

TUGAS AKHIR

ANALISA UJI KEKERASAN PADA MATERIAL BAJA ST37 SETELAH MENGALAMI PERLAKUAN PANAS *NORMALIZING*

Diajukan Untuk Memenuhi Syarat Memperoleh
Gelar Sarjana Teknik Mesin Pada Fakultas Teknik
Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara

Disusun Oleh:

KIKI RAMADHANI
1307230194



UMSU

Unggul | Cerdas | Terpercaya

PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA

MEDAN

2019

HALAMAN PENGESAHAN

Tugas Akhir ini diajukan oleh:

Nama : Kiki Ramadhani
NPM : 1307230194
Program Studi : Teknik Mesin
Judul Skripsi : Analisa Uji Kekerasan Pada Material Baja ST37 Setelah Mengalami
Perlakuan Panas *Normalizing*
Bidang ilmu : Manufaktur

Telah berhasil dipertahankan di hadapan Tim Penguji dan diterima sebagai salah satu syarat yang diperlukan untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.

Medan, 15 Maret 2019

Mengetahui dan menyetujui:

Dosen Penguji I



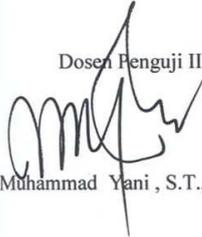
Ahmad Marabdi Siregar, S.T., M.T

Dosen Penguji II



H. Muharnif, S.T., M.Sc

Dosen Penguji III



Muhammad Yani, S.T., M.T

Dosen Penguji IV



Bekti Suroso S.T., M.Eng

Program Studi Teknik Mesin
Ketua,

Affandi, S.T., M.T

SURAT PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama Lengkap : Kiki Ramadhani
Tempat / Tanggal Lahir : Rahuning / 13 Febuary 1995
NPM : 1307230194
Fakultas : Teknik
Program Studi : Teknik Mesin

Menyatakan dengan sesungguhnya dan sejujurnya, bahwa laporan Tugas Akhir saya yang berjudul:

“Analisa Uji Kekerasan Pada Material Baja ST37 Setelah Mengalami Perlakuan Panas *Normalizing*”,

Bukan merupakan plagiarisme, pencurian hasil karya milik orang lain, hasil kerja orang lain untuk kepentingan saya karena hubungan material dan non-material, ataupun segala kemungkinan lain, yang pada hakekatnya bukan merupakan karya tulis Tugas Akhir saya secara orisinil dan otentik.

Bila kemudian hari diduga kuat ada ketidaksesuaian antara fakta dengan kenyataan ini, saya bersedia diproses oleh Tim Fakultas yang dibentuk untuk melakukan verifikasi, dengan sanksi terberat berupa pembatalan kelulusan/kesarjanaan saya.

Demikian Surat Pernyataan ini saya buat dengan kesadaran sendiri dan tidak atas tekanan ataupun paksaan dari pihak manapun demi menegakkan integritas akademik di Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.

Medan, 15 Maret 2019

Saya yang menyatakan,

Kiki Ramadhani

ABSTRAK

Logam besi dan baja paling banyak dipakai sebagai bahan industri yang merupakan sumber sangat banyak, dimana sebagian ditentukan oleh nilai ekonomisnya, tetapi yang paling penting karena sifat-sifatnya yang bervariasi, yaitu bahan tersebut mempunyai berbagai sifat dari paling lunak dan mudah dibuat dan sampai yang paling keras dan dapat dibuat apa saja dengan bentuk apapun dengan cara pengecoran. Dalam perkembangan kebutuhan logam besi dan baja semakin meningkat sejalan dengan perkembangan dunia industri khususnya untuk baja yang mempunyai kelebihan-kelebihan sifat yang lebih baik dari pada besi. jenis baja yang jumlah kemungkinannya banyak itu dapat dibagi menurut penggunaannya menjadi baja konstruksi dan baja perkakas dingin dan panas. *Normalizing* adalah pemanasan sebuah material dengan suhu 800°C dengan tujuan untuk mendapat nilai kekerasan atau perubahan sifat pada material tersebut dengan cara memanskan material dengan suhu 800°C dan kemudian ditahan selama 15 menit kemudian didinginkan secara cepat dengan media oli dan udara hingga temperature kamar untuk memperoleh austenite dan martensit yang halus, media pendingin sangat mempengaruhi sifat baja tersebut. Pengujian ini dilakukan dengan menggunakan baja ST37 baja paduan yang merupakan baja karbon kelas menengah yaitu 0,25% - 0,55% karbon bersifat lebih kuat dan keras. Jenis baja dapat dirubah sifatnya dengan perlakuan panas *normalizing* dengan suhu pemanasan nya 800°C dan ditahan selama 15 menit.setelah selesai dipanaskan maka baja tersebut dapat diuji menggunakan uji kekerasan *hardness Rockwell* dilakukan dengan pengambilan sampel setiap specimen 5 titik. Dan hasil penguyjian kekerasan pada material baja ST37 yang sebelum mengalami perlakuan panas lebih tinggi nilai kekerasannya dan yang setelah mengalami perlakuan panas nilai nya menurun dikarenakan tujuan *normalizing* yaitu menormalkan butiran struktur yang terdapat pada baja

Kata Kunci : Uji Kekerasan , Baja ST37, Perlakuan Panas , *Normalizing*

ABSTRACT

Iron and steel are the most widely used as industrial material which is a very large source, which is partly determined by its economic value, but is most important because of its varied properties, namely the material has the most soft and easily made and up to the most hard and can be made anything with any shape by casting. In the development of the needs of iron and steel it is increasing in line with the development of the industrial world, especially for steel which has advantages over properties that are better than iron. the type of steel with a high number of possibilities can be divided according to its use into cold and hot construction steel and tool steel. Normalizing is heating a material with a temperature of 800°C in order to get the value of hardness or changes in the properties of the material by transferring the material to a temperature of 800°C and then being held for 15 minutes then cooled quickly with oil and air media to room temperature for obtain fine austenite and martensite, the cooling media greatly influences the properties of the steel. This test is carried out using ST37 alloy steel which is middle class carbon steel which is 0.25% - 0.55% carbon which is stronger and harder. The type of steel can be changed by normalizing heat treatment with a heating temperature of 800°C and held for 15 minutes. After being heated, the steel can be tested using Rockwell hardness hardness test carried out by sampling each 5 point specimen. And the results of the examination of the hardness of the ST37 steel material which before the heat treatment is higher in hardness value and which after experiencing heat treatment the value decreases due to the normalizing purpose of normalizing the grain structure found in steel

Keywords: Hardness Test, ST37 Steel, Heat Treatment, Normalizing

KATA PENGANTAR

Dengan nama Allah Yang Maha Pengasih lagi Maha Penyayang. Segala puji dan syukur penulis ucapkan kehadiran Allah SWT yang telah memberikan karunia dan nikmat yang tiada terkira. Salah satu dari nikmat tersebut adalah keberhasilan penulis dalam menyelesaikan laporan Tugas Akhir ini yang berjudul “**Analisa Uji Kekerasan Pada Material Baja ST37 Setelah Mengalami Perlakuan Panas *Normalizing***” sebagai syarat untuk meraih gelar Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara (UMSU), Medan.

Banyak pihak telah membantu dalam menyelesaikan laporan Tugas Akhir ini, untuk itu penulis menghaturkan rasa terimakasih yang tulus dan dalam kepada:

1. Bapak Munawar Alfansury Siregar S.T, M.T selaku Dekan Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
2. Bapak Affandi S.T, M.T yang telah banyak memberikan koreksi dan masukan kepada penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini, sekaligus sebagai Ketua Program Studi Teknik Mesin , Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
3. Bapak Muhammad Yani S.T, M.T. selaku Dosen Pembimbing I yang telah banyak membimbing dan mengarahkan penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.
4. Bapak Bakti Suroso S.T, M.Eng, selaku Dosen Pimbimbing II yang telah banyak membimbing dan mengarahkan penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.
5. Ahmad marabdi S.T,MT, selaku Dosen Pembanding I dan Penguji yang telah banyak memberikan koreksi dan masukan kepada penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini, , Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
6. H. Muharnif S.T,M,Sc, selaku Dosen Pembanding II dan Penguji yang telah banyak memberikan koreksi dan masukan kepada penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini,, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.

7. Seluruh Bapak/Ibu Dosen di Program Studi Teknik Mesin, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara yang telah banyak memberikan ilmu keteknikmesinan kepada penulis.
8. Orang tua penulis: Jasman dan Sumarni Subur , yang telah bersusah payah membesarkan dan membiayai studi penulis.
9. Bapak/Ibu Staf Administrasi di Biro Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
10. Sahabat-sahabat penulis: dicky zulfandy , dhany fajar lesmana S.T, bembang sutikno, arie indra wirantara dan lainnya yang tidak mungkin namanya disebut satu per satu.
11. Sahabat yang selalu menemani ,ratna S.Pd yang selalu mendukung segala hal.
12. Seluruh rekan-rekan kelas B3 malam stanbuk 2013program stydi teknik mesin fakultas teknik UMSU yang sama-sama berjuang menempuh masa depan

Laporan Tugas Akhir ini tentunya masih jauh dari kesempurnaan, untuk itu penulis berharap kritik dan masukan yang konstruktif untuk menjadi bahan pembelajaran berkesinambungan penulis di masa depan. Semoga laporan Tugas Akhir ini dapat bermanfaat bagi dunia manufaktur teknik Mesin.

Medan, 15 Maret
2019

Kiki Ramadhani

DAFTAR ISI

HALAMAN

LEMBAR PENGESAHAN	ii
LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR	iii
ABSTRAK	iv
ABSTRACT	v
KATA PENGHANTAR	vi
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR GAMBAR	x
DAFTAR TABEL	xi
DAFTAR NOTASI	xii
BAB 1 PENDAHULUAN	1
1.1 Latar belakang	1
1.2 Rumusan masalah	2
1.3 Ruang lingkup	3
1.4 Tujuan penelitian	3
1.5 Manfaat penelitian	3
1.6 Sistematika penulisan	4
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1 Pengertian baja	5
2.2 pengaruh unsur paduan pada baja	6
2.3 Karakteristik baja ST37	7
2.4 Perlakuan panas	7
2.5 Macam-Macam perlakuan panas	8
2.6 <i>Quenching</i> (pendinginan cepat)	11
2.7 Perlakuan panas dan pendinginan	12
2.8 Perlakuan panas <i>normalizing</i>	14
2.9 Pengujian kekerasan baja ST37	16
2.9.1 Pengujian kekerasan <i>brinell</i>	16
2.9.2 Pengujian kekerasan <i>vikers</i>	18
2.9.3 Pengujian kekerasan <i>Rockwell</i>	18
BAB 3 METODE PENELITIAN	21
3.1 Tempat dan Waktu	21
3.1.1 Tempat	21
3.1.2 Waktu	21
3.2 Alat dan Bahan	22
3.2.1 Aat yang digunakan	22
3.2.1 Tabung gas	22
3.2.2 Mesin gerinda potong	23
3.2.3 Ragum dan penjepit	23
3.2.4 <i>Thermocouple type K</i>	24
3.2.5 Thermometer digital	24
3.2.6 Jangka sorong	25

3.2.7 Sarung tangan	25
3.2.8 Wadah media pendingin	26
3.2.9 Alat uji kekerasann <i>rockweell</i>	26
3.2.10 Tungku perlakuan panas	27
3.2.2 Bahan yang digunakan	27
3.2.2.1 Baja karbon ST37	27
3.2.2.2 Media pendingin	28
3.3 Diagram penelitian	29
3.4 Pembuatan specimen	31
3.5 Proses perlakuan panas	32
3.5.1 Proses pemanasan specimen	32
3.5.2 Proses pendinginan specimen	33
3.6 Langkah-Langkah pengujian <i>hardness</i>	34
3.6.1 Pengujian kekerasan	36
3.6.2 Set Up mesin uji <i>hardness Rockwell</i>	37
3.6.3 Langkah-Langkah pengujian <i>hardness Rockwell tetst</i>	39
BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN	40
4.1 Pengujian <i>hardness</i>	40
4.1.1 Spesimen baja ST37 sebelum dilakukan perlakuan panas	40
4.1.2 Spesimen baja ST37 setelah dilakukan perlakuan panas	41
4.1.3 Pengujian kekerasan <i>hardness Rockwell</i>	41
4.2 Hasil pengujian <i>hardness</i>	42
4.2.1 Grafik hasil pengujian <i>hardness Rockwell</i>	43
BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN	44
5.1 Kesimpulan	44
5.2 Saran	45
DAFTAR PUSTAKA	
LAMPIRAN	
LEMBAR ASISTENSI	
DAFTAR RIWAYAT HIDUP	

DAFTAR GAMBAR

	Halaman	
Gambar 2.1	Diagram fase kesetimbangan	10
Gambar 2.2	Diagram pendingin tak menerus	11
Gambar 2.3	Diagram <i>continius cooling transformation</i>	12
Gambar 2.4	Pengujian <i>brinell</i>	16
Gambar 2.5	pengujian kekerasan <i>vickers</i>	17
Gambar 2.6	Pengujian kekerasan <i>Rockwell</i>	19
Gambar 3.1	Gambar gas elfiji	22
Gambar 3.2	Gambar mesin gerinda potong	23
Gambar 3.3	Gambar ragum dan penjepit tangan	23
Gambar 3.4	Gambar <i>thermocouple type K</i>	24
Gambar 3.5	Gambar thermometer digital	24
Gambar 3.6	Gambar jangka sorong	25
Gambar 3.7	Gambar sarung tangan	25
Gambar 3.8	wadah pendingin	26
Gambar 3.9	Alat uji kekerasan	26
Gambar 3.10	Tungku perlakuan panas	27
Gambar 3.11	Spesimen baja ST37	27
Gambar 3.12	Media pendingin oli	28
Gambar 3.13	Bagan konsep penelitian pengujian	29
Gambar 3.14	Gambar sketsa specimen	31
Gambar 3.15	Gambar pemotongan specimen	31
Gambar 3.16	Gambar specimen yang telah dipotong	32
Gambar 3.17	Gambar memasukkan specimen ke dapur pemanas	32
Gambar 3.18	Gambar proses pemanasan specimen	33
Gambar 3.19	Gambar mengeluarkan specimen	33
Gambar 3.20	Gambar pendinginan specimen dengan media udara	33
Gambar 3.21	Gambar pendinginan specimen dengan media oli	34
Gambar 3.22	Gambar specimen yang akan diuji	34
Gambar 3.23	Gambar sketsa penitikan pengujian	35
Gambar 3.24	Gambar peletakan speseimen pada mesin <i>hardness</i>	35
Gambar 3.25	Gambar hasil pengujian yang terdapat pada mesin <i>hardness</i>	35
Gambar 3.26	Set up mesin uji <i>hardness Rockwell</i>	36
Gambar 4.1	Baja sebelum dilakukan perlakuan panas	39
Gambar 4.2	Baja ST37 setelah perlakuan panas	40
Gambar 4.3	Gambar hasil pengujian <i>hardness</i>	40
Gambar 4.4	Grafik pengujian kekerasan <i>hardness Rockwell</i>	42

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 3.1 Tabel waktu dan tempat pelaksanaan	21
Tabel 4.1 Data hasil pengujian hardness perlakuan panas <i>normalizing</i>	41

DAFTAR NOTASI

ASTM	= American Society Of testing dan material
MKM	= Mekanika Kekuatan Material
HRC	= <i>Hardness Rockwell</i> Skala C
ISO	= <i>International Organization For Standardization</i>
VHN	= <i>Vikers Hardness</i>
BHN	= <i>Brinell Hardness</i>
HR	= <i>Hardness Rockwell</i>
Si	= Silisium
Mn	= Mangan
Ni	=Nikel
Cr	= Crom
Mo	= molibdenum
V	= Vanadium
Ti	= Titanium
C	= Celsius
Ø	= Diameter
ST37	= <i>Structural steel 37</i>
SAE	= <i>Society of automotive engineer</i>
W	= Winter

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar belakang

Logam besi dan baja paling banyak dipakai sebagai bahan industri yang merupakan sumber sangat banyak, dimana sebagian ditentukan oleh nilai ekonomisnya, tetapi yang paling penting karena sifat-sifatnya yang bervariasi, yaitu bahan tersebut mempunyai berbagai sifat dari yang paling lunak dan mudah dibuat sampai yang paling keras dapat dibuat apa saja dengan bentuk apapun dengan cara pengecoran.

Dalam perkembangannya kebutuhan logam besi dan baja semakin meningkat sejalan dengan berkembangnya dunia industri khususnya untuk baja yang mempunyai kelebihan-kelebihan sifat yang lebih baik dari pada besi. Jenis baja yang jumlah kemungkinannya banyak itu dapat dibagi menurut penggunaannya menjadi baja konstruksi dan baja perkakas yang menurut tujuan penggunaannya dibagi lagi menjadi baja perkakas dingin dan panas.

Baja karbon berdasarkan komposisinya dapat dibedakan menjadi baja karbon rendah dengan kadar karbon $<0,30\%$; baja karbon medium dengan kadar karbon $0,30 - 0,60\%$; baja karbon tinggi dengan kadar karbon $0,60 - 1,50\%$. Dari berbagai macam baja karbon medium seperti ST37 yang ada dipasaran mempunyai sifat mekanis yang kurang bagus untuk konstruksi mesin seperti poros dan roda gigi. Bahan ini kelurusannya agak kurang tetap dan dapat mengalami deformasi karena tegangan yang kurang seimbang, tetapi penarikan dingin membuat permukaan poros menjadi keras dan kekuatannya bertambah besar

.Sifat mekanik adalah kemampuan atau kelakuan logam untuk menahan beban yang diberikan, baik beban statis maupun dinamis pada suhu biasa, suhu tinggi maupun suhu dibawah 800°C . Beban statis adalah beban yang tetap, baik besar maupun arahnya pada setiap saat, sedang beban dinamis adalah beban yang besar dan arahnya berubah menurut waktu. Beban statis dapat berupa beban tarik, tekan lentur, puntir, geser dan kombinasi dari beban tersebut. Sementara itu beban dinamis dapat berupa beban berubah-ubah, dan beban jalar. Sifat mekanik logam

meliputi kekuatan , kekenyalan, keliatan, kegetasan, keuletan, tahan aus, batas penjalaran, dan kekuatan stress repture.

Salah satu cara untuk merubah sifat mekanik logam adalah dengan cara melakukan perlakuan panas. Perlakuan panas dapat mengubah sifat baja dengan cara mengubah ukuran dan bentuk butiran-butirannya, juga mengubah unsur pelarutnya dalam jumlah yang kecil. Proses perlakuan panas ini banyak sekali macamnya salah satunya adalah normalizing ,normalizing adalah jenis perlakuan panas yang umum diterapkan pada semua produk cor, over-heated forgings dan produk-produk tempahan yang besar dan lain sebagainya. Normalizing ditunjuk untuk memperhalus butir, memperbaiki mampu mesin, menghilangkan tegangan sisa dan juga memperbaiki sifat mekanika baja karbon structural dan baja-baja paduan rendah.

Proses pemanasan normalizing atau sering disebut jugafinal treatment baja diatas temperatur kritik dan ditahan pada temperatur tersebut untukn jangka waktu tertentu tergantung pada jenis dan ukuran baja ,agar diperoleh austenite yang homogeny, baja-baja hypoetektoid dipanaskan 800-850°C. kemudian setelah suhu merata didinginkan diudara. Dengan normalizing diharapkan baja akan menjadi lebih ulet disamping memiliki struktur butiran yang halus dan seragam cukup. Sehingga material baja tersebut dapat digunakan sebagaimana mestinya sesuai dengan aplikasi-aplikasinya. Pada proses ini material akan mengalami pemanasan temperature sekitar 850 °C, selama 15 menit. Dengan pemanasan tersebut dapat dihilangkan segala pengaruh proses sebelum nya , akibat pengerjaan dalam keadaan panas maupun dalam keadaan dingin yang pernah dialami oleh material pada waktu sebelumnya, sedangkan pada material itu sendiri dapat berpengaruh merombak susunan kasar menjadi halus.

Oleh karena itu sangat perlu sekali suatu penelitian yang diharapkan dapat merumuskan cara yang tepat untuk memperbaiki sifat-sifat dari baja ST37 dengan normalizing.

Maka mengadakan penelitian sebagai tugas sarjana dengan judul :
“Analisa uji kekerasan pada material baja st 37 setelah mengalami perlakuan panas *normalizing* ”

1.2 Rumusan masalah

- a. Bagaimana proses perlakuan panas terhadap material baja ST37 dengan metode pemanasan dengan tungku *heatreatment* ?
- b. Bagaimanakah menganalisa uji kekerasan setelah benda uji mengalami perlakuan panas *normalizing*?
- c. Bagaimana perbandingan hasil uji kekerasan antara baja ST37 mengalami perlakuan panas *normalizing* dengan tanpa mengalami perlakuan panas *normalizing* ?

1.3 Ruang Lingkup

Karena luasnya jangkauan permasalahan dalam pengujian kekerasan material ST37 dengan perlakuan panas *normalizing* maka perlu adanya pembatasan masalah, adapun batasan masalah dari penelitian ini antara lain:

- a. Mengetahui perlakuan panas *normalizing* dengan tungku *heatreatment* dengan material ST37
- b. Menganalisa uji kekerasan pada material ST37 setelah mengalami perlakuan panas *normalizing*
- c. Mengetahui perbandingan hasil uji kekerasan baja ST37 antara perlakuan panas *normalizing* dengan tanpa *normalizing*

1.4 Tujuan

Adapun tujuan dari penelitian ini yaitu :

- a. Untuk mengatur perlakuan panas *normalizing* pada baja ST37 dengan suhu 800° C dengan waktu penahanan 15 menit
- b. Untuk menganalisa uji kekerasan pada baja ST37 setelah mengalami perlakuan panas *normalizing*
- c. Untuk mengevaluasi uji kekerasan pada baja ST37 setelah mengalami perlakuan panas *normalizing*

1.5 Manfaat

Adapun manfaat dari penelitian ini adalah untuk mengetahui kekuatan material ST37 setelah mengalami perlakuan panas *normalizing* dengan waktu pemanasan berbeda-beda agar dapat mengetahui kekuatan material setelah pengujian kekerasan dan agar dapat mengetahui seberapa lama waktu pemanasan dengan kekuatan yang didapat setelah melewati perlakuan panas *normalizing*

1.6 Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan ini adalah sebagai berikut :

- Bab 1 : Pendahuluan, berisikan latar belakang, rumusan masalah, batasan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian, dan sistematika penulisan.
- Bab 2 : Tinjauan pustaka, berisikan teori singkat dari penelitian.
- Bab 3 : Metode penelitian, berisikan tentang alat-alat dan bahan serta tahapan pengerjaan yang dilakukan.
- Bab 4 : Hasil dan Pembahasan, berisikan data dan analisa pada penelitian.
- Bab 5 : Kesimpulan dan Saran, berisikan secara garis besar hasil penelitian dan saran.

BAB II

LANDASAN TEORI

2.1 Pengertian Baja

Baja adalah logam paduan, logam besi sebagai unsur dasar dengan karbon sebagai unsur paduan utamanya. Kandungan unsur karbon dalam baja berkisar antara 0,2% hingga 2,1% berat sesuai *grade*-nya. Fungsi karbon dalam baja adalah sebagai unsur peneras dengan mencegah dislokasi bergeser pada kisi kristal (*crystal lattice*) atom besi. Baja karbon ini dikenal sebagai baja hitam karena berwarna hitam, banyak digunakan untuk peralatan pertanian misalnya sabit dan cangkul. Unsur paduan lain yang biasa ditambahkan selain karbon adalah titanium, krom (*chromium*), nikel, vanadium, cobalt dan tungsten (wolfram).

Dengan memvariasikan kandungan karbon dan unsur paduan lainnya, berbagai jenis kualitas baja bisa didapatkan. Penambahan kandungan karbon pada baja dapat meningkatkan kekerasan (*hardness*) dan kekuatan tariknya (*tensile strength*), namun di sisi lain membuatnya menjadi getas (*brittle*) serta menurunkan keuletannya (*ductility*). Menurut komposisi kimianya baja karbon dapat klasifikasikan menjadi tiga, yaitu Baja karbon rendah dengan kadar karbon 0,05% - 0,30% C, sifatnya mudah ditempa dan mudah di kerjakan pada proses permesinan. Penggunaannya untuk komposisi 0,05%-0,21% biasanya untuk body mobil, bangunan, pipa, rantai, paku keeling, sekrup, paku dan komposisi 0,20% - 0,30% C digunakan untuk roda gigi, poros, baut, jembatan, bangunan. Baja karbon menengah dengan kadar karbon 0,30% - 0,60%, kekuatannya lebih tinggi dari pada baja karbon rendah. Sifatnya sulit untuk dibengkokkan, dilas, dipotong. Penggunaan untuk kadar karbon 0,30% - 0,40% untuk batang penghubung pada bagian automotif. Untuk kadar karbon 0,40% - 0,50% digunakan untuk rangka mobil, *crankshafts*, rails, ketel dan obeng. Untuk kadar karbon 0,50% - 0,60% digunakan untuk palu dan eretan pada mesin.

Baja karbon tinggi dengan kandungan 0,60% - 1,50% C, kegunaannya yaitu untuk pembuatan obeng, palu tempa, meja pisau, rahang ragum, mata bor,

alat potong, dan mata gergaji, baja ini untuk pembuatan baja perkakas. Sifatnya sulit dibengkokkan, dilas dan dipotong. Sedangkan menurut kadar zat arangnya, baja dibedakan menjadi tiga kelompok utama baja bukan paduan yaitu baja dengan kandungan kurang dari 0,80% C (baja hypoeutectoid, himpunan ferrit dan ferlit (bawah perlitis), baja dengan kandungan 0,85 C (baja eutectoid atau perlitis), terdiri atas perlit murni, dan baja dengan kandungan lebih dari 0,8% C (bajahypereutectoid), himpunan perlit dan sementit (atas perlitis).(Aditiyo risyanto,gunawan dwihandayadi, yusuf umar : 2014)

2.2 Pengaruh Unsur Paduan pada Baja

Pengaruh unsur-unsur paduan dalam baja adalah sebagai berikut :

1. Silisium (Si), terkandung dalam jumlah kecil di dalam semua bahan besi dan dibutuhkan dalam jumlah yang lebih besar pada jenis-jenis istimewa. Meningkatkan kekuatan, kekerasan, kekenyalan, ketahanan aus, ketahanan terhadap panas dan karat, dan ketahanan terhadap keras. Tetapi menurunkan regangan, kemampuan untuk dapat ditempa dan dilas.
2. Mangan (Mn), meningkatkan kekuatan, kekerasan, kemampuan untuk dapat di temper menyeluruh, ketahanan aus, penguatan pada pembentukan dingin, tetapi menurunkan kemampuan serpih.
3. Nikel (Ni), meningkatkan keuletan, kekuatan, pengerasan menyeluruh, ketahanan karat, tahanan listrik (kawat pemanas), tetapi menurunkan kecepatan pendinginan regangan panas.
4. Krom (Cr), meningkatkan kekerasan, kekuatan, batas rentang ketahanan aus, kemampuan diperkeras, kemampuan untuk dapat ditemper menyeluruh, ketahanan panas, kerak, karat dan asam, pemudahan pemolesan, tetapi menurunkan regangan (dalam tingkat kecil).
5. Molibdenum (Mo), meningkatkan kekuatan tarik, batas rentang, kemampuan untuk dapat ditemper menyeluruh, batas rentang panas, ketahanan panas dan batas kelelahan, suhu pijar pada perlakuan panas, tetapi menurunkan regangan, kerapuhan pelunakan.
6. Kobalt (Co), meningkatkan kekerasan, ketahanan aus, ketahanan karat dan panas, daya hantar listrik dan kejenuhan magnetis.

7. Vanadium (V), meningkatkan kekuatan, batas rentang, kekuatan panas, dan ketahanan leleh, suhu pijar pada perlakuan panas, tetapi menurunkan kepekaan terhadap sengatan panas yang melewati batas pada perlakuan panas.

8. Wolfram (W), meningkatkan kekerasan, kekuatan, batas rentang, kekuatan panas, ketahanan terhadap normalisasi dan daya sayat, tetapi menurunkan regangan.

9. Titanium (Ti), memiliki kekuatan yang sama seperti baja, mempertahankan sifatnya hingga 400 C, karena itu merupakan kawat las. (Wahyudi : 2006)

2.3 Karakteristik Baja ST37

Baja ST37 adalah baja karbon sedang yang komposisi kimia Karbon : 0.5 %, Mangan : 0.8 %, Silikon : 0.3 % ditambah unsure lainnya. Dengan kekerasan 170 HB dan kekuatan tarik 650 - 800 N/mm². Secara umum baja ST37 dapat digunakan langsung tanpa mengalami perlakuan panas, kecuali jika diperlukan pemakaian khusus.

2.4 Perlakuan panas (*Heat Treatment*)

Perlakuan panas atau *Heat Treatment* mempunyai tujuan untuk meningkatkan keuletan, menghilangkan tegangan internal (*internal stress*), menghaluskan ukuran butir kristal dan meningkatkan kekerasan atau tegangan tarik logam. Beberapa faktor yang dapat mempengaruhi perlakuan panas, yaitu suhu pemanasan, waktu yang diperlukan pada suhu pemanasan, laju pendinginan dan lingkungan atmosfer. Perlakuan panas adalah kombinasi antara proses pemanasan atau pendinginan dari suatu logam atau paduannya dalam keadaan padat untuk mendapatkan sifat-sifat tertentu.

Sifat-sifat logam yang terutama sifat mekanik yang sangat mempengaruhi oleh struktur mikrologam disamping posisi kimia, contohnya suatu logam atau paduan akan mempunyai sifat mekanis yang berbeda-beda apabila struktur mikronya diubah. Dengan adanya pemanas atau pendingin dengan kecepatan tertentu maka bahan-bahan logam dan paduan memperlihatkan perubahan strukturnya. (Rida sulustio : 2007)

Untuk mengetahui suhu yang digunakan dapat dilihat pada gambar Fe-C dan aturan kerja perlakuan panas pada baja

- a. Setiap jenis baja mempunyai daerah suhu yang optimal untuk pencelupan yang terbentang dari suhu awal yang tinggi ke suhu akhir yang rendah
- b. Bahan campuran baja dengan keadaan kadar karbon yang tinggi 0,3%, beroksidasi dengan intensif oleh karenanya harus dipanaskan sampai suhu awal
- c. Baja karbon tinggi dan campuran merupakan penghantar panas yang buruk sehingga baru dipanaskan secara perlahan-lahan dan menyeluruh hingga keatas suhu kritis
- d. Jika pemanasan dilakukan melampaui batas suhu yang diperbolehkan akan terjadi gosong pada baja dan setelah dingin akan mengalami kerapuhan

2.5 Macam-macam perlakuan panas (*heat treatment*)

Sifat mekanik tidak hanya tergantung pada komposisi kimia suatu paduan, tetapi juga tergantung pada struktur mikronya. Suatu paduan dengan komposisi kimia yang sama dapat memiliki struktur mikro yang berbeda, dan sifat mekaniknya akan berbeda. Struktur mikro tergantung pada proses pengerjaan yang dialami, terutama proses perlakuan yang diterima selama proses pengerjaan. Proses laku-panas adalah kombinasi dari operasi pemanasan dan pendinginan dengan kecepatan tertentu yang dilakukan terhadap logam atau paduan dalam keadaan padat, sebagai suatu upaya untuk memperoleh sifat-sifat tertentu. Proses laku-panas pada dasarnya terdiri dari beberapa tahapan, dimulai dengan pemanasan sampai ke temperatur tertentu, lalu diikuti dengan penahanan selama beberapa saat, baru kemudian dilakukan pendinginan dengan kecepatan tertentu. (<http://greoriusagung.com/2013/01/03/heattreatmentnormalizing>)

Secara umum perlakuan panas (heat treatment) diklasifikasikan dalam 2 jenis :

1. Near Equilibrium(mendekati kesetimbangan)

Tujuan dari perlakuan panas near equilibrium adalah untuk :

- a. melunakkan struktur kristal
- b.menghaluskan butir
- c. menghilangkan tegangan dalam
- d. memperbaiki machineability

Jenis dari perlakuan panas *near equilibrium* misalnya:

- a. Full annealing (annealing)
- b. Stress relief annealing
- c. Proses annealing
- d. Spheroidizing
- e. Normalizing
- f. Homogenizing

2. Non equilibrium (tidak setimbang)

Tujuan perlakuan panas *Non Equilibrium* adalah untuk mendapatkan kekerasan dan kekuatan yang lebih tinggi.

Jenis dari perlakuan panas Non equilibrium ini , misalnya :

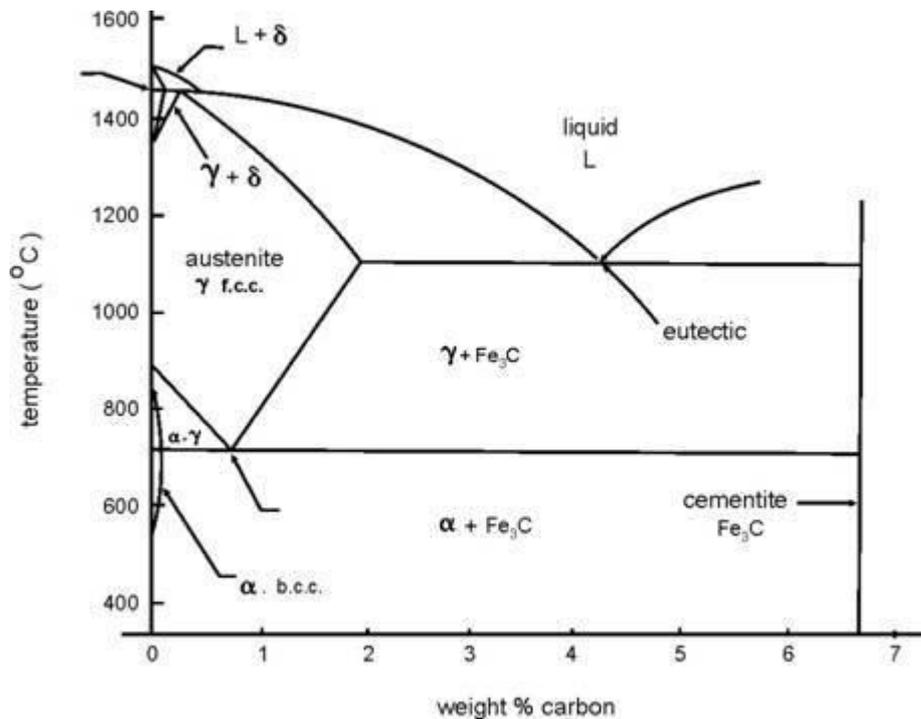
- a. hardening
- b. martempering
- c. austempering
- d. surface hardening, yang terdiri dari carburizing, nitriding, cyaning, flame hardening, induction hardening

Pada proses pembuatannya, komposisi kimia yang dibutuhkan diperoleh ketika baja dalam bentuk fasa cair pada suhu yang tinggi.

Pada saat proses pendinginan dari suhu lelehnya, baja mulai berubah menjadi fasa padat pada suhu 900°C, pada fasa ini lah berlangsung perubahan struktur

mikro. Perubahan struktur mikro dapat juga dilakukan dengan jalan heat treatment.

Bila proses pendinginan dilakukan secara perlahan, maka akan dapat dicapai tiap jenis struktur mikro yang seimbang sesuai dengan komposisi kimia dan suhu baja. Perubahan struktur mikro pada berbagai suhu dan kadar karbon dapat dilihat pada



Gambar 2.1. Diagram fase kesimbangan

Keterangan gambar dari diagram diatas dapat kita lihat bahwa pada proses pendinginan perubahan-perubahan pada struktur mikro sangat bergantung pada komposisi kimia. Pada kandungan karbon 6,6% terbentuk struktur mikro dinamakan semenit, pada karbon mencapai 6,67% terbentuk struktur mikro dinamakan semenit Fe_3C (dapat dilihat pada garis vertical paling kanan). Sifat cementite: sangat keras dan sangat getas pada sisi kiri diagram dimana pada kandungan karbon sangat rendah, pada suhu kamar terbentuk struktur mikro perlit, kondisi suhu dan kadar karbon 0,83%, struktur mikro yang terbentuk adalah perlit, kondisi suhu dan kadar karbon ini dinamakan titik Eutectoid. Pada baja dengan kandungan karbon rendah sampai dengan titik eutectoid, struktur mikro yang terbentuk adalah campuran antara ferit dan perlit. Pada baja kandungan titik

eutectoid sampai dengan 6,67% struktur mikro yang terbentuk adalah campuran antara ferit dan semenit. Pada saat pendinginan dari suhu leleh baja dengan kadar karbon rendah, akan terbentuk struktur mikro ferit delta lalu menjadi struktur mikro austenite. Pada baja dengan karbon yang lebih tinggi, suhu leleh turun dengan naiknya kadar karbon, peralihan bentuk langsung dari leleh menjadi austenite. (Bayu adie sucipto : 2013)

2.6 Quenching (pendinginan cepat)

Quenching adalah proses pendinginan secara cepat pada suatu logam dari temperature austeniasi diatas temperature kritis. Quenching menghasilkan transformasi austenite menjadi martensit. Keefektifan transmormasi yang dihasilkan sebagian besar tergantung pada sifat quenching. Ada beberapa media quenching terdiri dari air, oli, larutan garam dan udara. Penambahan media seperti larutan polimer, larutan logam dan gas juga digunakan tetapi dalam jumlah yang lebih sedikit. (Asep ruchidayat : 2015)

a) air adalah media quenching yang paling populer karena harganya murah dan tersedia melimpah dan penanganannya mudah. Tidak ada masalah polusi dengan penggunaan udara dan dapat mudah diatur. Air mempunyai nilai 24 maksimum pendinginannya umumnya diantara semua quenching. Kecuali larutan aquades. Pendinginan cepat yang diperoleh dari quenching media air sebagian besar merugikan. Hal ini disebabkan saat quenching air dilakukan permukaan logam tertutup air yang sangat stabil waktu lama. (Asep ruchidayat : 2015)

b) Oli sebagian besar oli yang digunakan untuk media quenching adalah oli mineral. Quenching oli menghasilkan pendinginan lambat dibandingkan quenching air. Pendingina lambat dihasilkan selama quenching oli kemungkinan menurunkan cacat hardening pada benda kerja. Penggunaan oli menghasilkan distorasi dan patahan yang lemah. (Asep ruchidayat : 2015)

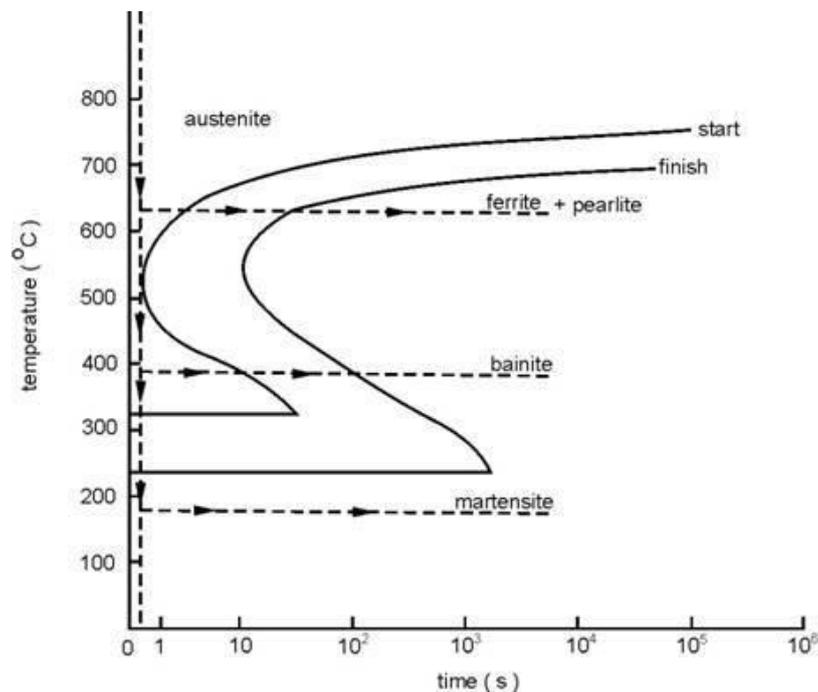
c) Udara banyak logam yang mampu dikeraskan dengan pendingina udara atau hembusan udara. Seperti pada baja hardening udara. Baja jenis ini hampir babas

dari masalah distorsi. Menggunakan udara paksa untuk proses quenching pada besi tuang putih paduan krom tinggi telah dilakukan (Erlina nuraini : 1996)

2.7 Heat Treatment dengan pendinginan

1. Heat Treatment dengan pendinginan tak menerus

Jika suatu baja didinginkan dari suhu yang lebih tinggi dan kemudian ditahan pada suhu yang lebih rendah selama waktu tertentu, maka akan menghasilkan struktur mikro yang berbeda. Hal ini dapat dilihat pada diagram.



Gambar 2.2. Diagram pendinginan tak menerus

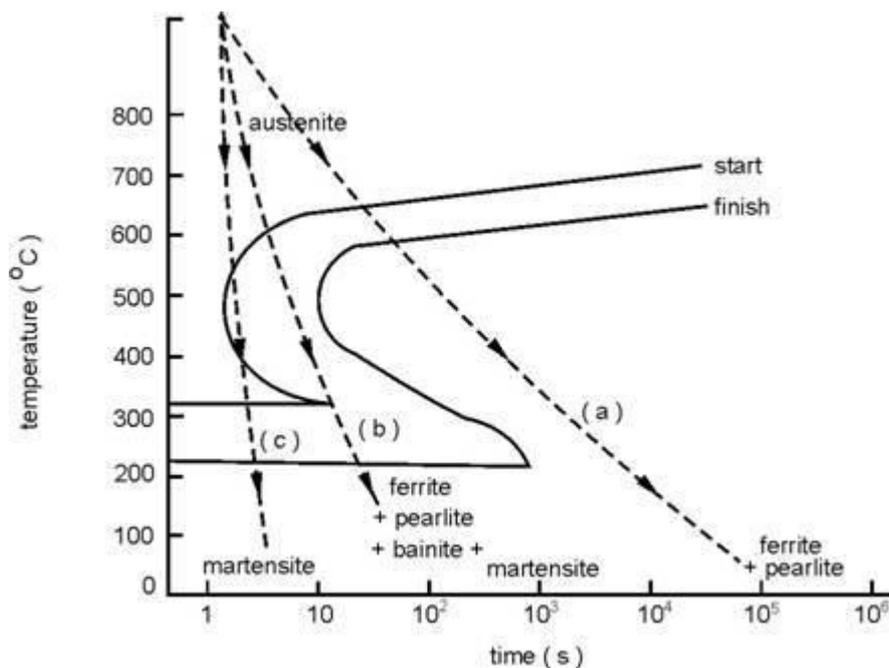
Penjelasan diagram :

Bentuk diagram tergantung dengan komposisi kimia terutama kadar karbon. Penjelasan diagram dalam baja. Untuk baja dengan karbon kurang 0.83% yang ditahan suhunya dititik tertentu yang letaknya dibagian atas kurva C, akan menghasilkan struktur perlit dan ferit. Bila ditahan suhunya pada titik tertentu bagian bawah kurva C tapi masih disisi sebelah atas garis horizontal, maka akan mendapatkan struktur mikro Bainit (lebih keras dari perlit). Biladitahan suhunya

pada titik tertentu bawah garis horizontal; maka akan mendapat struktur mertensit (sangat keras dang getas). Semakin tinggi kadar karbon, maka kedua kurva C tersebut akan bergeser kekanan. Ukuran butir sangat dipenuhi oleh tingginya suhu pemanasan, lamanya pemanasan dan semakin lama pemanasan akan timbul butiran yang lebih besar. Semakin cepat pendinginan akan menghasilkan ukuran butir yang lebih kecil.

2. Heat treatment dengan pendinginan menerus

Dalam prakteknya proses pendinginan pada pembuatan material baja dilakukan secara terus menerus mulau dari suhu tertinggi sampai dengan suhu rendah . Pengaruh kecepatan pendinginan terus menerusterhadap struktur mikro yang terbentuk pdapat dilihat dari diagram continuous cooling transformation.



Gambar 2.3. Diagram continuous cooling transformation

Penjelasan diagram :

Pada proses pendinginan secara perlahan seperti pada garis (a) akan menghasilkan struktur mikro perlit dan ferlit pada proses pendinginan sedang, seperti, pada garis (b) akan menghasilkan setruktur mikro perlit dan bainit , Pada proses pendinginan cepat seperti garis (c) akan menghasilkan setruktur martensit .

2.8 Proses perlakuan panas (*Heat Treatment*) *Normalizing*

Normalizing atau menormalkan adalah jenis proses perlakuan panas yang umum diterapkan pada hampir semua produk cor, *over-heated forgings* dan produk-produk tempa yang besar dan lain sebagainya. *Normalizing* ditujukan untuk memperhalus butir, memperbaiki mampu mesin, menghilangkan tegangan sisa dan juga memperbaiki sifat mekanika baja karbon struktural dan baja-baja paduan rendah.

Normalizing terdiri dari proses pemanasan baja di atas temperatur kritik dan ditahan pada temperatur tersebut untuk jangka waktu tertentu tergantung pada jenis dan ukuran baja. Agar diperoleh temperatur *austenit* yang homogen, baja-baja *hypoeutektoid* dipanaskan 800-850 °C. Pemanasan pada temperatur *austenit* yang terlalu tinggi akan menyebabkan timbulnya butir-butir *austenit*. Demikian juga untuk waktu penahanan pada temperatur *austenit* yang terlalu lama akan mengakibatkan timbulnya butir-butir *austenit*. Setelah waktu penahanan selesai benda kerja akan didinginkan di udara. Struktur metalurgi baja *hypotektoid* yang akan dihasilkan terdiri dari *ferit* dan *perlit*.

Perlu diketahui batas-batas butir yang baru tidak ada hubungannya dengan batas-batas butir sebelum baja dinormalkan. Jika struktur sebelum diproses berupa butir yang kasar atau tidak beraturan, maka setelah penormalan akan terjadi perbaikan terhadap strukturnya diiringi disertai timbulnya perbaikan sifat mekaniknya. Dengan cara yang sama, menormalkan baja *hypereutektoid* dilakukan dengan memanaskan baja 800-850°C di atas dan menahannya pada temperatur tersebut untuk jangka waktu tertentu sehingga transformasi fasa dapat berlangsung diseluruh bagian benda kerja, dan selanjutnya didinginkan menggunakan udara.

Proses ini tidak hanya menghaluskan ukuran butir tetapi juga melarutkan jaringan karbida-karbida yang mungkin terbentuk pada saat proses pengerjaan panas atau pada saat karburasi. Pada temperatur kamar, struktur hasil penormalan akan terdiri dari butir-butir perlit yang halus dan sementit. Struktur hasil penormalan lebih cocok untuk diproses sperodisasi. Agar diperoleh mampu mesin yang baik. Sifat mekanik yang akan diperoleh setelah proses penormalan tergantung

pada laju pendinginan di udara laju pendinginana yang agak cepat akan menghasilkan kekuatan dan kekerasan yang lebih tinggi. Atas dasar hal tersebut apabila diinginkan kekuatan dan kekerasan yang lebih tinggi laju pendinginan diudara yang agak cepat dapat dicapai dengan menggunakan kipas udara. Proses penormalan umumnya diterapkan pada baja karbon dan baja paduan rendah. Kekerasan yang diperoleh dari perlakuan ini tergantung pada ukuran dan komposisi baja serta laju pendinginan. *Normalizing* tidak dapat diterapkan pada

a. jenis-jenis baja yang dapat dikeras di udara.

Mendinginkan diudara setelah proses *austenisasi* baja-baja paduan akan menghasilkan kekerasan yang lebih tinggi. Untuk itu agar tetap memiliki mampu mesin yang memadai, baja-baja tersebut dapat di-temper sekitar 600-850°C.

Dengan demikian, untuk beberapa jenis baja paduan dari pada menerapkan proses anil yang cukup lama, lebih baik menerapkan proses *normalizing* yang diikuti proses temper sehingga waktu yang diperlukan relatif lebih singkat.

Beberapa manfaat dari proses *normalizing* sebagai berikut:

1. Penormalan biasanya digunakan untuk menghilangkan struktur yang berbutir kasar yang diperoleh dari proses pengerjaan yang sebelumnya dialami oleh baja
2. Penormalan juga digunakan untuk mengeliminasi struktur yang kasar yang diperoleh dari akibat pendinginan yang lambat pada proses anil.
3. penormalan diterapkan pada baja-baja yang dikarburasi atau pada baja-baja perkakas untuk menghilangkan jaringan sementit yang kontiniu yang mengililingi perlit karena pendinginan yang lambat akan memudahkan terbentuknya jaringan sementit yang kontinyu
4. Menghaluskan ukuran *ferit* dan *perlit*.
5. Memodifikasi dan menghaluskan struktur cor *dendritik*.
6. Penormalan dapat mencegah distorsi dan memperbaiki mampu mesin pada baja-bajapaduan yang dikarburasi karena temperatur penormalan lebih tinggi daritemperatur pengarbonan. Baja-baja karbon *medium*, tinggi dan baja-baja paduanyang dinormalkan dan diikuti penemperan sehingga kekerasannya menjadirendah (200 BHN) dimaksudkan untuk memperbaiki mampu mesin.
7. Dibandingkan proses anil, penormalan memperbaiki sifat-sifat mekanik.

2.9 Pengujian kekerasan pada material baja st37

2.9.1 Pengujian kekerasan

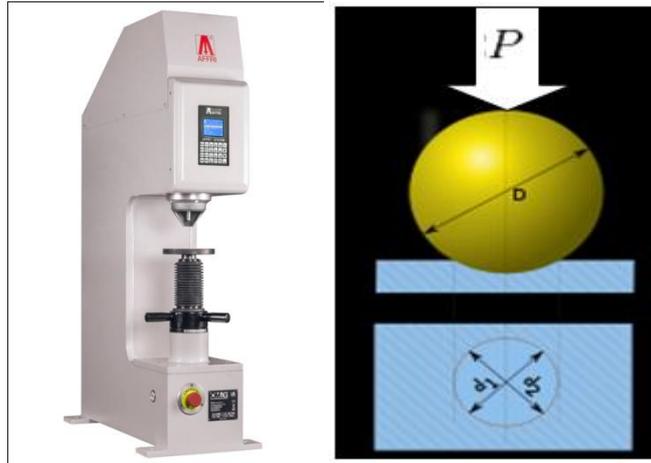
Pada umumnya, kekerasan menyatakan ketahanan terhadap deformasi dan merupakan ukuran ketahanan logam terhadap deformasi plastik atau deformasi permanen. Untuk para insinyur perancang, kekerasan sering diartikan sebagai ukuran kemudahan dan kuantitas khusus yang menunjukkan sesuatu mengenai kekuatan dan perlakuan panas dari suatu logam.

Terdapat tiga jenis ukuran kekerasan, tergantung pada cara melakukan pengujian, yaitu: (1) Kekerasan goresan (*scratch hardness*); (2) Kekerasan lekukan (*indentation hardness*); (3) Kekerasan pantulan (*rebound*). Untuk logam, hanya kekerasan lekukan yang banyak menarik perhatian dalam kaitannya dengan bidang rekayasa. Terdapat berbagai macam uji kekerasan lekukan, antara lain: Uji kekerasan Brinell, Vickers, Rockwell, Knoop, dan sebagainya.

2.9.1.1 Uji Kekerasan Brinell

Metode uji kekerasan yang diajukan oleh J.A. Brinell pada tahun 1900 ini merupakan uji kekerasan lekukan yang pertama kali banyak digunakan serta disusun pembakuannya (Dieter, 1987). Uji kekerasan ini berupa pembentukan lekukan pada permukaan logam memakai bola baja yang dikeraskan yang ditekan dengan beban tertentu.

Beban diterapkan selama waktu tertentu, biasanya 30 detik, dan diameter lekukan diukur dengan mikroskop, setelah beban tersebut dihilangkan. Permukaan yang akan dibuat lekukan harus relatif halus, rata dan bersih dari debu atau kerak



Gambar 2.4 Pengujian brinell

$$\text{BHN} = \frac{2P}{\pi D (D - \sqrt{D^2 - d^2})}$$

....persamaan (2.1)

Dimana:

BHN = BrinellHardnes

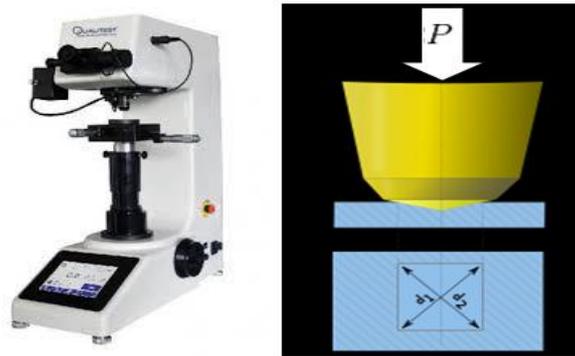
P = beban yang diberikan (kgf)

d = diameter intendor (mm)

D = diameter lekukan rata-rata hasil indentasi

2.9.1.2 Uji Kekerasan Vickers

Uji kekerasan vickers menggunakan indentor piramida intan yang pada dasarnya berbentuk bujursangkar. Besar sudut antar permukaan-permukaan piramida yang saling berhadapan adalah 136° . Nilai ini dipilih karena mendekati sebagian besar nilai perbandingan yang diinginkan antara diameter lekukan dan diameter bola penumbuk pada uji kekerasan brinell.



Gambar 2.5 Pengujian kekerasan vickers

$$VHN = \frac{2P \sin\left(\frac{\theta}{2}\right)}{d^2} = \frac{(1,854)P}{d^2} \quad \text{.....persamaan (2.2)}$$

Dengan : P = beban yang digunakan (kg)

D = panjang diagonal rata- rataa (mm)

Θ = sudut antara permukaan intan yang berhadapan = 136°

2.9.1.3 Uji Kekerasan Rockwell

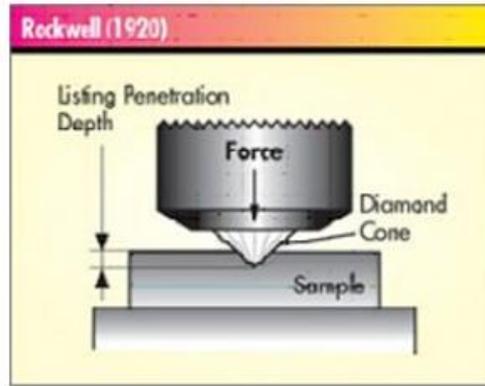
Pengujian rockwell mirip dengan pengujian brinell, yakni angka kekerasan yang diperoleh merupakan fungsi derajat indentasi. Beban dan indentor yang digunakan bervariasi tergantung pada kondisi pengujian. Berbeda dengan pengujian brinell, indentor dan beban yang digunakan lebih kecil sehingga menghasilkan indentasi yang lebih kecil dan lebih halus. Banyak digunakan di industri karena prosedurnya lebih cepat.

Indentor atau “penetrator” dapat berupa bola baja atau kerucut intan dengan ujung yang agak membulat (biasa disebut “*brale*”). Diameter bola baja umumnya $\frac{1}{16}$ inchi, tetapi terdapat juga indentor dengan diameter lebih besar, yaitu $\frac{1}{8}$, $\frac{1}{4}$, atau $\frac{1}{2}$ inchi untuk bahan-bahan yang lunak. Pengujian dilakukan dengan terlebih dahulu memberikan beban minor 10 kg, dan kemudian beban mayor diaplikasikan.

Beban mayor biasanya 60 atau 100 kg untuk indentor bola baja dan 150 kg untuk indentor *brale*. Meskipun demikian, dapat digunakan beban dan indentor sesuai kondisi pengujian.

Karena pada pengujian rockwell, angka kekerasan yang ditunjukkan merupakan kombinasi antara beban dan indentor yang dipakai, maka perlu diberikan awalan huruf pada angka kekerasan yang menunjukkan kombinasi beban dan penumbuk tertentu untuk skala beban yang digunakan.

Dial pada mesin terdiri atas warna merah dan hitam yang didesain untuk mengakomodir pengujian skala B dan C yang seringkali dipakai. Skala kekerasan B digunakan untuk pengujian dengan kekerasan medium seperti baja karbon rendah dan baja karbon medium dalam kondisi telah dianil (dilunakkan). *Range* kekerasannya dari 0–100. Bila indentor bola baja dipakai untuk menguji bahan yang kekerasannya melebihi B 100, indentor dapat terdefomasi dan berubah bentuk. Selain itu, karena bentuknya, bola baja tidak sesensitif *brale* untuk membedakan kekerasan bahan-bahan yang keras. Tetapi jika indentor bola baja dipakai untuk menguji bahan yang lebih lunak dari B 0, dapat mengakibatkan pemegang indentor mengenai benda uji, sehingga hasil pengujian tidak benar dan pemegang indentor dapat rusak.



Gambar 2.6 Pengujian kekerasan rockwell

BAB 3

METODE PENELITIAN

3.1 Tempat dan Waktu

3.1.1 Tempat

Perlakuan heat treatment dan pengujian kekerasan ini dilaksanakan dilabolatorium mekanika kekuatan material teknik mesin Universitas muhammadiyah Sumatra Utara

3.1.2 waktu

Waktu pelaksanaan heat treatment ini dimulai dari persetujuan yang diberikan pembimbing, pembuatan dapur , pengujian bahan hingga pengambilan data sampai dinyatakan selesai

Adapun kegiatan yang dilakukan pada penelitian dapat dilihat pada tabel 3.1 dibawah ini:

NO	Kegiatan	lokasi penelitian	Bulan -2018											
			maret	april	Mei	juni	Juli	agus	sept	Okt	Nov	Des		
1	studi literatur	Lab. MKM	■	■										
2	pemnyelesaian alat dan bahan	Lab. MKM			■	■								
3	pengelolaan alat dapur prmanas	Lab. MKM					■	■						
4	pembuatan spesimen	Lab. MKM							■	■				
5	pengujian											■	■	

Tabel 3.1 waktu dan tempat pelaksanaan

3.2 Alat Dan Bahan

3.2.1 alat yang digunakan antara lain :

- 1 Gas lpg
- 2 Thermocouple
- 3 Thermometer digital
- 4 Mesin gerinda potong
- 5 Ragum dan penjepit tangan
- 6 Jangka sorong
- 7 Sarung tangan
- 8 Wadah media pendingin
- 9 Alat kekerasan hardness
- 10 Tungku heattreatmen

3.2.1.1 Gas elpiji

Gas elpiji berfungsi untuk bahan bakar dapur pemanas



Gambar 3.1 Gas elpiji

3.2.1.2 Mesin *Gerinda* Potong

Mesin *gerinda* yang digunakan adalah mesin gerinda ini berfungsi sebagai alat untuk memotong besi plat yang digunakan dalam pengerjaan tungku.



Gambar 3.2 Mesin *gerinda* potong

3.2.1.3 Ragum dan Penjepit Tangan

Ragum dan penjepit tangan berfungsi sebagai alat penjepit benda kerja agar lebih memudahkan dalam proses pengerjaan lanjutan.



Gambar 3.3 Ragum dan penjepit tangan

3.2.1.4 Thermocouple *type K*

Berfungsi untuk menentukan besaran suhu yang terjadi pada dapur pemanas atau sebagai sensor suhu thermocouple jenis K ini mampu hingga temperature 1200°C



Gambar 3.4 thermocouple

3.2.1.5 Thermometer digital

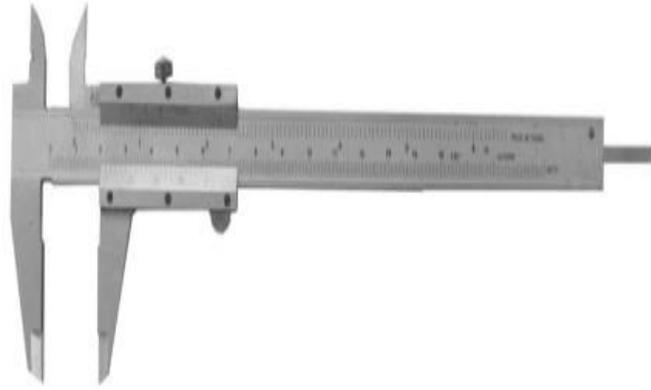
Berfungsi sebagai parameter untuk melihat suhu pada dapur pemanas



Gambar 3.5 Thermometer digital

3.2.1.6 Jangka sorong

Jangka sorong berfungsi untuk mengukur panjang, tinggi, atau dalam tarikan pada specimen



Gambar 3.6 jangka sorong

3.2.1.7 Sarung tangan

Sarung tangan berfungsi untuk melindungi tangan dari benda-benda yang tajam pada saat pemotongan besi



Gambar 3.7 Sarung tangan

3.2.1.8 Wadah media pendingin

Berfungsi untuk pendinginan specimen sesudah dipanaskan



Gambar 3.8 Wadah media pendingin

3.2.1.9 Alat kekerasan (*hardness Rockwell test*)

Berfungsi untuk menguji specimen uji kekerasan suatu benda yang dilakukan dengan menggunakan uji kekerasan *rockwell* digunakan alat yang bernama *Rockwell hardness test*

Nama alat : *Rockwell hardness test*

Merk : MULTITOYO HR-410

Indentor : kerucut intan

HRC : 1741N 150Kgf



Gambar 3.9 Alat uji kekerasan

3.2.1.10 Tungku Heattreatment

Berfungsi sebagai untuk alat untuk memanaskan specimen yang akan dipanaskan dan mampu dinggan temperature 1200°C



Gambar 3.10 Tungku Heattreatment

3.2 .2 bahan yang digunakan antara lain :

1. Baja karbon ST37

3.2.1 Baja karbon ST37

Benda uji yang digunakan untuk dipanaskan lalu didinginkan dengan media air, oli, udara bebas dan diuji kekerasan dengan menggunakan hardness Rockwell test



Gambar 3.11 Spesimen baja ST37

2 Media pendingin oli

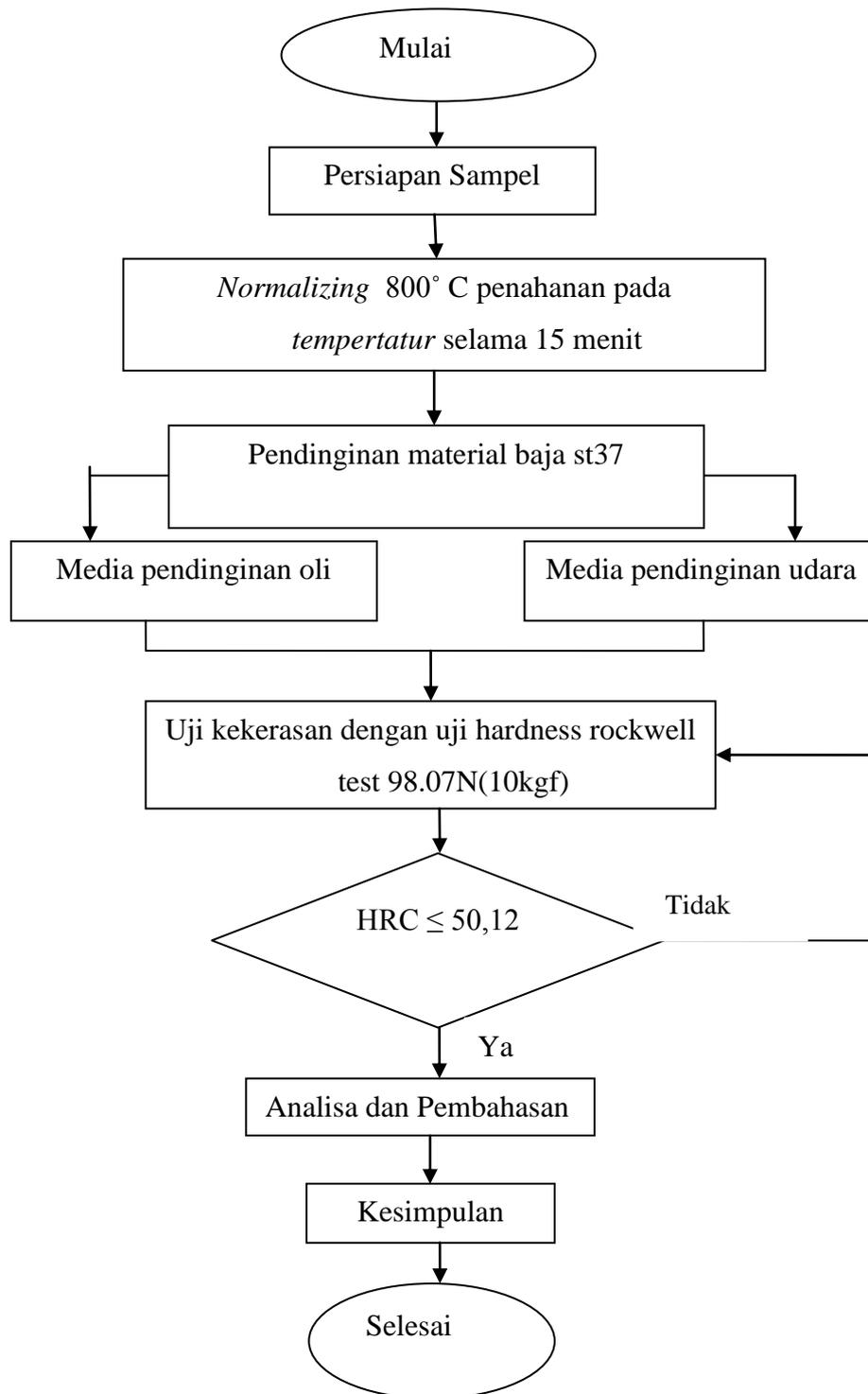
Media pendingin ini yang digunakan adalah oli meditrans dengan SAE 10w-40 dan didinginkan sampai dengan suhu normal



Gambar 3.12 Media pendingin oli

3.3 Diagram konsep Penelitian

Dibawah ini adalah bagan konsep penelitian yang diawali dari mulai hingga selesai seperti yang terlihat pada gambar 3.13 berikut ini.



Gambar 3.13 bagan konsep proses pengujian

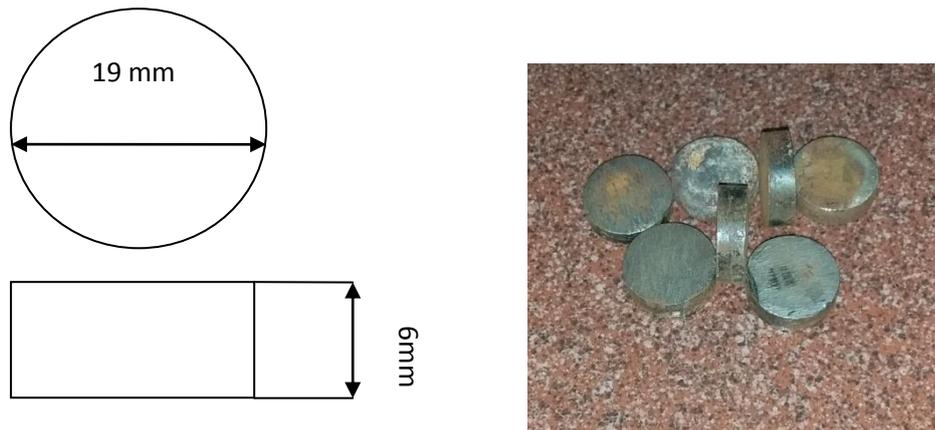
Keterangan dari bagan konsep :

- Mulai
 - Mempersiapkan alat yang digunakan
- Mempersiapkan specimen yang akan diuji
- Pengujian specimen sebelum dipanaskan
 - Melakukan pengujian kekuatan dan kekerasan pada baja st37 dan bervariasi hasil yang didapat dari pengujian tersebut
- Dipanaskan dengan temperature 800°C penahanan pada temperatur selama 15 menit
 - Melakukan pemanasan pada baja st37 sampai temperatur 800 C lalu menahan temperatur 800°C selama 15 menit
- Pendinginan dengan media oli dan udara bebas
 - Setelah melakukan pemanasan sampai temperatur 800°C baja st37 langsung didinginkan secara cepat dengan media pendingin oli dan udara bebas
- Pengujian specimen sesudah didinginkan
 - Sesudah melakukan pendinginan maka dapat melakukan pengujian kekuatan dan kekerasan pada baja st37 dan mencatat hasil yang didapat dari pengujian tersebut
- Hasil dan pengolahan data
 - Setelah melakukan pengujian kemudian dilakukan pengolahan data untuk mendapatkan nilai-nilai kekerasan (HRC)
- Kesimpulan
 - Setelah melakukan pengolahan data dari hasil pengujian maka dapat disimpulkan pengujian yang telah dilakukan
- Selesai
 - Proses pengujian baja st37 dinyatakan selesai

3.4 Pembuatan Spesimen Penelitian

Spesimen yang akan diuji, yaitu batang baja persegi panjang yang dipotong menjadi 3 buah dengan diameter 19 mm dan ketebalan 6 mm. Untuk memudahkan pengidentifikasian dan pengolahan data masing-masing spesimen

diberi tanda. Mula-mula yang dilakukan pada spesimen hasil pemotongan yaitu digerinda untuk meratakan dan menghaluskan . Untuk mendapatkan data awal spesimen dilakukan pengujian terjadap spesimen yakni meliputi pengujian kekerasan.(<http://www.plti.com/teleskopedia/test/rockwell-d785.asp>)



Gambar 3.14 gambar sketsa spesimen

Gambar sketsa pada 3.14 merupakan spesimen kekerasan Rockwell serta spesimen ini merupakan dari standart ASTM D785

Adapun tahapan pembuatan spesimen meliputi beberapa hal sebagai berikut:

- a. pemotongan spesimen sesuai dengan spesimen standar pengujian ASTM D785 yaitu dengan tebal 6 mm dan diameter 19 mm



Gamnbar 3.15 Gambar pemotongan spesimen

- a. merapikan bekas potongan pada specimen untuk dilakukan proses perlakuan panas



Gambar 3.16 Gambar specimen yang telah dipotong

3.5 Proses Pemanasan (Pengerasan)

3.5.1 Proses Pemanasan

Pada proses pemanasan untuk baja ST37 dilakukan dengan cara memasukkan specimen pada dapur pemanas



Gambar 3.17 Gambar memasukkan specimen pada tungku pemanas

Memasukkan specimen pada dapur pemanas dengan mengatur posisi specimen tepat ditengah-tengah tungku agar pada saat pemanasan dapat terpanaskan dengan sempurna, setelah specimen dimasukkan langkah berikutnya ialah memanaskan

specimen pada temperatur 800°C, dan diikuti dengan proses penahanan dengan waktu masing-masing 15 menit



Gambar 3.18 Proses Pemanasan Specimen

Setelah specimen dipanaskan ditemperatur 800°C dan ditahan selama 15 menit specimen dapat dikeluarkan



Gambar 3.19 Gambar Mengeluarkan Specimen Dari Dapur Pemanas

3.5.2 Proses Pendinginan

Setelah proses perlakuan panas dan *normalizing* dilakukan, proses selanjutnya adalah proses pendinginan dengan cara mengeluarkan spesimen dari dalam dapur pemanas kemudian baja didinginkan perlahan-lahan dengan media oli dan air, dengan cara mencelupkan baja ST37 kedalam wadah media pendingin.



Gambar 3.20 Gaambar pendinginan specimen dengan udara

Adapun oli yang digunakan untuk mendinginkan specimen adalah oli mesin dengan spesifikasi SAE 10W-40



Gambar 3.21 Gambar Pendinginan Media Oli

3.6 Proses Pengujian Spesimen

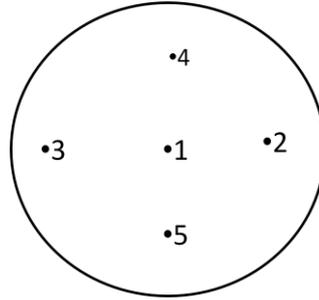
Langkah selanjutnya setelah semua proses dilakukan adalah proses pengujian untuk mendapatkan data. Pengujian yang dilakukan adalah pengujian pengujian kekerasan dengan tahapan sebagai berikut :

- a) Menyiapkan specimen yang telah didinginkan dengan media oli dan udara



Gambar 3.22 Gambar Spesimen Yang Akan Diuji

b) Setelah specimen telah disiapkan maka menentukan titik pengujian



Gambar 3.23 Gambar Sketsa Penitikan Pengujian

c) Meletakkan specimen pada mesin uji *hardness* untuk dapat melakukan pengujian



Gambar 3.24 Gambar Peletakan Spesimen Pada Mesin Uji *Hardness*

d) Setelah specimen diletakan pada anvil kemudian kita dapat menaikkan tuas pengangkat hingga specimen menyentuh indektor setelah specimen menyentuh lepas batang pengangkat dan mesin akan memulai pengujian hingga muncul dilayar nilai kekerasan pengujian yang dilakukan



Gambar 3.25 Gambar Hasil Pengujian Yang Terdapat Pada Mesin *Hardness*

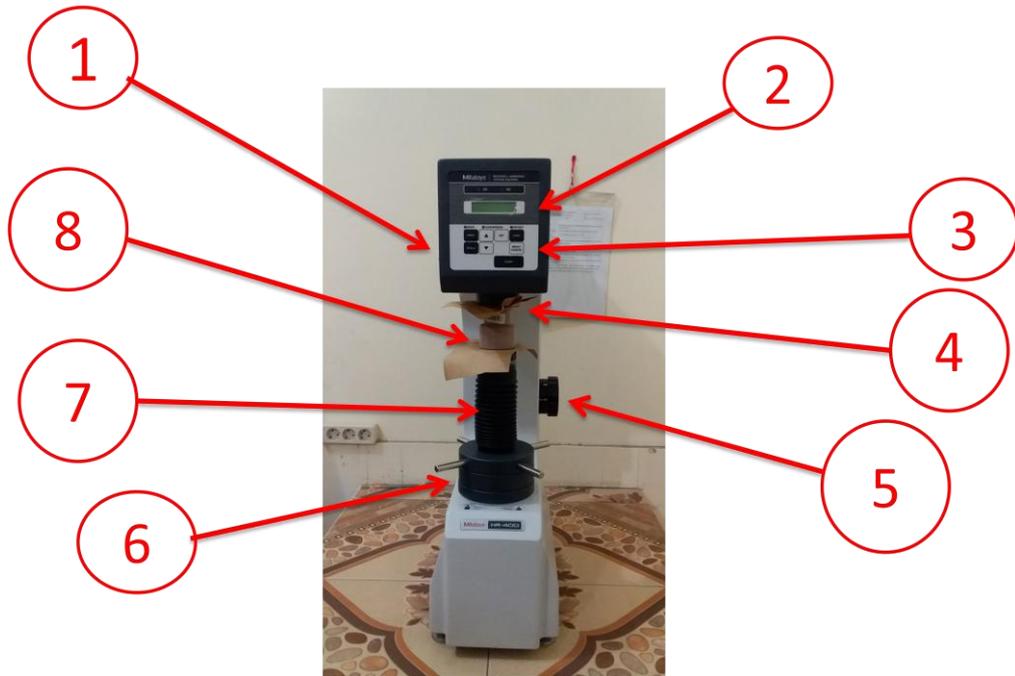
3.6.1 Pengujian Kekerasan

a. Metode *hardnes test rockwell*

Uji ini menggunakan kedalaman lekukan pada beban yang konstan sebagai ukuran kekerasan. Mula-mula diterapkan beban kecil sebesar 8 kg untuk mendapatkan benda uji. Hal ini akan memperkecil jumlah preparasi permukaan yang dibutuhkan dan juga diperkecil kecenderungan untuk terjadi permukaan keatas atau penurunan yang disebabkan oleh penumbuk. Kemudian diterapkan beban besar dan secara otomatis kedalaman lekukan akan tekanan pada gage penumbuk yang menyatakan angka kekerasan penunjuk tersebut terdiri atas 0,00008 inci.

Petunjuk kebalikannya sedemikian hingga kekerasan yang tinggi yang berkaitan dengan penembusan yang kecil menghasilkan penunjukkan angka kekerasan yang tinggi. Hal ini sesuai dengan angka kekerasan lain yang dijelaskan sebelumnya. Tetapi tidak seperti penentuan kekerasan cara *brinell* dan *vickers* yang mempunyai satuan (kg/mm), angka kekerasan *rockwell* semata-mata tergantung pada kita

3.6.2 Set Up Mesin *Hardness Rockwell*



Gambar 3.27 Gambar set up mesin hardness Rockwell

Keterangan gambar diatas :

1. Tombol power mesin *hardness Rockwell*



Tombol power berfungsi untuk menghidupkan mesin uji Rockwell

2. Layar manometer



layar berfungsi untuk melihat hasil pengujian dan untuk menyetel skala-skala yang akan digunakan pada saat pengujian

2. Tombol instrument



Tombol instrument berfungsi untuk menyetel skala-skala yang akan digunakan pada saat pengujian serta untuk memulai pengujian

4. Indektor



Indektor berfungsi untuk menguji material yang akan diuji

5. Pengatur beban pada saat pengujian



Pengatur beban Berfungsi untuk mengatur beban yang akan digunakan pada saat pengujian

6. Roda tangan



Roda tangan berfungsi sebagai pengendali untuk menaikkan dan menurunkan anvil

7. Batang ulir pengangkat



Batang ulir pengangkat berfungsi untuk mengangkat dudukan benda kerja keatas dan kebawah

8. Anvil (landasan benda kerja)



Anvil berfungsi sebagai dudukan (landasan benda kerja) yang akan diuji

3.6.3 Langkah-langkah pengujian kekerasan *hardnes test rockwell*

- Mempersiapkan peralatan dan bahan yang akan dilakukan pengujian hardness.
- Membagi benda kerja menjadi 3 titik pada setiap specimen dimulai dari tengah benda kerja sampai ke ujung benda kerja.
- Menghidupkan alat uji hardness.
- Menyetel benda kerja tepat ditengah titik yang pertama dari specimen dengan alat uji hardness.
- Mengunci benda kerja,dan menekan tuas pada alat uji hardness selama 5 detik,kemudian dilepaskan sehingga terlihat nilai HRCnya.
- Mencatat nilai HRC dan melepaskan benda kerja,dan menjepit benda kerja ditengah titik selanjutnya,kemudian mereset nilai HRC pada monitor hardness test menjadi 0 dan mengembalikan ke HRC.
- Setelah titik 2 selesai,melakukan hal yang sama pada titik 3 dan specimen lainnya.
- Setelah selesai matikan alat uji harness dan membersihkan peralatan dan ruang sekitarnya.
- Menganalisa data hasil percobaan uji kekerasan hardnes test Rockwell

BAB 4

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Pengujian *Hardness*

Pengujian ini dilakukan dilaboratorium meknikal kekuatan material fakultas teknik mesin Universitas Muhammadiyah Sumatra Utara. menggunakan baja ST37 setelah mengalami perlakuan panas *normalizing*

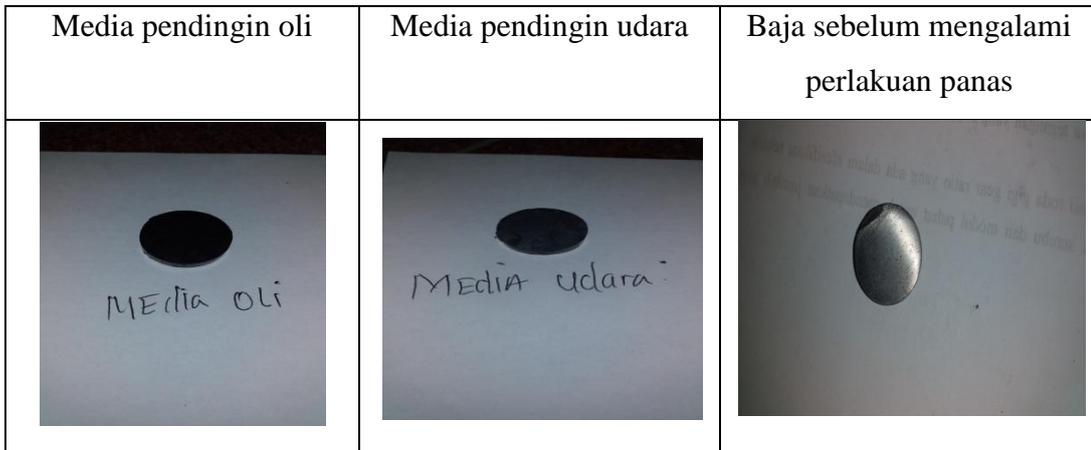
4.1.1 Spesimen baja ST37 sebelum dilakukan perlakuan panas

Berikut ini adalah gambar specimen yang digunakan untuk pengujian *hardness* sebanyak 3 spesimen dengan ketebalan 6mm dan diameter 19mm. 1 spesimen tanpa perlakuan panas dan 2 speismen dilakukan perlakuan panas dan dengan media pendingin yang berdeda yaitu dengan media pendingin oli dan udara.



Gambar 4.1 Baja Sebelum Dilakukan Perlakuan Panas

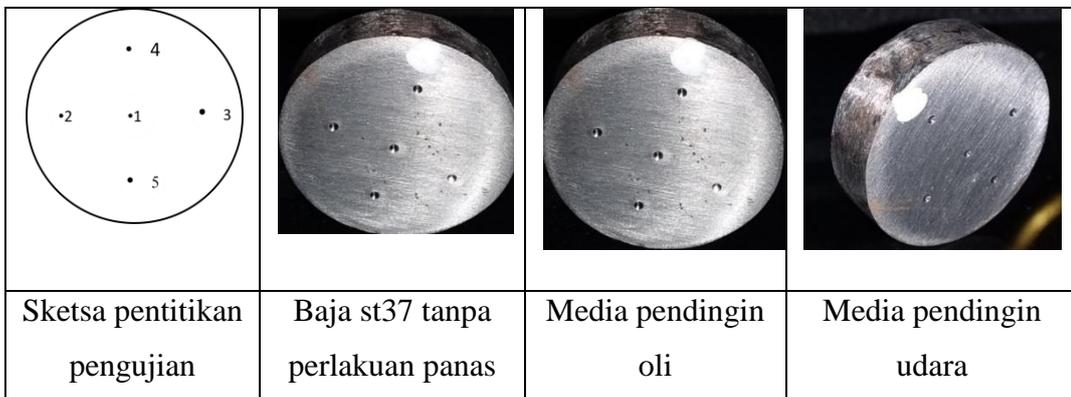
4.1.2 Spesimen baja ST37 Setelah Mengalami Perlakuan Panas



Gambar 4.2 Spesimen Baja ST37 Setelah Perlakuan Panas

Setelah perlakuan panas dilakukan dengan temperatur 800°C ditahan pemanasan selama 15 menit kemudian didinginkan secara cepat menggunakan media pendingin oli dan udara hingga suhu specimen mencapai suhu kamar .

4.1.3 Pengujian Kekerasan *Rockwell*



Gambar 4.3 Hasil Pengujian Hardness

Untuk mengambil data pada pengujian hardness perlu melakukan pengujian 3 kali disetiap specimen agar mendapat data yang akurat dan valid. Pada pengujian ini dilakukan 5 pengujian disetiap specimen dengan titik pengujian berbeda. Jarak antara pengujian pertama dengan pengujian berikutnya minimal 4 kali dari diameter hasil pengujian.

4.2 Hasil Pengujian Kekerasan *hardness Rockwell*

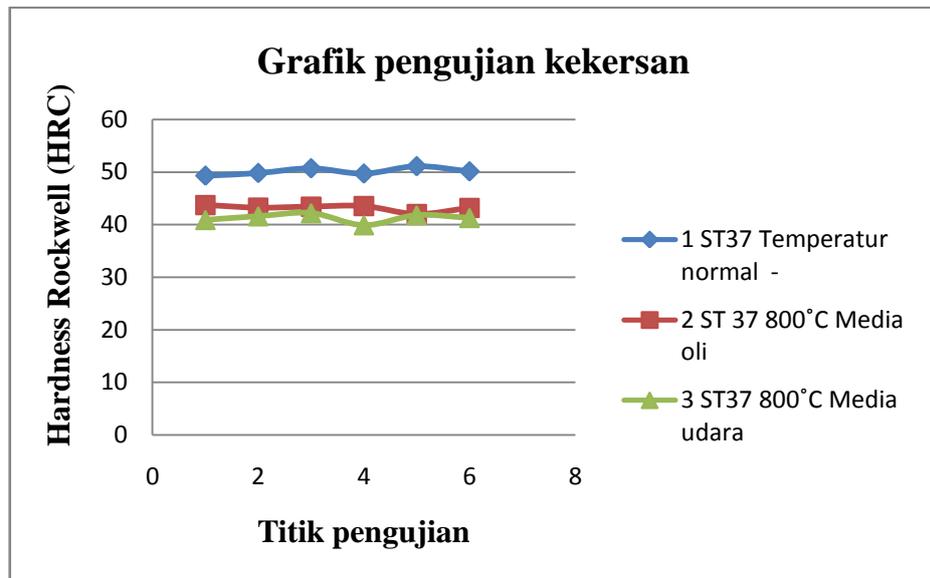
Tabel 4.1 Data hasil pengujian *hardness* perlakuan panas *normalizing*.

No	Bahan	Temperatur pemanasan	Media pendingin	Titik 1	Uji <i>Hardness Rockwel</i>					Rata-rata
					Titik 2	Titik 3	Titik 4	Titik 5		
1	ST37	normal	-	49.3	49.8	50.7	49.7	51.1	50.12	
2	ST 37	800°C	Media oli	43.7	43.2	43.4	43.5	42	43.16	
3	ST37	800°C	Media udara	40.9	41.6	42.2	39.9	41.8	41.28	

Tabel diatas merupakan nilai hasil dari pengujian kekerasan yang telah dilakukan pengujian menggunakan alat uji *hardness Rockwell*. Pengujian *Rockwell* ini menggunakan mata indektor intan dengan total pengujian hingga 60 kgf atau 588,4N. metode pengujian yang terdapat pada mesin uji ini ialah dalam sekali penumbukan atau pembebanan pengujian terdapat 3 kali proses penekanan (penumbukan) masing-masing setiap penumbukan dengan waktu 3 detik

4.2.1 diagram hasil pengujian *hardness Rockwell*

Pada diagram ini diambil data pada tabel 4.1. hasil dari pengujian kekerasan *rockwell* dengan menggunakan indektor intan



Gambar 4.4 Grafik Hasil Pengujian Kekerasan Hardness

Grafik diatas menjelaskan bahwa nilai dari pengujian kekerasan benda uji dengan media oli dengan kekerasam HRC 43,16 lebih besar dibandingkan dengan media pendingin udara yaitu HRC 41,28 dikarenakan laju dari pendinginan oli lebih cepat dibandingkan dengan laju pendinginan uadar bebas. Sehingga struktur yang terbentuk pada benda uji dengan media pendingin oli lebih rapat dan merata dibandingkan dengan media udara bebas.

BAB 5

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Hasil kesimpulan yang didapat pada penelitian ini adalah proses pembuatan specimen uji kekerasan dengan material baja ST37 berdiameter 19 mm dan tebal 6 mm dengan standart ASTM D785 yang kemudian diberi perlakuan panas *normalizing* hingga temperature 800°C dan ditahan selama 15 menit dan specimen tersebut kemudian didinginkan dengan media pendingin oli dan udara.

1. temperature pemanasan dapat mempengaruhi nilai kekerasan dan struktur pada material yang akan diuji
2. hasil pengujian kekerasan Rockwell menghasilkan angka kekerasan yaitu :
 - Nilai hasil pengujian specimen dengan menggunakan media pendingin udara HRC = 42,28
 - Nilai hasil pengujian specimen dengan menggunakan media pendingin oli HRC = 43,16
 - Nilai hasil pengujian specimen tanpa perlakuan panas yaitu HRC = 50,12
3. Hasil pengujian ini dapat menyimpulkan bahwa nilai kekerasan pada baja ST37 sebelum diperlakukan panas nilai kekerasannya menurun dikarenakan temperature pemanasan dan media pendingin sangat berpengaruh terhadap nilai kekerasan. Dikarenakan laju pendinginannya berbeda-beda sehingga struktur yang terbentuk pada baja tersebut berpengaruh terhadap nilai kekerasan.

5.2 Saran

Saran yang dapat diberikan sehubungan dengan analisa uji kekerasan pada material baja ST37 setelah mengalami perlakuan panas *normalizing* adalah sebagai berikut :

- Perlu dilakukan penelitian lanjutan dengan variasi waktu dan temperature yang berbeda-bea serta media pendingin yang lebih baik lagi
- Selalu berhati-hati dalam proses pengerjaan dikarenakan proses pemanasan menggunakan gas elfigi dengan temperature yang tinggi

DAFTAR PUSTAKA

- Adityo Ristyanto, gunawan dwi hayadi, yusuf umardi, 2014. Pengaruh proses normalizing terhadap nilai kekerasan dan struktur mikro pada sambungan thermomite similar baja UIC-54 ,jurnal teknik mesin (2) : 6-7.
- Bayu Adie Septianto dan Yudi setiyorini, 2013. Pengaruh media pendingin pada heat treatment terhadap struktur mikro dan sifat mekanik friction wedge AISI1340 , jurnal teknik mekanik dan metarlugi (2)
- Asep Ruchidayat,helanianto, 2015, pengaruh pendinginan oli dan air pada heattreatment sambungan las model SMAN terhadap kekuatan logam yang dihasilkan ,jurnal perawatan dan perbaikan mesin (8)
- Erlina Nuraini,martoyo,sigit, 1996 , pengaruh suhu dan media pendingin terhadap perubahan kekerasan struktur mikro pada perlakuan panas ALM62 ,jurnal prosidang dan presentase ilmiah (3)
- Rida sulistio, 2007. Pengaruh proses normalizing terhadap sifat mekanis baja S.34c. jurnal mechanical engineering (2) : 2-3
- Wahyudi, 2006. Pengaruh struktur baja terhadap proses heattreatment dengan baja ST40, jurnal mechanical engineering (3) : 15-19
- <https://gregoriusagung.wordpress.com/2009/01/30/heattreatmentnormalizing-quenching>
- Woro sekar, Fx kristianta, Sumarji, 2014. Pengaruh repeated normalizing pada side frame berbahan baja AAR MO01GRADE B+ terhadap perubahan sifat mekanik dan struktur mikro , jurnal teknik mesin (1)
- <https://katalogueloe.blogspot.com/2013/03/pengujian-kekerasan-brinell-vikershtml>
- <http://www.ptli.com/testlopedia/test/rockwel-d785.asp>
- www.alatuji.com/article/detail/3/what-is-hardness-test-uji-kekerasan

LAMPIRAN

LEMBARAN DATA SHEET

Percobaan : *Hardness Test/ Kekerasan Rockwell*

Nama : Kiki Ramadhani

Hari/tanggal : 19 - Desember - 2018

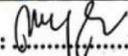
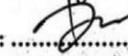
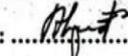
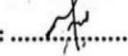
Bahan spesimen	Pengukuran No.	HRC	keterangan
ST37 Tanpa perlakuan panas	1. Titik 1 2. Titik 2 3. Titik 3 4. Titik 4 5. Titik 5	1. 49,3 2. 49,8 3. 50,7 4. 49,7 5. 51,1	
ST37 Perlakuan panas didinginkan dengan oli	1. Titik 1 2. Titik 2 3. Titik 3 4. Titik 4 5. Titik 5	1. 43,7 2. 43,2 3. 43,4 4. 43,5 5. 42	
ST37 Perlakuan panas didinginkan dengan udara	1. Titik 1 2. Titik 2 3. Titik 3 4. Titik 4 5. Titik 5	1. 40,9 2. 41,6 3. 42,2 4. 39,9 5. 41,8	

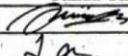
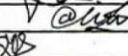
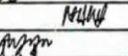
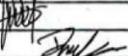
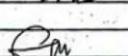
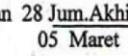
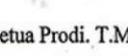
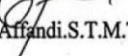
Medan 2018

Asisten Pelaksana
Laboratorium
FAKULTAS TEKNIK
LABORATORIUM MEKANIKA KEKUATAN MATERIAL
PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SURABAYA
Arya Rudi Nasution S.T

**DAFTAR HADIR SEMINAR
TUGAS AKHIR TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK – UMSU
TAHUN AKADEMIK 2018 – 2019**

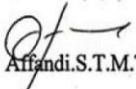
Peserta Seminar
 Nama : Kiki Ramadhani
 NPM : 1307230194
 Judul Tugas Akhir : Analisa Uji Kekerasan Pada Material Baja ST 37 Setelah Mengalami Perlakuan Panas Normalizing.

DAFTAR HADIR	TANDA TANGAN
Pembimbing – I : M.Yani.S.T.M.T	: 
Pembimbing – II : Bekti Suroso.S.T.M.Eng	: 
Pembanding – I : Ahmad Marabdi.Srg.S.T.M.T	: 
Pembanding – II : H.Muharnif.S.T.M.Sc	: 

No	NPM	Nama Mahasiswa	Tanda Tangan
1	1407230290	BAYU SEPTIAN	
2	1407230001	Muhammad Fomada	
3	1407230296	ALI MAWARIR	
4	1407230002	YUDI SYAHPUTRA	
5	1407230010	MITRA DARMA	
6	1407230115	YUDI ANGGARA	
7	1307230194	Kiki Ramadhani	
8	1307230183	Dicky Zulfandy	
9	1307230258	HANIL FAKHRIN	
10	1307230034	Salman Hafidhan	

Medan 28 Jum.Akhir 1440 H
 05 Maret 2019 M

Ketua Prodi. T.Mesin


 Affandi.S.T.M.T

**DAFTAR EVALUASI SEMINAR FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA**

NAMA : Kiki Ramadhani
NPM : 1307230194
Judul T. Akhir : Analisa Uji Kekerasan Pada Material baja ST.37 Setelah Mengalami Perlakuan Panas Normalizing.

Dosen Pembimbing - I : M.Yani.S.T.M.T
Dosen Pembimbing - II : Bekti Suroso.S.T.M.T
Dosen Pembanding - I : Ahmad marabdi.Srg.S.T.M.T
Dosen Pembanding - II : H.Muharnif.S.T.M.Sc

KEPUTUSAN

1. Baik dapat diterima ke sidang sarjana (collogium)
2. Dapat mengikuti sidang sarjana (collogium) setelah selesai melaksanakan perbaikan antara lain :
 - Formas tulisan dan setiap proses/metode dan foto nya
 - tulis catatan pada T.A. yg. tertera di Mesasa.
3. Harus mengikuti seminar kembali

Perbaikan :

.....

.....

.....

Medan 28 Jum. Akhir 1440H
05 Maret 2019 M

Diketahui :
Ketua Prodi. T.Mesin


Affandi.S.T.M.T

Dosen Pembanding- I


Ahmad Marabdi Siregar .S.T.M.T

**DAFTAR EVALUASI SEMINAR FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA**

NAMA : Kiki Ramadhani
NPM : 1307230194
Judul T.Akhir : Analisa Uji Kekerasan Pada Material baja ST.37 Setelah Mengalami Perlakuan Panas Normalizing.

Dosen Pembimbing – I : M.Yani.S.T.M.T
Dosen Pembimbing – II : Bekti Suroso.S.T.M.T
Dosen Pembanding - I : Ahmad marabdi.Srg.S.T.M.T
Dosen Pembanding - II : H.Muharnif.S.T.M.Sc

KEPUTUSAN

1. Baik dapat diterima ke sidang sarjana (collogium)
3 Dapat mengikuti sidang sarjana (collogium) setelah selesai melaksanakan perbaikan antara lain :

Lihat buku percamp
.....
.....

3. Harus mengikuti seminar kembali
Perbaikan :

.....
.....
.....

Medan 28 Jum.Akhir 1440H
05 Maret 2019 M

Diketahui :
Ketua Prodi. T.Mesin


Affandi.S.T.M.T

Dosen Pembanding- II


H.Muharnif.S.T.M.Sc



MAJELIS PENDIDIKAN TINGGI MUHAMMADIYAH
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA
FAKULTAS TEKNIK
PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN

Ruang Administrasi: Jalan Kapten Mukhtar Basri No.3 Telp. (061) 6611233 – 6624567 –
6622400 – 6610450 – 6619056 Fax. (061) 6625474 Medan 20238
Website : <http://www.umsu.ac.id>

Bila menandatangani surat ini agar disebutkan
Nama dan tanggalnya

DAFTAR HADIR ASISTENSI

TUGAS SARJANA

NAMA : Kiki Ramadhani

PEMBIMBING I : Muhammad yani, S.T, M.T

NPM : 1307230194

PEMBIMBING II : Bakti Suroso, S.T, M.Eng

NO	Hari / Tanggal	Uraian	Paraf
1.	22-03-2018	Pembahasan spesifikasi tugas.	My.
2.	2 April 2018	Perbaikan latar belakang rumusan & tujuan penelitian	My.
3.	11-08-2018	Perbaikan bab III	My.
4.	Senin 7-1-2019	Perbaiki bab IV.	My.
5.	Sabtu 19-1-2019.	lanjut ke pembimbing II	My.
7.	21-1-2019	Perbaiki kesimpulan & saran.	My
8.	25-1-2019	Perbaiki / periksa kata pada masalah tugas akhir	My
9.	25-01-2019	Perbaiki Abstrak.	My
10.	01-02-2019	Perbaiki daftar isi dan referensi	My
11.	Jumat 08-02-19	Acc seminar	My

DAFTAR RIWAYAT HIDUP



A. DATA PRIBADI

1. Nama : KIKI RAMADHANI
2. JenisKelamin : Laki-Laki
3. Tempat, TanggalLahir : Rahuning, 13 Februari 1995
4. Kewarganegaraan : Indonesia
5. Status : BelumMenikah
6. Agama : Islam
7. Alamat : Jl. Sempurna Gg. Melati 14
8. No. Hp : 085362125188
9. Email : Ramadhanikiki13@gmail.com
- 10 Orang tua
 - Ayah : Jasman
 - Ibu : Sumarni subur

B. RIWAYAT PENDIDIKAN

NO	PENDIDIKAN FORMAL	TAHUN
1	SDN 010122 PULAU RAKYAT	2006 – 2007
2	SMP NEGRI 3 PULAU RAKYAT	2007 – 2010
3	SMK SWASTA TELADAN MEDAN	2010 – 2013
4	TEKNIK MESIN UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATRA UTARA	2013 - 2019