

**The Effect of Tempcore and Quenching
on Low Carbon Steel**

TUGAS AKHIR

Nomor Soal: 523 / FT.USD / TM / Maret / 2005

**Untuk Memenuhi Sebagian Persyaratan
Mencapai Derajat Sarjana S-1**

**Program Studi Teknik Mesin
Jurusan Teknik Mesin**





**Pengaruh Tempcore dan Quenching
pada Baja Karbon Rendah**

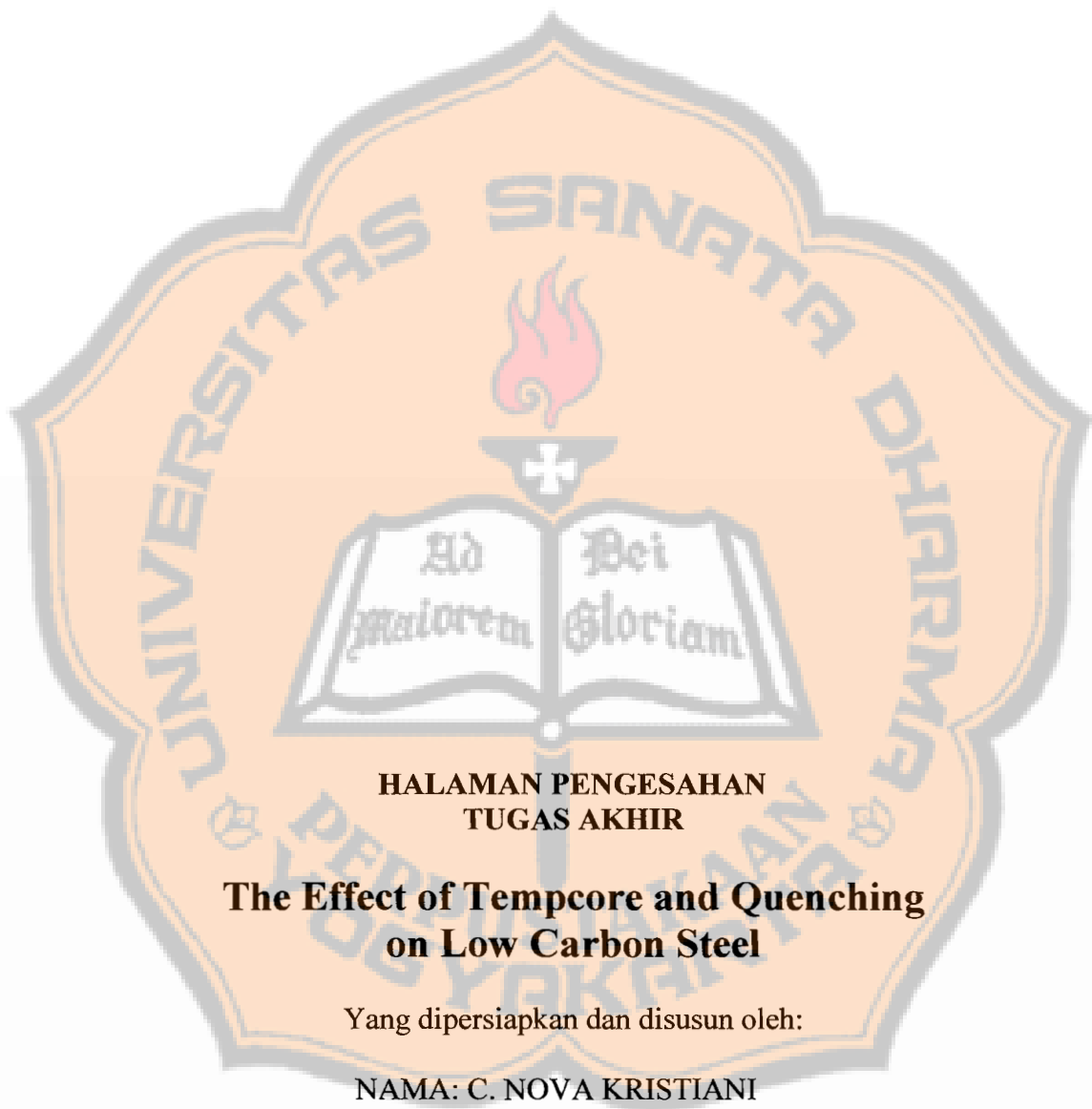
TUGAS AKHIR

Nomor Soal: 523 / FT.USD / TM / Maret / 2005

**Untuk Memenuhi Sebagian Persyaratan
Mencapai Derajat Sarjana S-1**

**Program Studi Teknik Mesin
Jurusan Teknik Mesin**





**HALAMAN PENGESAHAN
TUGAS AKHIR**

**The Effect of Tempcore and Quenching
on Low Carbon Steel**

Yang dipersiapkan dan disusun oleh:

NAMA: C. NOVA KRISTIANI

NIM : 995214105

NIRM : 990051123109120105

Telah dipertahankan di depan Dewan Penguji
pada tanggal 19 Maret 2005

Susunan Dewan Penguji

Pembimbing Utama

Budi Setyahandana, S.T., M.T.

Sekretaris

Anggota Dewan Penguji

I. Gusti Ketut Pudja, S.T., M.T.



PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa dalam tugas akhir ini tidak terdapat karya yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar kesarjanaan di suatu Perguruan Tinggi, dan sepanjang pengetahuan saya juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain, kecuali yang secara tertulis diacu dalam naskah ini dan disebutkan dalam daftar pustaka.

Yogyakarta, 19 Maret 2005

C. Nova Kristiani



JURUSAN TEKNIK MESIN

FAKULTAS TEKNIK UNIVERSITAS SANATA DHARMA

Kampus III, Paingan Maguwoharjo, Sleman -Yogyakarta

Telp. (0274) 883037, 883968, 886530; Fax. (0274) 886529; Email :teknik@staff.usd.ac.id

TUGAS AKHIR/SKRIPSI PROGRAM S-1 JURUSAN TEKNIK MESIN FAKULTAS TEKNIK UNIV. SANATA DHARMA YOGYAKARTA

No: 523 / FT .USD / TM / Maret / 2005

NAMA : Clara Nova Kristiani
NIM : 995214105
Program Studi : Teknik Mesin
Fakultas : Teknik , Univ. Sanata Dharma Yogyakarta
Judul TGA :
Pengaruh Tempcore dan Quenching pada Baja Karbon Rendah.

Tanggal dimulai : 5 Oktober 2004



Persembahkan

Tugas akhir ini kupersembahkan kepada:

- 1. Mother Marie Perpetuah*
- 2. My Lovely Mom and Dad*
- 3. My big sister and my big brother*
- 4. Someone in my heart*
- 5. All my family*



Life not just a simple word



KATA PENGANTAR

Puji dan syukur kehadiran Allah Bapa di Surga yang telah melimpahkan rahmat dan kasihnya karena hanya oleh berkat dan kasih-Nya penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini yang merupakan salah satu syarat yang wajib ditempuh untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik di Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Sanata Dharma Yogyakarta.

Tugas Akhir ini dapat terwujud bukan semata-mata atas usaha penulis sendiri, melainkan berkat bantuan dan bimbingan dari berbagai pihak. Oleh karena itu dalam kesempatan ini penulis mengucapkan banyak terima kasih kepada yang terhormat:

1. Romo Ir. Greg. Heliarko, S.J., S.S., B.S.T., M.A., M.Sc., Dekan Fakultas Teknik Universitas Sanata Dharma Yogyakarta.



8. Abang atas kontribusi pikiran, kesabaran dan waktu.
9. Semua rekan-rekan mahasiswa yang telah membantu penulis baik secara langsung maupun tak langsung.

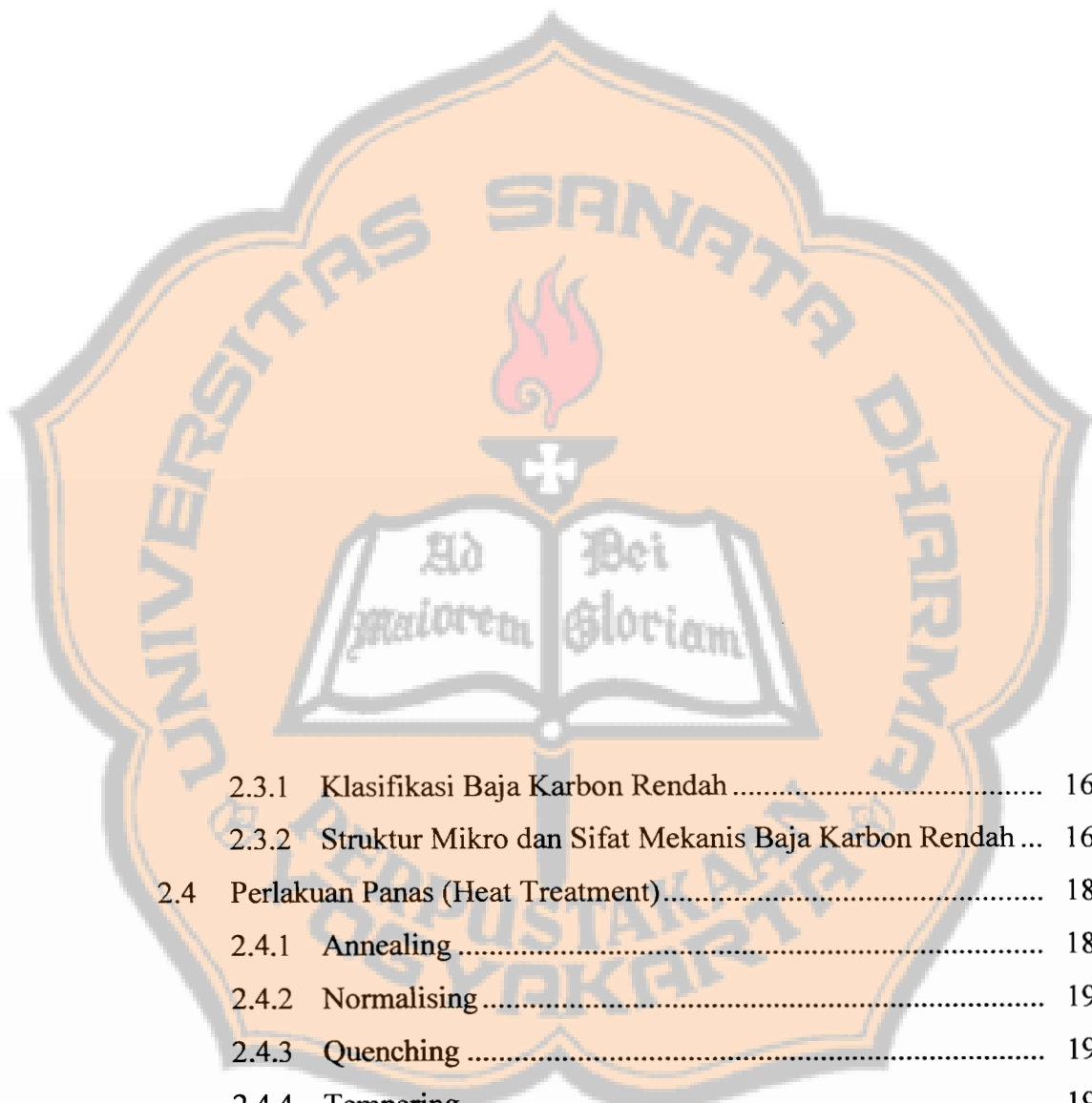
Penulis berharap tugas ini bisa membantu para pembaca untuk lebih mengetahui dan memahami Heat Treatment.

Dengan segala keterbatasan pengalaman dan pengetahuan sudah barang tentu Tugas Akhir ini masih jauh dari sempurna. Saran serta Kritik membangun dari pembaca sangat penulis harapkan demi perbaikan dikemudian hari.



DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PENGESAHAN	ii
HALAMAN PERNYATAAN	iii
HALAMAN NASKAH SOAL	iv
HALAMAN PERSEMBAHAN	v
HALAMAN MOTTO	vi
KATA PENGANTAR	vii
DAFTAR ISI	ix
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR TABEL	xiii
INTISARI	xiv
ABSTRACT	xv
BAB I PENDAHULUAN	1



2.3.1	Klasifikasi Baja Karbon Rendah	16
2.3.2	Struktur Mikro dan Sifat Mekanis Baja Karbon Rendah ...	16
2.4	Perlakuan Panas (Heat Treatment).....	18
2.4.1	Annealing	18
2.4.2	Normalising	19
2.4.3	Quenching	19
2.4.4	Tempering	19
2.4.5	Tempcore.....	20
2.5	Macam-macam Pengujian Bahan.....	25
2.5.1	Pengujian Tarik	25
2.5.2	Pengujian Kekerasan	29
2.5.3	Analisis Struktur Mikro.....	31

BAB III METODE PENELITIAN 32

3.1 Skema Penelitian..... 32

3.2 Bahan..... 33

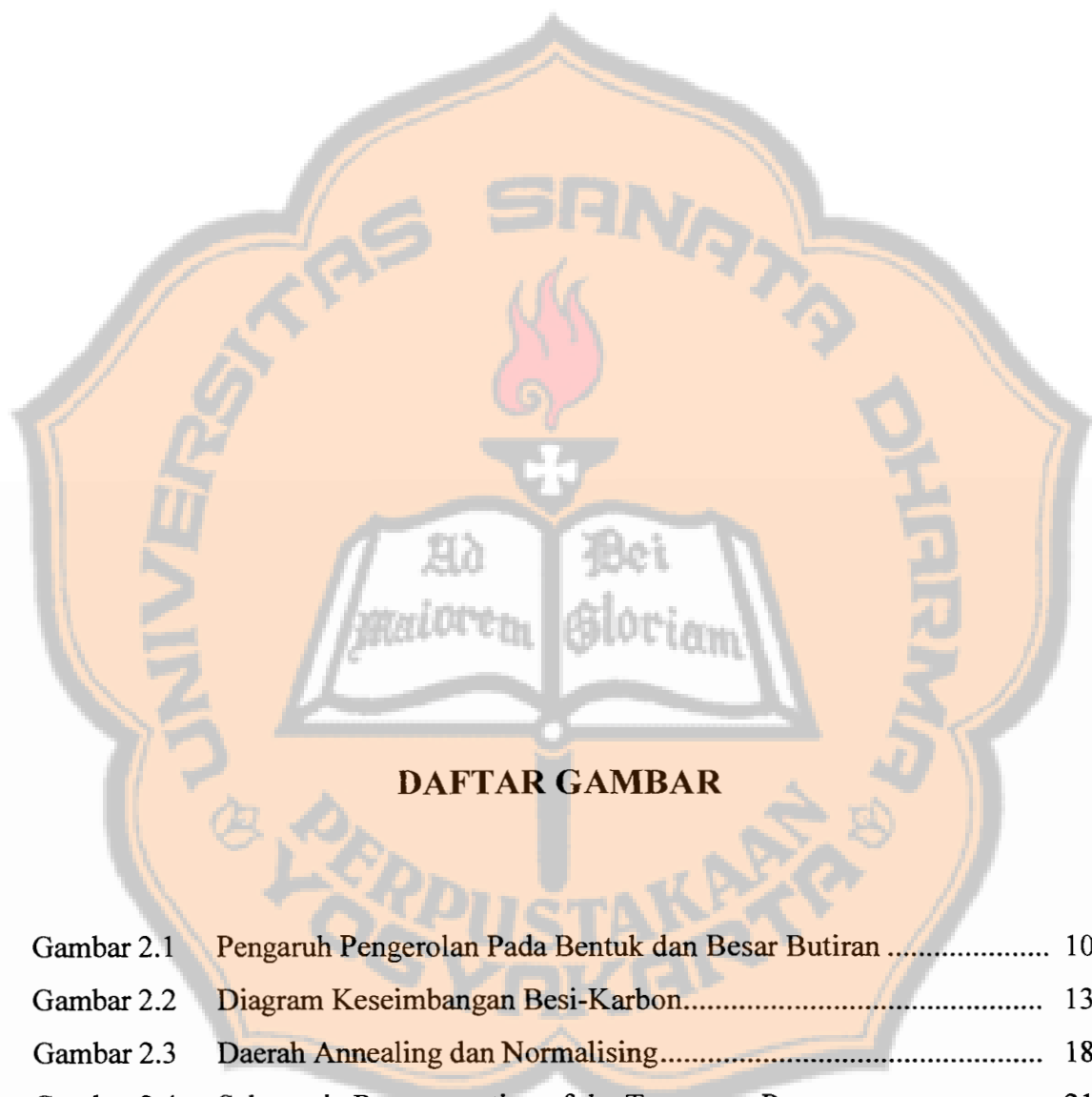
3.3 Peralatan Yang Digunakan..... 33



BAB V KESIMPULAN DAN PENUTUP	55
5.1 Kesimpulan	55
5.2 Penutup.....	56

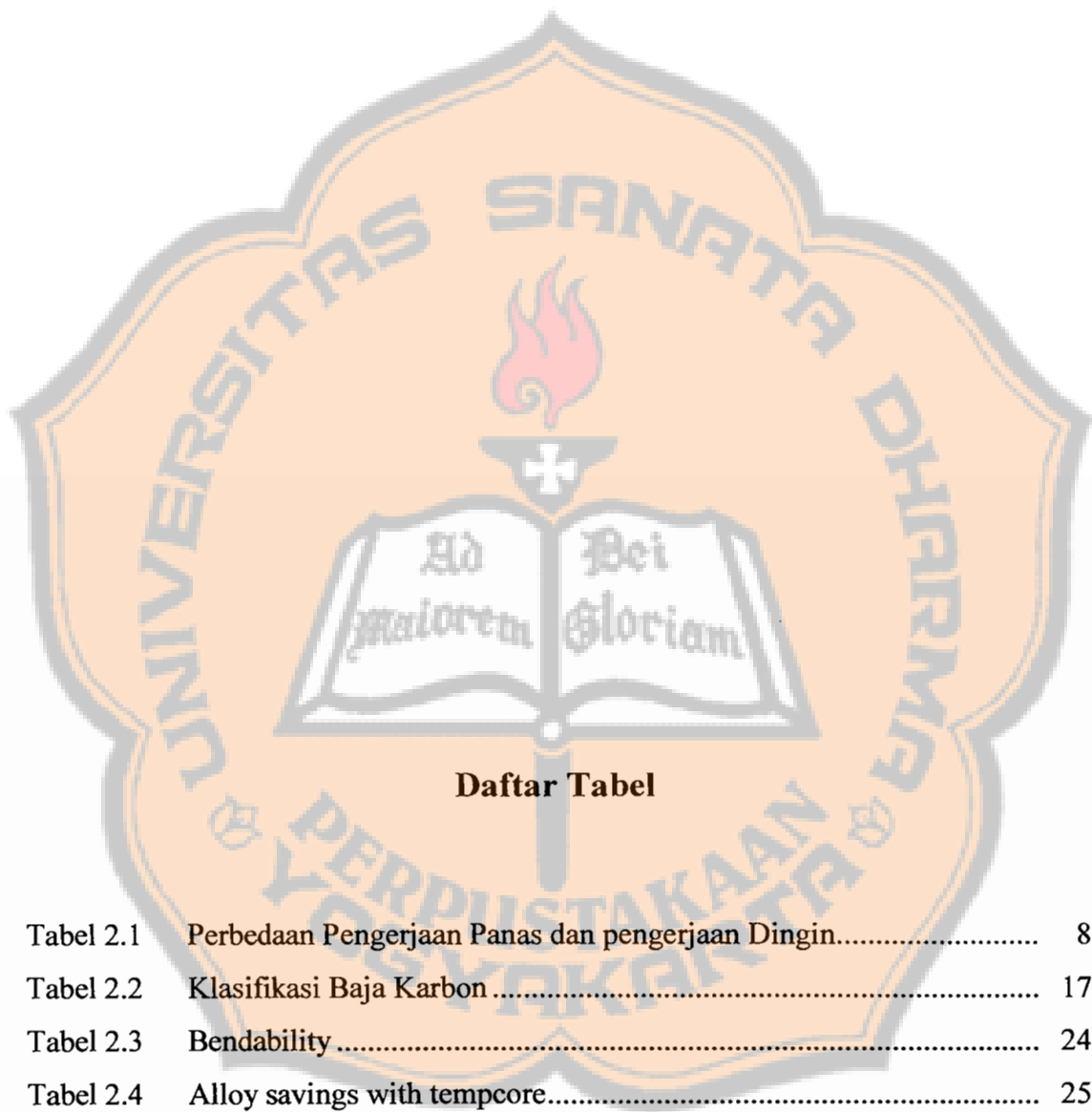
DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN-LAMPIRAN



DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Pengaruh Pengerolan Pada Bentuk dan Besar Butiran	10
Gambar 2.2	Diagram Keseimbangan Besi-Karbon.....	13
Gambar 2.3	Daerah Annealing dan Normalising.....	18
Gambar 2.4	Schematic Representation of the Tempcore Process	21
Gambar 2.5	Kurva Tegangan-Regangan Pada Pengujian Tarik	27
Gambar 2.6	Penumbuk Piramida Intan	30
Gambar 3.1	Skema Penelitian.....	32
Gambar 3.2	Bentuk Spesimen Uji Tarik.....	34
Gambar 3.3	Bentuk Spesimen Uji Kekerasan dan Analisis Struktur Mikro.....	35
Gambar 3.4	Mikroskop Analisis Struktur Mikro	38
Gambar 3.5	Pemeriksaan Benda Yang Dietsa	39
Gambar 4.1	Grafik Kekuatan Tarik	44
Gambar 4.2	Grafik Tegangan patah.....	45
Gambar 4.3	Grafik Regangan Patah	45



Daftar Tabel

Tabel 2.1	Perbedaan Pengerjaan Panas dan pengerjaan Dingin.....	8
Tabel 2.2	Klasifikasi Baja Karbon	17
Tabel 2.3	Bendability	24
Tabel 2.4	Alloy savings with tempcore.....	25
Tabel 4.1	Komposisi Baja	40
Tabel 4.2	Hasil Pengujian Tarik Tempcore	42
Tabel 4.3	Hasil Pengujian Tarik Normalising.....	43
Tabel 4.4	Hasil Pengujian Tarik Quenching	43
Tabel 4.5	Hasil Rata-rata Pengujian Tarik.....	44
Tabel 4.6	Hasil Pengujian Kekerasan Vickers Normalising Bagian Tepi	47
Tabel 4.7	Hasil Pengujian Kekerasan Vickers Quenching Bagian Tepi.....	47
Tabel 4.8	Hasil Pengujian Kekerasan Vickers Tempcore Bagian Tepi	47
Tabel 4.9	Hasil Rata-rata Pengujian Vickers Bagian Tepi	48
Tabel 4.10	Hasil Pengujian Kekerasan Vickers Normalising Bagian Tengah.....	49



INTISARI

Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui Pengaruh proses tempcore dan quenching terhadap kekuatan tarik, kekerasan Vickers dan struktur mikro baja karbon rendah. Material yang dipakai adalah BJTD 40 (Baja tulangan deformed) hasil proses tempcore.

Dalam penelitian ini dibentuk 36 batang spesimen yang terdiri dari: 12 spesimen Tempcore, 12 spesimen Tempcore-Normalising, 12 spesimen Tempcore-Quenching. Setelah itu dilakukan beberapa pengujian, yaitu pengujian tarik untuk mengetahui kekuatan tarik, kekuatan patah dan regangan. Pengujian kekerasan untuk mengetahui tingkat kekerasan dari spesimen uji, serta pengamatan struktur mikro untuk mengetahui struktur mikro yang terbentuk.

Dari hasil pengujian dapat disimpulkan, kekuatan tarik pada baja proses tempcore memiliki harga yang paling tinggi yaitu sekitar σ_u 64 kg/mm² jika dibandingkan dengan baja proses tempcore-normalising σ_u 57 kg/mm² dan tempcore-quenching σ_u 60 kg/mm². Pada pengujian kekerasan, baja proses tempcore-quenching memiliki kekerasan paling tinggi yaitu pada bagian tengah sekitar 576 kgf/mm² dan bagian tepi sekitar 593 HVN dibandingkan dengan kekerasan pada baja proses tempcore bagian tengah sekitar 198 HVN dan bagian tepi sekitar 212 HVN dan tempcore-normalising bagian tengah sekitar 177 HVN dan bagian tepi sekitar 178 HVN. Dari analisis Struktur mikro, struktur mikro baja tempcore bagian luar berupa martensit, sedangkan bagian dalam berupa ferit dan perlit.



ABSTRACT

The aim of this research is to know the effect of Tempcore and Quenching process on the tensile strength, Vickers Hardness and micro structure of low carbon steel. Material that used was BJTD 40

On the test, 36 pieces of specimens were used, there are; 12 tempcore specimens, 12 normalizing specimens and quenching specimens. All of specimens were being tested, the tested are: tensile test to know the tensile strength, breking strength, and elongation. Hardness test to know the hardness level of the tested material, and micro structure test to know the micro structure that formed.

From the research, the tempcore processed steel had the highest tensile strength for about $\sigma_U = 64 \text{ kg/mm}^2$ if compared with tempcore-normalizing processed steel, $\sigma_U = 57 \text{ kg/mm}^2$ and tempcore-quenching processed steel, $\sigma_U = 60 \text{ kg/mm}^2$. The hardness test the tempcore-quenching processed steel had the highest hardness level for about core area 576 VHN, and skin area 593 VHN; compare with tempcore processed steel core area 198 VHN and skin area 212 VHN; and tempcore-normalizing processed steel core area 177 VHN and skin area 178 VHN. On the micro structure observe tempcore processed steel, core area ferrite and pearlite while in skin area is martensite.



The Effect of Tempcore and Quenching on low Carbon steel

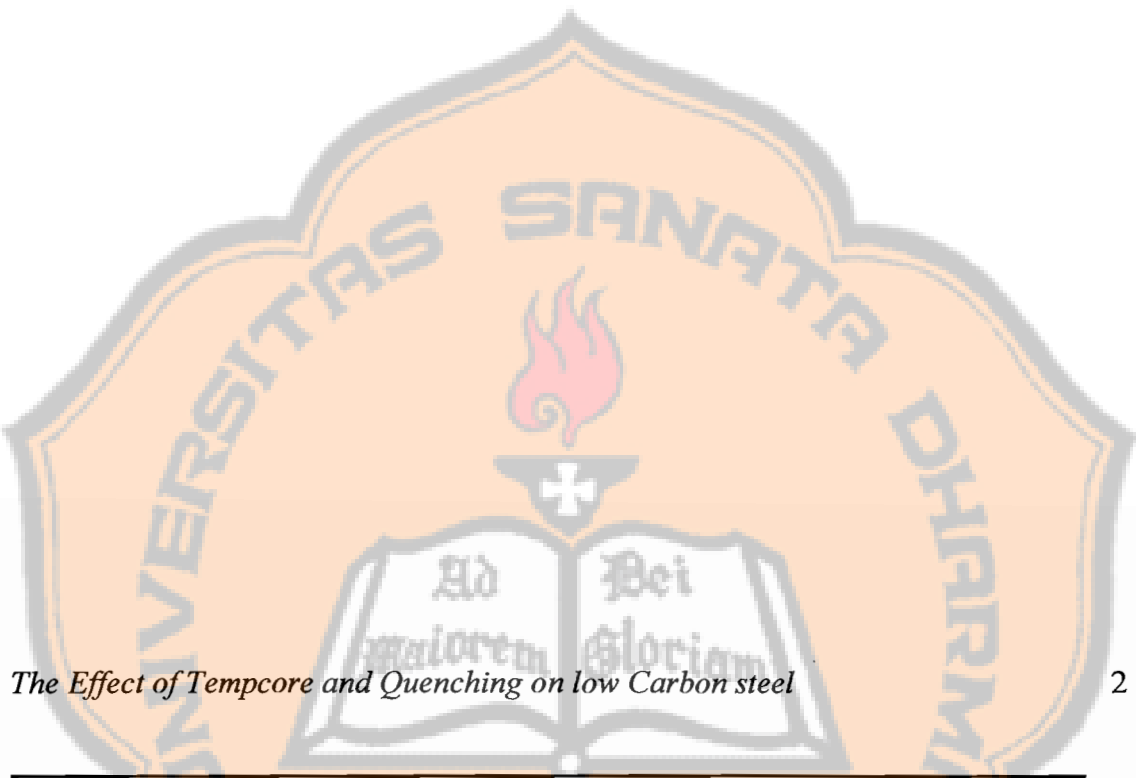
BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang Masalah

Penerapan teknologi bahan saat ini semakin bervariasi hal ini disebabkan oleh tuntutan untuk memenuhi kebutuhan manusia yang beranekaragam, oleh sebab itu manusia dituntut untuk semakin kreatif dan produktif dalam mengembangkan teknologi. Salah satu bahan yang paling banyak digunakan adalah baja. Adapun pertimbangan penggunaan bahan ini adalah memiliki sifat-sifat untuk menahan beban besar, kekuatan, dan memiliki mampu bentuk yang baik.

Pada dasarnya peningkatan kualitas dari baja dapat ditempuh melalui dua



The Effect of Tempcore and Quenching on low Carbon steel

2

1.2 Batasan Masalah

Agar diperoleh pemahaman yang jelas atas permasalahan yang ada pada tugas akhir ini maka penulis memberikan batasan-batasan masalah sebagai berikut:

1. Bahan yang digunakan adalah BJTD 40 (Baja tulangan deformed) hasil proses tempcore.
2. Dilakukan perlakuan panas yaitu tempcore-normalising dan tempcore-quenching dengan suhu 885 °C.
3. Dilakukan pengujian tarik, pengujian kekerasan dan analisis struktur mikro.

1.3 Tujuan Penelitian

Penelitian ini dilakukan dengan tujuan untuk mengetahui:

1. Pengaruh proses tempcore dan quenching terhadap kekuatan tarik baja

1.4 Sistematika Penulisan.

Pada bab pertama, pendahuluan berisi tentang latar belakang masalah, batasan masalah, tujuan penelitian dan sistematika penulisan.

Pada bab kedua, dasar teori berisi tentang produksi baja, fasa besi-karbon, perlakuan panas, dan macam-macam pengujian bahan. Literatur berupa buku-buku panduan, tabel, dan grafik yang berhubungan dengan penelitian digunakan sebagai dasar.

Pada bab ketiga, metode penelitian berisi skema penelitian, bahan, peralatan yang digunakan, spesimen, proses perlakuan panas dan pengujian bahan. Pengujian bahan dilaksanakan meliputi: pengujian tarik di laboratorium Quality Control PT Jakarta Cakratunggal Steel Mills, pengujian kekerasan di Laboratorium Mekanika Bahan Program Diploma UGM dan pengujian struktur



The Effect of Tempcore and Quenching on low Carbon steel

BAB II

DASAR TEORI

2.1 Produksi Baja

Dalam memproduksi baja dilakukan serangkaian proses. Proses awal dari produksi baja adalah melebur bijih besi kedalam dapur tinggi atau lebih dikenal dengan *blast furnance* untuk memperoleh besi mentah atau *pig iron*. Besi mentah inilah yang selanjutnya menjadi bahan baku dari pembuatan baja (steel), besi cor (cast iron) dan besi tempa (wrought iron). Baja dapat didefinisikan sebagai suatu campuran dari besi dan karbon dengan karbon sebagai dasar campurannya, sedangkan unsur-unsur lain yang terkandung didalam baja adalah fosfor (P), sulfur (S), silikon (Si) dan mangan (Mn).

Unsur-unsur yang terkandung dalam baja jumlah persentasenya dikontrol

b. Unsur Sulfur (S)

Kandungan sulfur dibuat serendah mungkin (dibawah 0.05%). Besi sulfida tidak sesuai untuk pengerjaan dingin karena kerapuhannya, sedangkan pada pengerjaan panas menyebabkan baja menjadi retak-retak.

c. Unsur Fosfor (P)

Unsur fosfor memiliki titik cair rendah menghasilkan sifat keras dan rapuh. Jumlah maksimum kandungan fosfor dalam baja sekitar 0.05%.

d. Unsur Mangan (Mn)

Baja karbon mengandung mangan lebih dari 1%. Mangan berperan dalam meningkatkan kekuatan dan kekerasan, menurunkan laju pendinginan sehingga mampu keras baja dapat

jumlah Ni relatif banyak, maka austenit pada baja akan stabil sampai temperatur kamar. Ni tidak membentuk karbida dan tidak berpengaruh terhadap kekerasan.

g. Molibden (Mo)

Mo besar pengaruhnya terhadap mampu keras dibandingkan dengan unsur paduan lain (kecuali Mn). Akibat penambahan Mo, dalamnya pengerasan dari baja meningkat karena laju pendinginan kritisnya menjadi turun. Mo dapat membentuk karbida sehingga dapat meningkatkan ketahanan terhadap keausan, meningkatkan ketangguhan dan kekuatan pada temperature tinggi.

h. Wolfram (W)

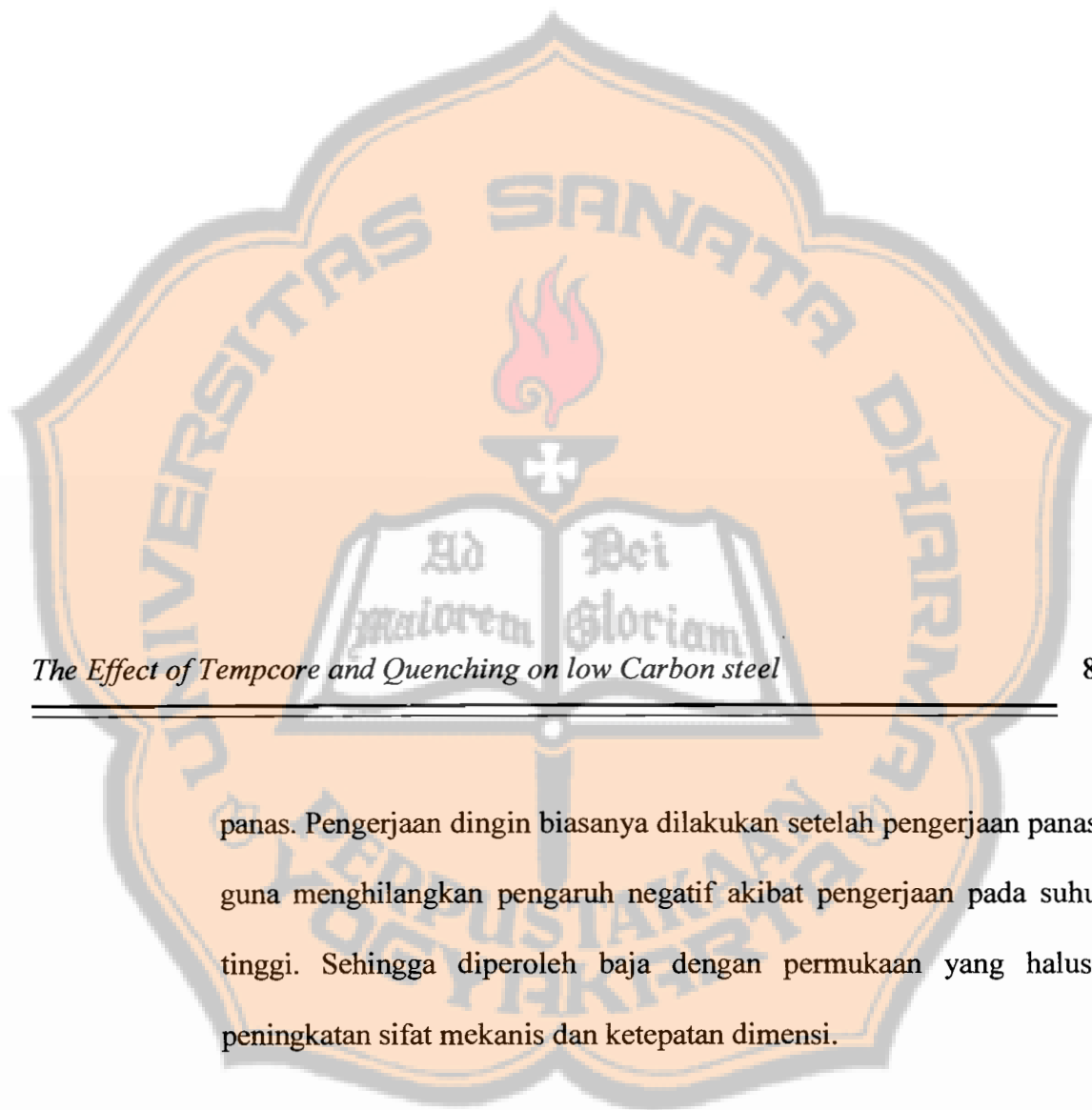
W membentuk karbida kompleks. Baja paduan W memiliki kekerasan yang tinggi, tahan abrasi, kekuatan dan kekerasan pada

2.1.2 Proses Oksidasi peleburan

Pembuatan baja dapat diartikan sebagai proses yang bertujuan untuk mengurangi unsur C, Mn, Si, S, dan unsur P yang terdapat pada besi mentah. Pengurangan unsur-unsur lain seperti unsur C, Si, Mn, P dan S dari besi mentah adalah dengan cara proses oksidasi peleburan.

Proses oksidasi peleburan dapat dilakukan dalam berbagai macam dapur seperti:

- A. Konverter (Converter).
 - a. Proses Bessemer.
 - b. Proses Thomas.
 - c. Proses Oksigen berlebihan.
- B. Dapur Tungku Terbuka (Open Hearth Furnace atau Siemen
Martin)



The Effect of Tempcore and Quenching on low Carbon steel

8

panas. Pengerjaan dingin biasanya dilakukan setelah pengerjaan panas guna menghilangkan pengaruh negatif akibat pengerjaan pada suhu tinggi. Sehingga diperoleh baja dengan permukaan yang halus, peningkatan sifat mekanis dan ketepatan dimensi.

Tabel 2.1 Perbedaan pengerjaan panas dan pengerjaan dingin

Pengerjaan Panas	Pengerjaan Dingin
1. Gaya deformasi yang diperlukan lebih rendah.	1. Gaya deformasi yang diperlukan lebih besar
2. Sifat mekanis tidak banyak berubah.	2. Kekuatan logam meningkat.
3. Dilakukan diatas suhu rekristalisasi atau diatas daerah pengerasan kerja	3. Dilakukan dibawah suhu rekristalisasi terkadang berlangsung pada suhu ruang.



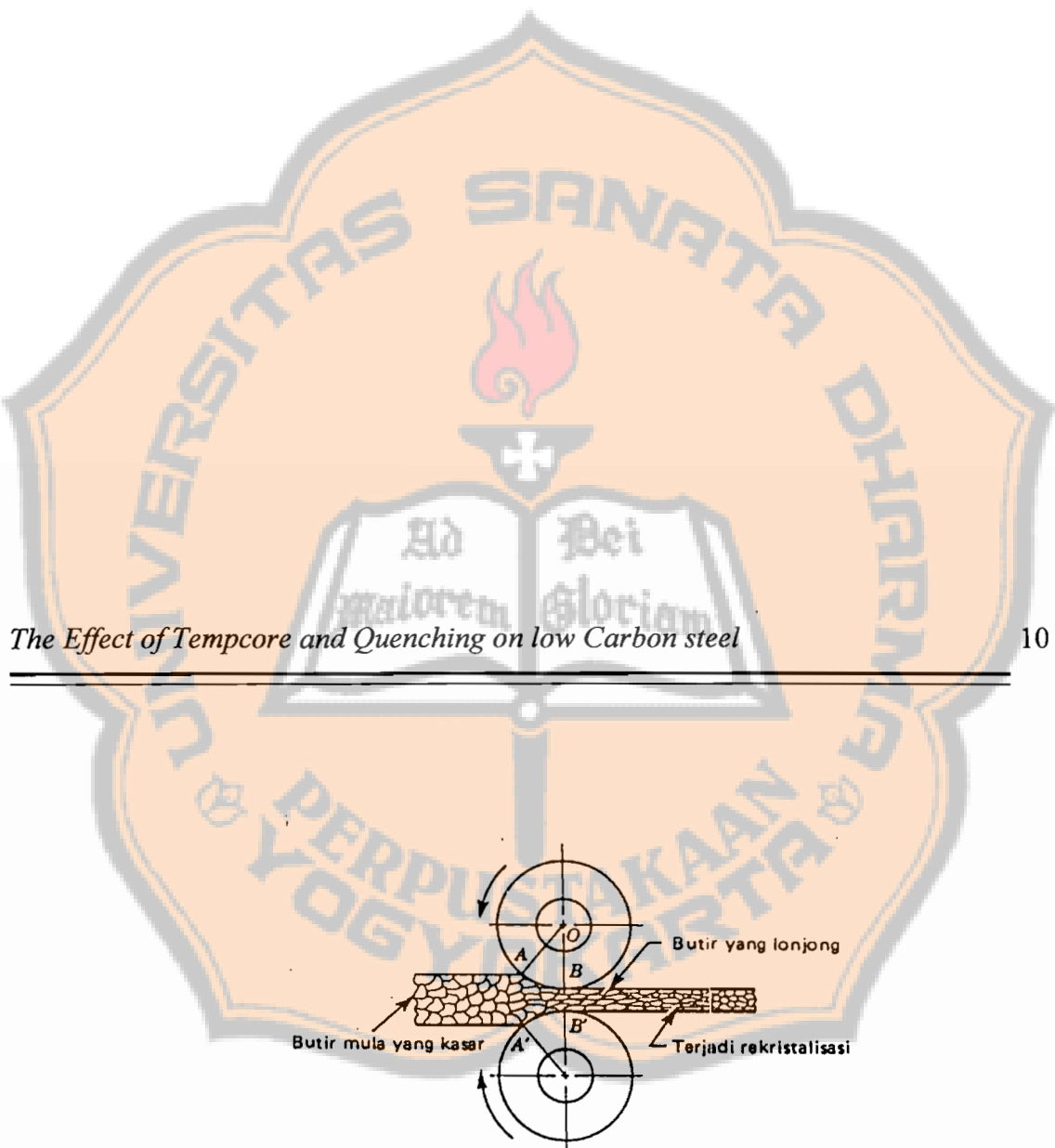
B. Kekurangan pengerjaan panas:

1. Terjadi oksidasi dan pembentukan terak pada permukaan logam sehingga penyelesaian permukaan tidak bagus.
2. Peralatan pengerjaan panas dan biaya pemeliharaan tinggi.

2.1.3.2 Proses pengerjaan panas

Pada umumnya pengerjaan panas logam adalah dengan cara dirol. Pengerolan dilakukan dalam dua tahap:

1. Pengerolan baja menjadi barang setengah jadi, bloom, billet, slab.
2. Proses selanjutnya mengubah bloom, billet dan slab



The Effect of Tempcore and Quenching on low Carbon steel

10

Gambar 2.1 Pengaruh pengerolan pada bentuk dan besar butiran

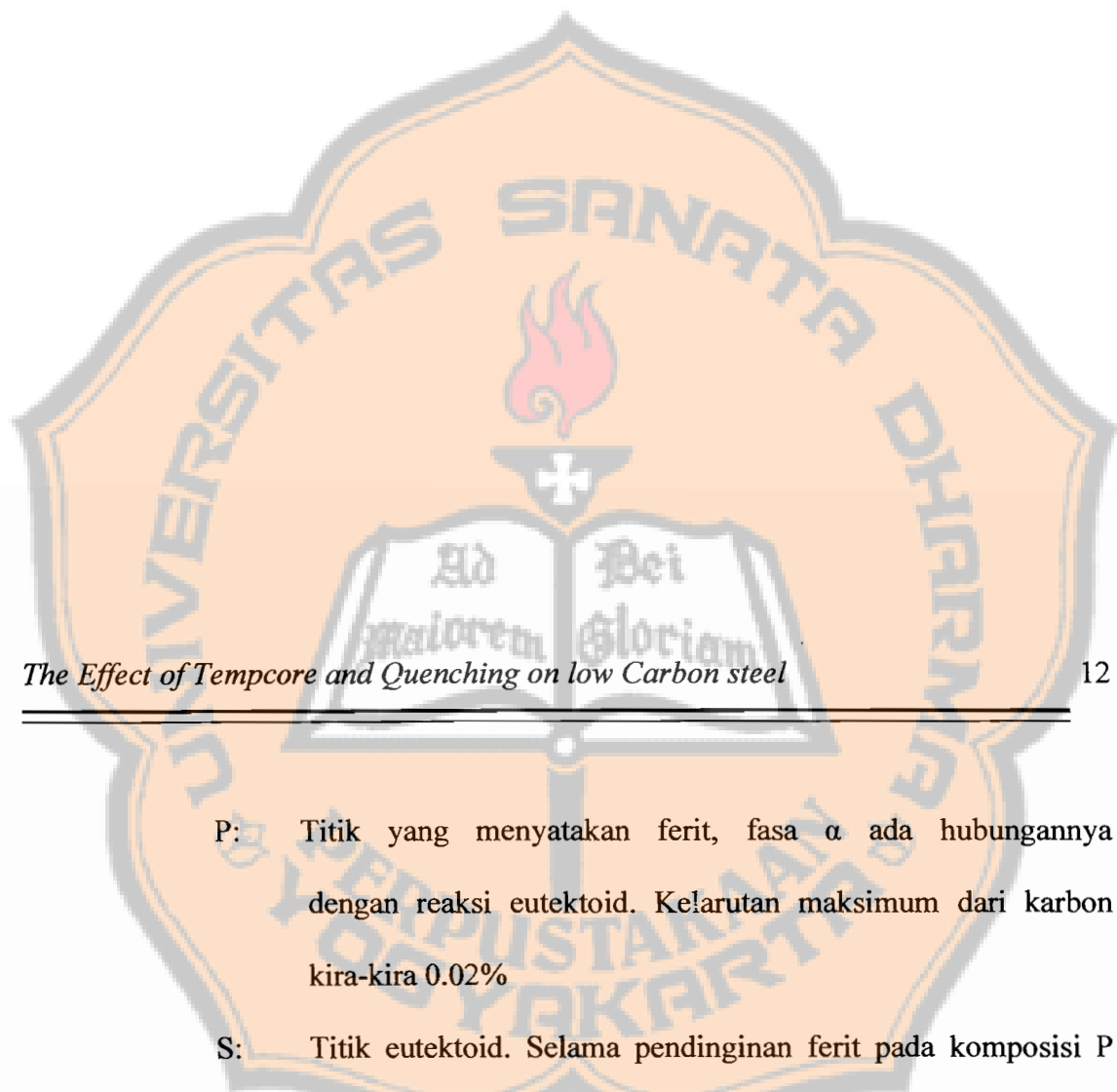
Sumber : B.H. Amstead. Teknologi Mekanik 1997 hal 298

Busur AB dan A'B' adalah daerah kontak dengan rol. Aksi jepit pada logam diatasi gaya gesek pada daerah kontak dan logam tertarik diantara rol. Logam keluar dari rol dengan

S, karena unsur-unsur ini tidak memberikan pengaruh utama kepada diagram fasa maka diagram ini dapat dipergunakan tanpa menghiraukan unsur-unsur tersebut.

Titik-titik penting pada diagram fasa ini adalah:

- A: Titik cair besi
- B: Titik pada cairan yang ada hubungannya dengan reaksi peritektik
- H: Larutan padat δ yang ada hubungannya dengan reaksi peritektik kelarutan karbon maksimum adalah 0.10%
- J: Titik peritektik. Selama pendinginan austenit pada komposisi J, fasa γ terbentuk dari larutan padat δ pada komposisi H dan cairan pada komposisi B

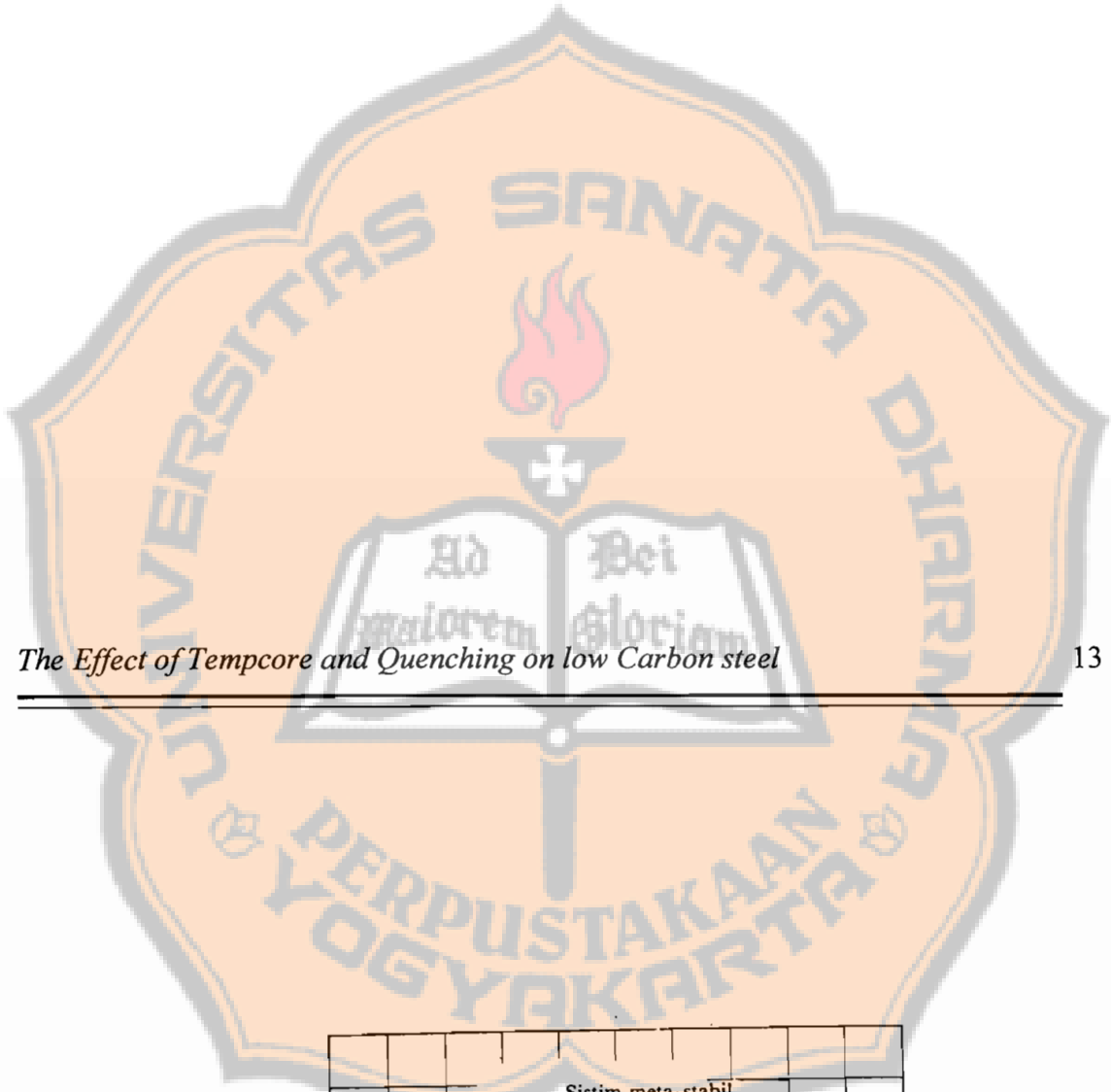


P: Titik yang menyatakan ferit, fasa α ada hubungannya dengan reaksi eutektoid. Kelarutan maksimum dari karbon kira-kira 0.02%

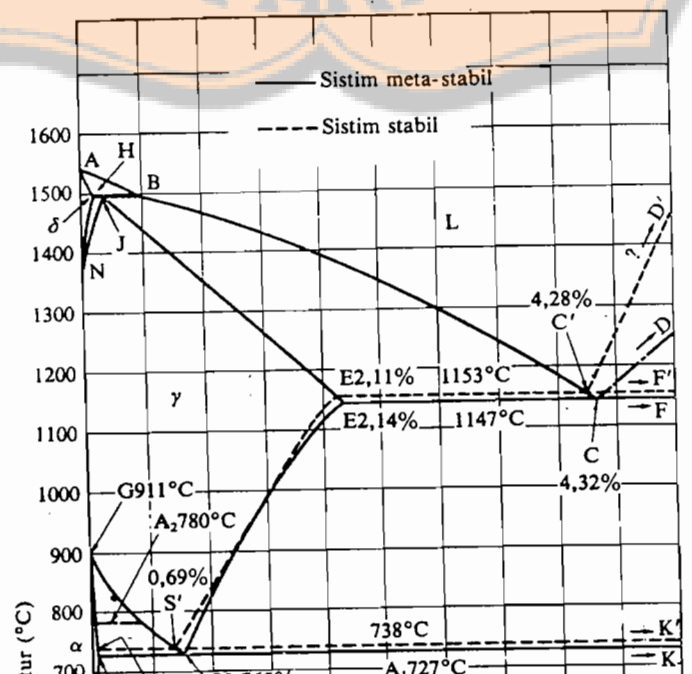
S: Titik eutektoid. Selama pendinginan ferit pada komposisi P dan sementit pada komposisi K terbentuk simultan dari austenit pada komposisi S. Reaksi eutektoid dinamakan transformasi A_1 dan fasa eutektoid dinamakan perlit

GS: Garis yang menyatakan hubungan antara temperatur dan komposisi, mulai terbentuk ferit dan austenit. Garis ini disebut A_3

ES: Garis yang menyatakan hubungan antara temperatur dan komposisi dimana mulai terbentuk sementit dari austenit,



The Effect of Tempcore and Quenching on low Carbon steel



2.2.2 Transformasi Fasa pada Baja

Proses perlakuan panas dapat mengubah struktur mikro dari suatu bahan. Struktur yang terdapat pada baja adalah:

1. Austenit

Memiliki sel satuan kubus pusat badan atau *face centered (fcc)*, menunjukkan titik mulur yang jelas tanpa kegetasan pada keadaan dingin.

2. Martensit

Merupakan fasa larutan padat lewat jenuh dari karbon dalam sel satuan tetragonal pusat badan atau *body centered tetragonal (bct)*, makin tinggi kejenuhan karbon maka akan semakin keras dan getas.

3. Sementit

6. Perlit

Adalah campuran yang sangat tidak stabil dari ferit dan sementit.

2.3 Baja Karbon

Yang dimaksud dengan baja karbon adalah baja yang hanya terdiri dari besi (Fe) dan karbon (C) saja, tanpa ada bahan-bahan pemuat yang lain. Beberapa unsur yang lain kadang-kadang terdapat pada baja karbon tetapi dengan kadar atau prosentase yang sangat kecil. Misalnya Si, Mn, S, dan P. Biasanya keikutsertaan material tersebut didalam baja karbon dinamakan *impurities*. Pada umumnya baja karbon dikelompokkan berdasarkan kandungan karbonnya, yaitu:

- a. Baja karbon rendah (< 0.3 %)

c. Baja karbon tinggi ($0.7 < C < 1.4 \%$)

Baja karbon jenis ini dibuat dengan cara digiling panas, banyak digunakan sebagai alat potong seperti pisau, tap, gurdi, palu, obeng, tang, baja plat dan lain-lain.

2.3.1 Klasifikasi Baja Karbon Rendah

Baja karbon rendah memiliki kekerasan rendah, keuletan yang tinggi dan mampu bentuk las yang baik. Pada umumnya produksi baja karbon rendah berupa strip atau sheet. Secara umum, baja karbon rendah terbagi menjadi 2 kategori :

1. Baja dengan kemampuan dibentuk dingin, didapat dari baja karbon rendah yang dianil dengan komposisi karbon maksimum 0,1 dan Mn 0,3-0,4 %. Baja ini banyak digunakan dalam industri karoseri.



rendah sangat tergantung pada kadar karbonnya. Baja karbon rendah juga disebut baja lunak.

Tabel 2.2 Klasifikasi Baja Karbon
 Sumber: Teknologi Pengelasan Logam (Wiryosumarto, H)

Jenis dan Kelas	Kadar karbon (%)	Kekuatan luluh (kg/mm ²)	Kekuatan Tarik (kg/mm ²)	Perpanjangan (%)	Kekerasan Brinell	Penggunaan	
Baja karbon rendah	Baja lunak khusus	0,08	18-28	32-36	40-30	95-100	Plat tipis
	Baja sangat lunak	0,08-0,12	20-29	36-42	40-30	80-120	Batang kawat
	Baja lunak	0,12-0,20	22-30	38-48	36-24	100-130	Konstruksi umum
	Baja setengah lunak	0,20-0,30	24-36	44-45	32-22	112-145	
Baja	Baja setengah keras	0,30-0,40	30-40	50-60	30-17	140-170	Alat-alat mesin

2.4 Perlakuan Panas (Heat Treatment)

Heat treatment didefinisikan sebagai proses memanaskan bahan hingga suhu tertentu kemudian didinginkan menurut cara tertentu. Adapun tujuannya adalah untuk menyempurnakan sifat-sifat dari bahan tersebut. Berikut beberapa proses perlakuan panas:

2.4.1 Annealing

Adalah proses pemanasan baja pada suhu dan waktu tertentu dan kemudian didinginkan secara perlahan sampai mencapai suhu kamar. Untuk baja Hypoeutektoid dipanaskan 30-50°C diatas garis GS pada diagram Fe-C sedangkan untuk baja Hypereutektoid dipanaskan 30-50°C diatas garis SE pada diagram Fe-C. Baja dipanaskan hingga melalui suhu pengkristalan kembali untuk membebaskan tegangan-

2.4.2 Normalising

Adalah proses pemanasan baja pada suhu yang sesuai kemudian didinginkan secara bebas diudara. Proses normalisasi terdiri dari pemanasan baja 30-50° C diatas daerah kritis, ditahan sebentar kemudian didinginkan dengan tenang. Baja dipanaskan hingga membentuk struktur austenit kemudian didinginkan bebas diudara. Adapun tujuan metode ini adalah untuk menghilangkan tegangan-tegangan dalam baja dan untuk pengkristalan kembali sehingga memperbaiki keuletan baja.

2.4.3 Quenching

Adalah proses pemanasan baja pada suhu tertentu, ditahan beberapa saat kemudian didinginkan dengan cepat. Media pendingin yang

2.4.5 Tempcore

Adalah proses pendinginan langsung setelah pengerjaan panas dalam proses rolling. Pemilihan nama *tempcore* dipilih untuk menggambarkan lapisan martensit yang mengalami perlakuan panas lanjutan yaitu proses tempered oleh panas sisa pada inti pada akhir proses quenching. Setelah dua proses diatas terlewati batang baja didinginkan secara lambat pada *colling bed*, pada saat pendinginan akhir inilah inti austenit berubah menjadi ferrit dan Perlit.

2.4.5.1 Proses Tempcore terdiri tiga tahapan yaitu :

- a. Quenching pada lapisan permukaan.

Pada tahap pertama ini batang baja mengalami proses pendinginan dengan menggunakan media air. Air

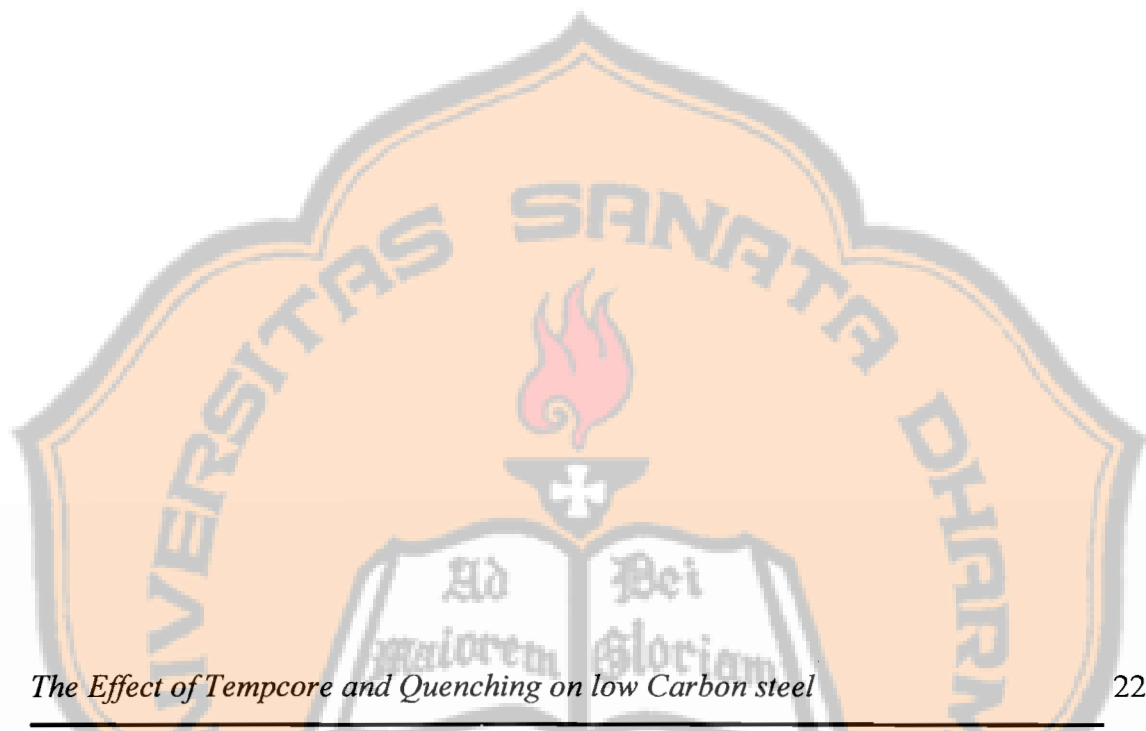
batang baja yang memiliki kekerasan yang tinggi namun tetap memiliki yield strength yang tinggi.

c. Transformasi pada inti.

Tahap yang terakhir pada proses tempcore ini terjadi pada *roller conveyor* atau lebih dikenal dengan *cooling bed*.

Pada tahap ini inti austenit berubah menjadi ferit dan perlit.





Gambar 2.4 menjelaskan bahwa setelah baja meninggalkan stand terakhir batang baja memasuki *water colling section*. Efisiensi dari proses pendingin menunjukkan bahwa pada lapisan teratas dari batang yang diquenching menjadi martensit, sedangkan sisanya, inti menjadi *austenit*. Proses quenching berhenti ketika martensit terbentuk dibawah permukaan. Ketika batang baja meninggalkan *colling section*, gradient temperatur terbukti melintasi section hal ini disebabkan oleh aliran panas dari pusat sampai permukaan. Ini menambah temperatur lapisan permukaan hasil *self-tempering* dari martensit. Spesifikasi baja tempcore sebagai berikut:

- a. Diameter batang : 8 – 32 mm
- b. Kandungan Karbon : 0.13 – 0.29 %

Dari hasil diatas, dapat dibuktikan adanya 2 hubungan yaitu:

1. Hubungan yang pertama, hasil diatas dapat digunakan untuk merancang instalasi dan memberi waktu untuk proses quenching untuk mendapatkan *yield strength* yang dikehendaki serta menunjukkan karakteristik dari *colling treatment*.
2. Hubungan yang kedua, menunjukkan adanya hubungan antara sifat mekanik dengan komposisi kimia dari besi baja.

2.4.5.2 Faktor penting yang perlu diperhatikan dalam proses

Tempcore adalah:

- a. Temperatur pengilasan akhir
- b. Waktu quenching
- c. Debit air

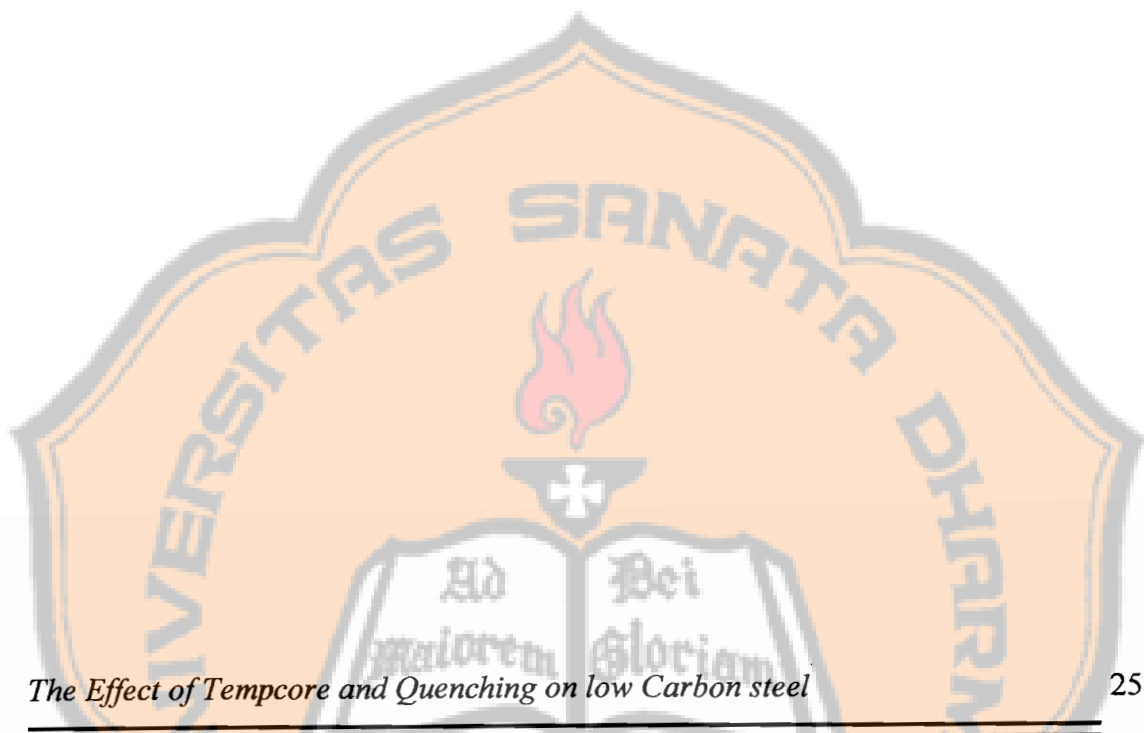
- f. Baja hasil Tempcore memiliki kemampuan Bendability dan ductility yang tinggi.

Tabel 2.3 Bendability

Bending test	Typical D Value	
	Conventional $C_{eq} = 0.61 \%$	Tempcore $C_{eq} = 0.30 \%$
180 ° C bending	3	0.5
90 ° C bending and rebending after ageing	6	3.2
90 ° C bending after electrical butt welding	15	4.0
90 ° C bending after electrical cross welding	> 20	7.0

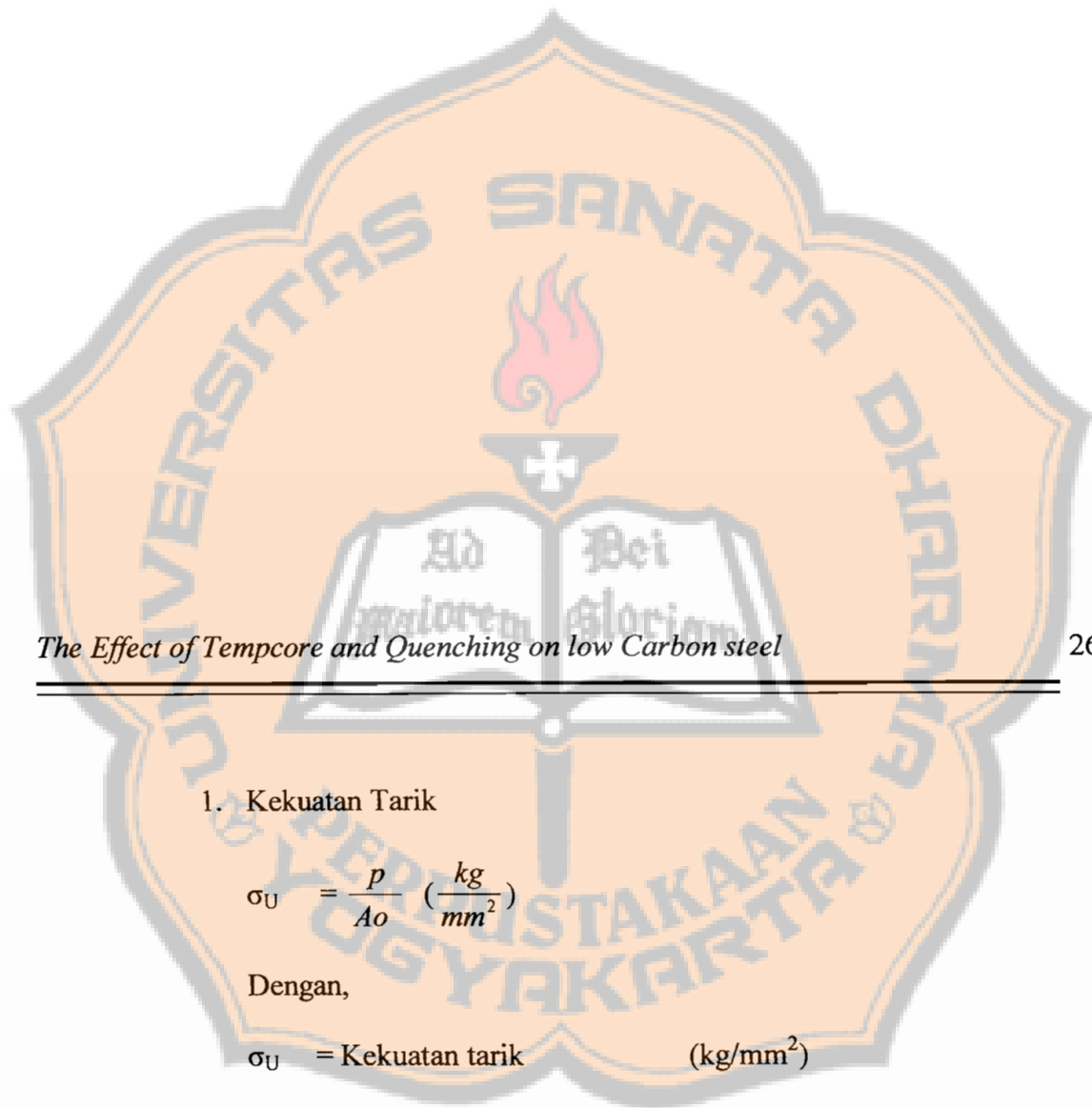
Baja hasil Tempcore sangat cocok untuk Bending

1. Dari banyak pengujian terbukti tidak ada retak dan batang tidak pecah walaupun ditekuk pada *Madrels* dengan diameter penekuk sangat kecil. Pengujian juga



Tabel 2.4 Alloy savings with Tempcore

Grades	Microalloying				Y	Tempcore			Savings (DM/t)
	W	C	Mn	Si		C	Mn	Si	
BSB 400	NO	340	950	325	-	180	600	200	08.0
DIN 488-III RU	NO	395	1200	225	-				08.5
DIN 488-III RU	NO	415	600	225	25				09.2
ASTM 615-60	NO	425	950	400	-	230	750	200	08.1
ASTM 615-60	NO	450	1300	325	-				10.6
ASTM 615-60	YES	275	1200	400	48				27.7
BS 4449	YES	255	1000	400	50	230	750	200	25.8
BSB 400 S	YES	200	950	400	45	180	600	200	25.4
BSB 400 S	YES	160	975	275	50				23.9
DIN 488-III RUS	YES	195	1025	300	60				28.7
DIN 488-III RUS	YES	150	900	400	50	180	600	200	26.4
DIN 488-IV RUS	YES	215	1400	450	60				37.7
DIN 488-IV RUS	YES	225	1000	350	90				39.9
KS 60 S	YES	275	1200	400	150	275	800	200	61.7
KS 60 S	YES	220	1300	400	110				49.4
KS 60 S	YES	260	1450	425	105				50.3



1. Kekuatan Tarik

$$\sigma_U = \frac{P}{A_0} \left(\frac{kg}{mm^2} \right)$$

Dengan,

$$\sigma_U = \text{Kekuatan tarik} \quad (kg/mm^2)$$

$$P = \text{Beban} \quad (kg)$$

$$A_0 = \text{Luas penampang awal} \quad (mm^2)$$

2. Tegangan Patah

$$\sigma_B = \frac{P}{A_0} \left(\frac{kg}{mm^2} \right)$$

Dengan,

$$\sigma_B = \text{Tegangan Patah} \quad (kg/mm^2)$$

$$P = \text{Beban} \quad (kg)$$

4. Perbandingan antara perubahan penampang setelah pengujian dengan sebelum pengujian disebut kontraksi (ψ), dengan persamaan sebagai berikut:

$$\psi = \frac{A_o - A_f}{A_o} \times 100\%$$

Dengan,

ψ = Kontraksi

A_o = Luas penampang awal benda uji (mm²)

A_f = Luas penampang setelah pengujian tarik (mm²)

$$\sigma = \frac{F}{A}$$

Hubungan antara tegangan σ ($\sigma = F/A$), dan regangan (ϵ) selama pengujian dapat dilihat pada Gambar 2.11.

σ_p = Tegangan Proporsional

σ_Y = Tegangan Elastis (Yielding stress)

σ_l = Tegangan Luluh

σ_U = Tegangan tarik maksimum (Ultimate)

σ_B = Tegangan Break

$\epsilon_X, \epsilon_T, \epsilon_B$ = Regangan pada saat pembebanan titik X, T, B.

Bagian awal dari diagram tegangan-regangan berupa garis lurus O-Y, daerah ini disebut daerah elastis dimana hukum Hooke berlaku. Titik Y adalah batas elastis dimana pada daerah ini benda uji tidak mengalami regangan permanent apabila beban dilepaskan sehingga benda uji akan kembali ke bentuk semula. Tegangan pada titik Y disebut tegangan

dimana benda uji dari logam tersebut memperoleh pertambahan panjang permanen sebesar 0,2 % dari panjang mula-mula.

2.5.2 Pengujian Kekerasan

Prinsip dasar pengujian kekerasan adalah untuk mengetahui ketahanan material terhadap deformasi plastis. Sedangkan arti dari kekerasan adalah daya tahan dari suatu material untuk melawan benda lain yang digoreskan atau ditekan kepadanya.

2.5.2.1 Kekerasan Vickers

Pada pengujian kekerasan Vickers menggunakan indenter yang terbuat dari intan berbentuk piramida dengan alas berbentuk bujur sangkar. Sudut antara dua bidang miring yang berhadapan 136 °C. Indenter ditekan pada permukaan benda uji dengan beban bervariasi antara 5-120 kg dengan interval 5 kg selama

B. Kekurangan pengujian Vickers

1. Untuk bahan yang strukturnya tidak homogen hasil kekerasannya kurang teliti
2. Waktu yang diperlukan untuk pengujian lebih lama.

Nilai kekerasan Vickers dinyatakan dengan VHN

$$\begin{aligned} \text{VHN} &= \frac{P}{A} \text{ kg/mm}^2 \\ &= \frac{2.P.\sin\frac{136}{2}}{d^2} \end{aligned}$$

$$\text{VHN} = 1.8544 \times \frac{P}{d^2}$$

Dengan,

P = Beban tekan (kg)

2.5.3 Analisis Struktur Mikro

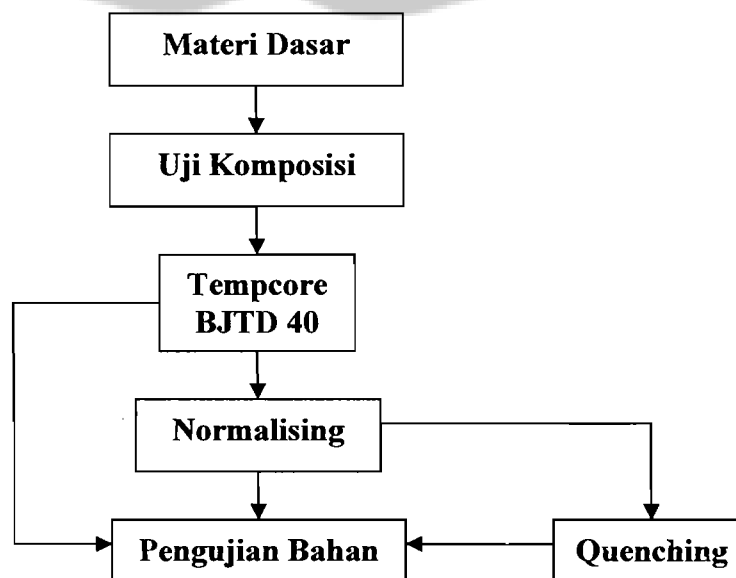
Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui struktur mikro logam sebelum dan sesudah mengalami perlakuan panas. Pada pengujian ini perlu diperhatikan bagian permukaan benda uji, permukaan harus benar-benar rata agar dapat memantulkan sinar dengan baik. Setelah yakin benda uji rata benda uji diampelas kemudian dipoles dan dietsa (dikikis bagian permukaannya dengan bahan kimia). Tujuan dari etsa adalah mengikis batas butir pada permukaan benda uji sehingga sebagian batas butir akan tampak dan komponen-komponen tertentu (fasa-fasa) akan tampak. Zat etsa yang digunakan untuk baja karbon dan besi cor biasanya zat etsa *nital* yaitu campuran asam nitrat (HNO_3) dan alkohol, dengan perbandingan 1-5 ml HNO_3 pekat dengan 95-99 ml alkohol

The Effect of Tempcore and Quenching on low Carbon steel

BAB III

METODE PENELITIAN

3.1 Skema Penelitian



3.2 Bahan

Bahan yang digunakan adalah Baja tulangan deformed BJTD 40 dengan kadar karbon 0.27 %.

3.3 Peralatan Yang Digunakan

Peralatan yang digunakan dalam penelitian ini adalah :

1. Mesin Uji tarik, milik PT Jakarta Cakratunggal Steel Mills.
2. Mesin Uji kekerasan, milik Laboratorium Mekanika Bahan Program Diploma Universitas Gadjah Mada.
3. Oven pemanas, milik Laboratorium Bahan, Jurusan Teknik Mesin, Universitas Negeri Jakarta.
4. Oven pemanas, Mikroskop, Autosol dan cairan pengetsa, milik Laboratorium Ilmu Logam, Jurusan Teknik Mesin, Universitas Sanata

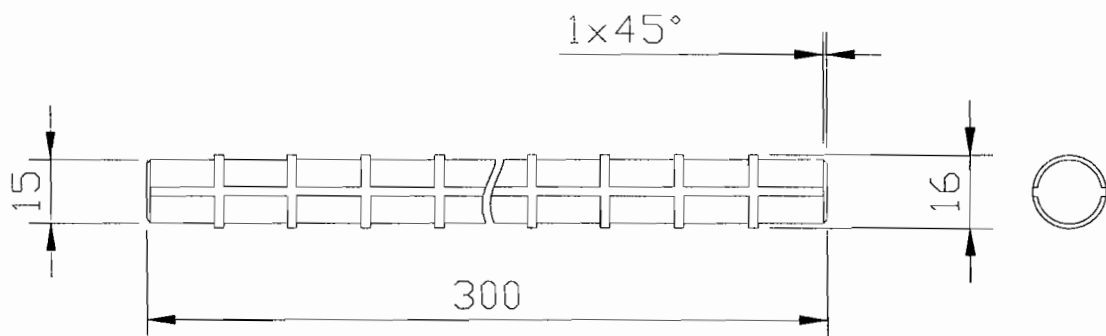


3.4.1 Pengujian tarik

Spesifikasi benda uji untuk pengujian tarik adalah sebagai berikut:

D= Diameter luar benda uji = 16 mm

L= Panjang benda uji = 300 mm

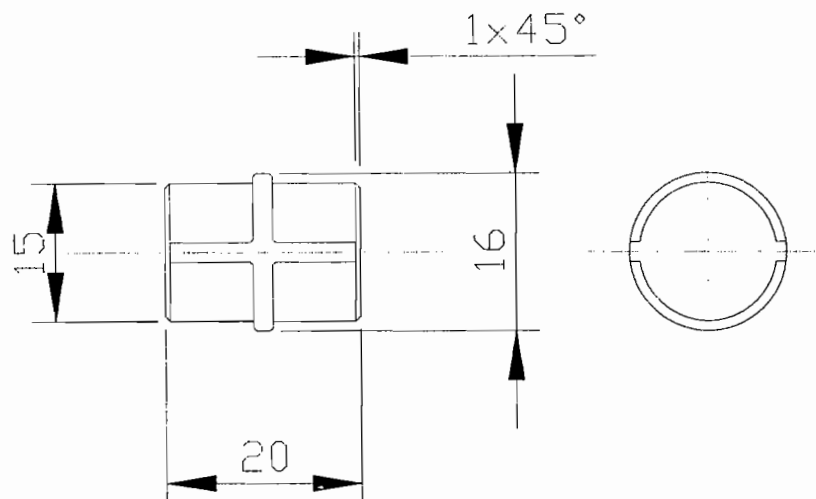


3.4.2 Pengujian Kekerasan Vickers dan Analisis Struktur Mikro

Spesifikasi benda uji untuk pengujian kekerasan Vickers adalah sebagai berikut:

D= Diameter luar benda uji = 16 mm

L= Panjang benda uji = 20 mm



3.5 Proses Perlakuan Panas (Heat Treatment)

Proses perlakuan panas dilakukan dalam dua tahap yaitu:

1. Proses tempcore-normalising dengan suhu 885°C ditahan selama 30 menit kemudian didinginkan dengan tenang.
2. Proses tempcore-quenching dengan suhu 885°C ditahan selama 30 menit kemudian didinginkan secara cepat dengan menggunakan media air.

Benda uji dinormalising pada suhu 885°C , setelah mencapai suhu 885°C temperatur dipertahankan beberapa saat kemudian didinginkan sampai mencapai suhu ruangan. Setelah proses normalising selesai proses diteruskan dengan perlakuan panas lanjutan yaitu proses quenching dengan suhu pemanasan 885°C kemudian temperatur ditahan selama ± 30 menit. Setelah itu benda uji didinginkan secara cepat dengan cara dicelupkan didalam air.

penambahan beban secara perlahan-lahan, benda uji akan semakin panjang sampai titik ultimate dan akhirnya benda uji patah.

2. Secara otomatis hasil penarikan menghasilkan diagram tegangan regangan. Pengujian dilakukan lagi hingga 36 spesimen habis.

3.6.2 Pengujian Kekerasan Vickers

Prinsip pengujian kekerasan adalah untuk mengetahui ketahanan suatu bahan terhadap deformasi plastis. Pengujian ini menggunakan indenter berupa piramida intan dengan sudut puncak 136° kemudian indenter ditekankan pada benda uji kemudian ditahan beberapa saat. Hasil penekan berupa diagonal bujur sangkar dengan diameter d dalam satuan (mm).

A. Alat uji yang digunakan.

1. Alat uji Vickers.

2. Amplas dan autosol

4. Hasil penekanan diamati dengan lensa pembesaran, diperoleh diagonal penekanan dalam μm . Dari d_1 dan d_2 diperoleh d rata-rata.
5. Dilakukan percobaan yang sama untuk semua spesimen kekerasan.

3.6.3 Pengujian Analisis Struktur Mikro

Tujuan dari pengujian ini adalah untuk mengetahui struktur baja setelah mendapatkan perlakuan panas.

A. Alat uji yang digunakan.

1. Mikroskop Tipe Union Microscope buatan Tokyo, Jepang.
2. Kamera Nikon FM 10.
3. Amplas.



B. Pelaksanaan Pengujian.

1. Spesimen dihaluskan dengan menggunakan amplas, setelah halus dan rata spesimen dipoles menggunakan autosol hingga mengkilap.
2. Bagian permukaan dari spesimen yang telah mengkilap kemudian dietsa menggunakan HNO_3 .
3. Setelah selesai dietsa dan yakin permukaan spesimen bersih, dengan bantuan mikroskop dapat dilihat struktur dari spesimen. Apabila struktur dari spesimen belum terlihat jelas proses pemolesan dengan bantuan autosol dapat diulang kembali hingga struktur mikro dari spesimen terlihat jelas.
4. Pada pengujian ini perlu diperhatikan pencahayaan, bila cahaya yang dipantulkan masuk ke dalam lensa mikroskop maka struktur

The Effect of Tempcore and Quenching on low Carbon steel

BAB IV

DATA PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

4.1 Pengujian Komposisi

Tabel 4.1 Komposisi Baja

Nama Unsur	Berat Paduan (%)
Besi (Fe)	98.719
Karbon (C)	0.27
Silikon (Si)	0.17
Mangan (Mn)	0.78
Fosfor (P)	0.02
Sulfur (S)	0.037
Vanadium (V)	0.004

4.2 Pengujian Tarik

4.2.2 Tegangan Patah

$$\sigma_B = \frac{p}{A_o} \quad \left(\frac{\text{kg}}{\text{mm}^2} \right)$$

$$\sigma_B = \frac{9949.5}{201} \quad \left(\frac{\text{kg}}{\text{mm}^2} \right)$$

$$= 49.5 \quad \left(\frac{\text{kg}}{\text{mm}^2} \right)$$

Dengan,

σ_B = Tegangan Patah (kg/mm²)

P = Beban (kg)

A_o = Luas penampang awal (mm²)

4.2.3 Perbandingan antara pertambahan panjang (ΔL) dengan panjang awal

benda uji (L_o) disebut regangan (ϵ)

$$\Delta L$$

4.2.4 Perbandingan antara perubahan penampang setelah pengujian dengan sebelum pengujian disebut kontraksi (ψ), dengan persamaan sebagai berikut:

$$\psi = \frac{A_o - A_f}{A_o} \times 100 \%$$

$$\psi = \frac{201 - 118.05}{201} \times 100 \%$$

$$= 41.26 \%$$

Dengan,

ψ = Kontraksi

A_o = Luas penampang awal benda uji (mm^2)

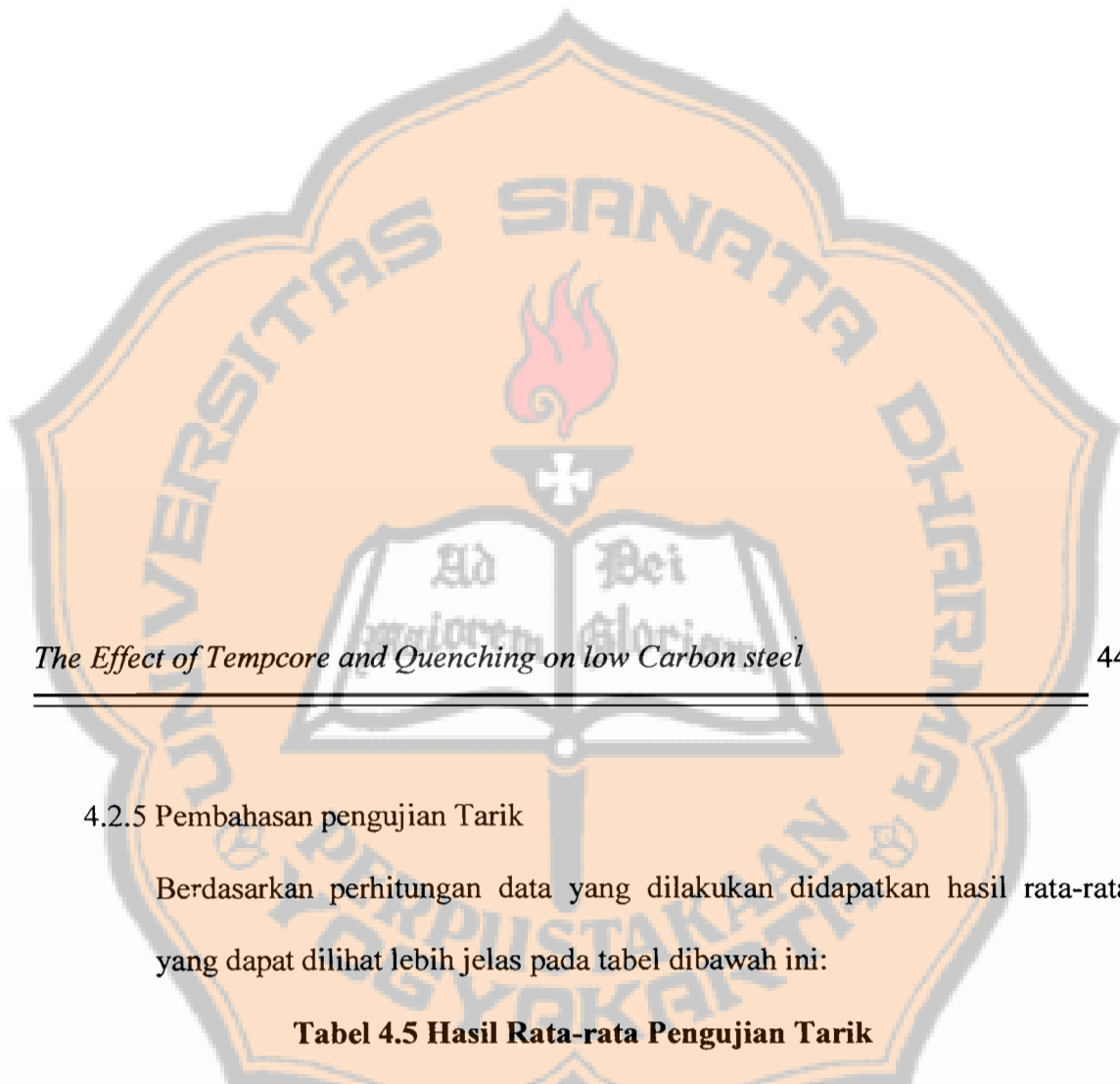
A_f = Luas penampang setelah pengujian tarik (mm^2)

Tabel 4.3 Hasil Pengujian Tarik Normalising

No	ΔL (mm)	σ_U (kg/mm ²)	σ_B (kg/mm ²)	ϵ (%)	Ψ (%)
01	6.33	57.66	37.76	21.09	41.26
02	6.09	56.54	36.98	20.31	42.79
03	6.33	57.59	37.58	21.09	44.20
04	5.86	57.19	37.18	19.53	40.88
05	6.33	58.26	38.45	21.09	42.79
06	4.69	56.99	37.18	15.62	44.66
07	6.33	52.01	36.69	21.09	41.84
08	5.86	57.56	37.71	19.53	42.31
09	5.86	58.24	38.48	19.53	41.26
10	6.09	58.26	38.60	20.31	44.20
11	7.03	58.04	37.92	23.43	42.31
12	6.56	56.91	36.28	21.87	45.59
Rata-rata		57.10	37.57	20.37	42.84

Tabel 4.4 Hasil Pengujian Tarik Untuk Quenching

No	ΔL (mm)	σ_U	σ_B	ϵ	Ψ
----	-----------------	------------	------------	------------	--------

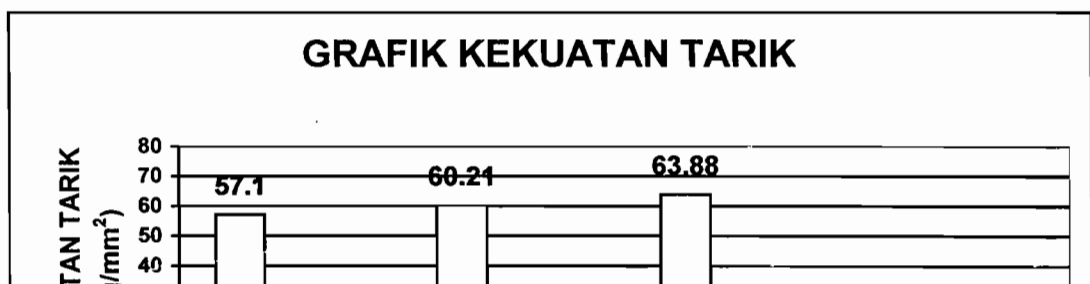


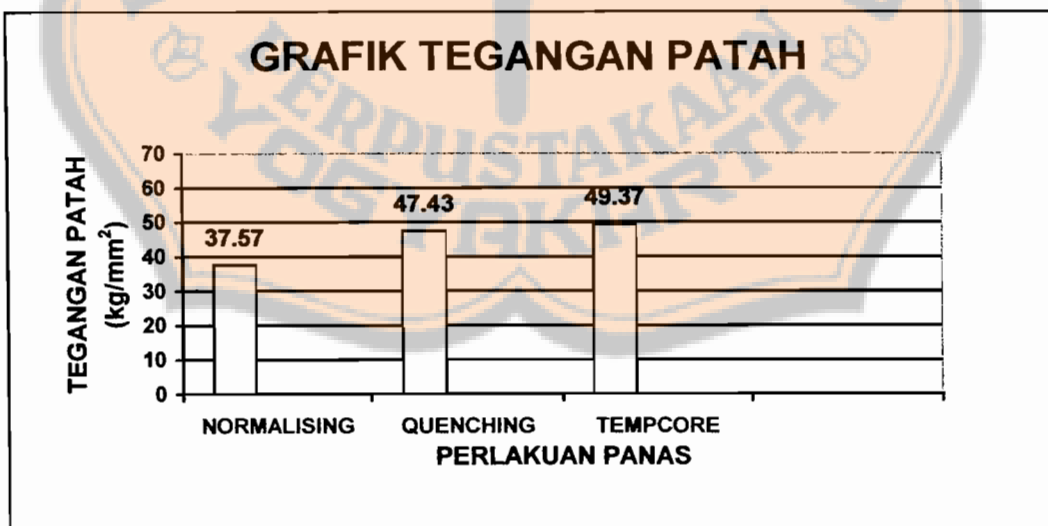
4.2.5 Pembahasan pengujian Tarik

Berdasarkan perhitungan data yang dilakukan didapatkan hasil rata-rata yang dapat dilihat lebih jelas pada tabel dibawah ini:

Tabel 4.5 Hasil Rata-rata Pengujian Tarik

SPESIMEN	σ_U (kg/mm ²)	σ_B (kg/mm ²)	ϵ (%)
NORMALISING	57.10	37.57	20.37
QUENCHING	60.21	47.43	20.31
TEMPCORE	63.88	49.37	18.96



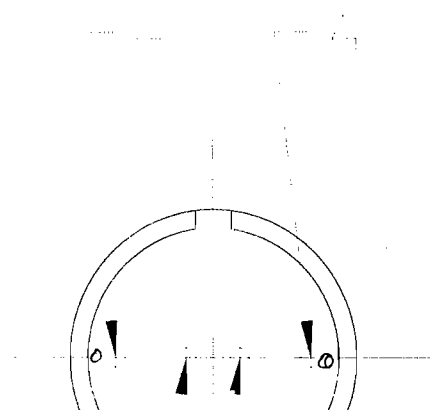


Gambar 4.2 Grafik Tegangan patah

Grafik 4.2 menunjukkan peningkatan tegangan patah pada setiap kondisi perlakuan panas. Masih sama dengan grafik tegangan tarik, batang baja hasil tempcore memiliki tegangan patah lebih tinggi apabila dibandingkan dengan perlakuan panas lainnya. Pengaruh proses perlakuan

Grafik 4.3 menunjukkan penurunan harga regangan patah pada setiap kondisi perlakuan panas. Diketahui bahwa proses perlakuan panas pada batang baja pada prinsipnya adalah proses pengerasan permukaan batang baja sehingga keuletan batang baja akan menurun. Penurunan keuletan inilah yang mempengaruhi harga regangan patah.

4.3 Pengujian Kekerasan Vickers



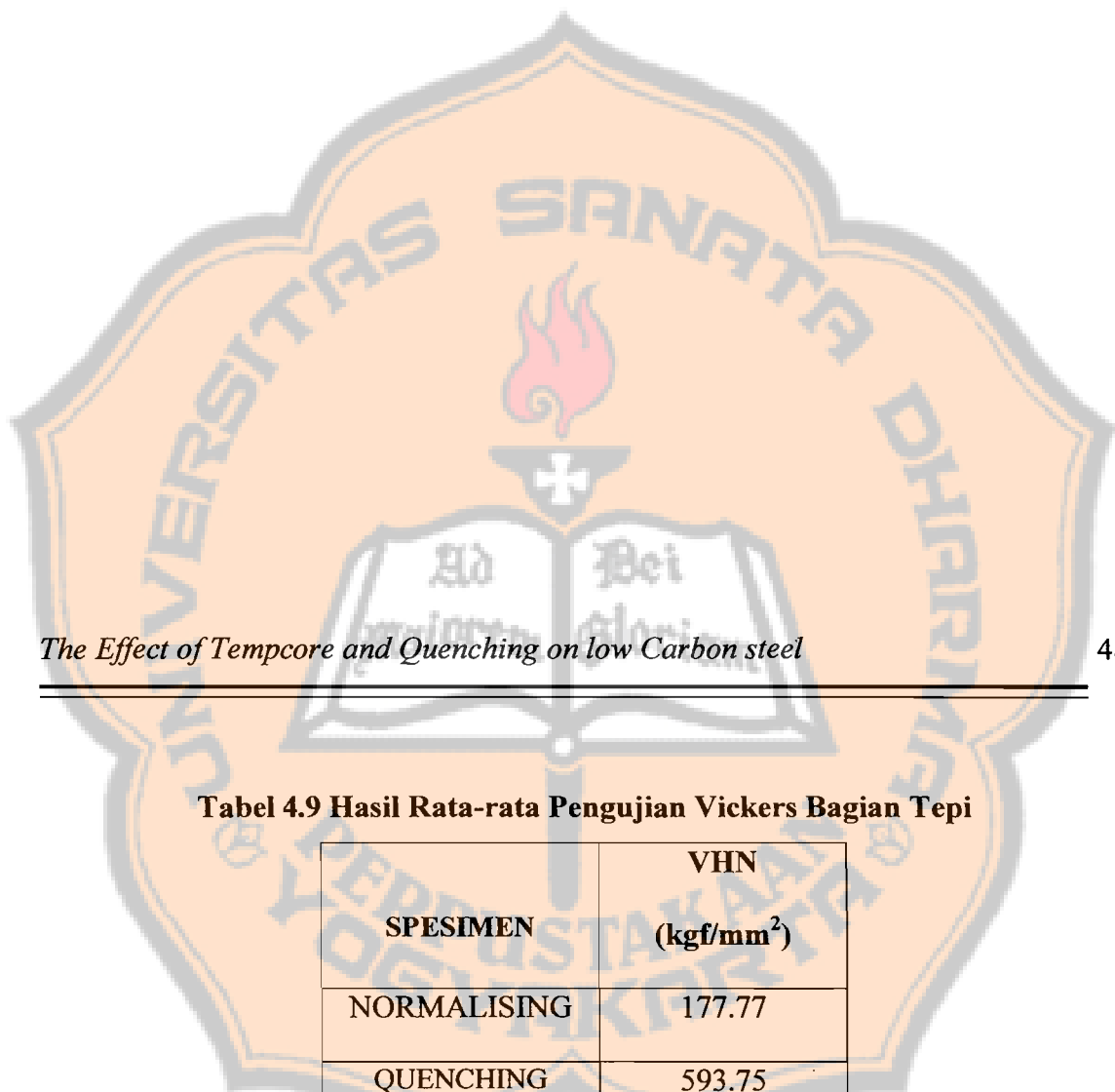
4.3.1 Hasil Pengujian Vickers Bagian Tepi

Tabel 4.6 Hasil Pengujian Vickers Normalising Bagian Tepi

Spesimen	Titik	Posisi titik	Beban (kgf)	Diagonal (mm)	VHN (kgf/mm ²)
1	1	± 0.2 mm dari tepi	0.02	44.00	191.60
	2	± 0.2 mm dari tepi	0.02	48.25	159.30
2	1	± 0.2 mm dari tepi	0.02	45.50	179.10
	2	± 0.2 mm dari tepi	0.02	45.25	181.10
VHN rata-rata (kgf/mm²)					177.77

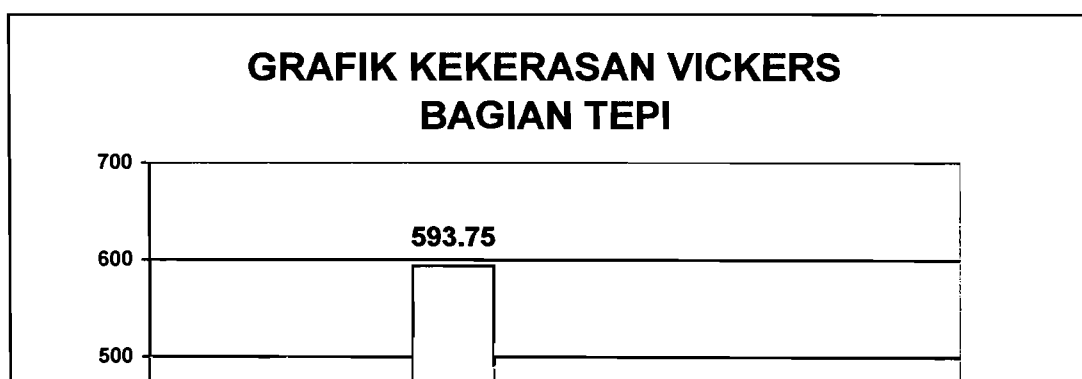
Tabel 4.7 Hasil Pengujian Vickers Quenching Bagian Tepi

Spesimen	Titik	Posisi titik	Beban (kgf)	Diagonal (mm)	VHN (kgf/mm ²)
1	1	± 0.2 mm dari tepi	0.02	24.35	625.50
	2	± 0.2 mm dari tepi	0.02	26.55	526.10



Tabel 4.9 Hasil Rata-rata Pengujian Vickers Bagian Tepi

SPESIMEN	VHN (kgf/mm ²)
NORMALISING	177.77
QUENCHING	593.75
TEMPCORE	212.15



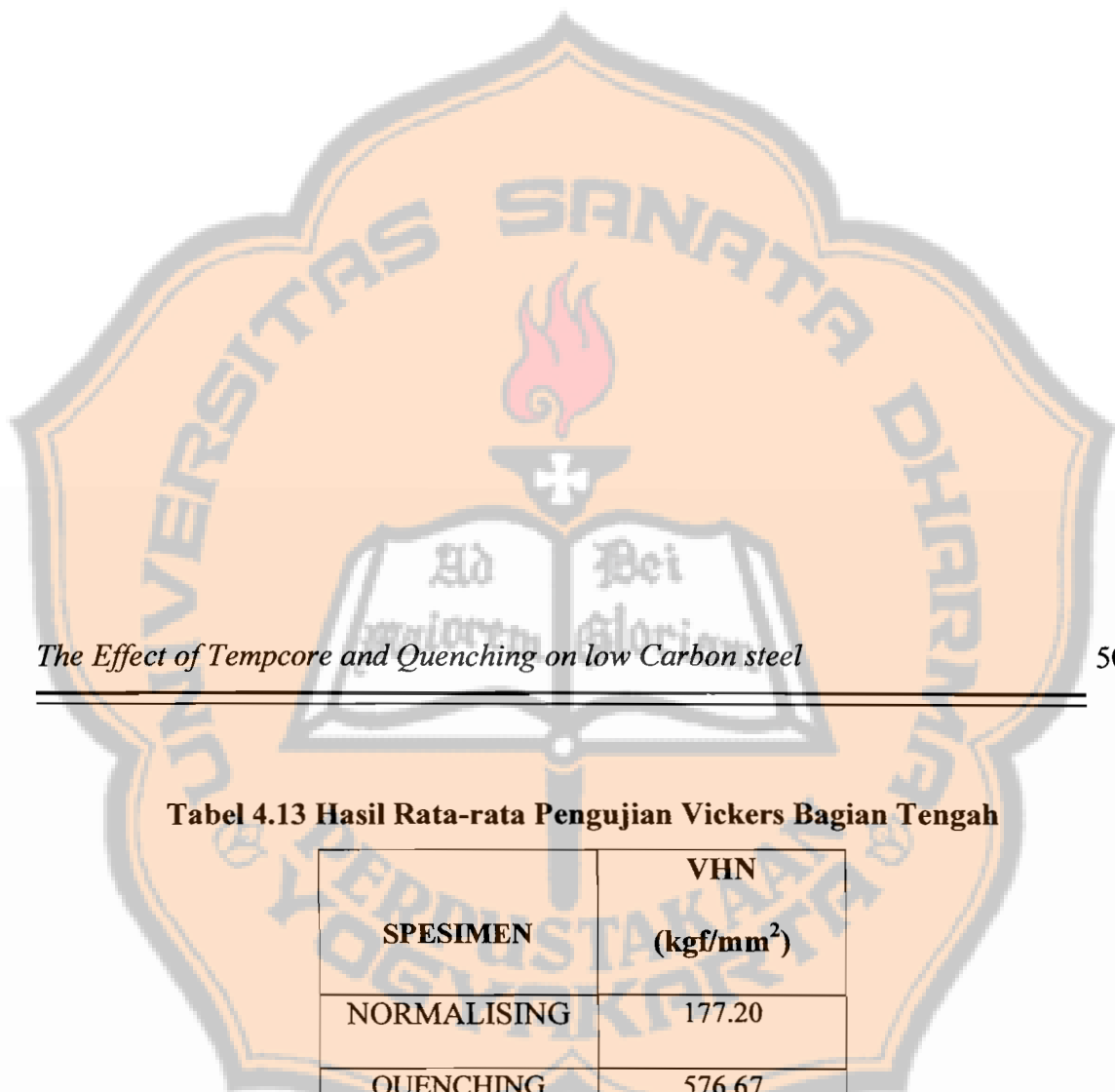
4.3.2 Hasil Pengujian Vickers Bagian Tengah

Tabel 4.10 Hasil Pengujian Vickers Normalising Bagian Tengah

Spesimen	Titik	Posisi titik	Beban (kgf)	Diagonal (mm)	VHN (kgf/mm ²)
1	1	± 0.2 mm dari tepi	0.02	45.50	179.10
	2	± 0.2 mm dari tepi	0.02	46.25	173.40
2	1	± 0.2 mm dari tepi	0.02	45.50	179.10
	2	± 0.2 mm dari tepi	0.02	45.75	177.20
VHN rata-rata (kgf/mm²)					177.20

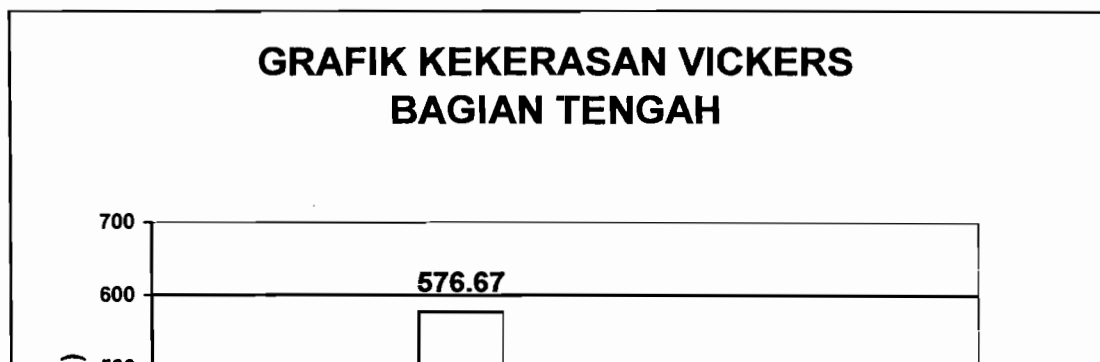
Tabel 4.11 Hasil Pengujian Vickers Quenching Bagian Tengah

Spesimen	Titik	Posisi titik	Beban (kgf)	Diagonal (mm)	VHN (kgf/mm ²)
1	1	± 0.2 mm dari tepi	0.02	25.00	593.40
	2	± 0.2 mm dari tepi	0.02	26.25	538.20
	1	± 0.2 mm dari tepi	0.02	25.00	593.40



Tabel 4.13 Hasil Rata-rata Pengujian Vickers Bagian Tengah

SPESIMEN	VHN (kgf/mm ²)
NORMALISING	177.20
QUENCHING	576.67
TEMPCORE	198.97

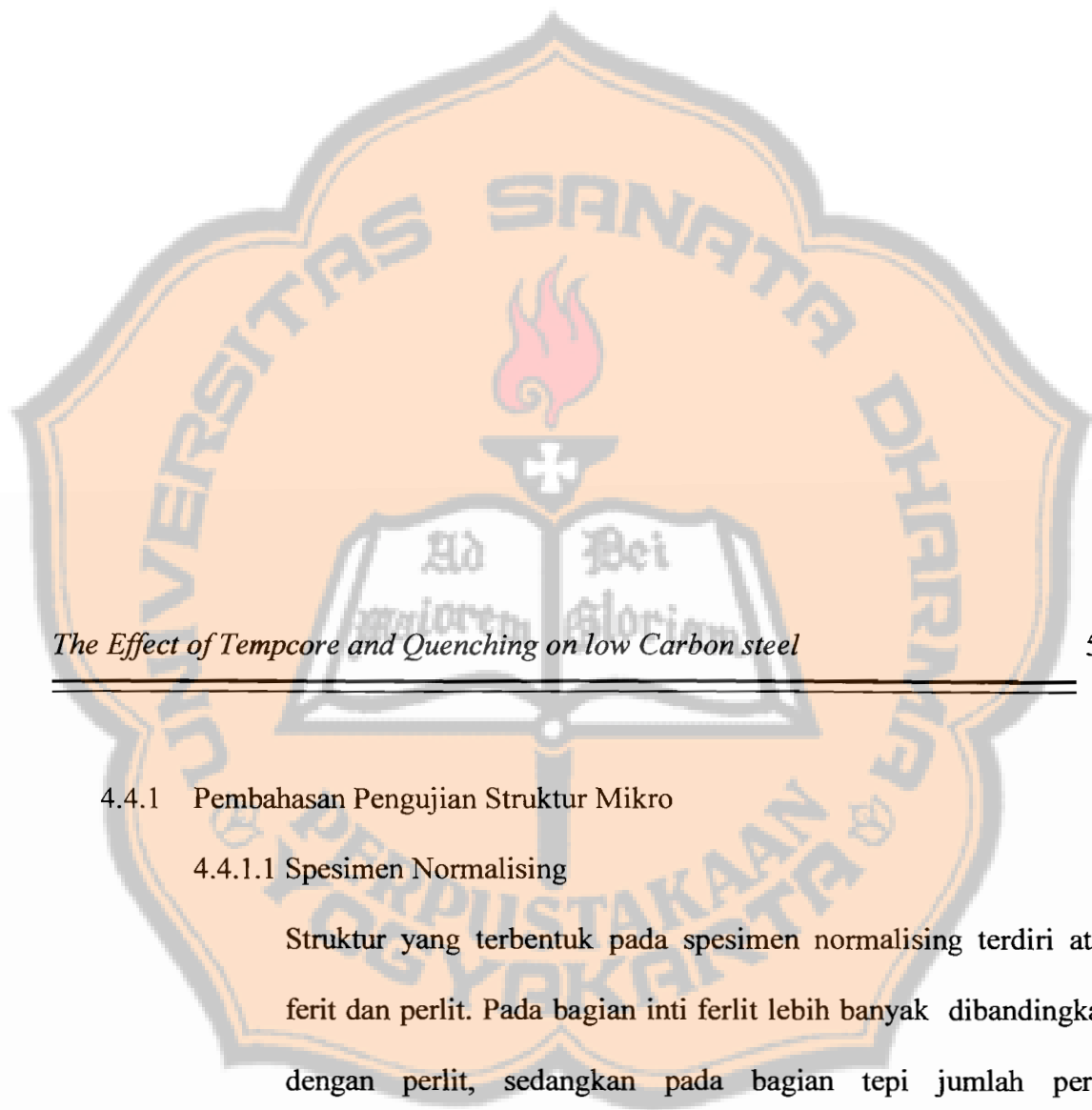


4.3.3 Pembahasan kekerasan Vickers

Grafik kekerasan menunjukkan bahwa kekerasan spesimen normalising menduduki posisi terendah. Sedangkan pada spesimen quenching memiliki kekerasan yang paling tinggi. Hal ini disebabkan pendinginan secara cepat pada proses quenching.

4.4 Analisis Struktur Mikro

Tujuan penelitian dari struktur mikro adalah untuk mengetahui hubungan antara komposisi kimia dengan bentuk struktur mikro dari suatu bahan. Pada pengujian ini spesimen yang sudah memenuhi kriteria pemotretan mikro difoto dengan pembesaran 100 kali. Dari hasil pengujian ini dapat dibandingkan struktur apa saja yang terjadi selama proses perlakuan panas.



4.4.1 Pembahasan Pengujian Struktur Mikro

4.4.1.1 Spesimen Normalising

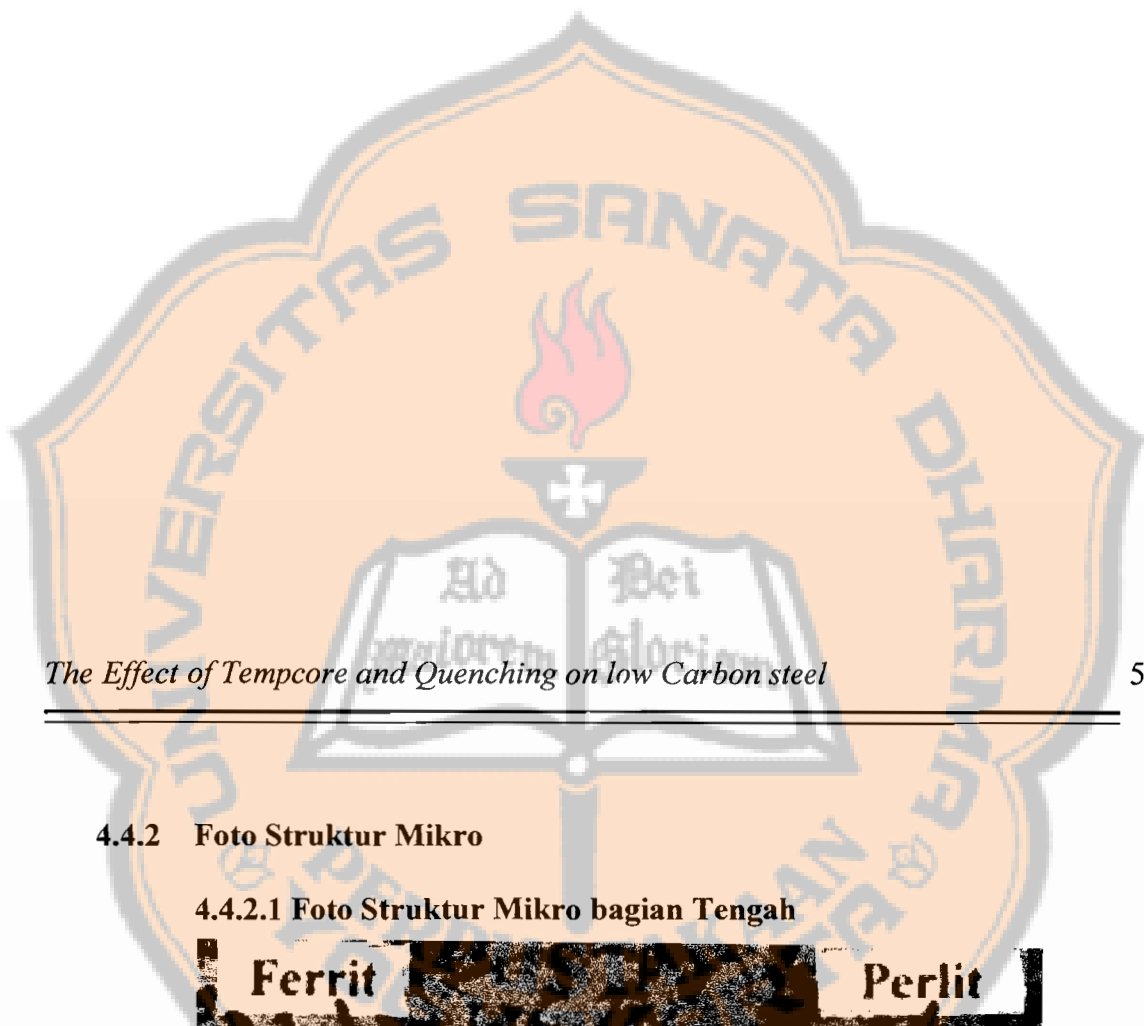
Struktur yang terbentuk pada spesimen normalising terdiri atas ferit dan perlit. Pada bagian inti ferlit lebih banyak dibandingkan dengan perlit, sedangkan pada bagian tepi jumlah perlit bertambah tetapi jumlah ferlit tetap lebih banyak.

4.4.1.2 Spesimen Quenching

Struktur mikro yang terbentuk pada spesimen quenching berupa martensit. Pendinginan secara cepat dengan media pendingin air menyebabkan terbentuknya martensit hal ini menyebabkan baja menjadi keras dan getas.

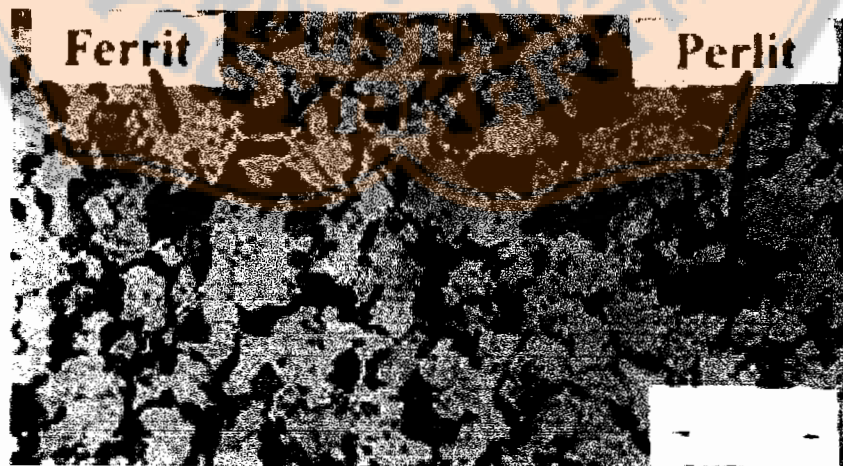
4.4.1.3 Spesimen Tempcore

Struktur mikro yang terbentuk pada spesimen tempcore berupa



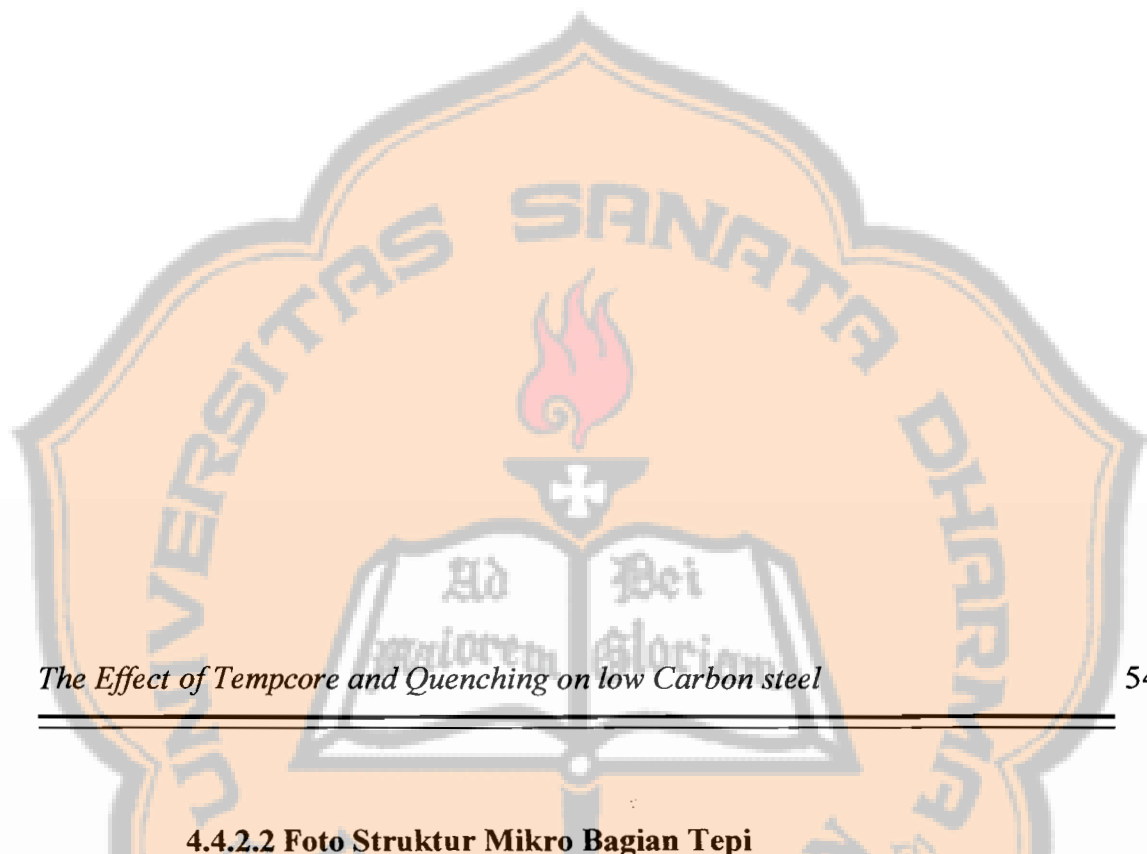
4.4.2 Foto Struktur Mikro

4.4.2.1 Foto Struktur Mikro bagian Tengah

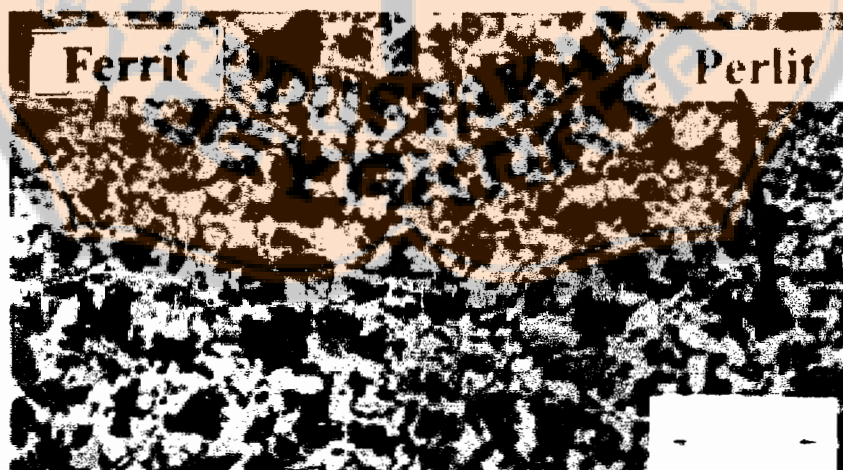


Gambar 4.8 Struktur Mikro pada Spesimen Normalising (Bagian tengah)

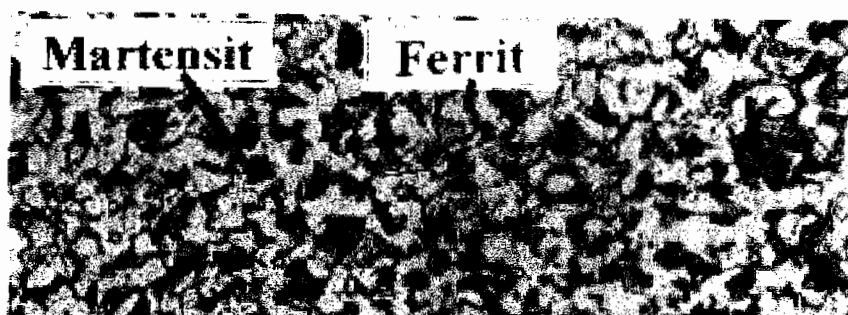




4.4.2.2 Foto Struktur Mikro Bagian Tepi



Gambar 4.11 Struktur Mikro pada Spesimen Normalising (Bagian tepi)





The Effect of Tempcore and Quenching on low Carbon steel

BAB V

KESIMPULAN DAN PENUTUP

5.1. Kesimpulan

Berdasarkan pengujian yang telah dilaksanakan baik pengujian tarik, pengujian kekerasan maupun struktur mikro dapat dibandingkan pengaruh proses perlakuan panas tempcore, tempcore-normalising dan tempcore-quenching dan dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Kekuatan tarik pada baja proses tempcore memiliki harga yang lebih tinggi yaitu sekitar σ_u 64 kg/mm² jika dibandingkan dengan baja proses tempcore-normalising σ_u 57 kg/mm² dan tempcore-quenching σ_u 60 kg/mm².
2. Pada pengujian kekerasan, baja proses quenching Baja proses quenching

5.2. Penutup

Kemajuan teknologi bahan sudah semakin berkembang begitu juga kebutuhan pasar atas bahan, salah satu bahan yang paling banyak digunakan adalah besi dan baja. Proses tempcore adalah salah satu teknologi terbaru dalam memproduksi baja dimana beberapa kelebihan seperti meningkatnya sifat mekanis dan menekan biaya produksi dapat dicapai dengan proses ini., diharapkan penelitian ini dapat membantu semua pihak yang menggunakan baja tempcore dalam konstruksi.

Akhir kata penulis mengucapkan terima kasih kepada semua pihak yang telah banyak membantu selama proses penyusunan tugas akhir ini. Bila terjadi ketidak akuratan data, disebabkan keterbatasan dana, peralatan dan ketelitian dalam pengamatan. Kritik dan saran untuk kemajuan sangat penulis harankan sehingga dapat berguna bagi semua pihak.



DAFTAR PUSTAKA

- Amanto, H., Daryanto, *Ilmu Bahan*, Bumi Aksara, Jakarta.
- Amstead, B. H., Phillip F. Ostwald, Myron L. Begeman., *Teknologi Mekanik*, jilid 1, Edisi ketujuh, penerbit Erlangga, Jakarta.
- Dieter, G. E., diterjemahkan oleh Sriati Djapri, *Metalurgi Mekanik*, Edisi ketiga, jilid 1, Penerbit Erlangga, Jakarta.
- Surdia, T., 1991, *Pengetahuan Bahan Teknik*, Jakarta, Pradnya Paramita.
- Wiryosumarto H., 1991, *Teknologi Pengelasan Logam.*, Pradnya Paramita, Jakarta.





JURUSAN TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK UNIVERSITAS SANATA DHARMA
Kampus III, Paingan Maguwoharjo, Sleman -Yogyakarta
Telp.(0274) 883037, 883968, 886530; Fax.(0274) 886529; Email : teknik@staff.usd.ac.id

BERITA ACARA SEMINAR TGA / SKRIPSI

Telah diselenggarakan Seminar TGA / Skripsi Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Sanata Dharma Yogyakarta.

Nama : Clara Nova Kristiani

NIM : 995214105

Jurusan : Jurusan Teknik Mesin

Fakultas : Teknik Univ. Sanata Dharma
Yogyakarta

Judul :
The Effect of Temcore and Quenching on Low Carbon Steel

Hari / Tgl : Rabu, 16 Maret 2005

Tempat : K. 3.15

Pukul : 10.00WIB

Handwritten signature



JURUSAN TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK UNIVERSITAS SANATA DHARMA
 Kampus III, Paingan Maguwoharjo, Sleman - Yogyakarta
 Telp.(0274) 883037, 883968, 886530; Fax.(0274) 886529; Email : teknik@staff.usd.ac.id

DAFTAR HADIR SEMINAR TGA / SKRIPSI
JURUSAN TEKNIK MESIN FAKULTAS TEKNIK USD

Nama : Clara Nova Kristiani
 NIM : 995214105
 Jurusan : Teknik Mesin
 Fakultas : Teknik Univ. Sanata Dharma Yogyakarta
 Judul :
 The Effect of Temcore and Quenching on Low Carbon Steel

Pembim I : Budi Setyahandana, S.T., M.T.
 Pembim II :
 Hari / Tgl : Rabu, 16 Maret 2005
 Tempat : K. 3.15 Pukul : 10.00 WIB

No	NIM	Nama	Tanda Tangan
1	015214021	Basarius Hari. S	1
2	015214014	TURIBIUS SOYAN TO	2
3	015214014		3



JURUSAN TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK UNIVERSITAS SANATA DHARMA

Kampus III, Paingan Maguwoharjo, Sleman -Yogyakarta
 Telp.(0274) 883037, 883968, 886530; Fax.(0274) 886529; Email : teknik@staff.usd.ac.id

Nama : Clara Nova Kristiani

NIM : 995214105

No	NIM	Nama	Tanda Tangan
21	985214100	Jhonba Darman. s	21
22	995214091	Yohanes Nugroho Ari P	22
23	015214423	CENPRA. SB	23
24	005214075	Agus Rhyaman	24
25	995214086	Bambang Agung. S	25
26			26
27			27
28			28
29			29
30			30
31			31
32			32
33			33



JURUSAN TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK UNIVERSITAS SANATA DHARMA
Kampus III, Paingan Maguwoharjo, Sleman -Yogyakarta
Telp.(0274) 883037, 883968, 886530; Fax.(0274) 886529; Email : teknik@staff.usd.ac.id

UJIAN PENDADARAN TUGAS AKHIR / SKRIPSI
TANGGAL : 19 Maret 2005

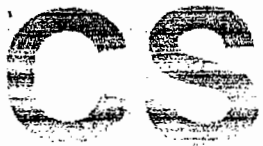
JAMA Mhs. : CLARA NOVA KRISTIANI
NIM : 995214105
UDUL :
" *The Effect of Tempcore and Quenching on Low Carbon Steel* "
Pembimbing Utama : Budi Setyahandana, S.T., M.T.
Pembimbing Kedua :

USULAN REVISI DARI DOSEN PENGUJI

1. 1 lembar untuk mahasiswa
2. 1 lembar untuk dosen pembimbing







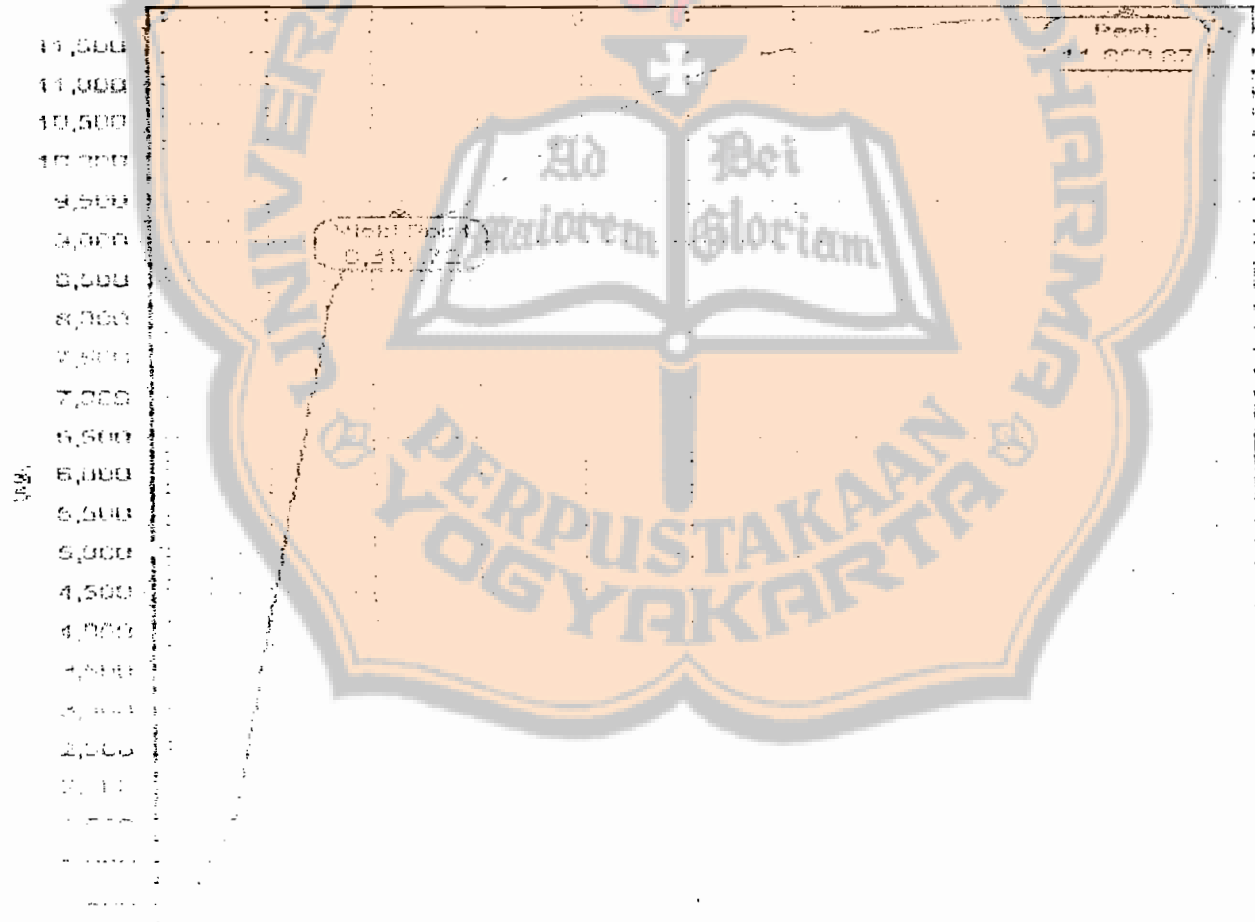
PT. Jakarta Cakratunggal Steel Mills

Jl Raya Bekasi Km 21.22 Pulihardjati
Jakarta 13920

DATE : 11/11/2018
 TIME TEST : 07:00
 STANDARD : SNI 07 2002 02
 MUTU : TS 18
 DIAMETER : 18 mm
 OPERATOR : SDE

TEMPERATURE : 20 °C

FORCE (kgf)	STRESS (kg/cm ²)	ELONGATION (%)	REDUCTION OF AREA (%)
3012	33.33	1.2	0.0
11681	129.78	4.000	0.00
38669	44.11	53.53	41.62





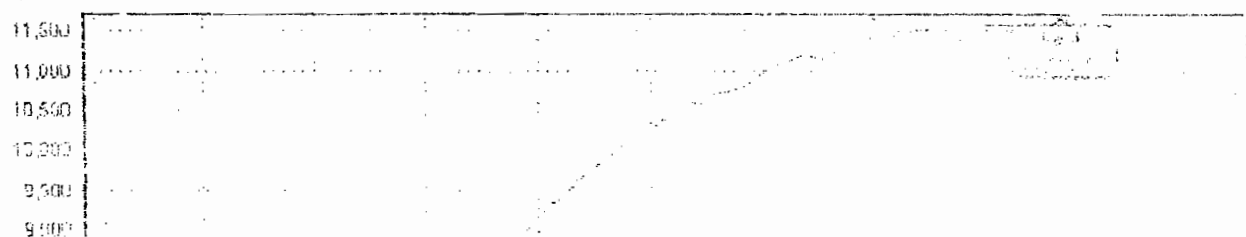


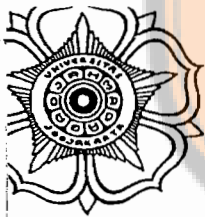
PT. Jakarta Cahatama Steel Mills

Jl. Raya Bekasi Km. 21-22 Pulogadung
 Jakarta 13132
 Telp. (021) 7277777

DATE	: 01/06/2020	TEST NO.	: 1
TIME TEST	: 09:20	HEAT NO.	: 11
STANDAR	: SNI	CROSS SECTION	: 100 mm x 100 mm
MUTU	: TS 40	LENGTH	: 120 mm
DIAMETER	: 16 mm	TEMPERATURE	: 25 °C
OPERATOR	: NASRUM		

	FORCE (kgf)	STRESS (kg/mm ²)	ELONG. (mm)	STRAIN (%)
YIELD POINT :	7591	37.76	13.34	16.42
PEAK POINT :	11593	57.66	43.00	34.01
BREAK POINT :	10708	53.26	61.28	40.68





DEPARTEMEN PENDIDIKAN NASIONAL
UNIVERSITAS GADJAH MADA
FAKULTAS TEKNIK
JURUSAN TEKNIK MESIN PROGRAM DIPLOMA

Jalan Grafika 2A Yogyakarta 55281 Telp. (0274) 548637, 902269, Fax. (0274) 546400

HARGA KEKERASAN MICRO VICKERS

Spesimen Beton Esser

Spes. 1 Tempcore (Tanpa Treatment)

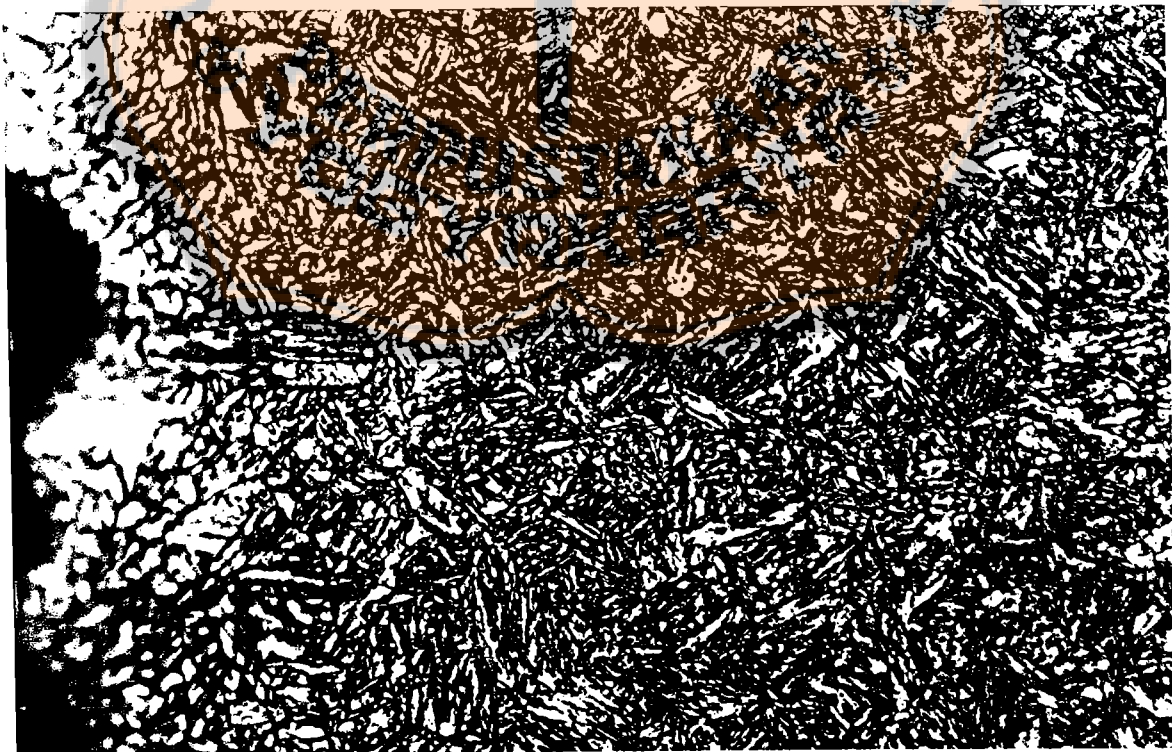
No	Posisi titik	D1	D2	D rata-rata	Kekerasan (HVN)
1	± 0.2 mm dari tepi	40.8	41.0	40.90	221.7
2	± 0.2 mm dari tepi	42.5	41.8	42.15	208.8
3	Tengah	44.5	44.0	44.25	189.4
4	Tengah	42.5	42.5	42.50	205.3

Spes. 2 Tempcore (Tanpa Treatment)

No	Posisi titik	D1	D2	D rata-rata	Kekerasan (HVN)
1	± 0.2 mm dari tepi	42.5	41.0	41.75	212.8
2	± 0.2 mm dari tepi	42.0	43.0	42.50	205.3
3	Tengah	42.0	44.0	43.00	200.6
4	Tengah	43.0	43.0	43.00	200.6

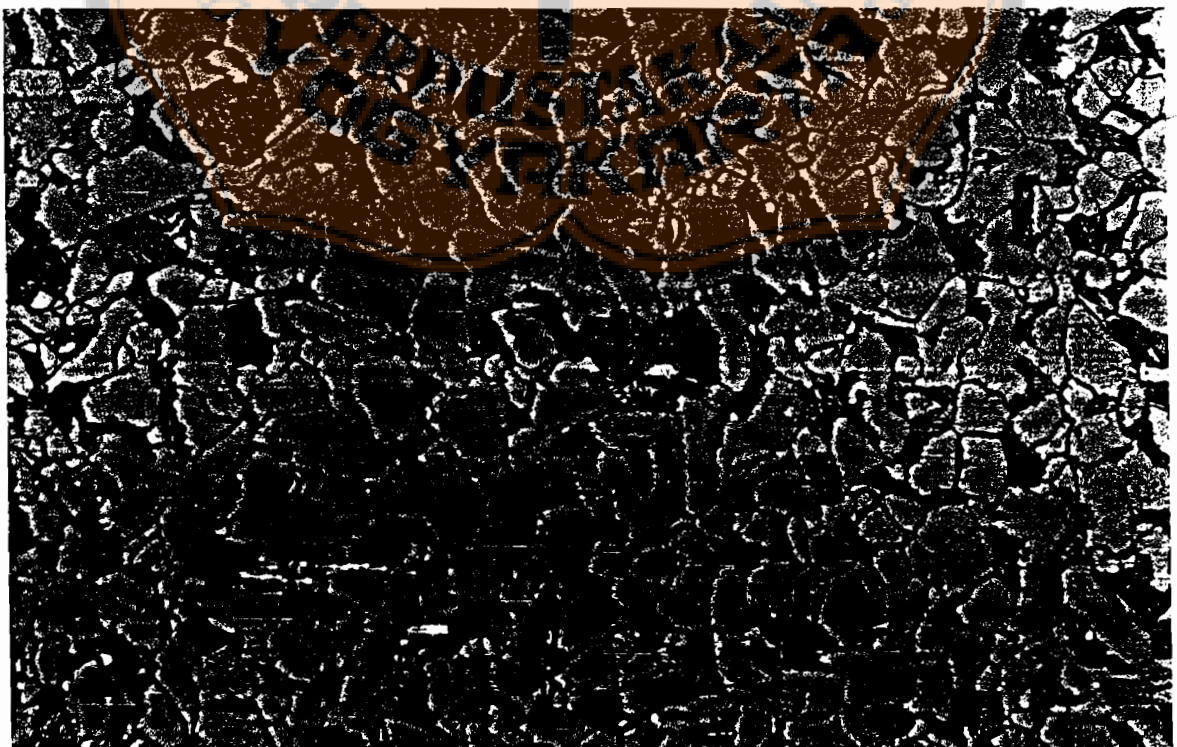
Spes.1 Quenching

No	Posisi titik	D1	D2	D rata-rata	Kekerasan (HVN)
1	± 0.2 mm dari tepi	24.5	24.2	24.35	625.5
2	± 0.2 mm dari tepi	26.5	26.6	26.55	526.1
3	Tengah	25.0	25.0	25.00	593.4

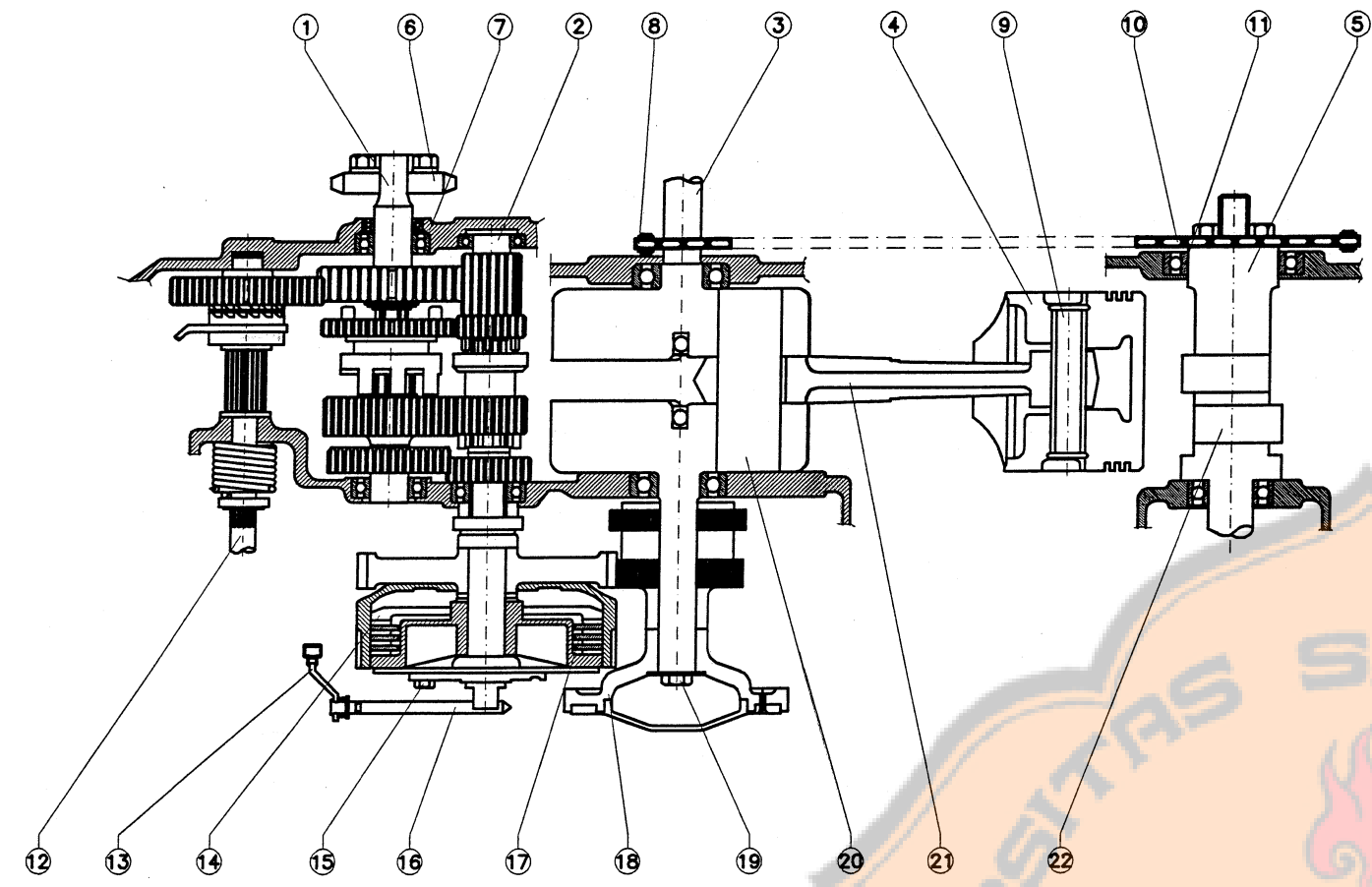


Struktur Mikro Baja Tempcore D32 Bagian Tepi Pembesaran 600 kali



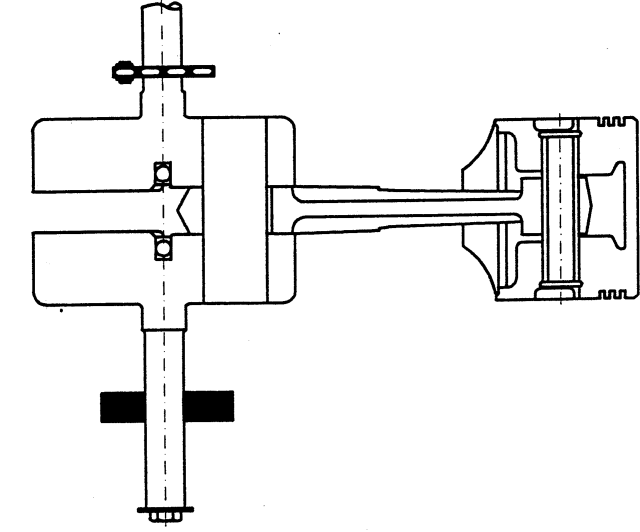
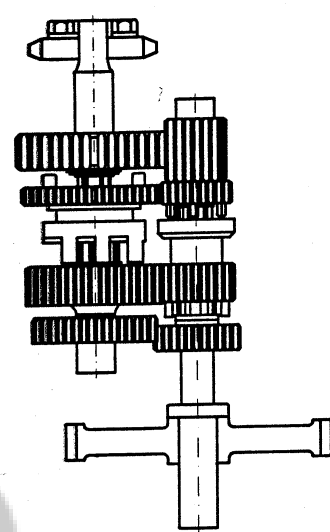


Struktur Mikro Baja Tempcore D32 Bagian Inti Pembesaran 600 kali

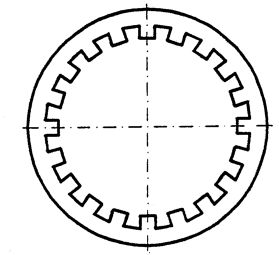
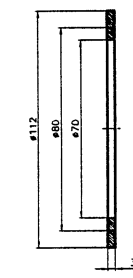


Bagian Sistem out	Jumlah
Countershaft	1
Countershaft	1
Roda gigi transmisi	8
Gigi sproket belakang	1
Roda gigi sekunder	1

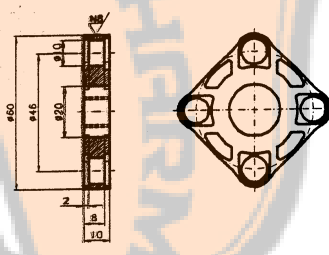
Bagian Sistem in	Jumlah
Mainschaft	1
Stang platon	1
Platon	1
Gigi sproket	1
Roda gigi primer	1



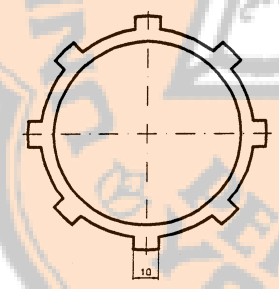
23 ✓ ✓ ✓



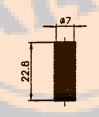
24 ✓ ✓ ✓



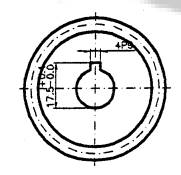
17 ✓ ✓ ✓



25 ✓ ✓ ✓

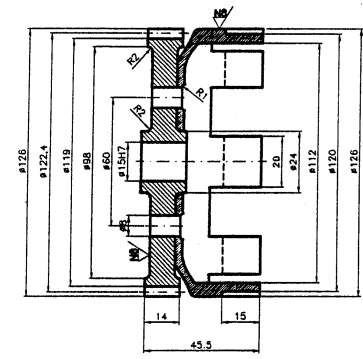


26 ✓ ✓ ✓

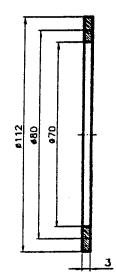
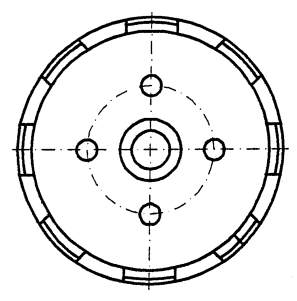


Pegas	Satuan : mm
Jumlah gulungan aktif	18
Diameter kawat pegas	1
Panjang pegas	22.8
Diameter rata-rata pegas	7
Lendutan	1

Roda Gigi Lurus	Satuan : mm
Modul	3.5
Jumlah Gigi	20
Sudut Kontak	20°
Diameter lingkaran jarak bagi	50
Jarak Sumbu Poros	125
Diameter Kepala	55
Tebal Gigi	8.25



14 ✓ ✓ ✓



No	JML	Nama	Bahan	Normalisasi	Keterangan
26	1	Roda gigi transmisi			Dibeli
25	4	Pegas			Dibeli
24	1	Liftar bearing			Dibeli
23	3	Clutch Plate	Metal powder		Dibeli
22	2	Cam			Dibeli
21	1	Stang platon			Dibeli
20	1	Pin			Dibeli
19	4	Bout			Dibeli
18	1	Oil filter rotor			Dibeli
17	4	Clutch disc	Metal powder		Dibeli
16	1	Tuas penerus			Dibeli
15	4	Bout penahan			Dibeli
14	1	Clutch Center			Dibeli
13	1	Tuas Panarik kopling			Dibeli
12	1	Kick starter			Dibeli
11	2	Bantalan 2			Dibeli
10	1	Rantai			Dibeli
9	1	Pin			Dibeli
8	1	Gigi sproket	Baja		Dibeli
7	2	Bantalan 1			Dibeli
6	1	Gear	Baja		Dibeli
5	1	Countershaft	Baja		Dibeli
4	1	Platon	Paduan aluminium		Dibeli
3	1	Countershaft	Baja		Dibeli
2	1	Mainschaft	Baja		Dibeli
1	1	Countershaft	Baja		Dibeli

No	JML	Nama	Bahan	Normalisasi	Keterangan
Skala : 1 : 1 Gambar : Bendu Satuan : mm No : 995214103 Tanggal : 01-11-2009 Disetujui : Dharma Wibisono S.T., M.T. TEKNIK MESIN REKAYASA KOPLING 01 A0					