

**PENGARUH PROSES *HARDENING* DAN *NORMALIZING*
TERHADAP KEKERASAN BAJA ASSAB 705**

SKRIPSI

*Diajukan Untuk Memenuhi syarat Dalam Menyelesaikan
Program Strata Satu (S1) Pada Jurusan Pendidikan
Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Negeri Padang*



Oleh:

Muhammad Fhadli

55510/2010

**PROGRAM STUDI PENDIDIKAN TEKNIK MESIN
JURUSAN TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS NEGERI PADANG
2017**

PERSETUJUAN SKRIPSI

Pengaruh Proses *Hardening* dan *Normalizing* terhadap Kekerasan Baja ASSAB 705

Nama : Muhammad Fhadli
NIM/TM : 55510/2010
Program Studi : Pendidikan Teknik Mesin
Jurusan : Teknik Mesin
Fakultas : Teknik

Padang, Februari 2017

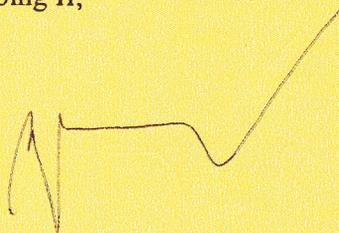
Disetujui Oleh

Pembimbing I,

Pembimbing II,



Drs. Nelvi Erizon, M.Pd
NIP. 19620208 198903 1 002



Ir. Zonny Amanda Putra, S.T., M.T
NIP. 19651023 199601001



Mengetahui,
Ketua Jurusan Teknik Mesin FT-UNP

Ir. Arwizet K, S.T., M.T.
NIP. 19690920 199802 1 001

HALAMAN PENGESAHAN SKRIPSI

Dinyatakan Lulus Setelah dipertahankan di Depan Tim Penguji Skripsi
Program Studi Pendidikan Teknik Mesin Jurusan Teknik Mesin
Fakultas Teknik Universitas Negeri Padang

Judul : Pengaruh Proses *Hardening* dan *Normalizing*
terhadap Kekerasan Baja ASSAB 705

Nama : Muhammad Fhadli

TM / NIM : 2010 / 55510

Program Studi : Pendidikan Teknik Mesin

Jurusan : Teknik Mesin

Fakultas : Teknik

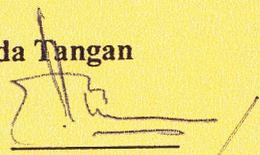
Padang, Februari 2017

Tim Penguji

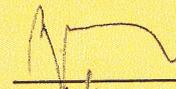
Nama Dosen Penguji

Tanda Tangan

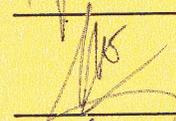
1. Ketua : Drs. Nelvi Erizon, M. Pd

1. 

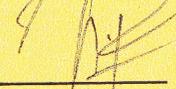
2. Sekretaris : Ir. Zonny Amanda Putra, S.T., M.T. 2.

2. 

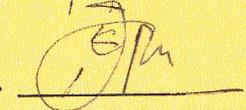
3. Anggota : Drs. Purwantono, M. Pd

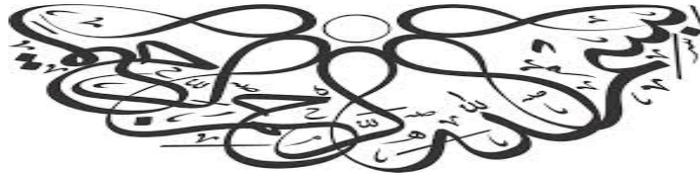
3. 

4. Anggota : Drs. Nofri Helmi, M. Kes.

4. 

5. Anggota : Drs. Irzal, M. Kes.

5. 



Assalamualaikum Warahmatullahi Wabarakatuh

Aku berlindung kepada Allah dari godaan syetan yang terkutuk dengan menyebut nama Allah yang maha pengasih lagi maha penyayang.

Allah SWT berfirman: Wahai anak Adam, sesungguhnya jika kamu berdoa kepada-Ku dan mengharapkan-Ku maka Aku akan mengampunimu atas semua dosa yang kamu lakukan, dan Aku tidak peduli. Wahai anak adam, andai kata dosa-dosamu itu sampai ke puncak langit kemudian kamu meminta ampunan kepada-Ku niscaya Aku ampuni dan aku tidak peduli. Wahai anak adam, seandainya kamu datang kepada-Ku dengan dosa yang besarnya seisi bumi seluruhnya, kemudian datang menemui-Ku dan tidak menyekutukan Aku dengan yang lain niscaya Aku akan datang kepadamu dengan ampunan yang besarnya seisi bumi seluruhnya.

(Hadits Shahih)

Tiada kata yang paling indah selain mengucapkan segala puji dan syukur kepada Allah SWT, yang senantiasa memberikan hamba kesempatan dan kekuatan, sehingga dapat menyelesaikan skripsi ini. Walau dalam berbagai hambatan yang di alami tetap bisa mencoba tersenyum. Sholawat penulis hantarkan pada Rasul kita Nabi Muhammad SAW, semoga kita mendapat syafa'atnya di akhirat nanti. Berbagai pelajaran hidup telah kita dapatkan dari Beliau untuk mendapatkan kebahagiaan dan kesenangan dunia dan akhirat nantinya.

(Hamba)

Dalam kesempatan yang berbahagia ini penulis ingin mengucapkan sesuatu kepada orang-orang yang penulis cintai. Pertama kepada **ayah tercinta “Sopangi“** dan **ibundaku tersayang “Ermawati”** berilah pintu maaf atas segala kesalahan-kesalahan anakmu ini. Kedua kepada adikku **tersayang Putri Rahmattiah**. Serta keluarga besar yang selalu mendoakan ku. Terima kasih untuk segala pengorbanan yang telah kalian berikan baik berupa do’a, motivasi, cinta, harta benda dan kasih sayangnya.

Terima kasih kepada Bapak **Drs. Nelvi Erizon, M. Pd** beserta keluarga dan **Bapak Ir. Zonny Amanda Putra, S.T., M.T** beserta keluarga atas kasih sayang dan perhatiannya selalu membimbing dan mendiskusikan serta member motivasi sampai akhir penulis bisa menyelesaikan skripsi ini..

Terima kasih kepada Bapak **Drs. Purwantono, M.Pd**, Bapak **Drs. Nofri Helmi, M.Kes** dan **Bapak Drs. Irzal, M.Kes** yang telah bersedia hadir diruang sidang dan memberikan saran serta mendiskusikan tentang karya ini.

Spesial buat para keluarga **B-star AuDy garage** terutama abang **“Boby Rafandi serta keluarga”** Terima kasih yang sebesar-besarnya kalian telah selalu mengingatkan ku dengan satu kata ini *“ Kapan Wisuda”* serta selalu mensupport aku didunia balap dan pendidikan ku dengan berbagai cara kalian sangat luar biasa.pokok nya kita tiada kata kendor selalu maju pantang mundur karna kita adalah juara sejati

#144 mf

“racing is not crime”

Maafkanlah jika ada kesalahan yang pernah aku berbuat.

Terima kasih juga buat **Bayu sesario rendi (brother tech)** selalu support aku didunia balap dan pendidikan

Maju terus pantang mundur

Pokoke poooooll !!!!!

#144 mf

Maafkanlah jika ada kesalahan yang pernah aku berbuat

Buat keluarga besar **Teknik Mesin FT UNP**

Untuk mu guru tanpa tanda jasa dan sahabat atau rekan mahasiswa maafkan semua kesalahan semoga tuhan meridhoi hidup kita. Khusus untuk teman-teman angkatan 2010, Hotmartua Simamora, Aria saputra, Doni ayam, Acil DPR, Daniel anien, mulazmi, Riki sarok, Firman Herija, Adit Slamet Premadi, Dani Fernando, Doni G, Rio, dan semua angkatan 2010 yang tidak disebutkan namanya satu persatu pada kesempatan ini terima kasih atas segala kebersamaan kita semoga kita semua mampu menggapai cita setinggi impian. Buat seluruh senior dan junior ucapan terima kasih untuk semua yang telah pernah mengenal dan memberikan bantuan juga tertawa bercanda bersama selama ini.

Pertemuan dan perpisahan adalah kehendak Allah harapan besar bersua di dunia berakhir di sorga.

Dengan berakhirnya hamba-Mu ini yaRabbi menuntut ilmu di FT UNP, bukan berarti berakhir pula aktivitas untuk senantiasa menuntut ilmu dan berdakwah di jalan Mu yaRabbi. Hamba terus menyongsong kehidupan kedepan yang hamba yakin Engkau akan berikan lebih baik dari sebelumnya.

Amin ya Rabbal alamin.

Fastabiqul Khairat

(M.Fhadli #144)

SURAT PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa skripsi ini benar-benar karya saya sendiri. Sepanjang pengetahuan saya tidak terdapat karya atau pendapat yang ditulis atau diterbitkan orang lain kecuali sebagai acuan atau kutipan dengan mengikuti tata penulisan karya ilmiah yang lazim.

Padang, Februari 2017

Yang menyatakan



Muhammad Fhadli

ABSTRAK

Muhammad Fhadli : Pengaruh Proses *Hardening* dan *Normalizing* Terhadap Kekerasan Baja ASSAB 705

Baja merupakan istilah yang digunakan untuk material yang memiliki komposisi utama besi serta material lainnya: karbon dan jenis logam lainnya. Akibat komposisi yang berbeda-beda karakter dominan baja juga berbeda-beda ada baja yang sifatnya keras tapi, tidak ulet atau sebaliknya. Baja ASSAB 705/ baja karbon sedang termasuk *machinery steel* dengan komposisi kimia 0,30% - 0,38% C, 1,30% - 1,70% Cr, 1,30% - 1,70% Ni, 0,15% - 0,30% Mo (PT. Tira Andalan Steel). Baja Assab-705 terdiri dari unsur C, Cr, Ni, namun total keseluruhan unsur unsur paduan tidak melebihi 8%. kelemahan dari baja ASSAB 705 yaitu baja sering rusak atau patah jika tidak dilakukan proses *hardening* dan *normalizing* sebelum digunakan.

Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui seberapa besar pengaruh proses *hardening* dan *normalizing* pada baja ASSAB 705 menurut standar uji kekerasan metode *rockwell*. Objek penelitian yang digunakan adalah (baja karbon sedang) baja ASSAB-705. Bahan percobaan berdiameter 20 mm yang disesuaikan dengan mesin pengujian dan alat alat yang diperlukan untuk percobaan. Untuk menganalisa keseluruhan data yang diperoleh dan mengetahui hasil pengukuran sebelum dan sesudah pemanasan dilakukan analisis data yang diperoleh dari pengujian *Rockwell C* diambil rata-rata nilai kekerasannya untuk masing-masing kelompok spesimen, mendeagnosis data dengan statistik dasar *Mean*, Kemudian untuk melihat pengaruh proses *hardening* dan *normalizing* terhadap kekerasan pada baja ASSAB 705 dapat dilihat menggunakan tabel dan grafik persentase yang ada.

Rata-rata kekerasan baja ASSAB 705 tanpa perlakuan (*Control*) digunakan sebagai pembanding kekerasan baja ASSAB 705 sesudah *Hardening* dan *Normalizing* setelah dilakukan pengujian kekerasan dengan metode *Rockwell C*, Berdasarkan hasil pengujian kekerasan, dapat diketahui bahwa adanya peningkatan kekerasan pada baja ASSAB 705 yang di *Hardening* dengan waktu 3,5 jam yaitu rata-rata 56,1 *HRC*, sedangkan peningkatan kekerasan pada baja ASSAB 705 yang di *Normalizing* dengan waktu 3,5 jam yaitu rata-rata 42,1 *HRC*, bila dibandingkan dengan tanpa perlakuan (*Control*) yang rata-rata *HRC*-nya hanya 36,89.

Kata kunci : Baja ASSAB 705, *hardening*, *normalizing*, kekerasan, perlakuan panas

KATA PENGANTAR

Puji syukur peneliti ucapkan kehadiran Allah SWT atas segala rahmat dan karunianya serta hidayah-Nya yang telah memberikan kekuatan pada peneliti, sehingga telah dapat menyelesaikan skripsi penelitian ini yang berjudul **“Pengaruh Proses Hardening Dan Normalizing Terhadap Kekerasan Pada Baja ASSAB 705”** Skripsi penelitian ini disusun dalam rangka memenuhi salah satu syarat untuk memperoleh Gelar Sarjana Pendidikan (S.Pd) pada Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Negeri Padang (UNP)

Dalam penyusunan dan penulisan skripsi penelitian ini peneliti telah berusaha semaksimal mungkin, namun peneliti menyadari bahwa skripsi penelitian ini masih jauh dari kesempurnaan dan harapan. Hal ini disebabkan oleh keterbatasan kemampuan peneliti sendiri. Untuk itu penulis sangat mengharapkan kritik dan saran yang sifatnya membangun dari semua pihak, guna untuk kesempurnaan tulisan ini diwaktu yang akan datang.

Dalam penyusunan skripsi penelitian, peneliti telah banyak mendapat bantuan dan bimbingan dari berbagai pihak, maka pada kesempatan ini peneliti dengan segala kerendahan hati mengucapkan terima kasih yang sebesar besarnya kepada:

1. Bapak Drs. Nelvi Erizon, M.Pd selaku Dosen pembimbing 1 yang telah memberikan banyak bimbingan dalam pembuatan skripsi penelitian ini.
2. Bapak Zonny Amanda Putra, ST, MT selaku Dosen pembimbing 2 yang telah banyak membimbing dan mengarahkan dalam penyelesaian skripsi penelitian ini.

3. Bapak Drs.Purwantono, M.pd selaku dosen penguji.
4. Bapak Drs.Nofri Helmi, M.kes selaku dosen penguji.
5. Bapak Drs.Irzal, M.kes selaku dosen penguji.
6. Bapak Arwizet. K, ST. MT selaku Ketua Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Negeri Padang.
7. Bapak Drs. Syahrul, M.Si selaku sekretaris Jurusan Teknik Mesin Universitas Negeri Padang.
8. Dosen Jurusan Teknik Mesin, serta Bapak/ibu Staf Pengajar dan Administratif Kepegawaian Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Negeri Padang.
9. Teristimewa untuk orang tua serta seluruh keluarga besar yang telah banyak memberikan dukungan dalam menyelesaikan skripsi penelitian ini.
10. Seluruh rekan seperjuangan mahasiswa Teknik Mesin UNP Tahun 2010.

Akhir kata, atas semua bantuan, bimbingan dan petunjuk yang diberikan menjadi amal shaleh dan mendapatkan balasan yang berlipat ganda dari Allah SWT. Semoga skripsi penelitian ini bermanfaat bagi semua pembaca di masa yang akan datang. Semoga Allah SWT senantiasa memberikan taufik hidayah-Nya. Amin.

Padang, Februari 2017

Penulis

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL	i
PERSETUJUAN SKRIPSI	ii
PENGESAHAN SKRIPSI	iii
HALAMAN PERSEMBAHAN	iv
SURAT PERNYATAAN	vi
ABSTRAK	vii
KATA PENGANTAR	vii
DAFTAR ISI	x
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR TABEL	xiii

BAB I PENDAHULUAN

A. Latar Belakang Masalah	1
B. Identifikasi Masalah	2
C. Pembatasan Masalah	3
D. Rumusan Masalah	3
E. Tujuan Penelitian.....	4
F. Manfaat Penelitian	4

BAB II LANDASAN TEORI

A. Baja Karbon	5
B. Baja Assab.....	6
C. Diagram Fase Fe-Fe ₃	7
D. Hardening	10
E. Normalizing.....	11

F. Pengujian Kekerasan	17
------------------------------	----

BAB III METODE PENELITIAN

A. Metode Penelitian	21
B. Waktu dan Tempat	21
C. Objek Penelitian	22
D. Jenis dan Sumber Data	22
E. Alat dan Bahan	23
F. Prosedur Penelitian	24
G. Prosedur Pelaksanaan	25
H. Instrumen Pengumpulan Data	26
I. Instrumen Pengolahan Data	26
J. Teknik Analisis Data	27

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Data Hasil Penelitian	30
B. Analisa Data	32
C. Pembahasan Hasil	33

BAB V PENUTUP

A. Kesimpulan	35
B. Saran	36

DAFTAR PUSTAKA

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 1. Diagram Kesetimbangan Fe-Fe ₃ C.....	8
Gambar 2. Temperatur Pemanasan Untuk Baja Karabon.....	13
Gambar 3. Kurva Pendingin Baja.....	14
Gambar 4. Bagan Dari Alat Uji Kekerasan Brinnel	20
Gambar 5. Spesimen Uji.	22
Gambar 6. Diagram alur penelitian.....	24
Gambar 7. Grafik kekerasan.....	31
Gambar 8. Struktur martensit.....	33
Gambar 9. Terbentuknya pearlit.....	34

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 1. Tabel Data Hasil Nilai Kekerasan	27
Tabel 2. Tabel Jadwal Penelitian	29
Tabel 3. Data hasil pengujian.....	30

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Baja adalah material yang paling banyak digunakan untuk dalam dunia industri baik yang terdapat di mesin-mesin yang di pakai maupun yang terdapat pada benda-benda yang di produksi. Baja banyak dipakai karena karakter yang dimilikinya antara lain: kekuatan (*strength*) kekerasan (*hardnes*), kekenyalan (*elasticity*) dan kekakuan (*stiffnes*).

Baja merupakan istilah yang digunakan untuk material yang memiliki komposisi utama besi serta material lainnya: karbon dan jenis logam lainnya. Akibat komposisi yang berbeda-beda karakter dominan baja juga berbeda-beda ada baja yang sifat nya keras tapi, tidak ulet atau sebaliknya. Menurut komposisinya baja campuran karbon ada yang disebut baja karbon rendah, baja karbon sedang, baja karbon tinggi yang kekerasannya sebanding dengan komposisi tersebut.

Salah satu aplikasi penggunaan baja karbon industri adalah pada bagian pemecah dalam industri semen Padang misalnya pada alat yang disebut *hammer mill*, sebagai pemecah batu bara. Pemecah adalah alat yang membutuhkan karakter yang keras dan ulet. Baja karbon pada umumnya hanya memiliki karakter keras. Baja karbon tetap digunakan karena harganya terjangkau dan juga murah didapatkan di pasaran dan memiliki karakter yang mudah dimodifikasi. Salah satu upaya untuk meningkatkan karakter pada

bagian *hammer mill* adalah dengan proses *Hardening* dan *Normalizing*. Proses *Hardening* dan *Normalizing* dapat meningkatkan ketangguhan.

Baja yang sering digunakan untuk *hammer mill* disebut dengan baja Assab 705. Akibat menjalani fungsinya secara terus menerus komponen ini sering mengalami keausan bahkan patah. Karena baja assab 705 adalah baja karbon sedang yang arti memiliki kekerasan menengah bahan ini harus mengalami proses peningkatan sifat misalnya dengan *heattreatmen*.

Heat treatmen untuk *hammer mill* yang cocok belum diketahui perlu salah satu kemungkinan yang harus diterapkan adalah *hardening* dan *normalizing*. *Hardening* dan *Normalizing* seperti yang telah disebut sebelum ini dapat meningkatkan ketangguhan namun belum ada data yang menunjukkan bagaimana pengaruhnya terhadap baja Assab-705.

Dari hasil perkuliahan teknologi bahan yang di ikuti, dimana di pelajari tentang perlakuan panas yang dapat merubah sifat mekanik dari baja. Sesuai dengan pengalaman peneliti sewaktu melaksanakan Praktek Industri peneliti sering menemukan kelemahan dari baja ASSAB 705 yaitu baja sering rusak atau patah jika tidak dilakukan proses *hardening* dan *normalizing* sebelum digunakan. Untuk itu pada tugas akhir ini peneliti ingin melakukan penelitian tentang perlakuan panas. Dalam penelitian ini menggunakan baja ASSAB 705 dengan perlakuan panas yang dilakukan dengan proses *hardening* dan *normalizing*. Berdasarkan uraian di atas, maka dalam penelitian ini penulis memilih judul: " **Pengaruh Proses *Hardening* dan *Normalizing* terhadap Kekerasan Baja Assab 705**"

B. Identifikasi Masalah

Berdasarkan latar belakang di atas, maka dapat diidentifikasi masalah yang ada yaitu sebagai berikut:

1. *Hammer mill* sering mengalami rusak atau patah karena proses kerja benturan, dan gesekan.
2. *Heat treatment* dapat meningkatkan ketangguhan *hammer mill* tetapi belum diketahui yang cocok.
3. *Hardening dan Normalizing* dapat meningkatkan ketangguhan tapi belum diketahui pengaruhnya terhadap baja Assab 705.

C. Pembatasan Masalah

Berdasarkan identifikasi masalah yang diungkapkan, maka batasan masalah pada penelitian ini adalah pengaruh *hardening* dan *normalizing* terhadap kekerasan baja ASSAB 705. Untuk pengujian kekerasan digunakan mesin uji *universal hardness tester* dengan metode brinell.

D. Rumusan Masalah

Berdasarkan batasan masalah diatas, maka rumusan masalah dalam penelitian ini adalah: seberapa besar perubahan kekerasan pada baja assab 705 setelah dilakukan proses *hardening* dan *normalizing* dengan lama waktu penahan 20 menit. Setelah itu dilakukan pendinginan dengan udara.

E. Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah di atas, maka tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui seberapa besar pengaruh proses hardening dan normalizing pada baja ASSAB 705 menurut standar uji kekerasan metode brinell.

F. Manfaat Penelitian

Hasil penelitian ini diharapkan dapat bermanfaat:

1. Sebagai bahan masukan bagi para ahli teknik mesin dalam pemilihan dan proses pengerjaan bahan.
2. Sebagai pengembangan pengetahuan tentang pengaruh proses hardening dan normalizing terhadap nilai kekerasan baja karbon.
3. Memberikan informasi pengembangan penelitian selanjutnya di Jurusan Teknik Mesin FT-UNP.

BAB II

KAJIAN TEORI

A. Baja Karbon

Menurut Bondan T. Sofyan (2010:52) “Baja adalah paduan unsur Fe dan C, dengan kandungan karbon kurang dari 2%”. Baja karbon dapat dikelompokkan berdasarkan jumlah kandungan karbonnya, baja karbon terdiri atas tiga macam yaitu: baja karbon rendah (*Low carbon steel*), baja karbon sedang (*Medium carbon steel*), dan baja karbon tinggi (*High Carbon Steel*).

Adapun pengelompokkan baja berdasarkan kadar karbonnya adalah sebagai berikut :

1. Baja Karbon Rendah

Menurut Bondan T. Sofyan (2010:53) baja karbon rendah mengandung kurang dari 0,25% karbon. Kebanyakan dari produk baja ini berbentuk pelat hasil pembentukan roll dingin dan proses anneal. Kandungan karbonnya yang rendah dan mikrostrukturnya yang terdiri dari fasa ferit dan pearlit menjadikan baja karbon rendah bersifat lunak dan kekuatannya lemah namun keuletan dan ketangguhannya sangat baik. Baja karbon rendah kurang responsif terhadap perlakuan panas untuk mendapatkan mikrostruktur martensit maka dari itu untuk meningkatkan kekuatan dari baja karbon rendah dapat dilakukan dengan proses roll dingin maupun karburisasi.

2. Baja Karbon Sedang

Menurut Bondan T. Sofyan (2010:54) baja ini mengandung karbon antara 0,25% – 0,60 %. Didalam perdagangan biasanya dipakai sebagai alat-alat perkakas, baut, porosengkol, roda gigi, ragum, pegas dan lain-lain.

3. Baja Karbon Tinggi

Menurut Bondan T. Sofyan (2010:54) baja karbon tinggi adalah baja karbon yang memiliki kandungan karbon sebesar 0,6% C – 1,4% C. Baja karbon tinggi memiliki sifat tahan panas, kekerasan serta kekuatan yang sangat tinggi akan tetapi memiliki keuletan yang lebih rendah sehingga baja karbon ini menjadi lebih getas. Baja karbon tinggi ini sulit diberi perlakuan panas untuk meningkatkan sifat kekerasannya, hal ini dikarenakan baja karbon tinggi memiliki jumlah martensit yang cukup tinggi sehingga tidak akan memberikan hasil yang optimal pada saat dilakukan proses pengerasan permukaan. Dalam pengaplikasiannya baja karbon tinggi banyak digunakan dalam pembuatan alat-alat perkakas seperti palu, gergaji, pembuatan kikir, pisau cukur, dan sebagainya.

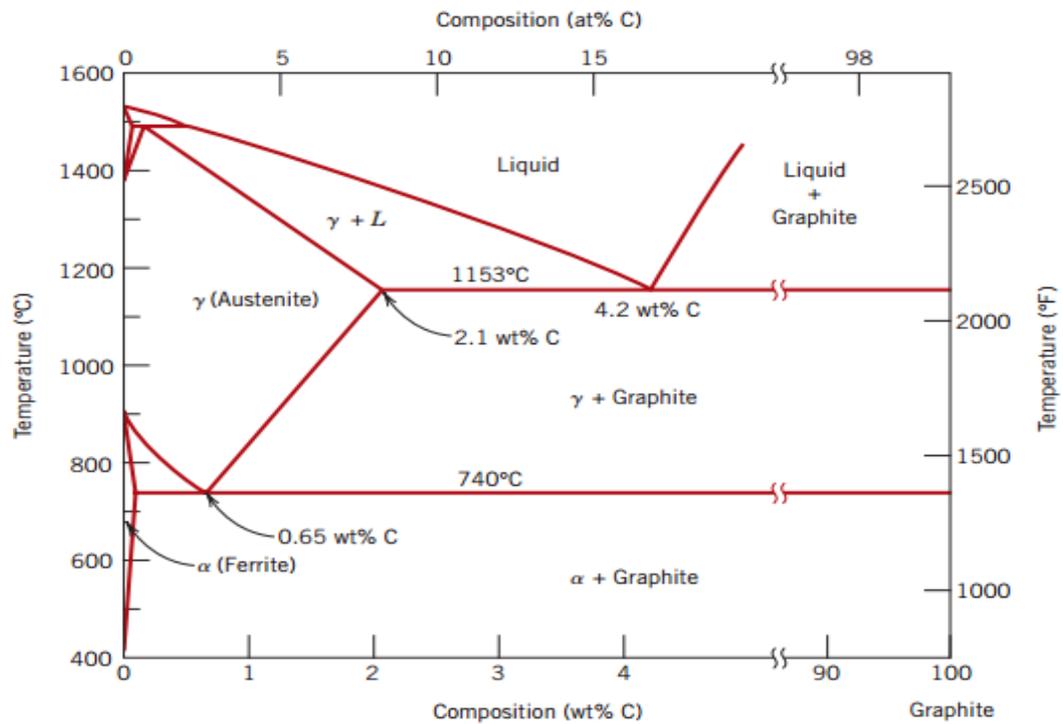
B. Baja Assab 705

Karena begitu luasnya ilmu tentang logam ferro ini, penulis hanya akan membahas tentang baja ASSAB705, Baja ASSAB 705/ baja karbon sedang termasuk machinery steel dengan komposisi kimia 0,30% - 0,38% C, 1,30% - 1,70% Cr, 1,30% - 1,70% Ni, 0,15% - 0,30% Mo (PT. Tira Andalan Steel).

Baja Assab-705 terdiri dari unsur C, Cr, Ni, namun total keseluruhan unsur unsur paduan tidak melebihi 8%. maka baja ASSAB-705 tergolong pada baja paduan rendah. Sifatnya sulit untuk dilas, dan dipotong. Penggunaan baja Assab-705 umumnya dipakai untuk batang penghubung pada bagian automotif, untuk rangka mobil, *crank shafts*, *rails*, ketel, obeng, palu dan eretan pada mesin *hammer mill*.

C. Diagram Fasa Fe-Fe₃C

Unsur karbon dalam campuran baja adalah unsur campuran yang paling penting dalam pembentukan baja. Jumlah persentase unsur karbon membawa pengaruh yang amat besar terhadap sifatnya. Selain dari unsur karbon masih ada lagi unsur lain yang dicampur, tujuan utama penambahan unsur lain kedalam baja adalah untuk mengubah pengaruh dari karbon yang jumlah persentasenya dikontrol. Pengaruh beberapa unsur paduan dalam baja sangat berpengaruh terhadap sifat dari bahan tersebut seperti kekerasan. Pada paduan besi dan karbon terdapat fase-fase. Diagram dibawah menunjukkan keseimbangan besi-karbon sebagai dasar dari bahan yang berupa logam ferro.



Gambar 1. Diagram Fasa Fe-Fe₃C
(Callister, William D, 2007:366)

Ada beberapa hal yang perlu diperhatikan di dalam fase-fase yang terbentuk pada baja, yaitu:

1. Ferrite atau Besi Alpha

Merupakan modifikasi struktur besi murni pada suhu ruang, dimana *ferit* menjadi lunak, tidak kuat dan ulet, maka ruang antara atom-atomnya adalah kecil dan padat sehingga atom karbon yang dapat tertampung hanya sedikit sekali.

2. Austenit atau Besi Gamma

Merupakan modifikasi dari besi murni dengan struktur yang memiliki jarak atom yang lebih besar dibandingkan dengan *ferit*. Meski demikian rongga-rongga pada struktur hampir tidak dapat menampung atom karbon dan penyisipan atom karbon akan mengakibatkan tegangan dalam

struktur sehingga tidak semua rongga dapat terisi, dengan kata lain daya larutnya jadi terbatas.

3. Sementit atau Karbida Besi

Adalah paduan besi karbon, dimana pada kondisi ini karbon melebihi batas larutan sehingga membentuk karbida besi, karbida pada *ferit* akan meningkatkan kekerasan pada baja sifat dasar *sementit* adalah sangat keras.

4. Perlit

Adalah suatu struktur besi yang merupakan campuran antara besi *ferrit* dan *sementit* yang tersusun secara berselang-selang. Ini dikarenakan *ferit* dan *karbida* terbentuk secara bersamaan dan keduanya saling bercampur. Apabila laju pendingin dilakukan secara perlahan-lahan maka atom karbon dapat menempuh jarak lebih jauh, sehingga diperoleh bentuk *perlit* besar.

5. Martensit

Terjadi karena pendinginan yang sangat cepat sekali, pada reaksi ini tidak terjadi *difusi* (pelepasan karbon), tetapi terjadi pengerasan pergerakan atom (*dislokasi*). *Martensit* terbentuk karena *transformasi* tanpa *difusi* sehingga atom-atom karbon seluruhnya terperangkap. Keadaan ini menimbulkan *distorsi* pada struktur kristal *martensit*.

D. Hardening dan Normalizing

1. Proses Hardening (pengerasan)

Menurut Eddy (1994: 45), “Pengerasan ialah perlakuan panas terhadap baja dengan sasaran meningkatkan kekerasan alami baja, dan menuntut pemanasan benda kerja menuju suhu pengerasan, jangka waktu perhentian yang memadai pada suhu pengerasan, selanjutnya kecepatan penyejukan kritis”. *Hardening* adalah proses dimana pemanasan baja sampai suhu di daerah atau di atas daerah kritis disusul dengan pendinginan yang cepat. Untuk proses ini dilakukan dengan input panas dan transfer panas dalam waktu pendek. Tujuan *hardening* untuk merubah struktur baja sedemikian rupa sehingga diperoleh struktur *martensit* yang keras. Prosesnya adalah dengan cara memanaskan baja sampai suhu tertentu kemudian didinginkan secara cepat dengan media oli, air dan lainnya.

Factor penting yang dapat mempengaruhi proses hardening terhadap kekerasan baja yaitu oksidasi oksigen udara. Selain berpengaruh terhadap besi, oksigen udara berpengaruh terhadap karbon yang terikat sebagai sememtit atau yang larut dalam austenite. Oleh karena itu pada benda kerja dapat berbentuk lapisan oksidasi selama proses hardening. Pencegahan kontak dengan udara selama pemanasan atau hardening dapat dilakukan dengan jalan menambah temperature yang tinggi karena bahan yang terdapat dalam baja akan bertambah kuat terhadap oksigen. Jadi, semakin

tinggi temperature, semakin mudah untuk melindungi besi terhadap oksidasi.

2. Proses Normalizing

Normalizing adalah proses perlakuan panas yang bertujuan memperbaiki struktur butiran logam yang mengalami deformasi akibat proses Heattreatment. Hasil dari proses ini butiran logam menjadi halus, berbentuk bola dan homogen Kent's (1: 4). Sifat mampu mesin dan mampu bentuk logam menjadi lebih baik. Dampak negatif *normalizing* adalah menurunkan ketangguhan bahan logam. Indikator ketangguhan logam ditentukan oleh kekerasan (*hardness*), kuat tarik (*tensile strenght*), kuat pukul (*impact strenght*). Perpaduan ketiganya secara proporsional menghasilkan ketangguhan yang optimal, dan memberikan *life time service* lebih lama.

Proses *normalizing* bertujuan untuk memperbaiki dan menghilangkan struktur butiran kasar dan ketidak seragaman struktur dalam baja menjadi berstruktur yang normal kembali yang otomatis mengembalikan keuletan baja lagi. Struktur butiran kasar terbentuk karena waktu pemanasan dengan temperatur tinggi atau di daerah *austenit* yang menyebabkan baja berstruktur butiran kasar.

Tujuan yang lain dari *normalizing* adalah untuk memperhalus butiran kristal atau mengurangi segregasi, juga untuk meningkatkan keuletan pada baja. Dalam beberapa *normalizing* juga menaikkan *mechinability* Wahid (1988:127). Pada proses *normalizing* ini baja di panaskan secara

pelan-pelan sampai suhu 20 °C sampai 30 °C diatas suhu pengerasan, ditahan sebentar lalu didinginkan dengan perlahan dan *continue*.

3. Proses Heat Treatment

Perlakuan panas (*Heat Treatment*) didefinisikan sebagai kombinasi operasi pemanasan dan pendinginan yang terkontrol dalam keadaan padat untuk mendapatkan sifat-sifat tertentu pada baja/logam paduan Joko (2005: 3).

Langkah pertama dalam setiap proses *heat treatment* adalah memanaskan logam/paduan itu sampai ke suatu temperatur tertentu, lalu menahan beberapa saat pada temperatur itu. Kemudian mendinginkannya dengan laju pendinginan tertentu.

Proses perlakuan panas hendaknya tidak dipandang sebagai suatu proses tersendiri yang terpisah dari rangkaian produksi. Proses perlakuan panas merupakan bagian dari rangkaian produksi yang saling mempengaruhi, sehingga dalam merancang suatu proses perlakuan panas harus juga diperhatikan proses apa yang telah dialami sebelumnya dan apa yang akan dialami berikutnya, sifat akhir apa yang harus dimiliki.

Pada proses *hardening* dan *normalizing* temperatur pemanasannya lebih tinggi daripada temperatur pemanasan untuk *full annealing*, dan kemudian pendinginan dilakukan di udara.

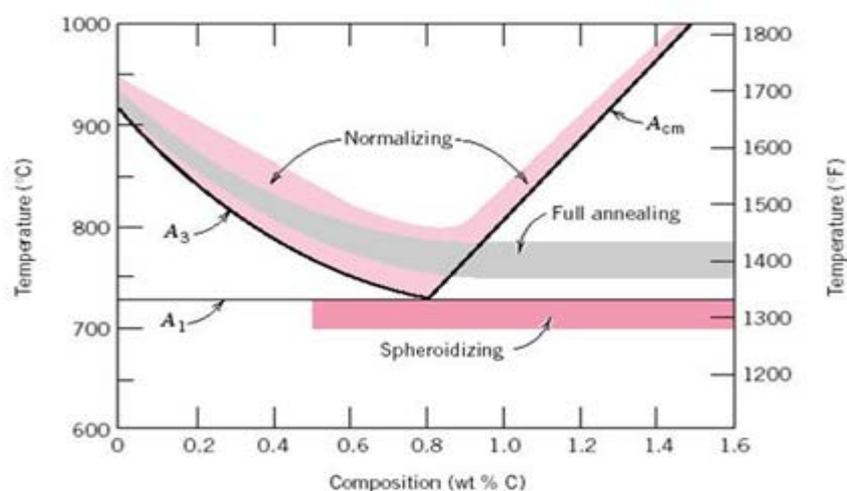
Menurut Kirono sesi, dkk (2009) proses hardening mendapatkan sifat kekerasan tinggi. Semakin tinggi angka kekerasan maka sifat keuletan akan menjadi rendah dan baja akan menjadi getas.

Menurut Widyatmadji (2001) proses normalizing memberikan perubahan terhadap struktur mikro dan kekuatan baja, makin tinggi temperatur austenisasi dan makin lama waktu tahan, kekerasan baja makin menurun, namun ketangguhan akan meningkat.

4. Proses Pendingin

Pendinginan normalizing ini lebih cepat dari pada pendinginan pada annealing. Karena pendinginan yang lebih cepat ini maka kesempatan untuk pembentukan *ferrit proeutectoid* (pada baja *hypoeutectoid*) atau sementit proeutectoid (pada baja *hypereutectoid*) akan lebih kecil, sehingga *ferrit proeutectoid* atau *sementit proeutectoid* yang terjadi akan lebih sedikit dan perlit akan lebih banyak Widyatmadji (2001: 3).

Pada gambar 2 menunjukkan temperatur pemanasan untuk baja karbon.

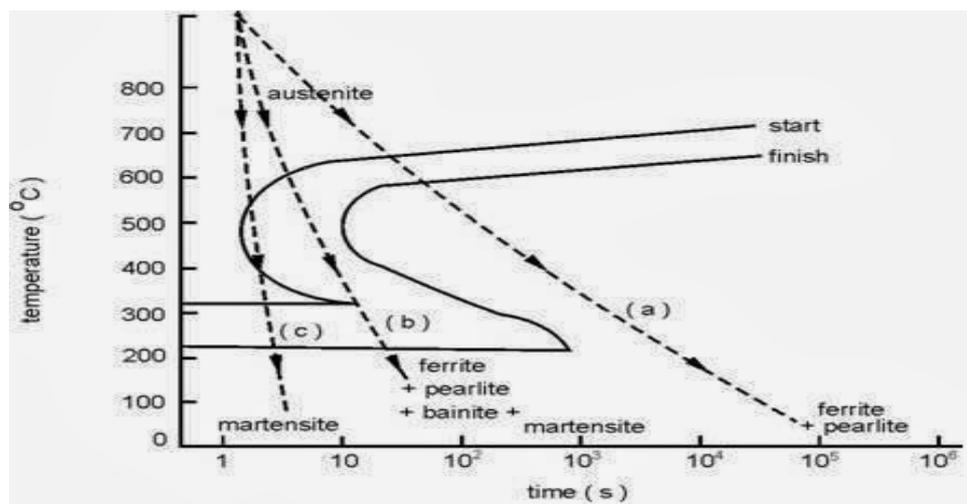


Gambar 2. Temperatur Pemanasan Untuk Baja Karbon

Sumber Callister (1990: 340)

Suatu diagram transformasi dapat dipakai untuk meramalkan struktur yang akan terjadi bila baja didinginkan dari temperatur austenising dengan suatu laju pendinginan tertentu. Untuk meramalkan struktur yang dapat terjadi ini, maka pada diagram transformasi digambarkan kurva pendinginan yang akan dialami baja itu. Sebagai contoh gambar 3.

Dimana digambarkan beberapa kurva pendingin pada diagram transformasi dari baja *eutektoid*.



Gambar 3. Kurva Pendingin Baja

Sumber Avner (1987: 271)

Menurut Wahid (1988: 30) kurva pendinginan baja dapat dijelaskan sebagai berikut:

Kurva pendinginan baja pada titik 1 menggambarkan pendinginan yang sangat lambat. Baja akan mulai bertransformasi menjadi perlit di titik x_I dan selesai di titik x_r , dan akan menghasilkan perlit kasar. Ini terjadi

karena transformasi berlangsung pada temperatur yang sangat tinggi. Kekerasannya sekitar $R_c 15$.

Kurva pendinginan pada titik 2 menggambarkan pendinginan seperti pada "*isothermal annealing*". Proses dilakukan dengan mendinginkan cepat sampai ke suatu temperatur dibawah temperatur kritis. Pada kurva 2 transformasi berlangsung pada temperatur yang lebih rendah, dan akan dihasilkan perlit yang lebih halus.

Pada kurva pendinginan baja, pada titik 3 menggambarkan pendinginan yang agak cepat, seperti pada *normalizing*. Disini tampak bahwa transformasi dimulai dan selesai pada temperatur yang berbeda. Yang terjadi pada temperatur lebih tinggi akan lebih keras dan yang terjadi pada temperatur lebih rendah akan lebih halus, sehingga ada sebagian perlit kasar dan sisanya perlit medium.

Kurva pendinginan pada titik 5, pendinginan yang cukup cepat. Transformasi menjadi perlit mulai lebih cepat, tetapi akan berhenti ketika kurva pendinginan menyinggung kurva transformasi 25% (transformasi baru berlangsung 25%). Transformasi akan mulai lagi ketika mencapai temperatur M_3 menjadi martensit, sehingga setelah akhir transformasi akan diperoleh 25% perlit halus dan 75% *martensit*.

Kurva pendinginan pada titik 6 menggambarkan pendinginan yang sangat cepat, seperti pada *water quench*. Tidak terjadi transformasi sebelum mencapai temperatur M_3 , transformasi selesai pada M_1 . struktur seluruhnya martensit. Struktur yang seluruhnya martensit juga masih dapat

dicapai dengan laju pendinginan yang sedikit lebih lambat, paling tidak laju pendinginannya harus seperti kurva pendinginan 7, bila lebih lambat akan ada sebagian perlit. Karena itu laju pendinginan yang tepat menghasilkan 100% *martensit* disebut laju pendinginan kritis atau *critical cooling rate* (CCR).

5. Proses Pembentukan Perlit

Bila *austenit* didinginkan sampai ke temperatur kritis bawah A_1 maka setelah beberapa saat *austenit* mulai mengalami transformasi. Untuk baja *hypoeutectoid* lebih dulu terbentuk ferrit, untuk baja *hypereutectoid* lebih dulu terjadi presipitasi sementit baru kemudian terbentuk *perlit*.

Pembentukan perlit dimulai dengan terbentuknya inti sementit di batas butir *austenit*. Atom karbon dari austenit di sekitar inti sementit tadi akan berdifusi keluar bergabung dengan inti sementit yang sudah ada itu. Kadar karbon dalam austenit di sekitar sementit menjadi sangat rendah dan akan menjadi ferrit. Keluarnya karbon dari austenit berlangsung terus sehingga akan terbentuk lagi *sementit*, *ferrit*, *sementit* sehingga diperoleh struktur yang berlapis-lapis (*lamelar*). Yang terjadi dari *lamel ferrit* dan *sementit*, lamel ini akan semakin rapat (tipis) bila transformasi berlangsung pada temperatur yang rendah (butiran perlit juga makin halus) Wahid (1988: 33).

6. Proses Pembentukan Bainit

Pada temperatur ± 550 °C suatu konstituent lain mulai terjadi yaitu bainit. Pada temperatur rendah ini austenit sudah berada jauh dibawah temperatur stabilnya. Ia akan mengalami *driving force* yang besar untuk merubah dari FCC menjadi BCC. Karena *driving force* itu atomnya akan tergeser sehingga menjadi BCC, terbentuk inti ferrit Wahid (1988: 35). Sementara itu austenit disekitar ferrit tadi juga bergabung menjadi ferrit. Dan karbonnya berdifusi keluar. Dibawah mikroskop struktur ini tampak mirip perlit, struktur ini dinamakan *bainit*.

A. Pengujian Kekerasan

Pengujian pada bahan bertujuan untuk mengetahui sifat-sifat yang dimiliki bahan tersebut serta bertujuan untuk menjaga mutu dari hasil bahan tersebut. Salah satu sifat yang dimiliki logam adalah sifat mekanis. Secara sederhana sifat mekanis suatu logam adalah kemampuan bahan untuk menahan beban, baik beban statis, dinamis, atau berubah-ubah pada berbagai keadaan, dengan suhu tinggi maupun dibawah nol derajat. Menurut Muhammad Alip (1989:84) "Sifat mekanik bahan (benda) adalah reaksi dan ketahanan bahan terhadap beban yang diterima".

Menurut Bondan Tiara Sofyan (2010:25) "Sifat mekanis dari logam tersebut berupa kekuatan tarik, tekan, geser, fleksural, tekuk, impak, kelelahan, keuletan, kekerasan, dan ketahanan aus". Dalam melaksanakan suatu pengujian agar hasil pengujian yang didapatkan akurat harus mempersiapkan spesimen dan memperhatikan jenis alat pengujian apakah alat

pengujian yang digunakan yang berstandar, agar nantinya hasil yang didapat akurat. Dalam pengujian mekanik terdapat perbedaan dalam pemberian jenis beban kepada material. Uji tarik, uji tekan, dan uji puntir adalah pengujian yang menggunakan beban static, sedangkan uji lelah dan uji impak menggunakan jenis beban dinamik.

Proses pengujian dikelompokkan menjadi dua yaitu *Destructive Test* (DT), *Non Destructive Test* (NDT), yaitu proses pengujian logam yang merusak benda uji dan pengujian yang tidak menimbulkan kerusakan logam atau benda yang diuji. Menurut Harsono Wiryosumarto dan Toshie Okumura (2004:361), “Pengujian merusak pada konstruksi las adalah pengujian terhadap model dari konstruksi atau pada batang-batang uji yang telah dilas dengan cara yang sama dengan proses pengelasan yang akan digunakan sampai terjadi kerusakan pada model konstruksi atau batang uji”.

Salah satu cara untuk mengetahui kekuatan suatu bahan yaitu dengan melakukan uji kekerasan. Uji kekerasan merupakan metode pengujian yang paling banyak dipakai karena pengujian ini memberikan hasil yang baik. Pengujian kekerasan ini bertujuan untuk memperoleh harga kekerasan suatu logam, untuk mengetahui perubahan suatu sifat dan perubahan kekerasan dari logam setelah di *heat treatment*, untuk mengetahui kekerasan baja terhadap kecepatan pendinginan, dan untuk mengetahui perbedaan kekerasan yang disebabkan oleh media pendingin.

Kekerasan merupakan salah satu sifat mekanik dari logam. Menurut Sunari (2007:177) “Yang dimaksud dengan kekerasan adalah daya tahan

logam untuk menahan kepenyokan, luka goresan, lecet, atau rambatan”. Proses pengujian kekerasan dapat diartikan sebagai kemampuan suatu bahan terhadap pembebanan dalam perubahan yang tetap.

Pengujian kekerasan yang menggunakan metode ini terdiri dari tiga jenis, yaitu pengujian kekerasan dengan metode *Rockwell*, *Brinell*, dan *Vickers*.

1) Pengujian kekerasan *vickers*

Pengujian kekerasan *vickers* digunakan untuk bahan yang memiliki tingkat kekerasan yang tinggi. Bentuk indentornya seperti piramid intan.

2) Pengujian kekerasan *brinell*

Menurut Bondan T. Sofyan (2010:36) “pengujian kekerasan *brinell* adalah dengan memberikan beban kostan, umumnya antara 500 dan 3000 kgf, dengan indenter baja yang dikeraskan berdiameter 2.5, 5 atau 10 mm, pada permukaan spesimen yang rata”. Menurut B.J.M. Beumer (1994: 25) “Pada pengukuran kekerasan menurut *Brinell* peluru baja yang disepuh dengan garis-tengah D yang ditentukan dengan gaya tertentu F, Selama beberapa waktu t, ditekan kedalam bahan. Setelah penyisihan peluru garis-tengah D dari bekas jejak tekan diukur”. Benda uji itu harus didukung secara merata oleh bidang pendukung yang cukup tebal, sebab kalau tidak demikian, kekerasan bidang pendukung itu ikut terukur.

3) Pengujian Kekerasan *Rockwell*

Pengujian jenis ini sangat banyak digunakan pada dunia industri karena sangat sederhana dan tanpa keahlian khusus. Menurut Bondan T. Sofyan (2010:35), mendefinisikan:

Berbagai macam kekerasan *Rockwell* tersedia dengan mengkombinasikan bentuk indenter dan beban, berikut adalah jenis indenter *Rockwell*:

- a. Intan berbentuk kerucut dengan sudut 120° (dikenal dengan indenter Brale). Intan digunakan untuk menguji material yang keras (> 100 HRB dan 83,1 HR30T).
- b. Bola baja yang dikeraskan dengan diameter $1/16$, $1/8$, $1/4$, dan $1/2$ inci. Jenis indenter ini digunakan untuk menguji material yang lunak.

Ada dua jenis pengujian kekerasan *Rockwell*, antara lain sebagai berikut:

- a. *Rockwell*; jenis pengujian yang menggunakan beban minor 10 kgf, dan beban mayor 60, 100, atau 150 kgf.
- b. *Superficial Rockwell*; jenis pengujian yang menggunakan beban minor 3 kgf, dan beban mayor 15, 30, dan 45 kgf.



Gambar 4. Alat Uji Kekerasan

Mesin yang digunakan untuk uji kekerasan disebut *Universal Hardness Tester* (mesin uji kekerasan universal). Metode pengujian ini dilakukan dengan cara menekankan bola indenter bola baja ke spesimen uji dengan beban tertentu, kemudian jejak tekan di ukur.

BAB V

PENUTUP

A. Kesimpulan

Berdasarkan hasil pengujian kekerasan *Rockwell C* menunjukkan adanya peningkatan kekerasan baja ASSAB 705 yang di *Hardening* dan *Normalizing* dengan temperatur 850⁰ dalam waktu 3,5 jam serta lama penahan 20 menit. Setelah data dianalisa, diperoleh rata-rata kekerasan baja yang di *Hardening* dan *Normalizing* sebagai berikut:

- a. Baja ASSAB 705 tanpa perlakuan (*Control*) memiliki nilai kekerasan rata-rata *Rockwell C* 36,89 *HRC*.
- b. Baja ASSAB 705 yang di *Hardening* dengan temperatur 850⁰ dalam waktu 3,5 jam serta lama penahanan 20 menit memiliki nilai kekerasan rata-rata *Rockwell C* 56,1 *HRC*.
- c. Baja ASSAB 705 yang di *Normalizing* dengan temperature 850⁰ dalam waktu 3,5 jam serta lama penahan 20 menit memiliki nilai kekerasan rata-rata *Rockwell C* 42,1 *HRC*.
- d. Dibandingkan dengan rata-rata *Specimen Control* (tanpa perlakuan) yang memiliki nilai kekerasan 36,89 *HRC*. Berdasarkan hasil rata-rata *Rockwell C* menunjukkan bahwa proses *Hardening* memiliki nilai kekerasan lebih tinggi dari pada Proses *Normalizing*, dengan temperatur 850⁰ dalam waktu 3,5 jam serta lama penahanan 20 menit .

B. Saran

1. Sebelum melakukan penelitian, sesuaikan karakteristik bahan dengan jenis perlakuan yang diberikan.
2. Dalam proses *Hardening* dan *Normalizing* pastikan temperature sesuai dengan temperatur yang ditetapkan, serta waktu penahanan saat proses *Hardening* dan *Normalizing* harus teliti untuk mendapatkan hasil pengujian yang akurat.
3. Perlu diadakannya penelitian lebih lanjut mengenai kekerasan *Rockwell* dan ketangguhan pada baja ASSAB 705 dengan menggunakan metode dan waktu yang berbeda.