

**PENGARUH VARIASI MEDIA PENDINGIN QUENCHING
TERHADAP KEKERASAN DAN STRUKTUR MIKRO
KUKU BUCKET WHEEL EXCAVATOR**



TUGAS AKHIR

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

Oleh :

Abdila Rahmat

1522110505

FAKULTAS TEKNIK UNIVERSITAS

TRIDINANTI PALEMBANG

2020

PENGARUH VARIASI MEDIA PENDINGIN QUENCHING
TERHADAP KEKERASAN DAN STRUKTUR MIKRO
KUKU BUCKET WHEEL EXCAVATOR



Oleh :

Abdila Rahmat

1522110505

Diperiksa Dan Disetujui Oleh Dosen Pembimbing:

Pembimbing I

Ir. M. Iskandar Badil, MT, MT

Tanggal :

Pembimbing II,

Ir. Abdul Muin, MT

Tanggal :

Mengetahui,

Ketua Program Studi

Ir. H. M. Ali, MT

UNIVERSITAS TRIDINANTI PALEMBANG
FAKULTAS TEKNIK
PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN

TUGAS AKHIR

PENGARUH VARIASI MEDIA PENDINGIN QUENCHING
TERHADAP KEKERASAN DAN STRUKTUR MIKRO
KUKU BUCKET WHEEL EXCAVATOR

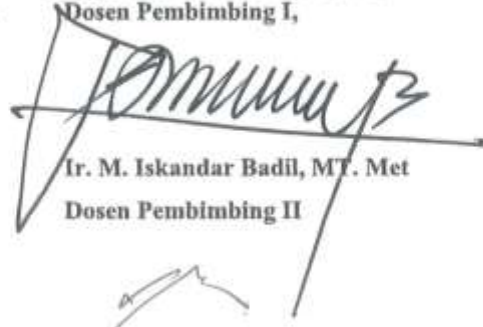
Oleh :

Abdila Rahmat
NIM 1522110505

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. Abdul Muin, MT

Disahkan oleh :

Dekan Fakultas Teknik



Ir. H. Ishak Effendy, MT

SURAT PERNYATAAN BEBAS PLAGIAT

Saya Yang Bertanda Tangan dibawah ini,

Nama : Abdila Rahmat
NPM : 1522110505
Fakultas : TEKNIK
Program Studi : Strata I (S1) Teknik Mesin
Judul Skripsi :

**Pengaruh Variasi Media Pendingin Quenching
Terhadap Kekerasan dan Struktur Mikro Kuku Bucket Wheel Excavator**

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,


Abdila Rahmat

Lampiran : Bukti Hasil Proses Plagiarism Checker Dari Operator

SURAT PERNYATAAN BEBAS PUBLIKASI GANDA

Saya Yang Bertanda Tangan dibawah ini,

Nama : Abdila Rahmat
NPM : 1522110505
Fakultas : TEKNIK
Program Studi : Strata 1 (S1) Teknik Mesin

Dengan ini menyatakan bahwa judul artikel,

Pengaruh Variasi Media Pendingin Quenching Terhadap Kekerasan dan Struktur Mikro Kuku Bucket Wheel Excavator

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,


Abdila Rahmat

Lampiran : Bukti Hasil Proses Plagiarism Checker Dari Operator

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 : Abdila Rahmat
NPM : 1522110505
Fakultas : TEKNIK
Program Studi : Strata 1 (S1) Teknik Mesin
Jenis Karya : SKRIPSI

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

Pengaruh Variasi Media Pendingin Quenching
Terhadap Kekerasan dan Struktur Mikro Kuku Bucket Wheel Excavator

Beserta perangkat yang ada (jika diperlukan), dengan hak royalti eksklusif ini Universitas Tridinantanti 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


Abdila Rahmat



Plagiarism Checker X Originality Report

Similarity Found: 22%

Date: Minggu, Mei 10, 2020

Statistics: 592 words Plagiarized / 2741 Total words

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

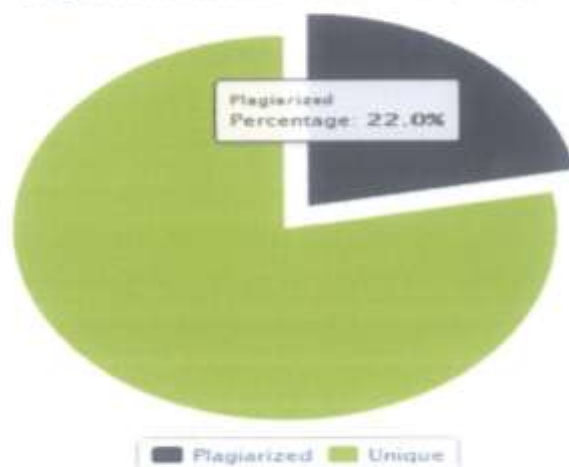
BAB I PENDAHULUAN Latar Belakang Pada umumnya logam adalah unsur yang mempunyai sifat kuat, liat, keras, mengkilap dan sebagai penghantar listrik, Karena sifat-sifat tersebut maka logam dipergunakan orang untuk berbagai keperluan sehingga kehidupan manusia kini tidak bisa lepas dari logam. Dalam banyak bidang teknik, logam murni jarang dipergunakan, yang banyak dipakai adalah paduan-paduan yaitu campuran antara dua unsur atau lebih logam dengan logam atau logam dengan metaloid.

Sebagai akibat dari penggunaan logam-logam tersebut, maka timbulah pengetahuan-pengetahuan mengenai logam yang makin lama makin meluas, mendalam, bahkan lebih secara khusus tentang pengetahuan logam. Orang berusaha terus mencapai logam-logam baru atau paduan-paduan baru untuk dapat memenuhi persyaratan-persyaratan yang makin tinggi.

Selain dari pada itu dalam pengolahan logam atau teknologi logam menjadi satu cabang pengetahuan yang luas pula. Pengetahuan mengenai logam dibagi menjadi tiga kelompok yang besar, yaitu pertama kelompok pengetahuan mengenai pemurnian logam dan biji-biji logam yang terdapat di alam sampai menjadi logam-logam murni. Kelompok ini sering disebut Extractive Metallurgy.

Kelompok yang kedua adalah pengetahuan mengenai fisika dari logam dan paduan seperti tentang sifat mekanik, serta perubahan sifat tersebut yang

PlagiarismCheckerX Summary Report



Date	Minggu, Mei 10, 2020
Words	592 Plagiarized Words / Total 2741 Words
Sources	More than 67 Sources Identified.
Remarks	Medium Plagiarism Detected - Your Document needs Selective Improvement.

KATA PENGANTAR

Bismillahirrohmanirrohiim,

Puji dan syukur saya panjatkan kehadiran Allah Subhanahu Wataála yang telah memberikan rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir ini yang berjudul **“Pengaruh Variasi Media Pendingin Quenching Terhadap Kekerasan Dan Struktur Mikro Kuku Bucket Wheel Excavator”** tepat pada waktunya. Tugas akhir mahasiswa ini dibuat sebagai syarat menyelesaikan studi pendidikan strata 1 pada program studi Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Tridinanti Palembang.

Dalam penyelesaian tugas akhir ini penulis banyak mendapatkan bantuan dan dukungan dari berbagai pihak. Oleh karena itu penulis ingin mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada :

1. Ibu Dr. Ir. Hj. Nyimas Manisah, MP Selaku Rektor Universitas Tridinanti Palembang
2. Bapak Ir.H. Ishak Effendi, MT selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Tridinanti Palembang.
3. Bapak Ir. H. M. Ali, MT Selaku Ketua Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Tridinanti Palembang.
4. Bapak Ir. Abdul Muin, MT. Selaku Sekretaris Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Tridinanti Palembang.

5. Bapak Ir. M. Iskandar Badil, MT. Met. Selaku Dosen Pembimbing I yang telah banyak membantu dan memberi masukan serta saran dalam penulisan tugas akhir ini.
6. Bapak Ir. Abdul Muin, MT. Selaku dosen pembimbing II yang banyak mengoreksi dan memberikan masukan serta saran.
7. Seluruh Staf Pengajar Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Tridinanti Palembang, yang telah mendidik dan memberikan bimbingan kepada penulis selama masa kuliah hingga tugas akhir ini.
8. Rekan-rekan Mahasiswa Angkatan 2015 Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Tridinanti Palembang yang telah membantu dalam menyelesaikan tugas akhir ini.

Penulis juga menyadari bahwa dalam penyusunan tugas akhir ini masih jauh dari kesempurnaan, untuk itu penulis mengharapkan saran dan kritik yang mendukung untuk memperbaiki tugas akhir ini. Akhirnya penulis mengucapkan terimakasih, semoga tugas akhir ini dapat bermanfaat baik bagi pembaca maupun penulis sendiri.

Palembang, April 2020

Penulis,



Abdila Rahmat

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PERSETUJUAN DOSEN PEMBIMBING	ii
HALAMAN PENGESAHAN PERSETUJUAN SKRIPSI	iii
HALAMAN PENGESAHAN PENGUJI SKRIPSI	iv
HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS SKRIPSI	v
HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI	vi
KATA PENGANTAR	vii
DAFTAR ISI	ix
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR TABEL	xiii
ABSTRAK	xiv
BAB I. PENDAHULUAN	
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Rumusan Masalah	3
1.3. Batasan Masalah.....	4
1.4. Tujuan Penelitian	4
1.5. Manfaat Penelitian	4
1.6. Sistematika Penulisan	4
BAB II. TINJAUAN PUSTAKA	
2.1. Pengertian Baja	6
2.2. Klasifikasi Baja	6
2.2.1. Baja Karbon	7
2.2.2. Baja Paduan.....	8
2.3. Pengaruh Unsur Paduan pada Baja	9

2.4. Sifat-sifat Baja.....	10
2.4.1 Sifat Mekanik Baja.....	10
2.4.2 Sifat Fisik Baja.....	11
2.5. Diagram TTT (<i>Time Temperature Transformation</i>).....	12
2.6 Diagram Fasa Fe-Cr-Ni.....	14
2.7 Prinsip Dasar Perlakuan Panas.....	18
2.8 Mikroskop Optik.....	23
2.9 Metode <i>Rockwell</i>	24

BAB III. METODELOGI PENELITIAN

3.1 Metode Penelitian.....	26
3.1.1 Studi Literatur	26
3.1.2 Studi Lapangan.....	26
3.1.3 Waktu dan Tempat.....	26
3.2 Diagram Penelitian.....	27
3.3. Alat dan Bahan.....	28
3.3.1. Alat yang digunakan	28
3.3.2. Bahan yang digunakan	28
3.4 Gambar Benda Uji.....	29
3.5 Preparasi Sampel.....	29
3.6 Uji Kekerasan.....	29
3.7 Analisis Struktur Mikro.....	30
3.8 Perlakuan Panas (<i>Heat Treatment</i>).....	31

BAB IV. PEMBAHASAN

4.1 Hasil Data Komposisi	32
4.2 Pembahasan Hasil Data Komposisi Kimia	33
4.3 Pengamatan Struktur Mikro	34

4.4 Data Hasil Pengujian Foto Struktur Mikro	34
4.5 Data Hasil Pengujian Kekerasan Rockwell.....	36
4.6 Analisa Data Hasil Pengujian Kekerasan dan Struktur Mikro.....	37

BAB V. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1. Kesimpulan	39
5.2. Saran.....	39

DAFTAR PUSTAKA

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Diagram TTT dan struktur mikro pada tiap fase.....	14
Gambar 2.2 Diagram Fasa Fe-Cr-Ni.....	15
Gambar 2.3 Struktur Mikro Fasa Ferit.....	15
Gambar 2.4 Struktur Mikro Fasa Austenit.....	16
Gambar 2.5 Struktur Mikro Fasa Perlit.....	17
Gambar 2.6 Struktur Mikro Fasa Sementit.....	17
Gambar 2.7 Struktur Mikro Fasa Martensit.....	18
Gambar 2.8 Skema Uji Kekerasan Dengan Menggunakan Metode <i>Rockwell</i>	25
Gambar 3.1 Diagram Penelitian.....	27
Gambar 3.2 Kuku <i>Bucket Wheel Excavator</i>	29
Gambar 4.1 Uji Komposisi.....	32
Gambar 4.2 Tanpa perlakuan panas material asli.....	34
Gambar 4.3 Media Pendinginan Air.....	35
Gambar 4.4 Media Pendinginan Larutan Garam.....	35
Gambar 4.5 Media Pendinginan Oli.....	35
Gambar 4.6 Histogram perbandingan kekerasan rockwell rata-rata baja raw material asli dan setelah diproses <i>heat treatment</i> dengan suhu temperatur 850°C waktu tahan 10 menit dengan pendinginan media air, larutan garam, dan oli.....	37

DAFTAR TABEL

Tabel 4.1. Hasil Data Komposisi	32
Tabel 4.2. Mechanical Properties DIN 1.2108.....	33
Tabel 4.3. Data Kekerasan Tanpa Heat Treatment	36
Tabel 4.4. Data Kekerasan Setelah Heat Treatment dengan Metode Quenching.	36

ABSTRAK

PENGARUH VARIASI MEDIA PENDINGIN QUENCHING TERHADAP KEKERASAN DAN STRUKTUR MIKRO KUKU BUCKET WHEEL EXCAVATOR

Abdila Rahmat, 2020, 42 halaman 16 gambar 4 tabel 1 grafik

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis efek dari perbedaan media pendinginan pada proses quench terhadap kekerasan dan struktur mikro baja paduan DIN 1.2108 pada kuku bucket wheel excavator. Baja paduan DIN 1.2108 mengandung komposisi paduan 0,85 – 0,95% C, 0,05% Ni, 1,21% Si, 1,10% Mn, 0,02% Cu, 1,24% Cr, dan 0,15% Mo. Penelitian dilaksanakan dengan cara memanaskan bahan hingga temperatur austenit 850 oC dengan waktu tahan 10 menit dan didinginkan dengan media pendingin yang berbeda yaitu air, larutan garam, dan oli. Kemudian dilakukan pengujian kekerasan dan diadakan pengamatan struktur mikro. Spesimen tanpa perlakuan panas mempunyai kekerasan yaitu 29.6 HRC. Melalui penelitian ini didapat kekerasan spesimen meningkat, kekerasan tertinggi pada spesimen yang diquench pada media larutan air garam dengan kekerasan 49.3 HRC., sedangkan pada spesimen yang kekerasan terendah yaitu pada media oli 35.7 HRC. Hasil Struktur mikro baja paduan setelah dilakukan perlakuan panas adalah martensit yang mengandung perlit + sementit.

Kata kunci :

kuku bucket, struktur mikro, kekerasan, quenching

ABSTRACT

THE EFFECT OF QUENCHING COOLING VARIATIONS ON HARDNESS AND MICRO STRUCTURE OF THE BUCKET WHEEL EXCAVATOR NAIL

Abdila Rahmat, 2020, 42 pages 16 pictures 4 table 1 graph

This study aims to analyze the effect of different cooling media on the quench process on the hardness and micro structure of DIN 1.2108 alloy steel on the bucket wheel excavator nails. Alloy steel DIN 1.2108 contains alloy compositions of 0.85 - 0.95% C, 0.05% Ni, 1.21% Si, 1.10% Mn, 0.02% Cu, 1.24% Cr, and 0.15% Mo. The research was carried out by heating the material to austenite temperature of 850 oC with a holding time of 10 minutes and cooled with different cooling media namely water, salt solution, and oil. Then hardness testing is carried out and micro structure observations are held. Specimens without heat treatment have a hardness of 29.6 HRC. Through this research, the hardness of the specimens is increased, the highest hardness of the specimens quenched on the brine solution media with a hardness of 49.3 HRC, while the lowest hardness of the specimen is 35.7 HRC oil media. Results The microstructure of alloy steel after heat treatment is martensite containing pearlite + cementite.

Keywords :

bucket nails, microstructure, hardness, quenching

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Ilmu pengetahuan dan teknologi pada umumnya yang dimaksud dengan logam adalah unsur-unsur yang mempunyai sifat-sifat kuat, liat, keras, mengkilap dan sebagai penghantar listrik atau panas. Karena sifat-sifat tersebut maka logam dipergunakan orang untuk berbagai macam keperluan sehingga kehidupan manusia kini tidak bisa lepas dari logam. Dalam banyak bidang teknik, logam murni jarang dipergunakan, yang banyak dipakai adalah paduan-paduan yaitu campuran antara dua unsur atau lebih logam dengan logam atau logam dengan metaloid.

Sebagai akibat dari penggunaan logam-logam tersebut, maka timbulah pengetahuan-pengetahuan mengenai logam yang makin lama makin meluas, mendalam, bahkan lebih secara khusus tentang pengetahuan logam. Orang berusaha terus mencapai logam-logam baru atau paduan-paduan baru untuk dapat memenuhi persyaratan-persyaratan yang makin tinggi. Selain dari pada itu dalam pengolahan logam atau teknologi logam menjadi satu cabang pengetahuan yang luas pula.

Pengetahuan-pengetahuan mengenai logam itu dapatlah dibagi menjadi tiga kelompok yang besar, yaitu pertama kelompok pengetahuan mengenai pemurnian logam dan biji-biji logam yang terdapat di alam sampai menjadi logam-logam murni. Kelompok ini sering disebut Extractive Metallurgy.

Kelompok yang kedua adalah pengetahuan-pengetahuan mengenai fisika dari logam-logam dan paduan-paduan seperti tentang sifat-sifat mekanik, sifat-sifat teknologi serta perubahan-perubahan sifat tersebut yang umumnya menyangkut segi-segi pengembangan atau Development, pada penggunaan dan pengolahan atau teknologi logam dan paduan-paduan. Teknologi logam dapat kita bagi menjadi beberapa cabang pengetahuan, yaitu pertama pengolahan logam dengan mesin dengan mempergunakan prinsip-prinsip pemotongan yang sering disebut Machining. Yang kedua adalah pengolahan logam dengan prinsip-prinsip penuangan yang disebut Casting atau pengecoran. Yang ketiga adalah pengolahan logam dengan mempergunakan sifat-sifat plastis logam, baik dalam keadaan dingin atau dalam keadaan panas, umpamanya menempa, mengerol, mengekstrusi, mengepress, menarik dan lain sebagainya. Cabang pengetahuan yang keempat adalah menyambung logam dengan cara mengelas yaitu pengetahuan teknik mengelas.

Struktur logam dalam aplikasinya akan terkena pengaruh gaya luar berupa tegangan-tegangan gesek sehingga menimbulkan deformasi atau perubahan bentuk. Usaha untuk menjaga logam agar lebih tahan gesekan atau tekanan adalah dengan cara perlakuan panas. Proses ini meliputi pemanasan baja pada suhu tertentu, dipertahankan pada waktu tertentu dan didinginkan pada media tertentu pula. Umumnya proses perlakuan panas terhadap baja akan melibatkan transformasi atau dikomposisi austenit. Struktur dan bentuk dari hasil transformasi atau dikomposisi austenit inilah yang nantinya akan menentukan sifat fisik dan mekanik baja yang mengalami proses perlakuan panas.

Perlakuan panas mempunyai tujuan untuk meningkatkan keuletan, menghilangkan tegangan internal, menghaluskan butir kristal, meningkatkan tegangan tarik logam dan lainnya. Tujuan ini akan tercapai seperti apa yang diinginkan jika memperhatikan faktor-faktor yang mempengaruhinya seperti suhu pemanasan dan media pendingin. Salah satu proses perlakuan panas pada baja adalah pengerasan (*hardening*), yaitu proses pemanasan baja sampai suhu di daerah atau diatas daerah kritis disusul dengan pendinginan yang cepat yang dinamakan *quenching*. Akibat proses *hardening* pada baja, maka timbulnya tegangan dalam dan rapuh, sehingga baja tersebut belum cocok untuk segera digunakan. Dengan ini saya akan melakukan penelitian tentang pengaruh quenching, dengan judul **“Pengaruh Variasi Media Pendingin Quenching Terhadap Kekerasan Struktur Mikro Kuku Bucket Wheel Excavator”**.

1.2. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan, maka rumusan masalah penelitian ini yaitu sebagai berikut:

1. Bagaimana pengaruh tanpa perlakuan panas terhadap nilai kekerasan dan struktur mikro ?
2. Bagaimana pengaruh *quenching* terhadap media air, oli dan larutan garam terhadap nilai kekerasan Rockwell dan struktur mikro kuku bucket yang digunakan?

1.3. Batasan Masalah

Batasan masalah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Baja yang digunakan pada penelitian ini adalah kuku bucket wheel excavator.
2. Pendinginan yang digunakan yakni air, larutan garam dan oli.
3. Pengujian yang dilakukan adalah uji kekerasan, struktur mikro.

1.4. Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui perubahan kekerasan bahan kuku bucket setelah dilakukan proses quenching yang dilanjutkan dengan media pendinginan air, larutan garam dan oli.

1.5. Manfaat Penelitian

Manfaat yang diharapkan dari penelitian ini adalah:

1. Dapat memberikan informasi tentang nilai kekerasan dan struktur mikro kuku bucket.
2. Dapat dijadikan sumber referensi ilmiah bidang metalurgy.

1.6. Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan yang digunakan adalah sebagai berikut :

BAB I. PENDAHULUAN

Pada bab ini penjelasan secara singkat mengenai latar belakang, rumusan masalah, batasan masalah, tujuan penelitian dan sistematika penulisan.

BAB II. TINJAUAN PUSTAKA

Pada bab ini berisikan teori yang berhubungan dengan penelitian dan pengujian yang dilakukan.

BAB III. METODE PENELITIAN

Pada bab ini dijelaskan rencana skematik mulai dari pemilihan bahan pembuatan, pembuatan spesimen dan pengujian yang dilakukan.

BAB IV. HASIL DAN PENGUJIAN DAN PEMBAHASAN

Pada bab ini di tuliskan data hasil dari pengujian yang telah dilakukan.

BAB V. KESIMPULAN DAN SARAN

Pada bab ini dijelaskan kesimpulan dari hasil pengujian dan saran yang diberikan penulis pada akhir pembahasan.

DAFTAR PUSTAKA

1. Amanto, H dan Daryanto. 1999. Ilmu Bahan. Jakarta : Bumi Aksara.
2. ASM Metals Handbook. (2005). “Vol 09 : Metallography And Microstructures”. Asm International.
3. Davis, H. E, “The Testing and Inspection of Engineering Materials”, Mc.Graw-Hill Book Co.
4. Dieter, G.E, “Mechanical Metallurgy”, Mc.Graw-Hill Book, Co.
5. Suherman, Wahid. 1992. Perlakuan Panas. Surabaya : ITS Pres.
6. Al-Matsany, A. S. A. 2012. *Diagram TTT (Time Temperature Transformation)*. <http://blog.ub.ac.id/pertamaxxx/2012/03/12/diagram-ttt-timetemperaturetransformation/>. Di akses 19 February 2020. Pukul 14.00 WIB.
7. Pan, Paul 2019. *Germany DIN 1.2108 Cold working alloy tool steel and 1.2108 Mechanical Properties, Chemical Element, Cross Reference, Datasheet*. <https://www.steel-grades.com/Steel-Grades/Tool-Steel-Hard-Alloy/1-2108.html>. Di akses 19 February 2020. Pukul 14.00 WIB.