

SKRIPSI
ANALISIS KETAHANAN LELAH (FATIGUE) DAN
KARAKTERISTIK PERAMBATAN RETAK BESI
COR KELABU DENGAN PERLAKUAN PANAS
NORMALIZING



OLEH :
BAGADI SIANTURI
93951181326047

PROGRAM STUDI SARJANA TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS SRIWIJAYA
2017

S
669. 107
619
a
2017

50243 .

2

SKRIPSI
ANALISIS KETAHANAN LELAH (FATIGUE) DAN
KARAKTERISTIK PERAMBATAN RETAK BESI
COR KELABU DENGAN PERLAKUAN PANAS
NORMALIZING

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



OLEH :
BACADI SIANTURI
03031131320047

PROGRAM STUDI SARJANA TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS SRIWIJAYA
2017

HALAMAN PENGESAHAN

ANALISIS KETAHANAN LELAH (FATIGUE) DAN KARAKTERISTIK PERAMBATAN RETAK BESI COR KELABU DENGAN PERLAKUAN PANAS NORMALIZING

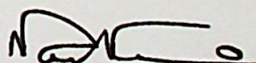
SKRIPSI

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

OLEH:

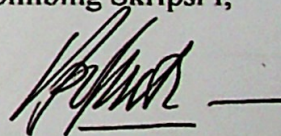
BAOADI SIANTURI
03051181320047

Pembimbing Skripsi II,



Prof. Dr. Ir. Nukman, M.T
NIP. 19590321 198703 1 001

Indralaya, Desember 2017
Diperiksa dan disetujui oleh
Pembimbing Skripsi I,



Dr. Ir. Hendri Chandra, MT
NIP. 19600407 199003 1 003

Mengetahui,
Ketua Jurusan Teknik Mesin



Irsyad Yari, S.T, M.Eng, Ph.D
NIP.19711225 199702 1 001

JURUSAN TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS SRIWIJAYA

Agenda No. :
Diterima Tanggal :
Paraf :

SKRIPSI

NAMA : BAOADI SIANTURI

NIM : 03051181320047

JURUSAN : TEKNIK MESIN

JUDUL : Analisis Ketahanan Lelah (Fatigue) dan Karakteristik Perambatan Retak Besi Cor Kelabu dengan Perlakuan Panas Normalizing

DIBERIKAN : Agustus 2017

SELESAI : Desember 2017

Pembimbing Skripsi II,

Prof. Dr. Ir. Nukman, M.T
NIP. 19590321 198703 1 001

Indralaya, Desember 2017
Diperiksa dan disetujui
Pembimbing Skripsi I,

Dr. Ir. Hendri Chandra, MT
NIP. 19600407 199003 1 003



HALAMAN PERSETUJUAN

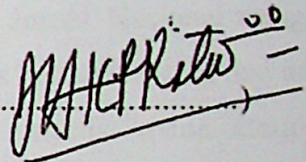
Karya tulis ilmiah berupa Skripsi ini dengan judul "Analisis Ketahanan Lelah (Fatigue) dan Karakteristik Perambatan Retak Besi Cor Kelabu dengan Perlakuan Panas Normalizing" telah dipertahankan di hadapan Tim Penguji Karya Tulis Ilmiah Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya pada tanggal 19 Desember 2017.

Indralaya, 19 Desember 2017

Tim penguji karya tulis ilmiah berupa Skripsi

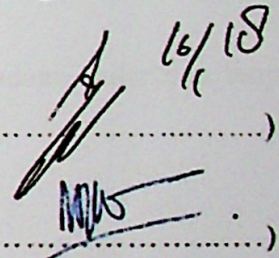
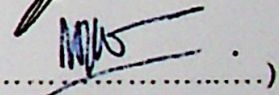
Ketua :

1. Dr. Ir. Diah Kusuma Pratiwi
NIP. 1963071 199003 2 001

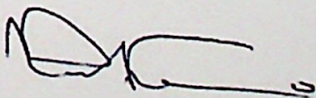
(..........)

Anggota :

1. Agung Mataram S.T, M.T, Ph.D
NIP. 1979027 200312 1 004
2. Nurhabibah Paramitha, S.T, M.T
NIP. 19891117 201504 2 003

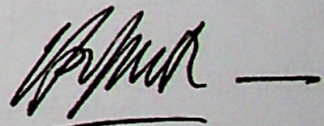
(..........)
(..........)

Pembimbing Skripsi II,



Prof. Dr. Ir. Nukman, M.T
NIP. 19590321 198703 1 001

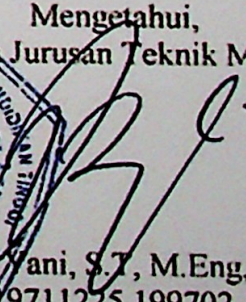
Pembimbing Skripsi I,



Dr. Ir. Hendri Chandra, MT
NIP. 19600407 199003 1 003



Mengetahui,
Ketua Jurusan Teknik Mesin


Risyah Wani, S.T, M.Eng, Ph.D.
NIP. 19711225 199702 1 001

HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI

Yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Baoadi Sianturi

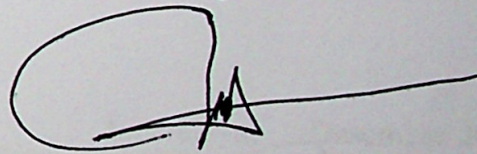
NIM : 03051181320047

Judul : Analisis Ketahanan Lelah (Fatigue) dan Karakteristik Perambatan Retak Besi Cor Kelabu dengan Perlakuan Panas Normalizing

Dengan ini menyetujui untuk mempublikasikan Tugas Akhir (data tugas akhir) saya di Jurnal Internasional/reputasi ataupun Jurnal Nasional dengan menempatkan dosen pembimbing saya sebagai penulis pertama/kedua dan atau sebagai penulis korespondensi serta saya sebagai penulis kedua ataupun seterusnya.

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

Indralaya, Desember 2017

A handwritten signature in black ink, consisting of a large, stylized 'B' followed by a horizontal line and a small, sharp upward stroke.

Baoadi Sianturi
NIM.03051181320047

HALAMAN PERNYATAAN INTEGRITAS

Yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Baoadi Sianturi

NIM : 03051181320047

Judul : Analisis Ketahanan Lelah (Fatigue) dan Karakteristik Perambatan Retak Besi Cor Kelabu dengan Perlakuan Panas Normalizing

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.



Inderalaya, Desember 2017



Baoadi Sianturi
NIM.03051181320047

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis persembahkan kepada Tuhan Yang Maha Esa yang telah melimpahkan rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini dengan baik. Skripsi ini berjudul “Analisis Ketahanan Lelah (Fatigue) dan Karakteristik Perambatan Retak Besi Cor Kelabu Dengan Perlakuan Panas Normalizing”, disusun untuk melengkapi persyaratan dalam menempuh sidang sarjana di Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya

Dalam menyelesaikan Skripsi ini, penulis banyak menerima bantuan dan dukungan baik secara moril maupun materil dari berbagai pihak. Oleh karena itu, pada kesempatan ini penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada :

1. Tuhan Yesus Kristus
2. Bapak Irsyadi Yani, S.T, M.Eng, Ph.D. selaku Ketua Jurusan Teknik Mesin Universitas Sriwijaya;
3. Bapak Amir Arifin, S.T, M.Eng, Ph.D. selaku Sekretaris Jurusan Teknik Mesin Universitas Sriwijaya;
4. Bapak Dr. Ir. Hendri Chandra, M.T selaku dosen pembimbing 1 skripsi yang telah membimbing, mengarahkan dan membantu selama proses penyelesaian skripsi;
5. Bapak Prof. Dr. Ir. Nukman, M.T selaku dosen pembimbing 2 skripsi yang telah membimbing, mengarahkan dan membantu selama proses penyelesaian skripsi;
6. Kedua Orang Tua saya Bapak TR. Sianturi dan Ibu P. Sinaga, untuk setiap doa, cinta, kasih sayang, semangat dan semua pengorbanannya selama ini
7. Kakak ku (Jojo Sianturi, Nadia Sianturi, dan Binary Sianturi) yang tidak pernah lelah menyemangati dan memberikan yang terbaik untuk penulis.
8. Try Cordelia Anggita Sihombing yang selalu memberikan dorongan semangat dan menjadi motivator pribadi penulis.

9. Teman-teman Mesin Batak Universitas Sriwijaya yang selalu memberikan dorongan selama proses perkuliahan hingga saat ini.
10. Teman-teman serumah (Morrys Sianaga, Ady Aritonang, Cristian Sinaga, Ferdy Sitanggang, Oliver Hutapea, Kristian Nainggolan, dan Dony Sitorus) yang telah menjadi bagian dari pahit manisnya kisah kehidupan penulis.
11. Dan semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu persatu yang telah banyak membantu penulis dalam menyelesaikan skripsi ini.

Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih jauh dari sempurna. Oleh karena itu penulis sangat mengharapkan kritik dan saran yang membangun agar penelitian ini menjadi lebih baik. Semoga penulisan skripsi ini dapat bermanfaat bagi pembaca dan semua pihak yang berkepentingan.

Indralaya, Desember 2017

Penulis

RINGKASAN

ANALISIS KETAHANAN LELAH (FATIGUE) DAN KARAKTERISTIK PERAMBATAN RETAK BESI COR KELABU DENGAN PERLAKUAN PANAS NORMALIZING

Karya tulis ilmiah berupa Skripsi, 19 Desember 2017

Baoadi Sianturi; Dibimbing oleh Dr. Ir Hendri Chandra, M.T dan Prof. Dr. Ir. Nukman, M.T

Analysis Of Fatigue Resistance and Crack Propagation Characteristic Of Gray Cast Iron With Normalizing Heat Treatment

xxxi + 56 Halaman, 8 tabel, 34 gambar, 1 bagan.

RINGKASAN

Fatigue atau kelelahan merupakan fenomena terjadinya kerusakan material karena pembebanan yang berulang-ulang, diketahui bahwa apabila pada suatu logam dikenai tegangan berulang maka logam tersebut akan patah pada tegangan yang jauh lebih rendah dibandingkan dengan tegangan yang dibutuhkan untuk menimbulkan perpatahan pada beban statik. Pada penelitian ini membahas mengenai pengaruh perlakuan panas normalizing terhadap ketahanan lelah material besi cor kelabu, dengan membandingkan nilai kurva S-N antara material besi cor yang tanpa perlakuan dan yang melalui perlakuan panas normalizing. Dalam proses normalizing dilakukan dengan pemanasan awal (preheating) pada temperatur 400oC selama 10 menit, lalu dipanaskan sampai temperatur 910oC ditahan selama 60 menit dan 90 menit, lalu mengalami pendinginan normalizing di udara terbuka. Setelah itu dilakukan pengujian lelah dengan mesin repeated torsion fatigue testing mechine. Hasil patahan dari pengujian lelah ini diamati dengan menggunakan scanning electron microscope (SEM) untuk mengetahui karakteristik perambatan retak. Data hasil pengujian berdasarkan waktu patah dan perhitungan menunjukkan pada spesimen besi cor dengan perlakuan panas normalizing 60 menit menunjukan siklus tertinggi 15600 siklus, spesimen tanpa perlakuan 12200 siklus, dan spesimen normalizing 90 menit 9850 siklus. Hasil pengujian SEM menunjukkan terjadi nya awal retak diawali pada struktur grafit yang terdapat pada besi cor, hal ini dikarenakan struktur dari serpihan grafit itu tajam dan berujung sehingga menimbulkan konsentrasi tegangan di ujung-ujungnya ketika dikenai tegangan berulang yang kemudian retakan tadi merambat antar grafit dan menyebabkan spesimen menjadi patah.

Kata kunci : Besi Cor Kelabu, Normalizing, Uji Lelah, SEM

SUMMARY

ANALYSY OF FATIGUE RESISTANCE AND CRACK PROPAGATION CHARACTERISTIC OF GRAY CAST IRON WITH NORMALIZING HEAT TREATMENT

Final Project, 19th December 2017

Baoadi Sianturi; Supervised by Dr.Ir Hendri Chandra, M.T and Prof. Dr. Ir. Nukman, M.T

Analisis Ketahanan Lelah (Fatigue) dan Karakteristik Perambatan Retak Besi Cor Kelabu Dengan Perlakuan Panas Normalizing

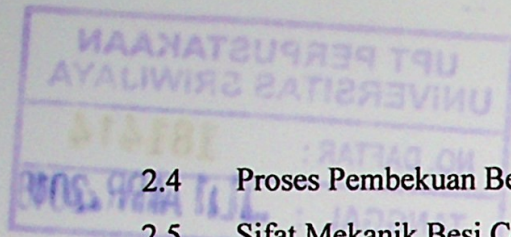
xxxi + 56 pages, 8 tables, 34 images, 1 flow chart.

SUMMARY

Fatigue is a phenomenon of material damage due to repeated loading, it is known that when a metal is subjected to repetitive stress the metal will break at a much lower voltage than the voltage required to cause fracture of the static load. This study discusses the effect of normalizing heat treatment on the fatigue resistance of gray cast iron material, by comparing fatigue resistance (S-N curve) between the untreated cast iron material and through normalizing heat treatment. The normalizing process is preheated at 400 ° C for 10 minutes, then heated to 910 ° C for 60 minutes and 90 minutes, then cooling normalizing in the open air. After that dilakukan fatigue testing machine with repeated torsion fatigue testing mechine. The fracture results of this fatigue test were observed by using scanning electron microscope (SEM) to determine crack propagation characteristics. The test results data based on break time and calculations showed on cast iron specimens with 60 minutes normalizing treatment showed the highest cycle of 15600 cycles, 12200 cycles without specimen, and normalizing 90 minutes 9850 cycling specimens. The test results of its SEM showed an early crack initiated in the structure of graphite contained in the cast iron, this is because the structure of the graphite flake sharp and pointed causing stress concentrations at the edges when subjected to repetitive stress which then propagate the crack between graphite and lead specimens be broken..

Keywords : Gray Cast Iron, Normalizing, Fatigue Testing, SEM

4.3	Kurva S-N.....	43
4.4	Data Pengujian Metalografi.....	45
4.5	Hasil Pengujian SEM	47
4.5.1	Spesimen Tanpa Perlakuan.....	47
4.5.2	Spesimen Dengan Perlakuan <i>Normalizing</i> 60 Menit	49
4.5.3	Spesimen Dengan Perlakuan <i>Normalizing</i> 90 Menit	50
4.6	Analisis Data	52
BAB 5 Kesimpulan dan Saran		55
5.1	Kesimpulan.....	55
5.1	Saran.....	56
DAFTAR PUSTAKA		57



2.4	Proses Pembekuan Besi Cor Kelabu	12
2.5	Sifat Mekanik Besi Cor	15
2.6	Perlakuan Panas (<i>Heat Treatment</i>).....	16
2.6.1	<i>Normalizing</i>	17
2.7	<i>Fatigue</i> /Kelelahan	17
2.8	Kurva S-N	20
2.9	Faktor-Faktor Yang Mempengaruhi Kekuatan Lelah	22
2.10	Kajian Pustaka.....	23
BAB 3 METODOLOGI PENELITIAN		27
3.1	Diagram Alir Penelitian	27
3.2	Studi Literatur	28
3.3	Tempat dan Waktu Penelitian	28
3.4	Bahan dan Alat Pengujian.....	28
3.4.1	Bahan.....	28
3.2.1	Alat.....	29
3.5	Dimensi Spesimen Uji Fatigue.....	29
3.6	Mesin Uji Fatigue.....	30
3.7	Prosedur Pengujian.....	31
3.8	Proses Perlakuan Panas <i>Normalizing</i>	32
3.9	Pengujian Spesimen	33
3.9.1	Pengujian Komposisi Kimia.....	33
3.9.2	Pengujian Fatigue.....	33
3.9.3	Pengujian Metalografi	33
3.9.3	Pengujian SEM (<i>Scanning Electron Microscope</i>)	34
3.10	Analisa dan Pengolahan Data.....	35
3.11	Hasil yang Diharapkan	35
BAB 4 ANALISIS DATA DAN PEMBAHASAN.....		37
4.1	Hasil Pengujian Komposisi Kimia.....	37
4.2	Data Hasil Pengujian Lelah.....	38
4.2.1	Data Hasil Pengujian Spesimen Tanpa Perlakuan	41
4.2.2	Data Hasil Pengujian Spesimen <i>Normalizing</i> 60 Menit.....	42
4.2.3	Data Hasil Pengujian Spesimen <i>Normalizing</i> 90 Menit.....	42

4.3	Kurva S-N.....	43
4.4	Data Pengujian Metalografi.....	45
4.5	Hasil Pengujian SEM	47
4.5.1	Spesimen Tanpa Perlakuan.....	47
4.5.2	Spesimen Dengan Perlakuan <i>Normalizing</i> 60 Menit	49
4.5.3	Spesimen Dengan Perlakuan <i>Normalizing</i> 90 Menit	50
4.6	Analisis Data	52
BAB 5 Kesimpulan dan Saran		55
5.1	Kesimpulan.....	55
5.1	Saran	56
DAFTAR PUSTAKA		57

Daftar Gambar

Gambar 2.1	Diagram fasa Fe-Fe ₃ C.....	6
Gambar 2.2	Struktur mikro besi cor kelabu.....	7
Gambar 2.3	Struktur mikro besi cor putih	8
Gambar 2.4	Struktur mikro besi cor nodular	9
Gambar 2.5	Struktur mikro besi cor mampu tempa.....	10
Gambar 2.5	Diagram keseimbangan besi-karbon.....	13
Gambar 2.6	Struktur Perlit.....	13
Gambar 2.7	Struktur Perlit.....	14
Gambar 2.8	Skematis patah permukaan akibat <i>fatigue</i>	19
Gambar 2.9	Kurva S-N	20
Gambar 2.10	Siklus pembalikan sempurna	21
Gambar 2.11	Siklus pengulangan	21
Gambar 2.12	Siklus random	21
Gambar 3.1	Skema Metode Penelitian	27
Gambar 3.2	Dimensi Spesimen Uji Fatik	29
Gambar 3.3	Mesin uji <i>fatigue Torsion Repeated and Bending Fatigue Machine</i>	30
Gambar 3.4	Skematis Proses <i>Normalizing</i>	32
Gambar 3.5	Mikroskop Optik Olympus Optical di Jurusan Teknik Mesin..	34
Gambar 3.6	Alat Pengamatan SEM FEI Company Inspect Tipe S50	35
Gambar 4.1	Kurva S-N Pengujian Fatigue Spesimen Tanpa Perlakuan.....	43
Gambar 4.2	Kurva S-N Pengujian Fatigue Spesimen Dengan 60 Menit <i>Normalizing</i>	43
Gambar 4.3	Kurva S-N Pengujian Fatigue Spesimen Dengan 90 Menit <i>Normalizing</i>	44
Gambar 4.4	Kurva S-N gabungan pengujian Fatigue antara spesimen tanpa perlakuan, <i>normalizing</i> 60 menit, dan 90 menit.....	44
Gambar 4.5	Struktur Mikro Besi Cor Kelabu dengan Pembesaran 200x	46
Gambar 4.6	Struktur Mikro Besi Cor Kelabu dengan Pembesaran 500x	46
Gambar 4.7	Titik Pengambilan foto SEM	47
Gambar 4.8	Pengujian SEM Pembesaran 2000x	48
Gambar 4.9	Pengujian SEM Pembesaran 2500x	48
Gambar 4.10	Titik pengambilan foto SEM <i>Normalizing</i> 60 Menit.....	49
Gambar 4.11	Pengujian SEM pembesaran 2000x <i>Normalizing</i> 60 menit	49
Gambar 4.12	Pengujian SEM pembesaran 2500x <i>Normalizing</i> 60 menit	50
Gambar 4.13	Titik pengambilan foto SEM <i>Normalizing</i> 90 Menit.....	50
Gambar 4.14	Pengujian SEM pembesaran 2000x <i>Normalizing</i> 90 menit	51
Gambar 4.15	Pengujian SEM pembesaran 2500x <i>Normalizing</i> 90 menit	51

Daftar Tabel

Tabel 2.1	Komposisi Kandungan Besi Cor.....	11
Tabel 4.1	Hasil pengujian komposisi kimia besi cor	37
Tabel 4.2	Data Hasil Pengujian Tanpa Perlakuan Panas	38
Tabel 4.3	Data Hasil Pengujian Dengan Normalizing selama 60 Menit ..	38
Tabel 4.4	Data Hasil Pengujian Dengan Normalizing selama 90 Menit ..	39
Tabel 4.5	Data Hasil Perhitungan Pengujian Fatigue Tanpa Perlakuan ...	41
Tabel 4.6	Data Hasil Perhitungan Pengujian Fatigue Normalizing 60 Menit.....	42
Tabel 4.7	Data Hasil Perhitungan Pengujian Fatigue Normalizing 90 Menit.....	42

Daftar Lampiran

Lampiran A.1 Gambar Alat dan Bahan	59
Lampiran A.2 Pengujian Spesimen	61

Daftar Simbol

Simbol	Arti	Satuan
σ	Tegangan	N/m ²
T	Torsi	Nm
θ	Sudut puntir	radian
L	Panjang spesimen	m
D	Diameter benda uji	m
E	Momen bending	Pa
R	Radius benda uji	m
n	Putaran motor	rpm
τ	Tegangan geser	MPa
G	Modulus geser	MPa
N	Siklus	-
Mn	Mangan	-
Fe	Krom	-
Cu	Tembaga	-
Mg	Magnesium	-
Ce	Serium	-
N	Nikel	-
HNO ₃	Nital	-
JIS	Japan Industrial Standards	-
SEM	Scanning Electron Microcope	-

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Perkembangan dunia yang modern ini, membuat kebutuhan akan suatu material semakin meningkat. Hal ini terlihat dari meningkatnya suatu permintaan terhadap bahan-bahan teknik yang tergolong memiliki kualitas yang lebih baik, misalnya dalam hal kemampuan (sifat mekaniknya). Dalam pengembangan teknologi dan proses seperti bidang konstruksi, produksi atau manufaktur sangat erat hubungannya dengan sifat-sifat mekanik yang dimiliki oleh suatu material, khususnya dalam bidang teknik material yang semakin hari semakin sulit dipenuhi oleh bahan-bahan yang ada selama ini.

Besi cor adalah hasil proses pengecoran yang merupakan paduan besi yang didalamnya terkandung unsur-unsur karbon, silikon, mangan, posfor dan belerang. Istilah besi cor berasal dari bagaimana besi tersebut diproduksi, besi kasar yang dileburkan kembali didalam dapur kemudian hasil dari pengolahan tersebut dituang, oleh karenanya maka disebut besi cor. Besi cor digolongkan menjadi beberapa jenis antara lain : besi cor kelabu (*grey cast iron*), putih (*white cast iron*), mampu tempa (*malleable cast iron*) dan nodular (*ductile cast iron*). (Nukman, 2017).

Salah satu material yang penting saat ini yang memiliki banyak kegunaan adalah besi cor kelabu, dimana dalam produksinya tidak memakan biaya yang besar, memiliki mampu mesin yang sangat baik, tahan aus, dan mampu menahan getaran (*damping capacity*). Besi cor kelabu sendiri memiliki beberapa kandungan unsur diantaranya : karbon (2,5 – 3,5) %, silikon (1,5 – 3,0) %, mangan (0,5 – 0,8) %, sulfur (max. 0,15%), dan fosfor (max. 0,25%). (Situngkir Haposan, 2010)

Sifat mekanik dari besi cor sendiri dapat ditingkatkan dengan cara memberi perlakuan panas, dimana tujuannya untuk mendapatkan suatu

material yang memiliki kekuatan, kekerasan, kemampuan mesin, dan ketahanan aus yang baik.

Fatigue adalah kerusakan yang diakibatkan dari suatu material yang mengalami tegangan berulang-ulang yang besarnya lebih kecil dari tegangan tarik maksimum (σ) maupun tegangan luluh (*yield*). Apabila suatu logam dikenai tegangan berulang maka logam tersebut akan patah pada tegangan yang jauh lebih rendah dibandingkan dengan tegangan yang dibutuhkan untuk menimbulkan perpatahan pada beban statik.

Pada penelitian ini penulis akan melakukan pengujian *fatigue* untuk mengetahui batas ketahanan lelah dari besi cor yang menerima perlakuan panas *normalizing* dan tanpa perlakuan. Dengan demikian akan dibuat skripsi dengan judul “Analisis Ketahanan Lelah (*Fatigue*) dan Karakteristik Perambatan Retak Besi Cor Kelabu Dengan Perlakuan Panas *Normalizing*”.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan pertimbangan diatas maka masalah yang akan dibahas dalam penelitian ialah bagaimana mengetahui ketahanan lelah dan karakteristik perambatan retak dari besi cor kelabu yang mengalami proses perlakuan panas *normalizing* dan tanpa perlakuan.

1.3 Batasan Masalah

Dalam penelitian ini penulis membatasi masalah pada :

1. Material yang digunakan adalah besi cor kelabu
2. Penelitian ini menggunakan proses perlakuan panas *Normalizing*. Pemanasan awal pada temperatur 400 °C selama 10 menit, perlakuan

panas *Normalizing* pada temperatur 910 °C selama 60 menit dan 90 menit. Acuan temperatur dan waktu berdasar pada penelitian sebelumnya.

3. Sudut pengujian lelah (θ) : 1°, 2°, 3 dan 4°
4. Pengujian yang akan dilakukan diantaranya :
 - a. Uji Komposisi
 - b. Uji Metalografi
 - c. Uji Fatik
 - d. SEM (*Scanning Electron Microscope*)

1.4 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian adalah :

1. Menganalisa ketahanan lelah besi cor kelabu dengan perlakuan panas *Normalizing*.
2. Mendapatkan nilai perbandingan kurva S-N dari besi cor yang mengalami perlakuan panas dan tanpa perlakuan
3. Melihat karakteristik perambatan retak melalui hasil uji SEM.

1.5 Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian adalah :

1. Mengetahui batas lelah (*fatigue limit*) besi cor kelabu.
2. Mengetahui pengaruh pemanasan *Normalizing* terhadap sifat ketahanan lelah melalui uji *fatigue*.
3. Dapat memahami pemanasan *Normalizing* secara praktik yang lebih terperinci.
4. Menjadi referensi penelitian berikutnya

1.6 Metode Penelitian

Metode penelitian yang dilakukan dalam pembuatan skripsi ini, yaitu :

1. Literatur

Mengambil data dari berbagai sumber seperti jurnal, buku, dan referensi lainnya yang berhubungan dengan penelitian ini

2. Eksperimen Laboratorium

Kegiatan yang berguna untuk mencari atau mendapatkan data-data hasil dari pengujian. Seperti pengujian fatigue dan metalografi yang dilakukan di Laboratorium Material Teknik Jurusan Teknik Mesin Universitas Sriwijaya dan pengujian SEM yang dilakukan di Laboratorium Polman Bangka.

1.7 Sistematika Penulisan

Penulisan skripsi ini dilakukan dengan menggunakan sistematika untuk membuat konsep penulisan yang berurutan, sehingga didapat kerangka secara garis besar. Adapun sistematika penulisan tersebut digambarkan dalam bab-bab yang saling berkaitan satu sama lain :

BAB I : PENDAHULUAN

Berisikan latar belakang, rumusan masalah, batasan masalah, tujuan penelitian, metode penelitian, dan sistematika penulisan.

BAB II : TINJAUAN PUSTAKA

Berisikan tinjauan pustaka mengenai teori dasar yang melandasi pembahasan skripsi dan yang akan mendukung dalam melakukan penelitian berdasarkan literatur.

BAB III : METODELOGI PENELITIAN

Berisikan diagram alir penelitian, alat, bahan, prosedur penelitian, dan pengujian specimen.

DAFTAR PUSTAKA



- Avila, G., Palma, E., and De Paula, R., 2017. Crane Girder Fatigue Life Determination Using SN and LEFM Methods. *Engineering Failure Analysis*, 79, pp.812–819.
- Callister, W., 2007. *Materials science and engineering: an introduction* 7th ed. K. S. Hayton Joseph, Frank Lyman, ed., United States Of America.
- Callister, W. & D.G.R., 2014. Materials Science K. J. Fowley Donald, Sayre Daniel, ed. *Materials Science & Engineering An Introduction*, 9, p.990.
- Chandra Hendri, 2007. Analisis Fatigue Poros Pompa Vakum. , p.13.
- Elliott, R., 1988. Chapter 6 - Microstructural Features of Cast Irons. *Cast Iron Technology*, pp.221–238.
- Gross, D., Hauger, W., Schröder, J., Wall, W., and Bonet, J., 2011. *Engineering Mechanics 2*, London New York.
- HEARN, E.J., 1997. Mechanics of. In *MECHANICS OF MATERIALS I*. UNITED KINGDOM, p. 1038.
- Karokaro, M., 2001. Pengaruh Normalizing Ulang Terhadap Sifat Kelelahan Baja DIN 42MnV7. , Volume 1, p.6.
- Nukman, 2017. Perlakuan Panas Besi Tuang Nodular Menjadi Austempered Ductile Iron. Universitas Sriwijaya.
- Panneerselvam, S., Putatunda, S.K., Gundlach, R., and Boileau, J., 2017. Influence of Intercritical Austempering on the Microstructure and Mechanical Properties of Austempered Ductile Cast Iron (ADI). *Materials Science and Engineering A*, 694, pp.72–80.
- Pradipta Dwija, 2015. Pengaruh Pemanasan Austemper Dengan Temperatur Austenisasi 950 C Terhadap Sifat Kekerasan Dan Kekuatan Tarik Besi Tuang Nodular FCD30. , p.9.
- Prastyo, H., 2014. SIFAT MEKANIS MATERIAL BESI COR YANG DIDAUUR ULANG DI PT . ANEKA ADHILOGAM KARYA. Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya. , pp.1–7.
- Situngkir Haposan, 2010. *Pengaruh Putaran Cetakan Terhadap Sifat Mekanik Besi Cor Kelabu Pada Pembuatan Silinder Liner Mesin Otomotif Dengan Pengecoran Sentrifugal Mendatar*. Universitas Sumatera Utara.
- Surdia, T. and Saito, S., 1999. *Pengetahuan Bahan Teknik keempat.*, Jakarta: PT Pradnya Paramita.
- Tiastuti Jesi, 2016. ANALISIS PERAMBATAN RETAK FATIK BAJA AISI 1020. , 1020, p.53.
- Zhao, H., Wang, G., Wang, H., Bi, Q., and Li, X., 2017. Fatigue Life Analysis of Crawler Chain Link of Excavator. *Engineering Failure Analysis*, 79, pp.737–748.