of the material. This test uses a Vickers Hardness Tester with type VKH-2E which refers to JIS B 7725 and JIS 2244 testing standards. In addition, there is a metallographic test using a metallographic test microscope which is useful for identifying the micro and macro structures of the material being tested. In addition, this test can also detect surface defects in the material using an optical microscope having 10-1000x and this test uses etching liquid in the form of 5% HNO₃ mixed with 95% alcohol.

Keywords: Chainlink, Apron Feeder, Vickers, and metallography.

DAFTAR ISI

DAFTAR ISI	xiii
DAFTAR GAMBAR	xv
DAFTAR TABEL	xvi
DAFTAR RUMUS	xvii
BAB 1 PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Batasan Masalah.....	2
1.4 Tujuan Penelitian	2
1.5 Manfaat Penelitian	2
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA	3
2.1 Analisa Kegagalan	3
2.2 Jenis – Jenis Kegagalan.....	3
2.2.1 Cacat Material	4
2.2.2 Kesalahan Desain	4
2.2.3 Manufaktur	4
2.2.4 Pengoperasian.....	4
2.2.5 Salah Pemilihan Material	5
2.2.6 Proses Penyatuan (<i>Assembly</i>)	5
2.2.7 Salah Perawatan	5
2.3 Kategori Kegagalan.....	5
2.3.1 Kelelahan (<i>Fatigue</i>).....	5
2.3.2 Keausan	8
2.3.3 Korosi	9
2.3.4 Perlakuan Panas.....	9
2.4 Pencegahan Kegagalan.....	10
2.5 Baja	10
2.5.1 Baja Karbon.....	11
2.5.2 Baja S45C.....	12

2.6	<i>Apron feeder</i>	13
2.7	<i>Chain Link</i>	14
2.8	Literatur Kerusakan	14
BAB 3 METODOLOGI PENELITIAN		17
3.1	Diagram Alir Penelitian	17
3.2	Studi Literatur	18
3.3	Tempat dan Waktu	18
3.4	Persiapan Material	18
3.4.1	Pengujian <i>Dye Penetrant</i>	19
3.4.2	Pengujian Metalografi	20
3.4.3	Pengujian <i>Vickers</i>	22
BAB 4 PEMBAHASAN		25
4.1	Pengujian Komposisi Kimia.....	25
4.2	Pengujian <i>Dye Penetrant</i>	25
4.3	Pengujian Kekerasan	27
4.3.1	Hasil Pengujian <i>specimen</i> bagus.....	27
4.3.2	Hasil Pengujian <i>specimen</i> rusak	29
4.3.3	Hasil Pengujian <i>specimen Annealing</i>	30
4.4	Hasil Pengujian Struktur Metalografi	32
BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN		37
5.1	Kesimpulan.....	37
5.2	Saran.....	38
DAFTAR RUJUKAN		i
LAMPIRAN		i

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. Lambang Unsri	i
Gambar 2.1. Permukaan lelah pada poros	7
Gambar 2.2. Patah lelah pada baut akibat beban Tarik	7
Gambar 2.3. <i>Apron Feeder</i>	13
Gambar 2.4. Gambar Teknik <i>Apron feeder</i>	13
Gambar 2.5. <i>Chain link Apron Feeder</i>	14
Gambar 2.6. Gambar Teknik <i>Chain link Apron feeder</i>	14
Gambar 3.1. Diagram Alir Penelitian	17
Gambar 3.2. <i>Chain link</i> yang telah patah	19
Gambar 3.3. Larutan <i>Dye Penetrant</i>	20
Gambar 3.4. Mikroskop uji Metalografi	21
Gambar 3.5. Alat uji <i>Vickers</i>	22
Gambar 4.1. Hasil <i>Dye Penetrant</i> pada specimen rusak	26
Gambar 4.2. Hasil <i>Dye Penetrant</i> pada specimen bagus	26
Gambar 4.3. Pengujian <i>Vickers</i>	27
Gambar 4.4. Pengujian Kekerasan pada specimen bagus	28
Gambar 4.5. Pengujian Kekerasan pada specimen rusak	29
Gambar 4.6. Pengujian Kekerasan pada specimen annealing	30
Gambar 4.7. Grafik pengujian kekerasan <i>Chainlink</i>	31
Gambar 4.8. Hasil Uji Mikro specimen annealing	32
Gambar 4.9. Hasil Uji Mikro specimen bagus	33
Gambar 4.10. Hasil Uji Mikro specimen rusak	33
Gambar 4.11. Pengamatan Mikro pada daerah patah	34

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1	Komposisi Kimia S45C (Sertifikat Material equivalent AISI)	12
Tabel 2.2	<i>Mechanical Properties</i> S45C	12
Tabel 3.1	Hasil Pengujian Komposisi Kimia.	25
Tabel 4.1	Data pengujian <i>vickers specimen</i> bagus	28
Tabel 4.2	Data Pengujian <i>vickers specimen</i> rusak	29
Tabel 4.3	Data pengujian <i>vickers specimen annealing</i>	30

DAFTAR RUMUS

Rumus 3.1 Rumus Pengujian <i>Vickers</i>	22
--	----

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Pada lingkungan industri pertambangan batubara kerusakan alat merupakan suatu permasalahan yang biasa, banyak metode perbaikan yang dilakukan agar alat dapat bekerja sebagai semestinya, namun sebelumnya kita harus tau penyebab dari kerusakan tersebut agar mencegah kerusakan yang sama terus terulang. Salah satu alat yang sering terjadi kerusakan adalah *apron feeder*.

Apron feeder adalah suatu alat yang digunakan sebagai penampung hasil pembongkaran muatan batubara pada gerbong kereta api yang akan disalurkan ke *belt conveyor*. *Apron feeder* memiliki kapasitas angkut sebesar 90 ton yang bekerja selama 24jam penuh, alat ini digerakkan oleh motor berdaya 55 KW dengan perputaran 1500RPM. Dalam 1 alat *apron feeder* dapat menampung 8 gerbong kereta, proses pembongkaran batubara terjadi dalam waktu 120menit sesuai Standar Operasional Prosedur (SOP) namun tergantung pula dari banyaknya sumber daya manusia yang membongkar muatan batubara tersebut.

Proses yang terus menerus inilah yang menjadi awal terjadinya kelelahan yang terjadi pada setiap komponen-komponen pada alat, salah satunya adalah *Chain link*. Merupakan komponen penghubung *roller* dan *bucket* serta menjadi kunci penahan pada *shaft* dan *bushing*. *Chain link* terbuat dari baja karbon menengah dengan kode S45C. Dalam proses pekerjaan alat ini mengalami pembebanan berulang selama 24 jam sehingga kerusakan akibat *fatigue* mungkin terjadi. Adapun penyebab lainnya terjadi karena pembebanan yang berlebihan terhadap *bucket* yang menyebabkan *chain link* ikut tertarik dan terdapat kotoran yang menumpuk pada sisi *chain link*.

Berdasarkan latar belakang inilah penelitian ini diangkat penelitian yang berjudul “Analisis kerusakan pada *chain link apron feeder*”.

1.2 Rumusan Masalah

Dari latar belakang tersebut ditemukan banyak kerusakan terjadi dibagian *chain link apron feeder*, seperti terjadi retak dan patah pada *chain link* saat sistem operasi sedang berjalan yang menyebabkan terhentinya proses pekerjaan. Maka diperoleh pembahasan pada penelitian ini mengetahui penyebab kerusakan *chain link* dari segi mikro struktur dan kekuatan terhadap nilai kekerasan.

1.3 Batasan Masalah

Penelitian ini memiliki dua batasan masalah antara lain sebagai berikut:

1. Menganalisa spesifikasi material *chain link*.
2. Pengujian laboratorium menggunakan uji *Dye Penetrant*, uji kekerasan, pengujian metalografi serta data pabrik berdasarkan survei lapangan.

1.4 Tujuan Penelitian

Menganalisa penyebab dari kerusakan *chain link apron feeder* dengan melihat rupa material menggunakan pengujian *dye penetrant*, pengujian metalografi dan sifat mekanik dengan menilai tingkat kekerasan material.

1.5 Manfaat Penelitian

Dari penelitian ini penyusun diharapkan dapat menerapkan ilmu atau prinsip dasar analisa kegagalan, mengetahui karakteristik fisik dan mekanik setelah melakukan analisa dan pengujian, dan dapat dijadikan sebagai kajian literatur pada penelitian yang selanjutnya.

DAFTAR RUJUKAN

- Ahyari, A. (2002). Manajemen Produksi, Pengendalian Produksi. *Yogyakarta: BPEE*.
- Akuan, A. (2007). *Kelelahan Logam*. 99.
- Asrikin. (2011). *Karakterisasi Fatigue Dan Analisa Mikroskopis Pada Mekanisme Kegagalan Material Komposit Fiber Glass-Epoxy Untuk Material Struktur Sudu Turbin Angin*. 53.
- Callister, W. D. (2007). *Materials Science And Engineering 7th Ed. : An Introduction*. In *John Wiley & Sons, Inc*. <https://doi.org/10.1007/Bf01184995>
- Chandra, T. (2019). *Analisis Kerusakan Pada Bucket Apron Feeder*.
- Cheremisinoff, N. P. (1996). *Materials Selection Deskbook*. *Materials Selection Deskbook*. <https://doi.org/10.1016/B978-081551400-8.50007-0>
- Eka Febriyanti, Dedi Priadi, R. R. (2016). *Effect Of Increasing Warm Rolling Deformation Degree To Deformation Band Characteristic Of C-Zn 70/30 Alloy*. 16(M.I.Mat. Kost.), 9.
- Gandy, D. (2007). *Carbon Steel Handbook*. *Carbon*. <https://doi.org/1014670>
- Hatta, I. (2012). Aplikasi Mikro Analisis Dan Fraktografi Untuk Menentukan Kualitas Produk Dan Penyebab Kerusakan Suatu Komponen. *Prosiding Pertemuan Ilmiah Ilmu Pengetahuan Dan Teknologi Bahan, 30(C)*, 175–180.
- Ilyandi, R., Arief, D. S., Indra, T., & Abidin, P. (2015). *Analisis Design For Assembly (Dfa) Pada Prototipe Mesin Pemisah Sampah Material Ferromagnetik Dan*.
- Istiqlalayah, H., & Rhohman, F. (2017). Pengaruh Variasi Temperatur Annealing Terhadap Kekerasan Sambungan Baja St 37. *Jurnal Teknik Mesin, 5(4)*, 10. <https://doi.org/10.22441/Jtm.V5i4.1217>
- Kirono, S., Diniardi, E., & Prasetyo, I. (2010). Aalisa Perubahan Dimensi Baja Aisi 1045 Setelah Proses Perlakuan Panas (Heat Treathment). *Sintek Jurnal: Jurnal Ilmiah Teknik Mesin, 1–11*.
- Radaj, D., & Zhang, S. (1992). Notch Effect Of Welded Joints Subjected To Antiplane Shear Loading. *Engineering Fracture Mechanics*. [https://doi.org/10.1016/0013-7944\(92\)90208-V](https://doi.org/10.1016/0013-7944(92)90208-V)
- Suhartono, H. A. (2016). Pengaruh Penghilangan Kekasaran Permukaan Terhadap Kekuatan Fatik = Effect Of Surface Roughness Removal To Fatigue Strength. *Majalah Ilmiah Pengkajian Industri*. <https://doi.org/10.29122/Mipi.V9i3.1642>
- Sujata, M., Venkataswamy, M. A., Parameswara, M. A., & Bhaumik, S. K. (2006). Failure Analysis Of Conveyor Chain Links. *Engineering Failure Analysis*. <https://doi.org/10.1016/J.Engfailanal.2005.07.002>

- Trihutomo, P. (2014). Pengaruh Proses Annealing Pada Hasil Pengelasan Terhadap Sifat Mekanik Baja Karbon Rendah. *Jurnal Teknik Mesin Universitas Negeri Malang*, 22(1), 81–88.
- Yin, E., Muvengei, O., Kihui, J., & Njoroge, K. (2016). Failure Analysis On Conveyor *Chain Links* Of A Central Bucket Elevator. *Iosr Journal Of Mechanical And Civil Engineering*, 13(04), 56–63. <https://doi.org/10.9790/1684-1304075663>