



**UNIVERSITAS DIPONEGORO**

***PERBANDINGAN NILAI KEKERASAN PADA POTONGAN  
MELINTANG MATERIAL VCN YANG DI QENCHING  
MENGUNAKAN OLI DENGAN VCN YANG DI QUNCHING  
DENGAN AIR DAN VCN YANG DI NORMALIZING***

**Study**

**TUGAS AKHIR**

**Diajukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Ahli Madya**

**AJI RACHMA DEWANTARA**

**40040217060073**

**SEKOLAH VOKASI**

**PRAGRAM STUDI DIPLOMA III TEKNOLOGI MESIN**

**SEMARANG**

**MEI 2020**

## **HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS**

**Tugas akhir ini adalah hasil karya saya sendiri,  
dan semua sumber baik yang dikutip maupun yang dirujuk telah saya  
nyatakan dengan benar.**

NAMA : AJI RACHMA DEWANTARA

NIM : 40040217060073

Tanda Tangan :

Tanggal : 22 September 2020

## **HALAMAN TUGAS PROYEK AKHIR**

## HALAMAN LEMBAR PERSETUJUAN

Telah disetujui Laporan Proyek Akhir mahasiswa Program Studi DIII  
Teknik Mesin yang disusun oleh :

Nama : Aji Rachma Dewantara

NIM 40040217060073

Judul PA : Perbandingan nilai kekerasan pada potongan  
melintang material vcn yang di quenching  
menggunakan oli dengan vcn yang di  
quenching dengan air dan vcn yang di  
normalizing

Disetujui pada tanggal : 27 Juli 2020

Semarang, 27 Juli 2020

Dosen Pembimbing,

Susastro, ST, MT

NIP 198909232018031001

## HALAMAN PENGESAHAN

Tugas Akhir ini diajukan oleh :

Nama : Aji Rachma Dewantara  
NIM : 40040217060023  
Program Studi : Diploma III Teknik Mesin  
Judul Tugas Akhir : Perbandingan nilai kekerasan pada potongan melintang material vcn yang di quenching menggunakan oli dengan vcn yang di quenching dengan air dan vcn yang di normalizing

Telah berhasil dipertahankan di hadapan Tim Penguji dan diterima sebagai bagian persyaratan yang diperlukan untuk memperoleh gelar Ahli Madya pada Program Studi Diploma III Teknik Mesin Sekolah Vokasi Universitas Diponegoro.

TIM PENGUJI		Ttd.
Pembimbing	: Susastro, ST, MT	(.....)
Penguji 1	: Dr Wiji Mangestiyono, MT	(.....)
Penguji 2	: Bambang Styoko, ST, M.Eng	(.....)

Semarang, 22 September 2020  
Ketua Jurusan PSD III Teknik Mesin

**Drs. Ireng Sigit Atmanto, M.Kes**  
NIP. 19620421 198603 1 002

## HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI

Sebagai civitas akademika Universitas Diponegoro, saya yang bertandatangan di bawah ini :

Nama : Aji Rachma Dewantara

NIM 40040217060023

Program Studi : Diploma III Teknik Mesin

Demi Pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Diponegoro **Hak Bebas Royalti Non eksklusif** (*None- exclusive Royalty Free Right*) atas karya saya yang berjudul :

”Perbandingan nilai kekerasan pada potongan melintang material vcn yang di quenching menggunakan oli dengan vcn yang di quenching dengan air dan vcn yang di normalizing”

Dengan Hak Bebas Royalty / Non eksklusif ini Universitas Diponegoro berhak menyimpan, mengalihkan media / formatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (database), merawat, dan mempublikasikan Tugas Akhir saya, selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis / pencipta dan sebagai Hak Cipta.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Semarang, 27 Juli 2020

Yang menyatakan,

Aji Rachma Dewantara

## MOTTO DAN PERSEMBAHAN

### **Motto :**

- a. Jangan mati – matian mengejar sesuatu yang tak bisa dibawa mati.
- b. Melakukan sesuatu dengan senang hati dan ikhlas.
- c. Jangan pernah lari dari suatu masalah.
- d. Biasakan untuk jadi yang lebih baik.
- e. Hidup itu melawan arus, hanya sampah dan ikan mati yang mengikuti arus.

### **Persembahan :**

- a. Tuhan Yang Maha Esa, atas segala rahmat dan karunianya-Nya.
- b. Bapak dan Ibu saya tercinta yang telah berjuang untuk pendidikan anaknya ini, serta do'a dan dukungan yang tiada hentinya.
- c. Segenap keluarga dan saudara yang telah mendo'akan.
- d. Sahabat – sahabatku yang telah memberikan berjuta kenangan dan semangat.
- e. Segenap dosen, staf dan karyawan PSD III Teknik Mesin Universitas Diponegoro.
- f. Teman-teman ZUIGER angkatan 2017 di PSD III Teknik Mesin SV Undip.

## KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis sampaikan kehadiran Tuhan Yang Maha Esa yang senantiasa melimpahkan rahmat, karunia dan berkah-Nya karena penulis dapat menyelesaikan penyusunan laporan tugas akhir dengan judul "Study eksperimental perbandingan nilai kekerasan pada potongan melintang material vcn yang di quenching menggunakan oli dengan vcn yang di quenching dengan air dan vcn yang di normalizing"

Dalam penulisan laporan tugas akhir ini, penulis banyak mendapatkan bimbingan dari berbagai pihak, baik seara langsung maupun tidak langsung. Oleh karena itu dengan segala kerendahan hati, penulis mengucapkan banyak terima kasih kepada :

1. Bapak Prof. Dr. Ir Budiyono, M.Si, selaku Dekan Sekolah Vokasi Universitas Diponegoro Semarang
2. Bapak Drs. Ireng Sigit Atmanto, M.Kes, selaku Ketua Program Studi Diploma III Teknik Mesin Sekolah Vokasi Universitas Diponegoro Semarang.
3. Bapak Susastro, ST, MT, selaku Dosen Pembimbing Tugas Akhir yang telah membimbing selama penyusunan Tugas Akhir.
4. Bapak Bambang Setyoko, ST, M.Eng, selaku Dosen Wali.
5. Kedua Orang tua serta keluarga yang telah memberikan do'a, kepercayaan dan dorongan serta semangat.
6. Kelompok Tugas akhir yang telah bekerja sama dengan baik serta saling membantu.
7. Teman-teman angkatan 2017 Diploma III Teknik Mesin Undip yang telah memberikan semangat dan do'a selama penyusunan tugas akhir ini.



8. Dan semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu-persatu yang telah membantu dalam pelaksanaan dan penyusunan laporan Tugas akhir baik secara moral maupun material.

Penulis menyadari bahwa masih banyak kekurangan dan keterbatasan ilmu dalam penyusunan laporan ini, maka segala bentuk kritik dan saran yang membangun sangat penulis harapkan.

Penulis berharap, semoga semua pihak yang telah memberikan bantuan, diberi balasan kebajikan. Amin. Semoga laporan ini bisa bermanfaat bagi penulis sendiri khususnya dan para pembaca secara umum, baik dari kalangan akademis maupun yang lain.

Semarang, 22 September 2020

Penulis

## ABSTRAKSI

Material VCN adalah salah satu produk baja paduan rendah kekuatan tinggi. Untuk meningkatkan kekerasan logam dapat dilakukan dengan beberapa cara, yaitu dengan proses *heat treatment* yang diikuti dengan proses *quenching* atau *normalizing*. *Heat treatment* adalah proses perlakuan panas untuk mengubah struktur dengan jalan memanaskan *specimen* pada elektrik *terance* (tungku) pada temperatur rekristalisasi selama periode waktu tertentu.

Dalam tugas akhir ini dilakukan uji kekerasan pada material VCN yang di Quenching dalam media pendingin Oli. pengujian dilakukan dengan menggunakan alat uji kekerasan Rockwell Hardness dan menggunakan indenter Diamond Cone dengan pembebanan 150 Kgf. Pengambilan sampel dilakukan pada 25 titik yang berbeda pada permukaan potongan melintang dari *specimen*. Pengujian ini dilakukan guna mengetahui homogenitas tingkat kekerasan pada *specimen* uji. Dari hasil pengujian yang dilakukan didapatkan hasil rata-rata nilai kekerasan sebesar 56,08 HRC, dengan standard deviasi sebesar 0,775 HRC. Dari hasil perhitungan standar deviasi dapat disimpulkan bahwa tingkat kekerasan dari permukaan pada potongan melintang material VCN adalah sama pada semua titik

**Kata Kunci** : VCN, *Quenching*, *Rockwell Hardness*, Standar Deviasi, *T-test*.

## **ABSTRACT**

*VCN material is one of the high strength low alloy steel products. To increase the hardness of metal, it can be done in several ways, namely by a heat treatment process followed by a quenching or normalizing process. Heat treatment is a heat treatment process to change the structure by heating the specimen in an electric terance (furnace) at recrystallization temperature for a certain period of time.*

*In this final project, a hardness test was carried out on the VCN material quenched in oil cooling media. The test was carried out using the Rockwell Hardness hardness tester and using a Diamond Cone indenter with a loading of 150 Kgf. Sampling was carried out at 25 different points on the cross-sectional surface of the specimen. This test is carried out to determine the homogeneity of the hardness level in the test specimen. From the results of the tests carried out, the average value of hardness was 56.08 HRC, with a standard deviation of 0.775 HRC. From the calculation of standard deviation it can be concluded that the level of hardness of the surface at the cross section of the VCN material is the same at all points*

**Keywords:** *VCN, Quenching, Rockwell Hardness, Standard Deviation, T-test.*

## DAFTAR ISI

HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS.....	ii
HALAMAN TUGAS PROYEK AKHIR .....	iii
HALAMAN LEMBAR PERSETUJUAN .....	iv
HALAMAN PENGESAHAN.....	v
HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI.....	vi
MOTTO DAN PERSEMBAHAN .....	vii
KATA PENGANTAR .....	viii
ABSTRAKSI.....	x
<i>ABSTRACT</i> .....	xi
DAFTAR ISI.....	xii
DAFTAR GAMBAR .....	xiv
DAFTAR TABEL.....	xv
BAB I.....	1
PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang Masalah .....	1
1.2 Rumusan Masalah .....	2
1.3 Tujuan .....	2
1.4 Batasan Masalah.....	3
1.5 Sistematika Penulisan Laporan .....	3
BAB II.....	5
DASAR TEORI .....	5
2.1 Uji Kekerasan ( <i>Hardness Testing</i> ).....	5
2.2 <i>Rockwell Hardness</i> (Uji Kekerasan Rockwell).....	10
2.3 Prinsip Kerja Rockwell Hardness .....	11
2.4 Bagian-Bagian Rockwell Hardness.....	13
2.5 Perlakuan Panas ( <i>Heat Treatment</i> ).....	14
2.5.1 Quenching .....	15
2.5.2 Annealing .....	17
2.5.3 Normalizing.....	17
2.5.4 Tempering .....	19
2.6 Material VCN.....	20
2.7 Perbandingan Statistik.....	21

2.7.1 Perbandingan Rata-rata (mean).....	21
2.7.2 Analisis Chi-Square .....	21
2.7.3 One Sample t-test .....	22
2.7.4 Independent Sample t-test .....	22
2.7.5 Paired Sample t-test.....	22
2.7.6 One Way ANOVA.....	23
BAB III.....	27
METODOLOGI .....	27
3.1 Percobaan Uji Kekerasan Rockwell .....	27
3.1.1 <i>Flowchart Uji</i> Rockwell.....	27
3.1.2 Penjelasan <i>Flowchart Uji</i> Rockwell.....	28
BAB IV .....	34
PEMBAHASAN .....	34
4.1 Hasil Pengujian .....	34
4.2 Perhitungan data hasil pengujian .....	35
4.3 Analisa Hasil Pengujian .....	37
4.3.1 Analisa hasil perhitungan.....	37
4.3.2 Analisa Perbandingan.....	37
BAB V.....	50
PENUTUP.....	50
5.1 Kesimpulan .....	50
5.2 Saran.....	51
DAFTAR PUSTAKA .....	52
LAMPIRAN.....	53

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 rumus <i>Brinell</i> .....	6
Gambar 2.3 Uji <i>Rockwell</i> .....	7
Gambar 2.4 Indentor <i>Rockwell</i> .....	8
Gambar 2.5 Uji <i>Vickers</i> .....	8
Gambar 2.6 Rumus <i>Vickers</i> .....	9
Gambar 2.7 Uji <i>Micro</i> .....	10
Gambar 2.8 Rumus Uji <i>Micro</i> .....	10
Gambar 2.9 <i>Rockwell Hardness</i> .....	11
Gambar 2.10 Diamond Cone Indentor .....	12
Gambar 2.11 Steel Ball.....	12
Gambar 2.12 bagian-bagian <i>Rockwell Hardness</i> .....	13
Gambar 2.13 Diagram Fasa <i>Heat Treatment</i> .....	14
Gambar 2.14 Diagram T-t <i>Heat Treatment</i> .....	18
Gambar 3.1 <i>Flowchart</i> Uji kekerasan.....	27
Gambar 3.2 Material VCN .....	28
Gambar 3.5 Tabung Oksigen.....	29
Gambar 3.6 Tabung gas Elpiji 3kg.....	29
Gambar 3.7 Nozzle .....	30
Gambar 3.8 Tungku .....	30
Gambar 3.9 Tang Penjepit.....	31
Gambar 3.10 Pemotongan melintang bahan uji.....	31
Gambar 3.11 Bahan uji setelah dipotong.....	31
Gambar 3.14 Amplas .....	32
Gambar 4.1 Penentuan titik uji kekerasan. ....	34
Gambar 4.2 Tabel Taraf Signifikan.....	42
Gambar 4.3 Diagram Hipotesa t-test .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>

## DAFTAR TABEL

<b>Tabel 2.1</b> Simbol Rockwell Hardness .....	12
<b>Tabel 2.2</b> Skala Biasa untuk Rockwell Hardness .....	12
<b>Tabel 4.1</b> Data hasil pengujian <i>Rockwell Hardness</i> .....	34
<b>Tabel 4.1</b> Data hasil pengujian <i>Rockwell Hardness</i> (Lanjutan) .....	35
<b>Tabel 4.2</b> Perhitungan Standar Deviasi VCN Sisi Bagian Dalam.....	35
<b>Tabel 4.2</b> Perhitungan Standar Deviasi VCN Sisi Bagian Dalam (Lanjutan).....	36
<b>Table 4.3</b> Data VCN Sisi Bagian Dalam yang di <i>quenching</i> menggunakan oli dan air.....	38
<b>Tabel 4.4</b> <i>t-Test Two Smple Assumsing Equal Variance</i> pada oli dan air .....	41
<b>Table 4.5</b> Data VCN Sisi Bagian Dalam dan VCN <i>Quenching</i> menggunakan oli dan <i>Normalizing</i> .....	45
<b>Tabel 4.6</b> <i>t-Test Two Smple Assumsing Equal Variance</i> pada VCN yang di Quenching dengan oli dan VCN yang di Normalizing .....	47