

ABSTRAK

Samuel Sidharta:

Skripsi

Pembuatan Peralatan Praktikum *Jominy Test* dan Pengujiannya

Kekerasan merupakan salah satu sifat mekanik penting didalam logam. Setiap logam, khususnya baja dapat dikeraskan dengan memodifikasi struktur mikronya, tanpa menambahkan unsur paduan. Tetapi tidak semua baja dapat dikeraskan dengan cara tersebut, oleh sebab itu diperlukan pengujian *hardenability*. Salah satu metode pengujian *hardenability* yang sering digunakan yaitu *jominy test*.

Dalam Tugas Akhir ini telah dibuat suatu peralatan praktikum *jominy test*. Pengujian keabsahan atau kelayakan alat tersebut dilakukan dengan melakukan pengujian *jominy test* terhadap tiga macam spesimen baja yang berbeda, yaitu: baja AISI 1045, AISI 4140 dan AISI 4340. Dimana hasil kurva *hardenability* dari ketiga spesimen baja tersebut dibandingkan dengan *hardenability* masing-masing pada referensi atau literatur yang sudah ada.

Kurva *hardenability* yang diperoleh sebagai hasil pengujian masuk didalam *range hardenability band* untuk masing-masing spesimen baja, sehingga peralatan yang digunakan dalam melakukan pengujian *jominy test* tersebut layak dipakai untuk kegiatan praktikum di laboratorium metalurgi Universitas Kristen Petra.

Kata kunci:

Kekerasan, Baja, *Hardenability*, *Jominy test*, *Hardenability band*

ABSTRACT

Samuel Sidharta:

Thesis

Inovating Jominy Test As Practical Devices and Its Technical Examination

As the hardness we recognize on metal is one of the important mechanical disposition. And each kind of metal, which especially focused over the steel, certainly it can be hardened by modifying its micro structure, so it can be applied without adding such kind of mixed substances. But, as we can detect towards any kinds of occurrences that not all of them can be applied on the hardening process as the same way above, it is the reason why we definitely need a technical experiment mentioned as hardenability. Furthermore, one of the methods always applied on the hardenability technical experiment is called as jominy test.

Based upon the last assignment, there has been a jominy test practical devices creation. Moreover, as the validity test towards whole devices functions properly certainly there has got jominy test over three levels of steel specimen distinctions, which are follows: steel AISI 1045, AISI 4140, and AISI 4340. So, as the next outcome on the action of hardenability curves belonged to all of the steels specimens above, appropriately compared with the each hardenability of available references or literatures.

Having reached for the hardenability curve on the experiment outcome is able to enter for inside the range hardenability band served for each of steel specimen so that all devices utilized into holding jominy test can properly applied for supporting the practical activities at metallurgical laboratory of Petra Christian University.

Key words:

Hardness, Steel, Hardenability, Jominy test, Hardenability band

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	i
LEMBAR PENGESAHAN.....	ii
LEMBAR PENGALIHAN HAK ATAS KEKAYAAN INTELEKTUAL.....	iii
DATA SKRIPSI.....	iv
KATA PENGANTAR.....	v
ABSTRAK.....	vii
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR TABEL.....	xi
DAFTAR GAMBAR.....	xii
DAFTAR LAMPIRAN.....	xv
1. PENDAHULUAN.....	1
1.1. Latar Belakang dan Perumusan Masalah.....	1
1.2. Tujuan.....	1
1.3. Manfaat.....	2
1.4. Batasan Masalah.....	2
1.5. Metodologi.....	3
1.6. Sistematika Penulisan.....	4
2. TEORI DASAR.....	6
2.1. Pompa.....	6
2.1.1. <i>Centrifugal Pumps</i> / Pompa Sentrifugal.....	8
2.2. Aliran Fluida Dalam Pipa.....	8
2.3. Aliran Laminar dan Turbulen.....	10
2.4. Kerugian Aliran Dalam Pipa.....	11
2.4.1. Rugi Mayor (<i>Major Losses</i>).....	11
2.4.2. Rugi Minor (<i>Minor Losses</i>).....	12
2.5. Baja.....	13
2.5.1. Kodifikasi Baja.....	14
2.5.2. Pengaruh Unsur Paduan Pada Baja.....	16
2.5.3. Sifat dan Pemakaian Baja Paduan.....	17
2.6. Diagram Keseimbangan Fe – Fe ₃ C.....	19
2.6.1. Transformasi Fase Pada Saat Pemanasan.....	22
2.6.2. Transformasi Fase Pada Saat Pendinginan.....	24
2.7. Transformasi Austenit Pada Temperatur Tetap.....	28
2.8. Transformasi Austenit Pada Pendinginan Kontinyu.....	34

2.9. <i>Hardenability</i>	36
2.9.1. <i>Jominy Hardenability Test</i>	40
2.9.2. <i>Hardenability Band Baja</i>	44
2.10. Pengujian Kekerasan.....	45
2.10.1. Pengujian <i>Rockwell</i>	46
3 CARA KERJA DAN PERHITUNGAN PERENCANAAN PERALATAN PRAKTIKUM <i>JOMINY TEST</i>	48
3.1. Cara Kerja Peralatan <i>Jominy Test</i>	48
3.2. Perhitungan.....	50
3.2.1. Perhitungan Kecepatan Aliran <i>Nozzel</i>	50
3.2.2. Perhitungan Volume Air Yang Dibutuhkan Untuk Pengujian....	53
3.2.3. Perhitungan <i>Head</i> Efektif Pompa.....	54
4. <i>JOMINY HARDENABILITY TEST</i> DAN ANALISA HASIL PENGUJIAN.....	60
4.1. Pengujian <i>Jominy Hardenability Test</i>	60
4.1.1. Alat dan Bahan.....	60
4.1.2. Material Pengujian.....	61
4.1.3. Prosedur Pengujian.....	61
4.2. Data Hasil Pengujian Kekerasan dan Pengamatan Struktur Mikro.....	62
4.2.1. Baja Karbon AISI 1045.....	62
4.2.2. Baja Paduan AISI 4140.....	66
4.2.3. Baja Paduan AISI 4340.....	70
4.2.4. Kurva <i>Hardenability</i> Tiga Macam Baja (Sebelum dan Setelah <i>Quenching</i>	74
4.3. Analisa Data.....	74
4.3.1. Analisa Kurva <i>Hardenability Test</i>	74
4.3.2. Analisa Hasil Pengamatan Metalografi.....	78
5. KESIMPULAN DAN SARAN.....	80
5.1. Kesimpulan.....	80
5.2. Saran.....	80

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

DAFTAR TABEL

2.1. Besarnya Laju Pendinginan Disetiap Titik Pada Spesimen <i>Jominy</i>	42
2.2. Beban dan Indentor Untuk Pengujian Kekerasan <i>Rockwell</i>	47
4.1. Kekerasan Baja Karbon AISI 1045.....	62
4.2. Kekerasan Baja Paduan AISI 4140.....	66
4.3. Kekerasan Baja Paduan AISI 4340.....	70

DAFTAR GAMBAR

2.1. Sistem Pemompaan Kelompok Pertama.....	7
2.2. Sistem Pemompaan Kelompok Kedua.....	7
2.3. Sistem Pemompaan Kelompok Ketiga.....	7
2.4. Prinsip Kerja <i>Centrifugal Pumps</i>	8
2.5. Kurva Pendinginan Besi Dengan Perubahan <i>Allotropik</i>	19
2.6. Diagram Keseimbangan Fe - Fe ₃ C.....	21
2.7. Perubahan Struktur Mikro Pada Pemanasan dan Pendinginan Baja <i>Hypoeutectoid</i>	23
2.8. Perubahan Struktur Mikro Pada Pemanasan dan Pendinginan Baja <i>Hypereutectoid</i>	24
2.9. Pertumbuhan Perlit.....	25
2.10. Struktur Mikro Perlit.....	26
2.11. Struktur Mikro Baja <i>Hypoeutectoid</i> Pada Temperatur Kamar.....	26
2.12. Struktur Mikro Baja <i>Hypereutectoid</i> Pada Temperatur Kamar.....	27
2.13. TTT Diagram Untuk Baja <i>Eutectoid</i>	29
2.14. TTT Diagram Untuk Baja <i>Hypoeutectoid</i> (0.45 % C).....	30
2.15. TTT Diagram Untuk Baja <i>Hypereutectoid</i> (1.2 % C).....	30
2.16. Struktur Mikro Bainit Atas dan Bainit Bawah.....	31
2.17. Model Susunan Atom Pada Transformasi Austenit –Martensit.....	32
2.18. Pengaruh Kadar Karbon Terhadap Kekerasan Martensit.....	33
2.19. Pengaruh Kadar Karbon Terhadap Temperatur Ms dan Mf.....	34
2.20. C-T Diagram Diturunkan Dari I-T Diagram Baja <i>Eutectoid</i>	35
2.21. C-T Diagram Pada Baja Paduan AISI 4340.....	36
2.22. Hubungan Antara Kadar Karbon, Jumlah Martensit dan Kekerasan.....	37

2.23. Kurva Pendinginan Pada Berbagai Posisi Didalam Batang Berdiameter 1" , Diquench Dalam Air.....	38
2.24. Distribusi Kekerasan Pada Penampang Batang Berdiameter 100 mm, Dari 3 Macam Baja.....	39
2.25. a) Bentuk dan Ukuran Spesimen Standart.....	40
b) Bentuk Alat Pengujian <i>Jominy</i>	40
2.26. <i>Jominy Hardenability Curve</i> dan Cara Mendapatkannya.....	41
2.27. Kurva Kemampu-Kerasan Untuk 6 Jenis Baja dan Komposisi dan Ukuran Butir Tertentu.....	43
2.28. <i>Hardenability Band</i> Baja AISI 4140 H.....	44
2.29. <i>Hardenability Band</i> Baja AISI 4340 H.....	45
2.30. Posisi Pembebanan Pengujian <i>Rockwell</i>	46
3.1. Sketsa Peralatan Praktikum <i>Jominy Test</i>	48
3.2. <i>Nozzel</i>	50
3.3. Bak Air.....	54
4.1. Perbandingan Kurva <i>Hardenability</i> Baja Karbon AISI 1045 (Sebelum dan Setelah <i>Quenching</i>).....	63
4.2. Struktur Mikro Baja Karbon AISI 1045 (Sebelum <i>Quenching</i>), Posisi 7.9 mm Dari Ujung Yang Akan Diquench (15.2 HRC).....	63
4.3. Struktur Mikro Baja Karbon AISI 1045 (Setelah <i>Quenching</i>), Posisi 1.6 mm Dari Ujung <i>Quench</i> (58.3 HRC).....	64
4.4. Struktur Mikro Baja Karbon AISI 1045 (Setelah <i>Quenching</i>), Posisi 25.4 mm Dari Ujung <i>Quench</i> (26.9 HRC).....	64
4.5. Struktur Mikro Baja Karbon AISI 1045 (Setelah <i>Quenching</i>), Posisi 50.8 mm Dari Ujung <i>Quench</i> (17.4 HRC).....	65
4.6. Perbandingan Kurva <i>Hardenability</i> Baja Paduan AISI 4140 (Sebelum dan Setelah <i>Quenching</i>).....	67
4.7. Struktur Mikro Baja Paduan AISI 4140 (Sebelum <i>Quenching</i>), Posisi 39.7 mm Dari Ujung Yang Akan Diquench (29.3 HRC).....	67

4.8. Struktur Mikro Baja Paduan AISI 4140 (Setelah <i>Quenching</i>), Posisi 1.6 mm Dari Ujung <i>Quench</i> (57.3 HRC).....	68
4.9. Struktur Mikro Baja Paduan AISI 4140 (Setelah <i>Quenching</i>), Posisi 17.5 mm Dari Ujung <i>Quench</i> (41.7 HRC).....	68
4.10. Struktur Mikro Baja Paduan AISI 4140 (Setelah <i>Quenching</i>), Posisi 50.8 mm Dari Ujung <i>Quench</i> (33.8 HRC).....	69
4.11. Perbandingan Kurva <i>Hardenability</i> Baja Paduan AISI 4340 (Sebelum dan Setelah <i>Quenching</i>).....	71
4.12. Struktur Mikro Baja Paduan AISI 4340 (Sebelum <i>Quenching</i>), Posisi 6.4 mm Dari Ujung Yang Akan <i>Diquench</i> (38.2 HRC).....	71
4.13. Struktur Mikro Baja Paduan AISI 4340 (Setelah <i>Quenching</i>), Posisi 1.6 mm Dari Ujung <i>Quench</i> (57.5 HRC).....	72
4.14. Struktur Mikro Baja Paduan AISI 4340 (Setelah <i>Quenching</i>), Posisi 31.7 mm Dari Ujung <i>Quench</i> (52 HRC).....	72
4.15. Struktur Mikro Baja Paduan AISI 4340 (Setelah <i>Quenching</i>), Posisi 50.8 mm Dari Ujung <i>Quench</i> (47.2 HRC).....	73
4.16. Perbandingan Kurva <i>Hardenability</i> Tiga Macam Baja (Sebelum dan Setelah <i>Quenching</i>).....	74

DAFTAR LAMPIRAN

1. <i>L.F. Moody Diagram</i>	81
2. a) Harga Koefisien Tekanan Hidroulis (K) Untuk Masing-Masing Komponen Pipa.....	82
b) Harga Koefisien Tekanan Hidroulis (K) Untuk <i>Nozell</i>	82
3. Daftar dan Nama Jenis Baja Dengan Nomor Penamaannya.....	83
4. Komposisi Baja Karbon (<i>Carbon Steels</i>).....	84
5. Komposisi Baja Paduan (<i>Alloy Steels</i>).....	86
6. Sifat-Sifat Fisika Air Dalam Satuan SI.....	88
7. Data Kekerasan Baja Karbon AISI 1045 (Sebelum <i>Quenching</i>) (0.44 % C; 0.69 % Mn; 0.03 % Cr; 0.05 % Ni; 0.22 % Si).....	89
8. Data Kekerasan Baja Karbon AISI 1045 (Setelah <i>Quenching</i>) (0.44 % C; 0.69 % Mn; 0.03 % Cr; 0.05 % Ni; 0.22 % Si).....	90
9. Data Kekerasan Baja Paduan AISI 4140 (Sebelum <i>Quenching</i>) (0.39 % C; 0.69 % Mn; 0.95 % Cr; 0.20 % Mo; 0.19 % Si).....	91
10. Data Kekerasan Baja Paduan AISI 4140 (Setelah <i>Quenching</i>) (0.39 % C; 0.69 % Mn; 0.95 % Cr; 0.20 % Mo; 0.19 % Si).....	92
11. Data Kekerasan Baja Paduan AISI 4340 (Sebelum <i>Quenching</i>) (0.40 % C; 0.71 % Mn; 0.82 % Cr; 0.24 % Mo; 0.19 % Si; 1.8 % Ni).....	93
12. Data Kekerasan Baja Paduan AISI 4340 (Setelah <i>Quenching</i>) (0.40 % C; 0.71 % Mn; 0.82 % Cr; 0.24 % Mo; 0.19 % Si; 1.8 % Ni).....	94
13. Foto Spesimen Uji Jominy Hardenability Test.....	97
14. Foto Peralatan Praktikum Jominy Hardenability Test	98
15. Foto Spesimen Uji Dalam Dapur Pemanas (850 °C).....	99
16. Foto Proses <i>Quenching</i> (Pencelupan Ujung).....	100
17. Foto Proses <i>Grinding</i>	101
18. Foto Proses Penentuan Posisi Pada Spesimen Uji.....	102

19. Foto Proses Pengujian Kekerasan (<i>Rockwell C</i>).....	103
20. Foto Proses <i>Polishing</i>	104
21. Foto Proses <i>Etching</i> Dengan Etsa <i>Nital</i>	106
22. Foto Proses Pengamatan Struktur Mikro.....	110