

TUGAS SARJANA
KONSTRUKSI DAN MANUFAKTUR
PENGARUH *NORMALIZING* BAJA *CARBON* S45C/1045
TERHADAP KEKUATAN *IMPACT* DAN UJI TARIK

Diajukan Sebagai Syarat Untuk Memperoleh gelar sarjana Teknik (ST)

Program Studi Teknik Mesin Pada Fakultas Teknik

Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara

Disusun Oleh :

NAMA : OKI RIDHA PRATAMA

NPM : 1007230074



PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA
MEDAN
2017

ABSTRAK

Penggunaan baja pada *normalizing* dilakukan untuk mengetahui kekuatan tegangan yg terjadi dimana proses *normalizing* dilakukan dengan waktu yang bervariasi didalam tungku. Proses ini dilakukan pada *temperature austenite* sekitar (850°C) dengan penahanan waktu setiap spesimen 30 menit, 45 menit, dan 60 menit. Hasil pengujian memperlihatkan bahwa nilai kekuatan tarik spesimen yang tanpa di *normalizing* memiliki tegangan sebesar $33,71 \text{ kgf/mm}^2$, regangan $0,07$, dan modulus elastisitas $481,57 \text{ kgf/mm}^2$. Penahanan 30 menit memiliki tegangan sebesar $21,57 \text{ kgf/mm}^2$, regangan $0,29$, modulus elastisitas $74,37 \text{ kgf/mm}^2$. Penahanan 45 menit memiliki tegangan sebesar $21,80 \text{ kgf/mm}^2$, regangan $0,23$, modulus elastisitas $94,78 \text{ kgf/mm}^2$. Penahanan 60 menit memiliki tegangan sebesar $22,04 \text{ kgf/mm}^2$, regangan $0,16$, modulus elastisitas $137,75 \text{ kgf/mm}^2$. Untuk pengujian *impact* tanpa di *normalizing* memiliki kekuatan sebesar $0,13 \text{ joule/mm}^2$, dengan penahanan waktu 30 menit sebesar $0,13 \text{ joule/mm}^2$, penahanan waktu 45 menit sebesar $0,14 \text{ joule/mm}^2$, penahanan waktu 60 menit sebesar $0,2 \text{ joule/mm}^2$. *Spesiment* uji tarik yang tidak diberikan perlakuan panas memiliki kekuatan yang kecil atau bisa di bilang mudah terjadi patahan, sedangkan *spesiment* yang mendapatkan perlakuan panas dengan proses pendinginan dengan media udara, *spesiment* yang mendapatkan penahanan yang lebih lama, *spesiment* memiliki kekuatan yang lebih besar, tetapi elastisitas yang rendah.

Kata kunci : proses *normalizing* baja carbon, dengan kekuatan tarik dan *impact*

KATA PENGANTAR



Assalamualaikum Warahmatullahi Wabarakatuh.

Puji dan syukur penulis panjatkan atas kehadiran Allah SWT, karena berkat rahmat dan hidayah-Nya penulis dapat menyelesaikan Tugas Sarjana ini dengan lancar. Tugas Sarjana ini merupakan tugas akhir bagi mahasiswa Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara dalam menyelesaikan studinya.

Untuk memenuhi syarat tersebut penulis dengan bimbingan daripada dosen pembimbing merencanakan sebuah **“PENGARUH *NORMALIZING* BAJA CARBON S45C/1045 TERHADAP KEKUATAN *IMPACT* DAN UJI TARIK”**

Dalam menyelesaikan tugas ini penulis banyak mengalami hambatan dan rintangan yang disebabkan minimnya pengetahuan dan pengalaman penulis, namun berkat petunjuk Allah SWT yang terus – menerus hadir dan atas kerja keras penulis, dan atas banyaknya bimbingan dari pada dosen pembimbing, serta bantuan moril maupun materil dari berbagai pihak akhirnya penulis dapat menyelesaikan tugas sarjana ini.

Untuk itu penulis pada kesempatan ini menyampaikan ucapan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada :

1. Kedua orang tua, Ayahanda Bapak H.Fahrul Rizal.Ir dan Ibunda Hj.Hildani.SE yang telah membesarkan, mengasuh, mendidik, serta memberikan semangat dan do’a yang tulus, ikhlas, dengan penuh kasih sayang sehingga penulis dapat menyelesaikan studi di Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara
2. Bapak Rahmatullah. S.T.,M.Sc, selaku Dosen Pembimbing I
3. Bapak KhairulUmurani.S.T.,M.T selaku Dosen Pembimbing II
4. Bapak Rahmatullah. S.T.,M.Sc, selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara
5. Bapak Munawar Alfansury Siregar.ST.,MT, selaku Wakil Dekan I Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara
6. Bapak KhairulUmurani.S.T.,M.T, selaku Wakil Dekan III Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
7. Bapak Affandi,S.T, selaku Ketua Prodi Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.

8. Bapak Chandra A Siregar,S.T, selaku Sekretaris Prodi Teknik Mesin FakultasTeknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara
9. Seluruh Dosen di Program Studi Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara yang telah memberikan bimbingan dan ilmu pengetahuan selama di bangku kuliah.
10. Keluarga besarku yang tercinta, kedua orang tua, adik, yang telah memberikan dukungan dan do'a baik secara moril maupun materil kepada penulis.
11. Seluruh teman-teman seperjuangan yang telah banyak membantudalampenulisantugas sarjana ini.
12. Terutama untuk Dicky Aprianda, Irfan Alvano,Hadi,Habib,viki,ivan putra dan lina terima kasih telah mensupport saya selama ini.

Penulis menyadari bahwa tugas ini masih jauh dari sempurna dan tidak luput dari kekurangan, karena itu dengan senang hati dan penuh lapang dada penulis menerima segala bentuk kritik dan saran dari pembaca yang sifatnya membangun demi kesempurnaan penulisan tugas sarjana ini.

Akhir kata penulis mengharapkan semoga tugas sarjana ini dapat bermanfaat bagi kita semua dan semoga Allah SWT selalu merendahkan hati atas segala pengetahuan yang kita miliki. Amin Ya Rabbal Alamin.

Wassalamualaikum Warahmatullahi Wabarakatuh.

Medan, Oktober2017

Penulis

OKI RIDHA PRATAMA

1007230074

DAFTAR ISI

	Halaman
LEMBAR PENGESAHAN	
LEMBAR SPESIFIKASI	
LEMBAR ASISTENSI	
ABSTRAK	i
KATA PENGANTAR	ii
DAFTAR ISI	iv
DAFTAR GAMBAR	vi
DAFTAR NOTASI	viii
BAB I PENDAHULUAN 1	
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Rumusan Masalah	1
1.3. Batasan Masalah	2
1.4. Tujuan Penelitian	2
1.4.1. Tujuan Umum	2
1.4.2. Tujuan Khusus	2
1.5. Manfaat Penelitian	3
1.6. Sistematika Penulisan	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA5	
2.1. Klasifikasi Baja Lunak/Mild Steel S45C/1045	5
2.2. Kandungan Atom Atau Unsur Kandungannya	5
2.3. Struktur Mikro Baja Karbon S45C/1045	6
2.4. Devinisi Heat Treatment	8
2.5. Normalizing	10
2.6. Uji Sifat Mekanik Bahan Baja Karbon	11
2.7. Uji Impact	12
2.8. Metode Ijod	13
2.9. Pengertian Uji Tarik	14
2.10. Rumus Kekuatan Tarik	16
2.11. Persamaan Uji Impact Dan Tarik	19
2.11.1 Uji Impact	19
2.11.2. Uji Tarik20	
BAB III METODE PENELITIAN21	
3.1. Tempat dan Waktu Penelitian	21
3.1.1 Tempat Penelitian	21
3.1.2 Waktu Penelitian	21
3.2. Bahan Baja Carbon S45c Dan Alat Uji Heat Treatment	22

- 3.3. Diagram Alir Pengujian24
- 3.4. Prosedur pengujian25
- 3.5. Proses *Normalizing*26
- 3.6. Langkah Kerja Proses *Normalizing*26
- 3.7. Cara-cara *Normalizing* adalah sebagai berikut29

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN 32

- 4.1. Hasil Pengujian Tensile 32
- 4.1.1. Grafik baja tanpa di *Normalizing* 35
- 4.1.2. Grafik baja dengan penahanan waktu 30 menit 36
- 4.1.3. Grafik baja dengan penahanan waktu 45 menit 36
- 4.1.4. Grafik baja dengan penahanan waktu 60 menit 37
- 4.2. Hasil pengujian impact 38
- 4.3. Rumus yang di gunakan dalam uji impact 39

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN 43

- 5.1. Kesimpulan 43
- 5.2. Saran 43

DAFTAR PUSTAKA

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 3.1. Tempat dan Waktu Penelitian	21
Tabel 4.1.1. Grafik Baja Tanpa Di Normalizing	35
Tabel 4.1.2. Grafik Baja Dengan Penahanan Waktu 30 Menit	36
Tabel 4.1.3. Grafik Baja Dengan Penahanan Waktu 45 Menit	36
Tabel 4.1.4. Grafik Baja Dengan Penahanan Waktu 60 Menit	37
Tabel 4.2. Hasil Pengujian Impact	38

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 2.1 Struktur Mikro Baja Carbon Ultra Rendah	8
Gambar 2.2 Struktur Mikro Baja Carbon Rendah	8
Gambar 2.3 Grafik Heat Treatment	9
Gambar 2.4 Diagram Normalizing	11
Gambar 2.5 Diagram Uji Impact	13
Gambar 2.6 Metode Ijod	14
Gambar 2.7 Alat Uji Tarik	15
Gambar 2.8 Diagram Uji Tarik	17
Gambar 2.9 Kurva Tegangan	19
Gambar 3.1 Baja Carbon	22
Gambar 3.2 Alat Impact Test	22
Gambar 3.3 Alat Tensile Test	23
Gambar 3.4 Spesimen Tarik Dan Impact	25
Gambar 3.5 Spesimen di dalam tungku dan penyetingannya	27
Gambar 3.6 Temperatur awal tungku	27
Gambar 3.7 Temperatur yang di inginkan	28
Gambar 3.8 Pengangkatan spesimen	28
Gambar 3.9 Pendinginan dengan media udara	29
Gambar 4.1 Grafik Uji Tarik Baja	35
Gambar 4.2 Grafik Uji Tarik Baja (penahanan waktu 30 menit)	36
Gambar 4.3 Grafik Uji Tarik Baja (penahanan waktu 45 menit)	36
Gambar 4.4 Grafik Uji Tarik Baja (penahanan waktu 60 menit)	37

DAFTAR NOTASI

Simbol	Besaran	Satuan
A	Luas penampang	N
E	Energi yang diserap	<i>Joule</i>
L	Lebar rata-rata benda	m
W	Berat pendulum	$Kg.m/det$
F	Gaya (beban)	Kg
$Cos \alpha t$	Posisi akhir permukaan	$^{\circ}$
$Cos \alpha 0$	Posisi awal permukaan	$^{\circ}$
σ	Tegangan	Kg/mm^2
ε	Regangan	
$\Delta \chi$	Pertambahan Panjang	mm
χ	Panjang mula-mula	mm
a	Tinggi Takik	mm
b	Lebar benda uji	mm
ℓ	Panjang lengan bandul	m
α	Sudut awal lengan bandul	$(^{\circ})$
B	Sudut Akhir Lengan bandul	$(^{\circ})$
I_s	Kekuatan Impact	$Joule/mm^2$

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Segala kebutuhan manusia tidak lepas dari unsur Logam. Sehingga logam mempunyai peran aktif dalam kehidupan manusia dan menunjukkan teknologi di jaman sekarang. Oleh karena itu timbul usaha-usaha manusia untuk memperbaiki sifat-sifat dari logam tersebut. yaitu dengan merubah sifat mekanis dan sifat fisiknya.

Adapun sifat mekanis dari logam antara lain: kekerasan, keuletan, kelelahan dan lain-lain. Sedangkan dari sifat fisiknya yaitu dimensi, konduktivitas listrik, struktur mikro, idensitas, dan lain-lain. Karena banyak nya permintaan yang bermacam-macam maka di adakan pemilihan bahan.

Dalam merubah sifat mekanis dari logam proses *Heat Treatment*, biasa di gunakan karena pada proses ini logam menjadi tahan haus, kemampuan memotong meningkat serta memudahkan dalam proses permesinan.

Baja carbon merupakan salah satu material yang sering digunakan dalam dunia industri moderen maupun kehidupan sehari-hari karena memiliki keunggulan maupun bentuk yang baik.

Dengan proses uji tarik dan *impact* peneliti dan pembaca lebih memahami karakteristik logam dan pengaruh setelah dilakukan proses *Heat Treatment Normalizing* .

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang di atas diketahui bahwa permasalahan yang di alami adalah mencari nilai kekerasan sesuai dengan data standart kelayakan kekerasan dan struktur mikro yang diperoleh setelah *heat treatment* pada baja *carbon* S45C/1045 dengan variasi media *Normalizing*,selanjutnya membandingkan data yang diperoleh.Rumusan masalah yang di teliti sebagai berikut :

1. Bagaimana proses *Normalizing* baja *carbon*.
2. Bagaimana proses *heat treatment* pada baja *carbon*.
3. Bagaimana metode pengujian material baja *carbon* meliputi uji kekuatan tarik dan *impact*.

1.3 Batasan Masalah

Dalam penelitian ini penulis mengetahui bagaimana pengaruh Baja Carbon sebelum atau sesudah dilakukan proses *Heat Treatment Normalizing* dengan pengujian tarik dan *impact*. Sehingga penulis akan membahas “**Pengaruh *Heat Treatment Normalizing* Baja Carbon S45C/1045 Terhadap Kekuatan tarik dan *impact*”**”.

1.4 Tujuan Penelitian

1.4.1 Tujuan Umum

Untuk mengetahui bagaimana pengaruh *Heat Treatment Normalizing* pada Baja Carbon S45C/1045 terhadap kekuatan *tarik* dan *impact*.

1.4.2 Tujuan Khusus

1. Untuk mengetahui nilai kekuatan tarik dari Baja Carbon S45C/1045 sebelum dan sesudah *Heat Treatment Normalizing*.
2. Untuk mengetahui nilai kekuatan *tarik* dan *impact* dari Baja Carbon S45C/1045 sebelum dan sesudah *Heat Treatment Normalizing*.

1.5 Manfaat Penelitian

Manfaat penelitian ini adalah :

1. Dapat mengetahui kemampuan material Baja Carbon S45C/1045 bekerja pada temperatur tinggi dan pengaruhnya terhadap siklus pemanasan.
2. Mengetahui proses – proses *Heat Treatment Normalizing*.
3. Mengetahui proses – proses uji *tarik* dan uji *impact*.
4. Analisa pada penelitian ini dapat dijadikan acuan untuk menghindari kerusakan akibat korosi pada material baja carbon yang bekerja pada temperatur tinggi siklus pemanasan.

1.6 Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan proposal ini berdasarkan format yang ditentukan, yang diawali pada lembar pengesahan, lembar asistensi, kata pengantar, daftar isi, daftar tabel, daftar gambar, abstraksi.

1. BAB 1 :Pendahuluan berisikan latar belakang, batasan masalah, rumusan masalah, tujuan pengujian, sistematik penulisan.
2. BAB 2 : Tinjauan pustaka yang berisikan paparan tentang klasifikasi Baja Carbon S45C/1045, serta teori-teori yang mendukung perposal.
3. BAB 3 : Berisikan tentang metodologi penelitian.
4. BAB 4 : Hasil dan pembahasan
5. BAB 5 : Berisikan Tentang Kesimpulan dan saran. Diakhiri dengan daftar pustaka, daftar riwayat hidup.

BAB 2

TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Klasifikasi Baja Lunak/Mild Steel S45C/1045

Pada umumnya tipe baja karbon ini mempunyai komposisi kimia dengan kandungan-kandungan utama nya antara lain : karbon 0,44%C, manganese antara 0,57-0,69%Mn, 0,013-0,037%Si. Sedangkan kandungan-kandungan lain dalam jumlah yang relatif sangat kecil dapat untuk memperbaiki sifat mekanis seperti : Cr, Ni, Cu, dan Al.

Untuk memperbaiki sifat-sifat mekanis, dapat pula diberikan dengan perlakuan panas seperti : tempering, quenching, tempering, normalizing dan annealing. Pada umumnya tipe baja karbon AISI / SAE 1045 proses normalisasi nya dilakukan pada temperatur antara 833-915 °C di ikuti dengan pendinginan udara.

2.2. Perubahan Fasa Pada Baja

Baja adalah logam alloy yang komponen utama nya adalah besi, dengankarbon sebagai material pengaloy utama. Baja mengandung elemen utama Fe dan C. Baja karbon merupakan salah satu jenis logam paduan besi karbon terpenting dengan presentase berat karbon hingga 2,11%. Baja karbon memiliki kadar Chingga 1.2% dengan Mn 0.30% - 0.95%. Elemen-elemen presentase maksimum selain bajanya sebagai berikut: 0.60% Silicon, 0.60% Copper.

Karbon adalah unsur kimia dengan nomor atom 6, tingkat oksidasi 4.2 dan Manganese adalah unsur kimia dengan nomor atom 25, tingkat oksidasi 7.6423. Karbon dan Manganese adalah bahan pokok untuk meningkatkan tegangan

(strength) dari baja murni. Karbon (C) adalah komponen kimia pokok yang menentukan sifat baja. Semakin tinggi kadar karbon di dalam baja, semakin tinggi kekuatan tarik serta tegangan leleh, tetapi koefisien muai bahan turun, dan baja semakin getas. Karbon mempunyai pengaruh yang paling dominan terhadap sifat mampu las. Semakin tinggi kadar karbon menjadikan sifat mampu las turun. Fasa-fasa padat yang ada di dalam baja :

- A. Ferit (alpha) : merupakan sel satuan (susunan atom-atom yang paling kecil dan teratur) berupa Body Centered Cubic (BCC=kubus pusat badan), Ferit ini mempunyai sifat : magnetis, agak ulet, agak kuat, dll.
- B. Austenit : merupakan sel satuan yang berupa Face Centered Cubic (FCC) pusat muka), Austenit ini mempunyai sifat : Non magnetis, ulet, dll.
- C. Sementit (besi karbida) : merupakan sel satuan yang berupa orthorombik, Sementit ini mempunyai sifat : keras dan getas.
- D. Perlit : merupakan campuran fasa ferit dan sementit sehingga mempunyai sifat Kuat.
- E. Delta : merupakan sel satuan yang berupa Body Centered Cubic (BCC).

2.3 Struktur Mikro Baja Karbon S45C/1045.

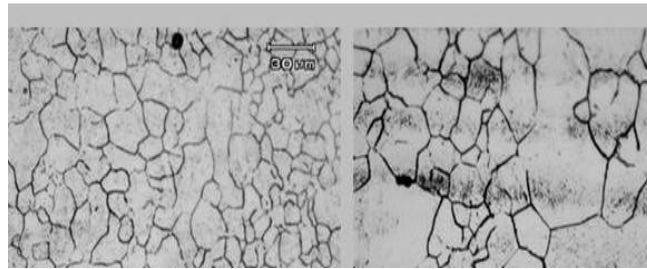
Baja Carbon S45C/1045 rendah atau sangat rendah, banyak digunakan untuk proses pembentukan logam lembaran, misalnya untuk badan dan rangka kendaraan serta komponen-komponen otomotif lainnya. Baja jenis ini dibuat dan diaplikasikan dengan mengeksploitasi sifat-sifat ferrite. Ferrite adalah salah satu

fasa penting didalam baja yang bersifat lunak dan ulet. Baja karbon rendah umumnya memiliki kadar karbon di bawah komposisi eutektoid dan memiliki struktur mikro hampir seluruhnya ferrite. Pada lembaran baja kadar karbon sangat rendah atau ultra rendah, jumlah atom karbon-nya bahkan masih berada dalam batas kelarutannya pada larutan padat sehingga struktur mikronya adalah ferrite seluruhnya. Struktur Mikro Baja Karbon Ultra Rendah. Seluruhnya Ferrite.



Gambar 2.1 Struktur Mikro Baja Karbon Ultra Rendah. Seluruhnya Ferrite.

Pada kadar karbon lebih dari 0,05% akan terbentuk endapan karbon dalam bentuk hard intermetallic stoichiometric compound (Fe_3C) yang dikenal sebagai cementite atau carbide. Selain larutan padat alpha-ferrite yang dalam kesetimbangan dapat ditemukan pada temperatur ruang terdapat fase-fase penting lainnya, yaitu delta-ferrite dan gamma-austenite. Logam Feber sifat polymorphism yaitu memiliki struktur kristal berbeda pada temperatur berbeda. Pada Fe murni, misalnya, alpha-ferrite akan berubah menjadi gamma-austenite saat dipanaskan melewati temperature $910^{\circ}C$. Pada temperatur yang lebih tinggi, mendekati $1400^{\circ}C$ gamma-austenite akan kembali berubah menjadi delta-ferrite. (Alpha dan Delta) Ferrite dalam hal ini memiliki struktur kristal BCC sedangkan (Gamma) Austenite memiliki struktur kristal FCC. Pada kadar karbon lebih tinggi akan mulai terbentuk endapan cementite atau fase pearlite pada batas butirnya.



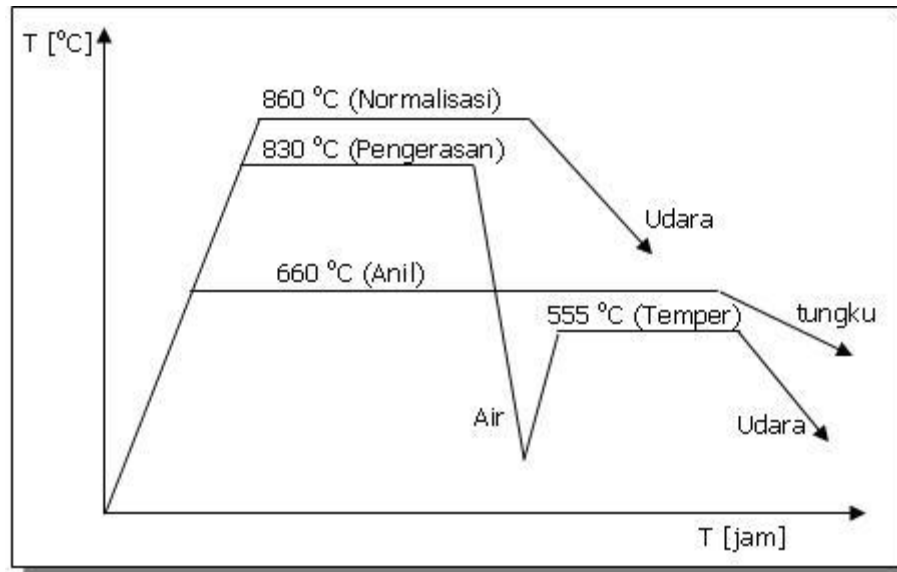
Gambar 2.2 Struktur Mikro Baja Karbon Rendah

Sifat cementite atau carbide yang keras dan getas berperan penting didalam meningkatkan sifat-sifat mekanik baja. Salah satu parameter penting yang menunjukkan hal tersebut, sebagaimana telah dijelaskan sebelumnya adalah amean ferrite path. A mean ferrite path menunjukkan jarak antar cementite, baik pada pearlite maupun spherodite. Jarak antar carbide di dalam pearlite secara khusus dikenal sebagai interlamellar spacing atau spasi antar lamel atau lembaran.

2.4. Defenisi *Heat Treatment* (Perlakuan Panas)

Perlakuan panas adalah suatu proses pemanasan dan pendinginan logam dalam keadaan padat untuk mengubah sifat-sifat mekaniknya. Baja dapat dikeraskan sehingga tahan aus dan kemampuan memotong meningkat atau dapat dilunakan untuk memudahkan proses permesinan lanjut. Melalui perlakuan panas yang tepat, tegangan dalam dapat di hilangkan, ukuran butir dapat diperbesar atau diperkecil. Selain itu ketangguhan ditingkatkan atau dapat dihasilkan suatu permukaan yang keras di sekeliling inti yang ulet. Untuk memungkinkan perlakuan panas tepat, komposisi kimia baja harus diketahui karena perubahan

komposisi kimia, khususnya karbon dapat mengakibatkan perubahan sifat-sifat fisis.



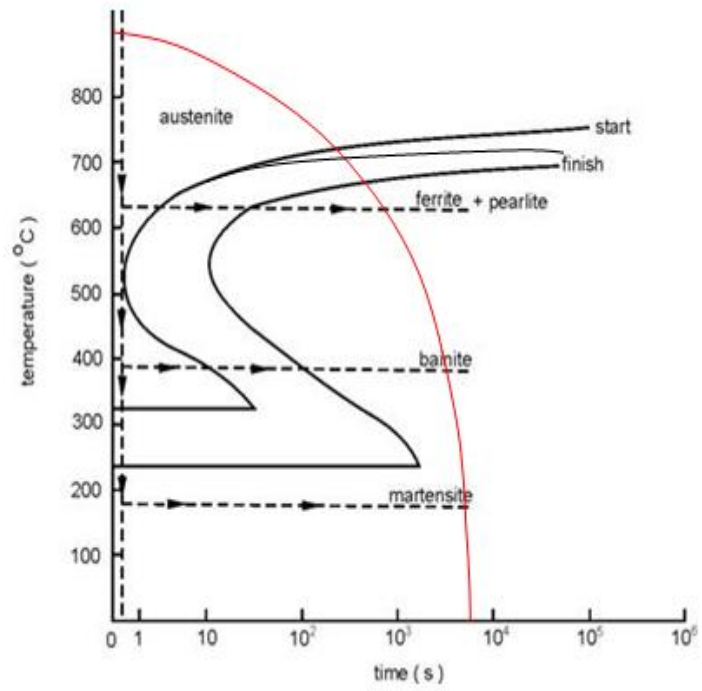
Gambar 2.3. Grafik Heat Treatment

Tujuannya adalah untuk mendapatkan sifat-sifat yang lebih baik dan yang diinginkan sesuai dengan batas-batas kemampuannya. Sifat yang berhubungan dengan maksud dan tujuan perlakuan panas tersebut meliputi :

1. Meningkatnya kekuatan dan kekerasannya.
2. Mengurangi tegangan.
3. Melunakkan .
4. Mengembalikan pada kondisi normal akibat pengaruh pengerjaan sebelumnya.
5. Menghaluskan butir kristal yang akan berpengaruh terhadap keuletan bahan.

2.5. Normalizing

Normalizing adalah Perlakuan panas yang dilakukan dan digunakan untuk menghaluskan struktur bahan butiran yang mengalami pemanasan berlebihan (*overheated*). Menghilangkan tegangan dalam, meningkatkan permesinan dan memperbaiki sifat mekanik material. Prosesnya dengan pemanasan sampai (30⁰-50⁰C)diatas AC₃ dan didinginkan pada udara sampai temperatur ruang. Pendinginan disini lebih cepat daripada *full annealing*, sehingga *pearlite* yang terjadi menjadi lebih halus, sehingga lebih kuat dan keras dibandingkan dengan yang diperoleh *Annealing*. *Normalizing* juga menghasilkan struktur kimia yang lebih homogen sehingga memberi responnya lebih baik terhadap proses pengerasan (*Hardening*) karena itu, logam yang akan dikeraskan perlu di *Normalizing* terlebih dahulu. Pada *Normalizing* hendaknya tidak dilakukan pemanasan terlalu tinggi karena butiran kristal *austenite* yang terjadi akan selalu besar sehingga perbandingan lambat akan diperoleh butir *pearlite* atau *ferrite* yang kasar dan mengakibatkan kekurangan keuletan atau ketangguhan.



Gambar 2.4 Diagram Normalizing (Suherman, Wahid. 1999)

2.6. Uji Sifat Mekanik Bahan Baja Karbon

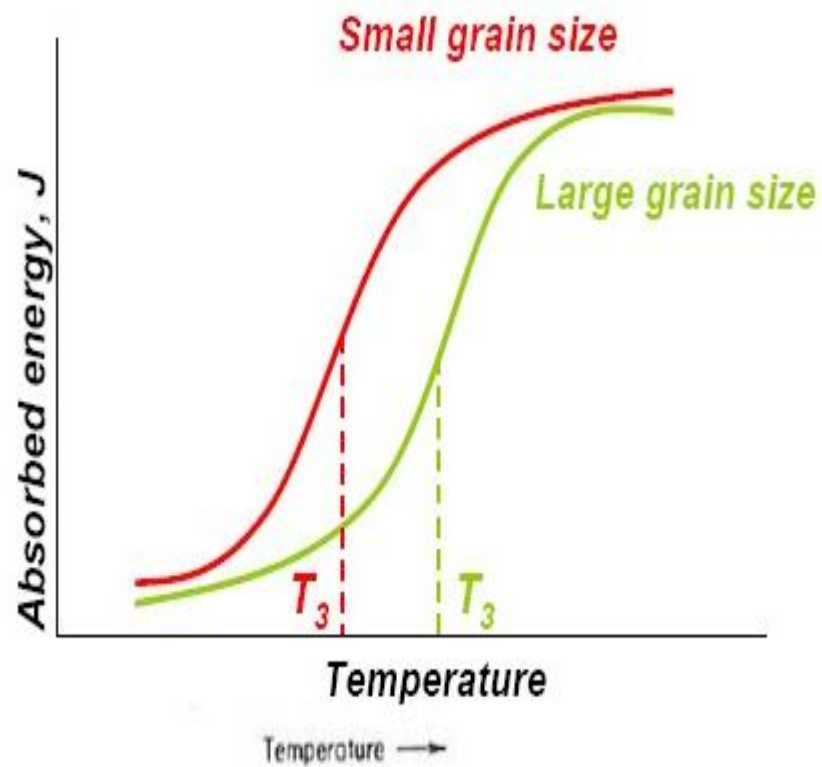
Untuk mengetahui sifat-sifat suatu bahan, tentu kita harus mengadakan pengujian terhadap bahan tersebut. Ada empat jenis uji coba yang biasa dilakukan, yaitu uji tarik (tensile test), uji tekan (compression test), uji torsi (torsion test) dan uji geser (shear test). Dalam tulisan ini kita akan membahas tentang uji tarik dan sifat-sifat mekanik logam yang di dapatkan dari interpretasi hasil uji tarik.

Uji tarik mungkin adalah cara pengujian bahan yang paling mendasar. Pengujian ini sangat sederhana, tidak mahal dan sudah mengalami standarisasi di seluruh dunia, misalnya di Amerika dengan ASTM E8 dan Jepang dengan JIS 2241.

2.7. Uji *Impact*

Pengujian *impact* ini adalah penyerapan energi potensial dari pendulum beban yang berayun dari suatu ketinggian tertentu dan menumbuk benda uji sehingga benda uji mengalami deformasi. Adapun rumus yang digunakan dalam pengujian *Impact* adalah:

$$J = (\omega : h) - (w \cdot h^1) \quad (2.1)$$



Kurva Uji Impak

Gambar 2.5. Diagram Uji *Impact*

2.8. Metode *Ijod*

Pengujian tumbuk dengan meletakkan posisi spesimen uji pada tumpuan dengan posisi, dan arah pembebanan serah dengan arah takikan.



Gambar 2.6. Metode *Ijod*

2.9. Pengertian Uji Tarik

Uji *Tarik* adalah suatu metode yang digunakan untuk menguji kekuatan suatu bahan/material dengancara memberikan beban gaya yang sesumbu (Askeland,1985). Uji *tarik* mungkin adalah cara pengujianbahan yang paling mendasar. Uji *tarik* rekayasa banyak dilakukan untuk melengkapi informasirancangan dasar kekuatan suatu bahan dan sebagai data pendukung bagi spesifikasi bahan (Dieter,1987). Pada uji tarik, benda uji diberi beban gaya tarik sesumbu yang bertambah secara kontinyu,bersamaan dengan itu dilakukan pengamatan terhadap perpanjangan yang dialami benda uji (Davis,Troxell, dan Wiskocil, 1955). Kurva tegangan regangan rekayasa diperoleh dari pengukuranperpanjangan benda uji.Pengujian ini sangat sederhana, tidak mahal

dan sudah mengalami standarisasi diseluruh dunia, misalnya di Amerika dengan ASTM E8 dan Jepang dengan JIS 2241. Dengan menarik suatu bahan kita akan segera mengetahui bagaimana bahan tersebut bereaksi terhadap tenaga tarikan dan mengetahui sejauh mana material itu bertambah panjang. Alat eksperimen untuk uji tarik ini harus memiliki cengkeraman (*grip*) yang kuat dan kekakuan yang tinggi (*highly stiff*).



Gambar 2.7. Alat Uji tarik

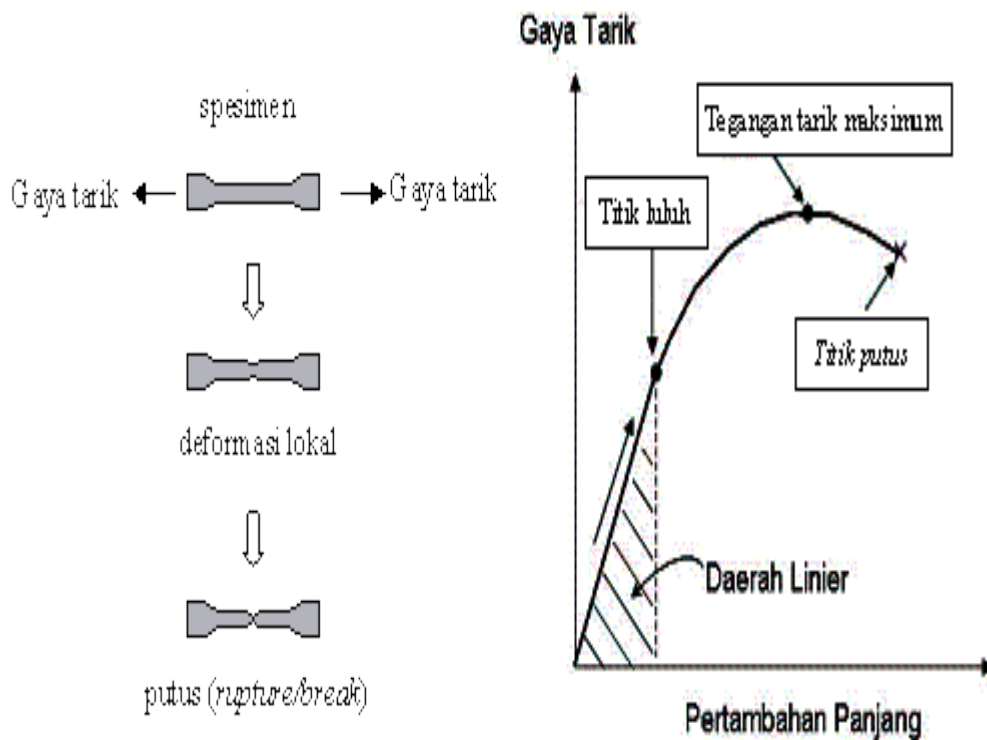
Bila kita terus menarik suatu bahan (dalam hal ini suatu logam) sampai putus, kita akan mendapatkan profil tarikan yang lengkap yang berupa kurva. Kurva ini menunjukkan hubungan antara gaya tarikan dengan perubahan panjang. Profil ini sangat diperlukan dalam desain yang memakai bahan tersebut.

Biasanya yang menjadi fokus perhatian adalah kemampuan maksimum bahan tersebut dalam menahan beban. Kemampuan ini umumnya disebut "*Ultimate Tensile Strength*".

Untuk hampir semua logam, pada tahap sangat awal dari uji tarik, hubungan antara beban atau gaya yang diberikan berbanding lurus dengan perubahan panjang bahan tersebut. Ini disebut daerah linier atau *linear zone*. Di daerah ini, kurva penambahan panjang vs beban mengikuti aturan Hooke sebagai berikut: *rasio tegangan (stress) dan regangan (strain) adalah konstan*.

2.10. Rumus kekuatan tarik

Uji *tarik* adalah suatu metode yang digunakan untuk menguji kekuatan suatu bahan/material dengan cara memberikan beban gaya yang sesumbu (Askeland,1985). Uji *tarik* digunakan untuk mengukur ketahanan suatu material terhadap gaya statis yang diberikan secara lambat. Pengujian tarik adalah dasar dari pengujian mekanik yang dipergunakan pada material atau logam. Dimana spesimen uji yang telah distandarisasi, dilakukan pembebanan *uniaxial* sehingga spesimen uji mengalami peregangan dan bertambah panjang hingga akhirnya patah atau putus. Pengujian tarik relatif sederhana, seperti digambarkan pada gambar berikut yaitu kurva yang menunjukkan hubungan antara gaya tarikan dengan perubahan panjang.



Gambar 2.8. Diagram uji tarik (Sidiq Darmawan,2015)

Biasanya yang menjadi fokus perhatian adalah kemampuan maksimum logam tersebut dalam menahan beban dimana kemampuan ini umumnya disebut tegangan tarik maksimum (*Ultimate Tensile Strength*).

Pada tahap sangat awal dari uji tarik, hubungan antara beban atau gaya yang diberikan berbanding lurus dengan perubahan panjang bahan tersebut. Ini disebut daerah linier dimana kurva pertambahan panjang lawan beban mengikuti aturan *Hooke* sebagai yaitu *rasio* tegangan (*stress*) dan regangan (*strain*) adalah *konstan*. Dimana:

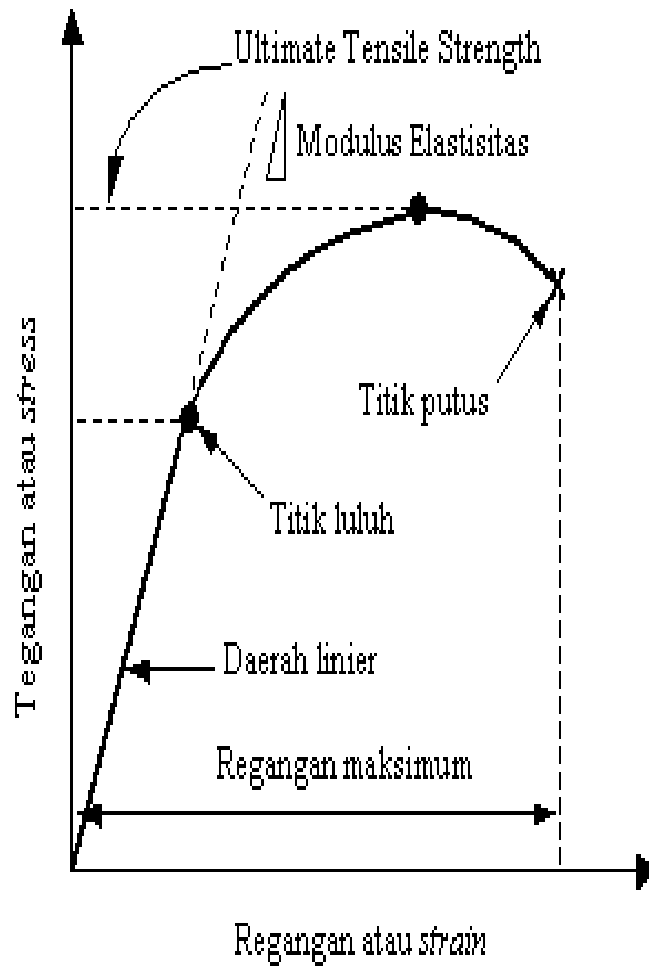
$$\text{Stress: } \sigma = P/A_0 \tag{2.2}$$

$$\text{Strain: } \varepsilon = (l - l_0)/l_0 \tag{2.3}$$

Maka hubungan antara stress dan strain dirumuskan:

$$E = \sigma/\varepsilon \quad (2.4)$$

Hubungan antara gaya tarikan dan pertambahan panjang menjadi hubungan antara tegangan dan regangan (*stress vs strain*) merupakan kurva standar ketika melakukan eksperimen uji tarik. E (modulus elastisitas) adalah gradien kurva dalam daerah linier, di mana perbandingan tegangan (σ) dan regangan (ε) selalu tetap. Kurva yang menyatakan hubungan antara *strain* dan *stress* seperti ini kerap disingkat kurva(*stress vs strain*) pada gambar berikut:



Gambar 2.9. Kurva tegangan-regangan

2.11. Persamaan Uji Impact dan Tarik

2.11.1 . Uji Impact

$$E = w \cdot \ell (\cos \beta - \cos \alpha)$$

$$A = a \cdot b$$

$$I_s = \frac{E}{A}$$

2.1.2. Uji Tarik

Stress (Tegangan Mekanis) : $\sigma = \frac{F}{A}$

Strain (Regangan) : $\epsilon = \frac{\Delta X}{X}$

Modulus elastis : $\frac{\sigma}{\epsilon}$

BAB 3

METODE PENELITIAN

3.1 Tempat dan Waktu Penelitian

3.1.1 Tempat Penelitian

Tempat penelitian dilaksanakan di laboratorium Mekanika Kekuatan Material Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik UMSU untuk pengujian uji *tarik* dan uji *impact*, jalan Kapten Muchtar Basri, BA No.3 Medan.

3.1.2 Waktu Penelitian

Waktu pelaksanaan penelitian ini dimulai dari persetujuan dosen pembimbing, pelaksanaan penelitian dimulai dari pengambilan data hingga pengolahan data sampai dinyatakan selesai

Pengaruh Normalizing Baja Carbon S45C/1045 Terhadap Kekuatan Impact Dan Uji Tarik							
Nama kegiatan	Mar2017	Apr2017	Jun2017	Jul2017	Agt2017	Sep2017	Okt2017
Pengajuan judul							
Penyusunan laporan							
Penyiapan alat dan bahan, uji tarik dan uji impact							
Pengujian							
Penyelesaian skripsi							

3.2 Bahan Baja Carbon S45c/1045 Dan Alat Uji Heat Treatment

bahan yang di gunakan antara lain:

1. Baja Carbon S45c/1045



Gambar 3.1Baja Carbon

2. *Alat Impact Test*

Alat Impact Test berfungsi untuk menguji benda kerja untuk menentukan tingkat kegetasan.



Gambar 3.2 *Alat Impact Test*

Spesifikasi alat uji impact tipe charpy ini adalah sebagai berikut :

1. Tipe Alat Uji : charpy
 2. Kapasitas : 85 J
 3. Berat Godam (Pendulum) : 6 Kg
 4. Jarak Titik Ayunan Dengan Titik Pemukul : 600 Mm
 5. Posisi Awal Pemukul : 130 °
 6. Sudut Pisau Pemukul : 30 °
 7. Dimensi Alat Uji : 750 x 400 x 100 mm
3. Alat Uji Tarik (*Tensile Test*)



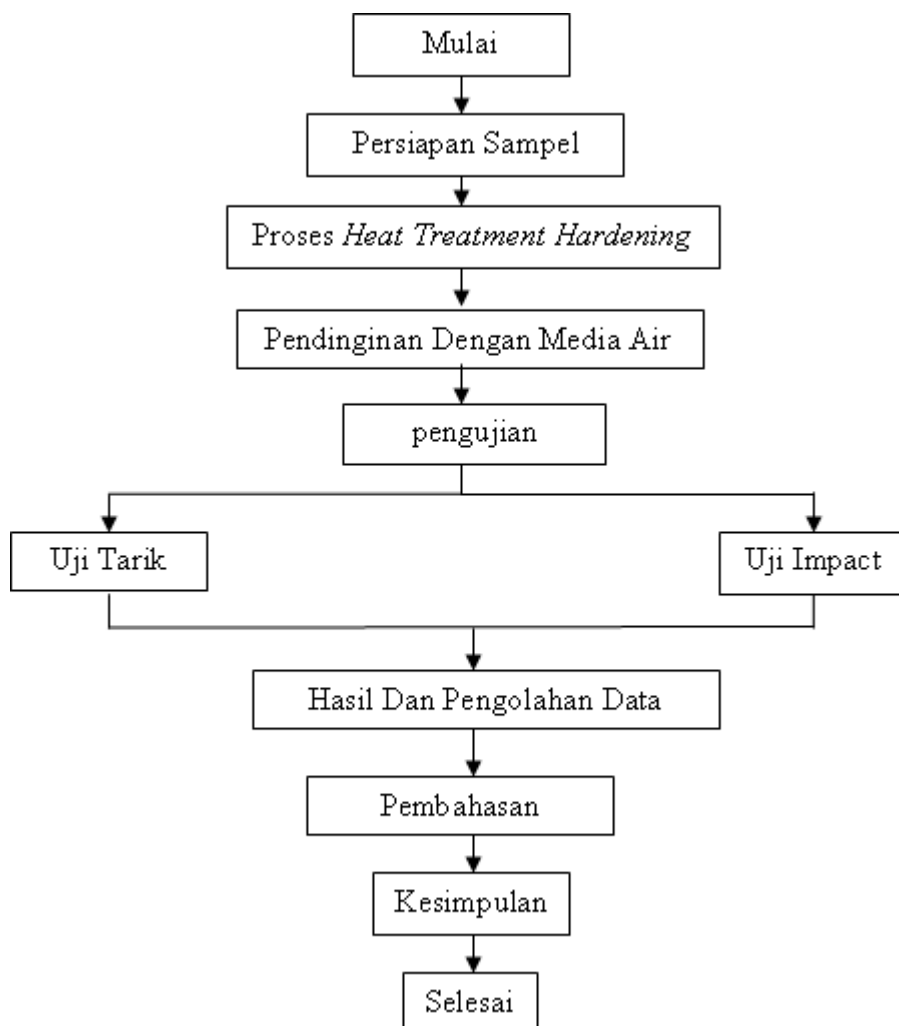
Alat *Tensile Test* berfungsi untuk menguji benda kerja untuk menentukan tingkat kegetasan.

Gambar 3.3 Alat *Tensile Test*

Spesifikasi Uji tarik :

1. Model : CD5 – C3 – 5T
2. Kapasitas : 5 Ton
3. Output : 2.000 mv/v
4. Class : C3

3.3. Diagram Alir Pengujian



Gambar 3.3. Diagram Alir Pengujian

3.4 Prosedur pengujian

1. Menyiapkan spesimen sebanyak Delapan (8) spesimen.



Gambar 3.4. Spesimen Tarik dan Impact

2. Membubut semua spesimen baja carbon S45C/1045 untuk mengurangi diameter agar terjadi stress dan strein.
3. Melakukan proses *normalizing* secara satu persatu pada spesimen *baja carbon* S45C/1045 dengan suhu 770-830°C. setelah itu melakukan dingin kejut pada media udara pada suhu kamar, melakukan hal ini pada ke Enam (6) spesimen dari Delapan (8) yang disiapkan.
4. Melakukan pengujian:
 - a. Uji *impact*
 - o Menyediakan empat (4) spesimen,tiga (3) spesimen yang sudah dilakukan proses *normalizing* dan satu (1) spesimen lagi tidak dilakukan proses *normalizing*
 - o Melakukan uji *impact* pada ke tiga (3) spesimen.
 - o Menyiapkan data tiap masing-masing spesimen.

b. Uji *tarik*

- Menyediakan empat (4) spesimen, tiga (3) spesimen yang sudah dilakukan proses *normalizing* dan satu (1) spesimen lagi tidak dilakukan proses *normalizing*
- Melakukan uji *tarik* pada tiga (3) spesimen.
- Menyiapkan data tiap masing-masing spesimen.

3.5. Proses *Normalizing*

Proses dari pada *Normalizing* ialah dengan memanaskan logam diatas temperature kritis maksimum 850°C dan kemudian kita biarkan dingin perlahan-lahan maka susunan yang terjadi adalah pearlite yang agak halus sehingga benda kerja menjadi lunak dan tegangan-tegangan dari bahan tersebut akan hilang serta susunannya menjadi merata.

3.6. Langkah Kerja Proses *Normalizing*

Proses *Normalizing* adalah sebagai berikut:

1. Benda kerja kita masukan kedalam tungku induksi yang kita isi dengan terak atau pasir.



Gambar 3.5. Spesimen di dalam tungku dan penyetingannya

2. Panaskan pada temperatur 850°C selama 1 jam.



Gambar 3.6. Temperatur awal tungku



Gambar 3.7. Temperatur yang diinginkan

3. Setelah cukup waktunya spesimen kita angkat dari tungku.



Gambar 3.8. Pengangkatan spesimen

4. Benda kerja di dinginkan dengan perlahan-lahan dengan udara bebas.



Gambar 3.9. Pendinginan dengan media udara

5. Setelah dingin benda kerja di uji *impact* dan di uji tarik untuk mendapatkan hasil kekuatan dan kekerasan.

3.7. Cara-cara *Normalizing* adalah sebagai berikut:

Normalizing terdiri dari Proses pemanasan logam diatas temperatur kritis A_3 atau ACM dan ditahan pada temperatur tersebut untuk jangka waktu tertentu tergantung pada jenis dan ukuran logam. Agar diperoleh *austenite* yang homogen logam-logam *hypoeutektoid* dipanaskan $30-400^{\circ}C$ diatas garis A_3 . Pemanasan *Austenit* yang terlalu tinggi akan menyebabkan tumbuhnya butiran-butiran *austenit*.

Setelah waktu pemanasan selesai, benda kerja kemudian didinginkan diudara. Struktur metalurgi logam *hypoutektoid* yang akan dihasilkan terdiri dari *ferit* dan *pearlite*. Perlu diketahui bahwa batas-batas butir yang baru tidak ada hubungannya dengan batas-batas butir sebelum logam dinormalkan, jika struktur

sebelum diproses berupa butir yang kasar atau tidak beraturan maka setelah penormalan akan terjadi perbaikan terhadap strukturnya diiringi dengan timbulnya perbaikan sifat mekaniknya.

Dengan cara yang sama Menormalkan logam *hypoeutektoid* dilakukan dengan memanaskan logam 30-400°C diatas temperatur ACM dan menahannya pada teperatur tersebut untuk jangka waktu tertentu sehingga transformasi fasa dapat berlangsung diseluruh bagian benda kerja dan selanjutnya didinginkan diudara.

Proses ini tidak hanya menghaluskan ukuran butir tetapi juga melarutkan jaringan-jaringan karbida yang mungkin terbentuk pada saat proses pengerjaan panas atau pada saat di karburasi. Pada temperatur kamar struktur hasil penormalan akan terdiri dari dari butir pearlit yang halus dan sementit. Struktur hasil penormalan lebih cocok untuk proses sperodisasi agar diperoleh mampu mesin yang lebih baik. Sifat mekanik yang kan diperoleh setelah prose penormalan tergantung pada laju pendinginan di udara. Laju pendinginan cepat akan menghasilkan kekuatan dan kekerasan yang lebih tinggi laju pendinginan diudara yang agak cepat dapat dicapai dengan menggunakan kipas angin.

Proses penormalan umumnya diterapkan pada logam karbon dan baja paduan rendah. Kekerasan yang diperoleh dari perlakuan ini tergantung pada ukuran, komposisi baja serta laju pendinginan. *Normalizing* tidak dapat diterapkan pada jenis logam yang dapat dikeraskan di udara. Pendinginan diudara setelah proses *austenisasi* logam-logam paduan akan menghasilkan kekerasan yang lebih tinggi. Untuk itu agar tetap memiliki mampu mesin yang memadai logam-logam

tersebut dapat ditemper 600-650°C. dengan demikian untuk beberapa jenis logam paduan dari pada menerapkan proses anil yang cukup lama, lebih baik menerapkan proses *normalizing* kemudian diikuti dengan proses *tempering* sehingga waktu yang diperlukan relatif lebih singkat.

BAB 4

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Hasil Pengujian Tensile

Pada perlakuan *heat treatment Normalizing* menggunakan pengujian tarik dan impact agar mengetahui perbandingan daya tarik dan impact sesudah dan sebelum dilakukan *heat treatment*.

1. Pengujian sebelum di heat treatment normalizing

Tegangan

$$\begin{aligned}\sigma &= \frac{F}{A} \\ &= \frac{1694,65}{50,27} \\ &= 33,71 \text{kgf/mm}^2\end{aligned}$$

Regangan

$$\begin{aligned}\varepsilon &= \frac{\Delta x}{x} \\ &= \frac{7}{100} \\ &= 0,07\end{aligned}$$

Modulus Elastisitas

$$\begin{aligned}\frac{\sigma}{\varepsilon} &= \frac{33,71}{0,07} \\ &= 481,57 \text{kgf/mm}^2\end{aligned}$$

2. Pengujian setelah di heat treatment normalizing dengan penahanan waktu 30 menit.

Tegangan

$$\begin{aligned}\sigma &= \frac{F}{A} \\ &= \frac{1084,41}{50,27} \\ &= 21,57 \text{ kgf/mm}^2\end{aligned}$$

Regangan

$$\begin{aligned}\varepsilon &= \frac{\Delta x}{x} \\ &= \frac{33}{112} \\ &= 0,29\end{aligned}$$

Modulus Elastisitas

$$\begin{aligned}\frac{\sigma}{\varepsilon} &= \frac{21,57}{0,29} \\ &= 74,37 \text{ kgf/mm}^2\end{aligned}$$

3. Pengujian setelah di heat treatment normalizing dengan penahanan waktu 45 menit.

Tegangan

$$\begin{aligned}\sigma &= \frac{F}{A} \\ &= \frac{1096,35}{50,27} \\ &= 21,80 \text{ kgf/mm}^2\end{aligned}$$

Regangan

$$\begin{aligned}\varepsilon &= \frac{\Delta x}{x} \\ &= \frac{26}{112} \\ &= 0,23\end{aligned}$$

Modulus Elastisitas

$$\begin{aligned}\frac{\sigma}{\varepsilon} &= \frac{21,80}{0,23} \\ &= 94,78 \text{ kgf/mm}^2\end{aligned}$$

4. Pengujian setelah di heat treatment normalizing dengan penahanan waktu 60 menit.

Tegangan

$$\begin{aligned}\sigma &= \frac{F}{A} \\ &= \frac{1162,68}{50,27} \\ &= 23,12 \text{ kgf/mm}^2\end{aligned}$$

Regangan

$$\begin{aligned}\varepsilon &= \frac{\Delta x}{x} \\ &= \frac{27}{113} \\ &= 0,23\end{aligned}$$

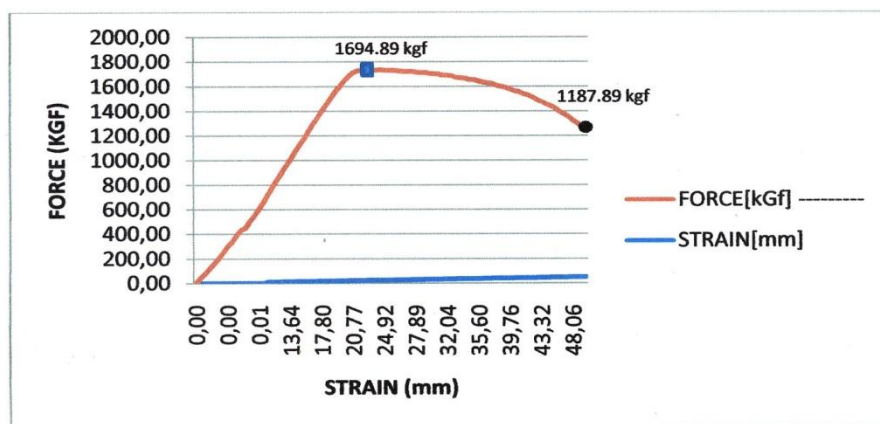
Modulus Elastisitas

$$\frac{\sigma}{\epsilon} = \frac{23,12}{0,23}$$

$$= 100,52 \text{ kgf/mm}^2$$

4.1.1 Grafik Baja Tanpa Di Normalizing

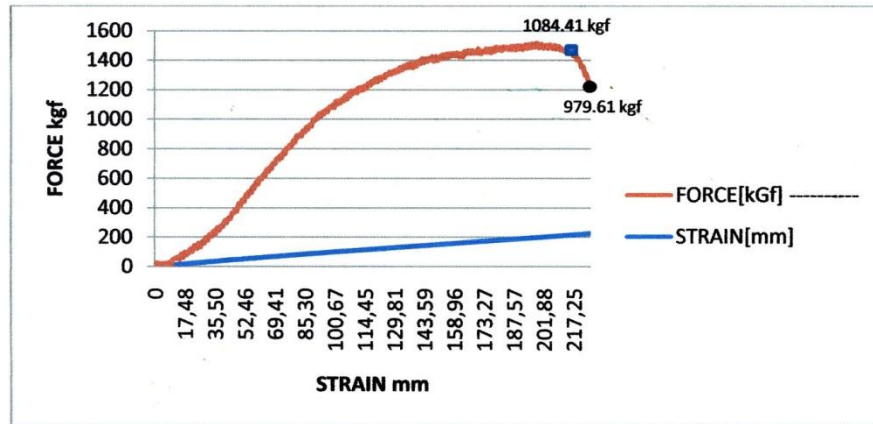
Berikut ini adalah grafik pengujian tarik pada baja tanpa perlakuan panas di mana kekuatan maksimalnya pada titik 1694,89 Kgf dengan regangan 20,64 mm dan titik patah spesimen benda titik 1187,89 Kgf dengan regangan 48,06 mm terlihat pada gambar 4.1.



Gambar 4.1: Grafik uji tarik baja carbon tanpa di Normalizing

4.1.2. Grafik Baja Dengan Penahanan Waktu 30 Menit

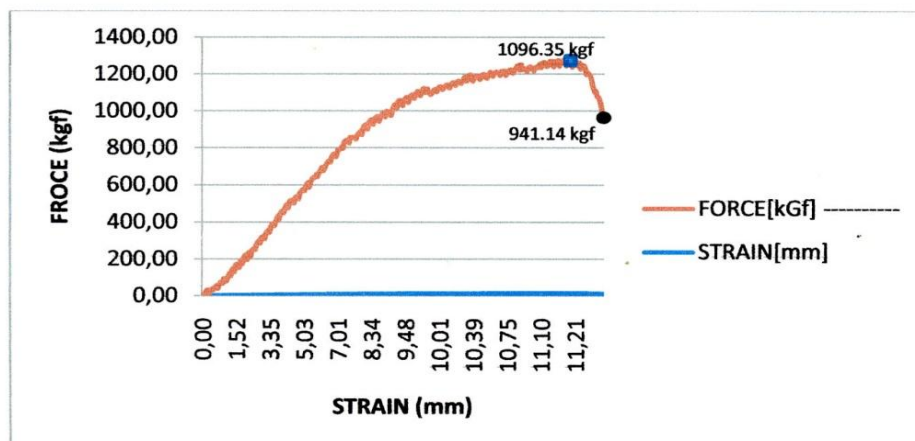
Berikut ini adalah grafik pengujian tarik dengan penahanan waktu 30 menit dimana kekuatan maksimalnya berada pada titik 1084,41 Kgf dengan regangan 20,77 dan titik patah di tunjukan pada titik 979,61 Kgf dengan regangan 218,30 mm terlihat pada gambar 4.2



Gambar 4.2 : Grafik uji tarik Baja carbon setelah di Normalizing dengan penahanan waktu 30 menit

4.1.3. Grafik Baja Dengan Penahanan Waktu 45 Menit

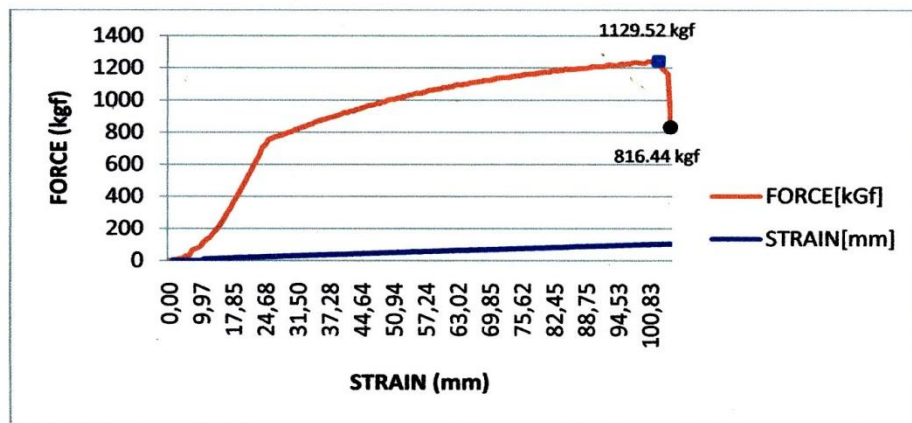
Berikut ini adalah grafik pengujian tarik dengan penahanan waktu 45 menit dimana kekuatan maksimal nya berada pada titik 1096,35 Kgf dengan regangan 10,96 mm dan titik patah di tunjukan pada titik 941,14 Kgf dengan regangan 11,04 mm terlihat pada gambar 4.3.



Gambar 4.3 : Grafik uji tarik Baja carbon sesudah di normalizing dengan penahanan waktu 45 menit

4.1.4 Grafik Baja Dengan Penahanan Waktu 60 Menit


Berikut ini adalah grafik pengujian tarik dengan penahanan waktu 30 menit dimana kekuatan maksimalnya berada pada titik 1162,628 Kgf dengan regangan 97,68 mm dan titik patah di tunjukan pada titik 816,44 Kgf dengan regangan 102,41 mm terlihat pada gambar 4.4.






Gambar 4.4. Grafik Uji Tarik Baja carbon Sesudah di Normalizing Dengan Penahanan Waktu 60 Menit

4.2. Hasil pengujian Impact

Tabel 4.1 hasil pengujian impact sebelum di normalizing

	Tipe sudut	Dimensi spesimen			Gambar patahan	Temperatur	Hasil pengujian		Joule
		P	L	T			Awal	Akhir	
1	45°	55	10	5		36°	130°	92°	2,63

Tabel 4.2 hasil pengujian impact sesudah di normalizing

N o.	Tipe sudut	Dimensi spesimen			Gambar patahan	Temperatur	Hasil pengujian		Joule
		P	L	T			Awal	Akhir	
1	45°	55	10	5		850°	130°	92°	2,76
2	45°	55	10	5		850°	130°	88°	2,89
3	45°	55	10	5		850°	130°	73°	4,01

Tabel 4.3 Kekuatan uji impact sebelum di normalizing

No.	a (mm)	b (mm)	A (mm ²)	E (joule)	Is (joule/mm ²)
1	2	10	20	2,63	0,13

Tabel 4.4 Kekuatan uji impact sesudah di normalizing

No	Penahanan (menit)	a (mm)	b (mm)	A (mm ²)	E (joule)	Is (joule/mm ²)
1	30	2	10	20	2,76	0,138
2	45	2	10	20	2,89	0,14
3	60	2	10	20	4,01	0,20

4.3 Rumus Yang Di Gunakan Dalam Uji Impact

$$E = w \cdot \ell (\cos \beta - \cos \alpha)$$

$$A = a \cdot b$$

$$Is = \frac{E}{A}$$

- Perhitungan Pengujian Impact Baja Carbon Sebelum di *Heat Treatment Normalizing*

$$\beta = 99^\circ$$

$$E = w \cdot \ell [(\cos \beta - \cos \alpha)]$$

$$= 6 \text{ kg.m / det } x 0,72 \text{ m } [(\cos 92^\circ - \cos 130^\circ)]$$

$$= 4,32 [(-0,03) - (-0,64)]$$

$$= 4,32 x 0,61$$

$$= 2,63 \text{ joule}$$

$$\begin{aligned}
 A &= a \cdot b \\
 &= 2 \text{ mm} \cdot 10 \text{ mm} \\
 &= 20 \text{ mm}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 I_s &= \frac{E}{A} \\
 &= \frac{2,63 \text{ joule}}{20 \text{ mm}^2} \\
 &= 0,13 \text{ joule} / \text{mm}^2
 \end{aligned}$$

- Perhitungan Pengujian Impact Sesudah Di *Heat Treatment Normalizing*

1. Penahanan 30 menit

$$\beta = 90^\circ$$

$$\begin{aligned}
 E &= w \cdot \ell [(\cos \beta - \cos \alpha)] \\
 &= 6 \text{ kg.m} / \text{det} \times 0,72 \text{ m} [(\cos 90^\circ - \cos 130^\circ)] \\
 &= 4,32 [(0) - (-0,64)] \\
 &= 4,32 \times 0,64 \\
 &= 2,76 \text{ joule}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 A &= a \cdot b \\
 &= 2 \text{ mm} \cdot 10 \text{ mm} \\
 &= 20 \text{ mm}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 I_s &= \frac{E}{A} \\
 &= \frac{2,76 \text{ joule}}{20 \text{ mm}^2} \\
 &= 0,13 \text{ joule} / \text{mm}^2
 \end{aligned}$$

2. Penahanan 45 menit

$$\beta = 88^\circ$$

$$\begin{aligned}
 E &= w \cdot \ell [(\cos \beta - \cos \alpha)] \\
 &= 6 \text{ kg.m} / \text{det} \times 0,72 \text{ m} [(\cos 88^\circ - \cos 130^\circ)] \\
 &= 4,32 [(0,03) - (-0,64)] \\
 &= 4,32 \times 0,67 \\
 &= 2,89 \text{ joule}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 A &= a \cdot b \\
 &= 2 \text{ mm} \cdot 10 \text{ mm} \\
 &= 20 \text{ mm}
 \end{aligned}$$

$$I_s = \frac{E}{A}$$

$$= \frac{2,89 \text{ joule}}{20 \text{ mm}^2}$$

$$= 0,14 \text{ joule} / \text{mm}^2$$

3. Penahanan 60 menit

$$\beta = 73^\circ$$

$$E = w \cdot \ell [(\cos \beta - \cos \alpha)]$$

$$= 6 \text{ kg.m} / \text{det} \times 0,72 \text{ m} [(\cos 73^\circ - \cos 130^\circ)]$$

$$= 4,32 [(0,29) - (-0,64)]$$

$$= 4,32 \times 0,93$$

$$= 4,01 \text{ joule}$$

$$A = a \cdot b$$

$$= 2 \text{ mm} \cdot 10 \text{ mm}$$

$$= 20 \text{ mm}$$

$$I_s = \frac{E}{A}$$

$$= \frac{4,01 \text{ joule}}{20 \text{ mm}^2}$$

$$= 0,2 \text{ joule} / \text{mm}^2$$

BAB 5

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

1. Pada pengujian tarik setelah di *normalizing* dengan penahanan waktu 60 menit, *spesimen* yang memiliki kekuatan tertinggi sebesar 1162,628 Kgf, modulus elastisitas 100,52 kgf/mm².
2. Kekuatan impact, spesimen yang paling besar adalah spesimen dengan penahanan waktu 60 menit 4,57 joule

5.2. Saran

1. Untuk penelitian selanjut nya agar kiranya melakukan variasi material sebagai *spesimen*.
2. Perlu melakukan variasi temperatur saat proses *heat treatment normalizing*
3. Perlu memvariasikan uji kekuatan.

DAFTAR PUSTAKA

- Askeland, 1985."dasar teori uji tarik". Yogyakarta.
- Anver S.H.,1975, *introduction to physical metallurgi*, 1st edition, McGraw Hill,Tokyo,Japan
- Budianto, Arif.2012. . heat-treatment. Surabaya
- Danny.2010. pengujian *impact dan fenomena pepatahan*. Bandung.
- Surdia T., dan Saito S., pengetahuan bahan teknik, cetakan ke-4, p.t. pradnya paramita, jakarta.*Schumann*. 1983 *metallographie. Veb deutsche verlag fur grundstuffedindustrie.Leipzig*.
- Special Steel. PT. Steelindo Persada : Bandung. Era Satyarini 1), Baja Bawono 2), Optimalisasi Sifat-sifat Mekanik Material S45C, Fakultas Teknologi Industri,Universitas Atma Jaya Yogyakarta (2013).