

SKRIPSI

**ANALISIS KETIDAKPASTIAN (*UNCERTAINTY*)
PENGUKURAN KEKERASAN MATERIAL
MENGUNAKAN MIKROSKOP *OLYMPUS SZ61* DAN
*STM6-LM***



MUHAMMAD GIFARI ICHLASUL AMAL

03051381621105

PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN

JURUSAN TEKNIK MESIN

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS SRIWIJAYA

2021

SKRIPSI

**ANALISIS KETIDAKPASTIAN (*UNCERTAINTY*)
PENGUKURAN KEKERASAN MATERIAL MENGGUNAKAN
MIKROSKOP *OLYMPUS SZ61* DAN *STM6-LM***

**Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Mendapatkan Gelar Sarjana
Teknik Mesin Pada Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya**



OLEH :

MUHAMMAD GIFARI ICHLASUL AMAL

03051381621105

PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN

JURUSAN TEKNIK MESIN

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS SRIWIJAYA

2021

HALAMAN PENGESAHAN

**ANALISIS KETIDAKPASTIAN (*UNCERTAINTY*)
PENGUKURAN KEKERASAN MATERIAL MENGGUNAKAN
MIKROSKOP *OLYMPUS* SZ61 DAN STM6-LM**

SKRIPSI

Diajukan Untuk Melengkapi Salah Satu Syarat
Memperoleh Gelar sarjana Teknik Mesin
Pada Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya

Oleh:

MUHAMMAD GIFARI ICHLASUL AMAL
03051381621105

Palembang, 05 Agustus 2021

Diperiksa dan disetujui oleh :

Pembimbing



Irsyadi Yani, S.T, M.Eng, Ph.D
NIP.197112251997021001

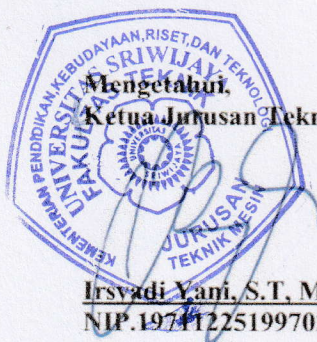
Barlin S.T, M.Eng, Ph.D
NIP.198106302006041001

JURUSAN TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS SRIWIJAYA

Agenda No. :
Diterima Tanggal :
Paraf :

SKRIPSI

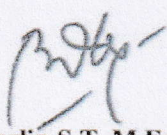
Nama : MUHAMMAD GIFARI ICHLASUL AMAL
NIM : 03051381621105
Jurusan : TEKNIK MESIN
Judul Skripsi : ANALISIS KETIDAKPASTIAN (*UNCERTAINTY*)
PENGUKURAN KEKERASAN MATERIAL
MENGUNAKAN MIKROSKOP *OLYMPUS* SZ61
DAN STM6-LM
Dibuat Tanggal : Mei 2021
Selesai Tanggal : Juli 2021



Palembang, 05 Agustus

Diperiksa dan disetujui oleh :

Pembimbing


Barlin S.T, M.Eng, Ph.D
NIP.198106302006041001

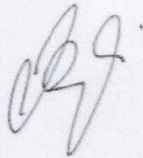
HALAMAN PERSETUJUAN

Karya tulis ilmiah berupa Skripsi ini dengan judul “ANALISIS KETIDAKPASTIAN (*UNCERTAINTY*) PENGUKURAN KEKERASAN MATERIAL MENGGUNAKAN MIKROSKOP *OLYMPUS SZ61* DAN *STM6-LM*” telah dipertahankan di hadapan Tim Penguji Karya Tulis Ilmiah Fakultas Teknik Program Studi Teknik Mesin Universitas Sriwijaya pada tanggal 15 Juli 2021.

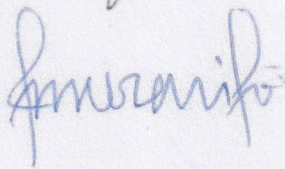
Palembang, 15 Juli 2021

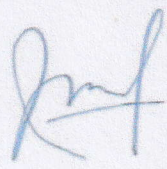
Tim Penguji Karya tulis ilmiah berupa Proposal Skripsi:

Ketua :

1. Irsyadi Yani, S.T, M.Eng, Ph.D ()
NIP. 197112251997021001

Anggota :

1. Amir Arifin, S.T, M.Eng, Ph.D ()
NIP. 197909272003121004

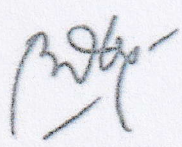
2. Gunawan, S.T, M.T, Ph.D ()
NIP. 197705072001121001


Mengetahui,
Ketua Jurusan Teknik Mesin
Irsyadi Yani, S.T, M.Eng, Ph.D
NIP.197112251997021001

Palembang, 05 Agustus 2021

Diperiksa dan disetujui oleh :

Pembimbing


Barlin S.T, M.Eng, Ph.D
NIP.198106302006041001

HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI

Yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Muhammad Gifari Ichlasul Amal

NIM : 03051381621105

Judul : Analisis Ketidakpastian (*Uncertainty*) Pengukuran Kekerasan

Material Menggunakan Mikroskop *Olympus SZ61* dan *STM6-LM*

Memberikan izin kepada Pembimbing dan Universitas Sriwijaya untuk mempublikasikan hasil penelitian saya untuk kepentingan akademik apabila dalam waktu 1 (satu) tahun tidak mempublikasikan karya penelitian saya. Dalam kasus ini saya setuju untuk menempatkan Pembimbing sebagai penulis korespondensi (Corresponding author)

Demikian, pernyataan ini saya buat dalam keadaan sadar dan tanpa ada paksaan dari siapapun.

Palembang, 05 Agustus 2021



Muhammad Gifari Ichlasul Amal

NIM : 03051381621105

HALAMAN PERNYATAAN INTEGRITAS

Yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Muhammad Gifari Ichlasul Amal

NIM : 03051381621105

Judul : Analisis Ketidakpastian (*Uncertainty*) Pengukuran Kekerasan Material
Menggunakan Mikroskop *Olympus SZ61* dan *STM6-LM*

Menyatakan bahwa skripsi saya merupakan hasil karya saya sendiri didampingi tim pembimbing dan bukan hasil penjiplakan/plagiat dalam skripsi ini. Apabila ditemukan unsur penjiplakan/plagiat dalam skripsi ini, maka saya bersedia menerima sanksi akademik dari Universitas Sriwijaya sesuai dengan aturan yang berlaku.

Demikian, saya buat pernyataan ini dalam keadaan sadar dan tanpa ada paksaan dari siapapun.



Palembang, 05 Agustus 2021



Muhammad Gifari Ichlasul Amal
NIM : 03051381621101

RINGKASAN

ANALISIS KETIDAKPASTIAN (*UNCERTAINTY*) PENGUKURAN KEKERASAN MATERIAL MENGGUNAKAN MIKROSKOP *OLYMPUS SZ61* DAN STM6-LM

Karya tulis ilmiah berupa skripsi, 15 Juli 2021

Muhammad Gifari Ichlasul Amal; Dibimbing oleh Barlin, S.T, M.Eng, Ph.D

Uncertainty Analysis Of Materials Hardness Measurement Using *Olympus SZ61* and STM6-LM Microscopes

xxviii + 115 Halaman, 25 Tabel, 48 Gambar, 8 Lampiran

RINGKASAN

Stainless steel, baja karbon rendah dan alumunium merupakan material yang banyak digunakan di berbagai bidang dan industri. Aplikasi *stainless steel*, baja karbon rendah, dan alumunium sangat beragam, mulai dari peralatan rumah, industri kimia, konstruksi bangunan, *spare part* kendaraan, komponen mesin, komponen kapal, hingga unsur bagian pesawat. Penggunaan *stainless steel*, baja karbon rendah, dan alumunium yang sangat luas kerap sekali konsumen tidak mengetahui apakah material tersebut layak digunakan dalam beberapa periode. Untuk mengetahui material tersebut layak atau tidak salah satunya bisa dilihat dari nilai kekerasannya apakah telah sesuai dengan standar nilai kekerasan material tersebut, sehingga perlu dilakukan pengujian kekerasan dengan beberapa metode yaitu *vickers* dan *brinell/rockwell*. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk menganalisa dan mengkaji perbandingan nilai hasil uji kekerasan dengan standar nilai kekerasan disetiap spesimen dan metodenya. Kemudian hasil uji kekerasan diukur diameter identasinya menggunakan Mikroskop *Olympus SZ61* yang terdapat di Laboratorium Metalurgi dengan Mikroskop *Olympus STM6-LM* yang terdapat di Laboratorium *Computer Numerical Control* (CNC). Dari hasil

pengukuran diolah kembali, sehingga didapatkan nilai kekerasan dan nilai ketidakpastian (*Uncertainty*). Maka dari itu dilakukan uji kekerasan dengan beberapa metode yaitu *vickers* dan *brinell/rockwell* untuk mengetahui nilai kekerasan disetiap materialnya apakah sesuai dengan standar nilai kekerasan dari material tersebut. Pada *stainless steel* diperoleh nilai kekerasan *vickers* menggunakan mikroskop SZ61 249 kg/mm^2 dengan nilai ketidakpastian relatif sebesar 1,3%, sedangkan menggunakan mikroskop *Olympus* STM6-LM diperoleh nilai kekerasannya 250 kg/mm^2 dengan nilai ketidakpastian relatif sebesar 2,0%. Pada *stainless steel* diperoleh nilai kekerasan *brinell* menggunakan mikroskop *Olympus* SZ61 193 kg/mm^2 dengan nilai ketidakpastian relatif sebesar 0,3%, sedangkan menggunakan mikroskop *Olympus* STM6-LM diperoleh nilai kekerasannya 216 kg/mm^2 dengan nilai ketidakpastian relatif sebesar 0,3%. Untuk baja karbon rendah diperoleh nilai kekerasan *vickers* menggunakan mikroskop *Olympus* SZ61 156 kg/mm^2 dengan nilai ketidakpastian relatif sebesar 0,6%, sedangkan menggunakan mikroskop *Olympus* STM6-LM diperoleh nilai kekerasannya 182 kg/mm^2 dengan nilai ketidakpastian sebesar 1,3%. Untuk baja karbon rendah diperoleh nilai kekerasan *brinell* menggunakan mikroskop *Olympus* SZ61 151 kg/mm^2 dengan nilai ketidakpastian relatif sebesar 0,2%, sedangkan menggunakan mikroskop *Olympus* STM6-LM diperoleh nilai kekerasannya 173 kg/mm^2 dengan nilai ketidakpastian relatif sebesar 0,3%. Pada bahan uji alumunium diperoleh nilai kekerasan *vickers* menggunakan mikroskop *Olympus* SZ61 44 kg/mm^2 dengan nilai ketidakpastian sebesar 0,5%, sedangkan menggunakan mikroskop *Olympus* STM6-LM diperoleh nilai kekerasannya 51 kg/mm^2 dengan nilai ketidakpastian relatif sebesar 1,6%. Pada bahan uji alumunium diperoleh nilai kekerasan *rockwell* menggunakan mikroskop *Olympus* SZ61 & mikroskop *Olympus* STM6-LM sebesar 83 kg/mm^2 dengan nilai ketidakpastian relatif sebesar 0,3%.

Kata Kunci : *Stainless steel*, baja karbon rendah, alumunium, metode kekerasan, nilai ketidakpastian

SUMMARY

UNCERTAINTY ANALYSIS OF MATERIALS HARDNESS MEASUREMENT USING *OLYMPUS SZ61 AND STM6-LM MICROSCOPES*

Scientific papers in the form of Undergraduate Thesis, July 15th, 2021

Muhammad Gifari Ichlasul Amal; Supervised by Barlin, S.T, M.Eng, Ph.D

Analisis Ketidakpastian (*Uncertainty*) Pengukuran Kekerasan Material
Menggunakan Mikroskop SZ61 dan STM6-LM

xxviii + 115 Pages, 25 Tables, 48 Pictures, 8 Attachment

SUMMARY

Stainless steel, low carbon steel and aluminium are materials that are widely used in various fields and industries. The widespread use of stainless steel, low carbon steel and aluminium often does not know if the materials is worth using in some period. To know whether the materials is viable or not sure of them can be seen from the value of hardness. Whether it is in accordance with the standard of hardness value of the materials, so it is necessary to conduct a hardness test with several methods namely vickers and brinell/rockwell. The purpose of this study is to analyze and review the comparison of the value of hardness test results with the standard of hardness value in each materials and its methods. Then the hardness test results measured the diameter of the indenter using Olympus SZ61 Microscope located in the Metallurgical Laboratory with Olympus STM6-LM Mikroskop located in the Computer Numerical Control (CNC) Laboratory. From the results of the measurement in reprocessed, so that the value of hardness and the uncertainty value. Therefore, a hardness test is conducted with several methods, namely vickers and brinell/rockwell to know the value of hardness on each materials. In stainless steel vickers hardness value obtained using microscope SZ61 249 kg/mm^2 with relative uncertainty value of 1,3%, while using a microscope

Olympus SRM6-LM obtained a hardness value 250 kg/mm^2 with a relative uncertainty value of 2,0%. In stainless steel brinell hardness value obtained using Olympus SZ61 Microscope 193 kg/mm^2 with a relative uncertainty value of 0,3%, while using Olympus STM6-LM Microscope obtained a hardness value 216 kg/mm^2 with a relative uncertainty value of 0,3%. For low carbon steel vickers hardness value obtained using an Olympus SZ61 Microscope 156 kg/mm^2 with a relative uncertainty value of 0,6%, while using Olympus STM6-LM Microscope obtained a hardness value of 182 kg/mm^2 with an uncertainty value of 1,3%. For low carbon steel brinell hardness value obtained using an Olympus SZ61 Microscope 151 kg/mm^2 with a relative uncertainty value of 0,2%, while using Olympus STM6-LM Microscope obtained a hardness value of 173 kg/mm^2 with a relative uncertainty value of 0,3%. In aluminium test materials obtained vickers hardness value using Olympus SZ61 Microscope 44 kg/mm^2 with a value of uncertainty of 0,5%, while using a Olympus STM6-LM Microscope obtained a hardness value of 51 kg/mm^2 with a relative uncertainty value of 1,6%. In aluminium test material obtained rockwell hardness value using Olympus SZ61 Microscope & Olympus STM6-LM Microscope of 83 kg/mm^2 with a relative uncertainty value of 0,3%.

Key Words : Stainless steel, low carbon steel, aluminium, hardness methods, value of uncertainty

KATA PENGANTAR

Skripsi yang berjudul “Analisis Ketidakpastian (*Uncertainty*) Pengukuran Kekerasan Material Menggunakan Mikroskop *Olympus SZ61* dan *STM6-LM*”, disusun untuk melengkapi salah satu syarat mendapatkan Gelar Sarjana Teknik pada Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya.

Pada kesempatan ini dengan setulus hati penulis menyampaikan rasa hormat dan terima kasih yang tak terhingga atas segala bimbingan dan bantuan yang telah diberikan dalam penyusunan tugas akhir ini kepada:

1. Bapak Hifni Alfian dan Ibu Alya Rosalia selaku orang tua, serta kakak dan adik kandung, yang selalu memberi doa, kekuatan dan kesabaran serta dukungan baik moral maupun materil.
2. Barlin, S.T, M.Eng, Ph.D sebagai Dosen Pembimbing Skripsi yang telah banyak sekali memberikan arahan dan saran dalam menyelesaikan skripsi ini.
3. Irsyadi Yani, S.T, M.Eng, Ph.D selaku Ketua Jurusan Teknik Mesin Universitas Sriwijaya.
4. Amir Arifin, S.T, M.Eng, Ph.D selaku Sekretaris Ketua Jurusan Teknik Mesin Universitas Sriwijaya.
5. Gunawan, S.T, M.T, Ph.D selaku Pembina Mahasiswa Jurusan Teknik Mesin Universitas Sriwijaya.
6. Seluruh Dosen Teknik Mesin Universitas Sriwijaya untuk segala ilmu yang sangat bernilai bagi penulis.

Penulis menyadari bahwa dalam penulisan skripsi ini masih banyak sekali kekurangan karena keterbatasan ilmu yang penulis miliki. Oleh karena itu, saran dan kritik yang membangun untuk kelanjutan skripsi ini ke depannya akan sangat membantu. Akhir kata penulis berharap semoga Skripsi ini dapat bermanfaat bagi kemajuan ilmu pengetahuan di masa yang akan datang di kemudian hari.

Palembang, 05 Agustus 2021



Muhammad Gifari Ichlasul Amal

NIM : 03051381621105

DAFTAR ISI

Halaman

Halaman Judul.....	i
Halaman Pengesahan.....	v
Halaman Persetujuan	ix
Halaman Pernyataan Persetujuan Publikasi	xi
Halaman Persetujuan Integritas	xiii
Ringkasan.....	xv
Summary	xvii
Kata Pengantar	xix
Daftar Isi	xx
Daftar Gambar	xxiii
Daftar Tabel.....	xxvi
Daftar Lampiran.....	xxviii
BAB 1 PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang.....	2
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Batasan Masalah.....	3
1.4 Tujuan Penelitian.....	3
1.5 Manfaat Penelitian.....	3
1.6 Metode Penelitian.....	4
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA	
2.1 Pengujian Kekerasan	5
2.2 Metode Pengujian Kekerasan	6
2.2.1 Metode Pengujian Kekerasan <i>Brinell</i>	8
2.2.2 Metode Pengujian Kekerasan <i>Vickers</i>	9
2.2.3 Metode Pengujian Kekerasan <i>Rockwell</i>	11
2.2.3.1 Prinsip Pengujian Kekerasan <i>Rockwell</i>	13
2.3 Proses Pengujian Kekerasan	13

2.3.1	Prosedur Pengujian Kekerasan <i>Brinell</i>	14
2.3.2	Prosedur Pengujian Kekerasan <i>Vickers</i>	15
2.3.3	Prosedur Pengujian Kekerasan <i>Rockwell</i>	17
2.4	Prosedur Pengujian Kekerasan.....	18
2.5	Ketidakpastian Pengukuran Kekerasan	18
2.5.1	Sumber Ketidakpastian.....	19
2.5.2	Klasifikasi Komponen Ketidakpastian	20
2.5.2.1	Evaluasi Ketidakpastian Baku Tipe A.....	22
2.5.2.2	Evaluasi Ketidakpastian Baku Tipe B	25
2.5.3	Ketidakpastian Pengukuran Berbagai Tingkat Rantai Metrologi ..	26
2.6	<i>Stainless Steel</i> dan Paduannya	34
2.6.1	Karakteristik <i>Stainless Steel</i>	36
2.6.2	Sifat Fisik <i>Stainless Steel</i>	37
2.6.3	Sifat Kimia <i>Stainless Steel</i>	38
2.6.4	Jenis – jenis <i>Stainless Steel</i>	39
2.7	Baja dan Paduannya	41
2.7.1	Klasifikasi Baja Berdasarkan Persentase Karbon	42
2.7.2	Klasifikasi Baja Berdasarkan Komposisi	43
2.7.3	Pengaruh Unsur Paduan Pada Baja	45
2.8	Alumunium dan Paduannya.....	45
2.8.1	Karakteristik Alumunium	48
2.9	Alat Ukur	51
2.9.1	Mikroskop.....	52
2.9.2	Bagian - bagian Mikroskop dan Fungsinya	55
2.10	<i>Riview</i> Penelitian Terdahulu	60

BAB 3 METODOLOGI PENELITIAN

3.1	Diagram Alir Penelitian.....	61
3.1.1	Studi Pustaka.....	62
3.1.2	Studi Literatur	62
3.2	Alat dan Bahan.....	65
3.3	Prosedur Penelitian.....	66
3.3.1	Persiapan Alat dan Bahan	66

3.3.2	Proses Pembersihan Bahan	66
3.4	Metode Pengujian.....	67
3.4.1	Pengujian Kekerasan	67
3.4.1.1	Uji Kekerasan <i>Brinell</i>	69
3.4.1.2	Uji Kekerasan <i>Vickers</i>	71
3.4.1.3	Uji Kekerasan <i>Rockwell</i>	74
3.4.2	Menentukan Hasil Ketidakpastian	75
BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN		
4.1	Hasil Uji Kekerasan <i>Vickers</i>	82
4.2	Hasil Uji Kekerasan <i>Brinell</i>	87
4.3	Hasil Uji Kekerasan <i>Rockwell</i>	89
4.4	Hasil Ketidakpastian Pengukuran Kekerasan Menggunakan Mikroskop <i>Olympus SZ61</i>	89
4.4.1	Hasil Ketidakpastian Pengukuran <i>Vickers</i>	91
4.4.2	Hasil Ketidakpastian Pengukuran <i>Brinell</i>	93
4.4.3	Hasil Ketidakpastian Pengukuran <i>Rockwell</i>	96
4.5	Hasil Ketidakpastian Pengukuran Kekerasan Menggunakan Mikroskop <i>Olympus STM6-LM</i>	96
4.5.1	Hasil Ketidakpastian Pengukuran <i>Vickers</i>	98
4.5.2	Hasil Ketidakpastian Pengukuran <i>Brinell</i>	100
4.5.3	Hasil Ketidakpastian Pengukuran <i>Rockwell</i>	103
BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN		
5.1	Kesimpulan	106
5.2	Saran	106
DAFTAR PUSTAKA		107
LAMPIRAN		111

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Prinsip Pengujian <i>Brinell</i>	7
Gambar 2.2	Prinsip Pengujian <i>Vickers</i>	9
Gambar 2.3	Prinsip Pengujian <i>Rockwell</i>	11
Gambar 2.4	Dial Indikator Pada Mesin <i>Rockwell</i>	11
Gambar 2.5	Metode Pengujian Kekerasan <i>Brinell</i>	14
Gambar 2.6	Hasil Tapak Tekan Pengujian <i>Vickers</i>	15
Gambar 2.7	Jenis Identor dan Jenis Beban Utama Pada Metode <i>Rockwell</i> .	16
Gambar 2.8	Metode Pengujian <i>Rockwell</i> Skala C.....	17
Gambar 2.9	Persamaan Distribusi Kemungkinan <i>Rectangular</i>	23
Gambar 2.10	Persamaan Distribusi Kemungkinan <i>Triangular</i>	24
Gambar 2.11	Persamaan Distribusi Kemungkinan Bentuk-U.....	24
Gambar 2.12	Persamaan Distribusi <i>Gaussian</i> atau Normal.....	24
Gambar 2.13	Struktur Rantai Metrologi.....	26
Gambar 2.14	Mistar.....	49
Gambar 2.15	Meteran.....	49
Gambar 2.16	Jangka Sorong.....	50
Gambar 2.17	Mikrometer Sekrup.....	50
Gambar 2.18	Neraca Digital.....	51
Gambar 2.19	Neraca Ohaus.....	51
Gambar 2.20	Neraca Pegas.....	51
Gambar 2.21	Bagian - bagian Mikroskop.....	52
Gambar 3.1	Diagram Alir Penelitian.....	61
Gambar 3.2	Pelat <i>Stainless Steel</i> 304.....	62
Gambar 3.3	Pelat Baja Karbon Rendah.....	63
Gambar 3.4	Pelat Aluminium.....	63
Gambar 3.5	Mesin Uji Kekerasan <i>Brinell Type</i> VKH-2E.....	63
Gambar 3.6	Mesin Uji Kekerasan <i>Vickers Type</i> BH-3CF.....	64
Gambar 3.7	Mesin Uji Kekerasan <i>Rockwell Type</i> RH-3N.....	64
Gambar 3.8	Mikroskop <i>Olympus</i> SZ61.....	64

Gambar 3.9	Mikroskop <i>Olympus</i> STM6-LM	65
Gambar 3.10	Gerinda	65
Gambar 3.11	Amplas <i>Grit</i> 80, 100, 1000, 2000	65
Gambar 3.12	Sampel Pengujian Sebelum di Amplas	66
Gambar 3.13	Sampel Pengujian Setelah di Amplas.....	66
Gambar 3.14	Teknik Pengujian Kekerasan	67
Gambar 3.15	Alat Uji Kekerasan <i>Brinell</i>	69
Gambar 3.16	Alat Uji Kekerasan <i>Vickers</i>	71
Gambar 3.17	Alat Uji Kekerasan <i>Rockwell</i>	74
Gambar 4.1	Grafik Nilai Kekerasan <i>Vickers</i> Untuk <i>Stainless Steel</i> , Baja Karbon Rendah dan Alumunium Menggunakan Mikroskop <i>Olympus</i> SZ61.....	78
Gambar 4.2	Grafik Regresi Linier Dari Nilai Kekerasan <i>Vickers</i> Untuk <i>Stainless Steel</i> , Baja Karbon Rendah dan Alumunium Menggunakan Mikroskop <i>Olympus</i> SZ61	79
Gambar 4.3	Grafik Nilai Kekerasan <i>Vickers</i> Untuk <i>Stainless Steel</i> , Baja Karbon Rendah dan Alumunium Menggunakan Mikroskop <i>Olympus</i> STM6-LM.....	80
Gambar 4.4	Grafik Regresi Linier Dari Nilai Kekerasan <i>Vickers</i> Untuk <i>Stainless Steel</i> , Baja Karbon Rendah dan Alumunium Menggunakan Mikroskop <i>Olympus</i> STM6-LM	81
Gambar 4.5	Grafik Nilai Kekerasan <i>Brinell</i> Untuk <i>Stainless Steel</i> dan Baja Karbon Rendah Menggunakan Mikroskop <i>Olympus</i> SZ61	83
Gambar 4.6	Grafik Regresi Linier Dari Nilai Kekerasan <i>Brinell</i> Untuk <i>Stainless Steel</i> dan Baja Karbon Rendah Menggunakan Mikroskop <i>Olympus</i> SZ61.....	84
Gambar 4.7	Grafik Nilai Kekerasan <i>Brinell</i> Untuk <i>Stainless Steel</i> dan Baja Karbon Rendah Menggunakan Mikroskop <i>Olympus</i> STM6-LM.....	85

Gambar 4.8	Grafik Regresi Linier Dari Nilai Kekerasan <i>Rockwell</i> Untuk Alumunium Menggunakan Mikroskop <i>Olympus SZ61</i> & Mikroskop <i>Olympus STM6-LM</i>	86
Gambar 4.9	Grafik Nilai Kekerasan <i>Rockwell</i> Untuk Alumunium Menggunakan Mikroskop <i>Olympus SZ61</i> & Mikroskop <i>Olympus STM6-LM</i>	88
Gambar 4.10	Grafik Regresi Linier Dari Nilai Kekerasan <i>Rockwell</i> Untuk Alumunium Menggunakan Mikroskop <i>Olympus SZ61</i> & Mikroskop <i>Olympus STM6-LM</i>	88

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1	Skala <i>Rockwell</i>	12
Tabel 2.2	Jenis - jenis Skala Pada Pengujian Kekeraan <i>Rockwell</i>	16
Tabel 2.3	Standar Baja <i>Ferritic</i>	28
Tabel 2.4	Standar Baja <i>Austenitic</i>	29
Tabel 2.5	Standar Baja <i>Austenitic / Ferritic Duplex</i>	30
Tabel 2.6	Stabdar Baja <i>Special</i>	31
Tabel 2.7	Biaya Standar Baja	33
Tabel 2.8	Sifat - sifat Mekanik Alumunium.....	47
Tabel 2.9	Sifat - sifat Fisik Alumunium.....	48
Tabel 3.1	Kombinasi Antara Diameter Indenter dan Beban Uji.....	68
Tabel 3.2	Hubungan Antara Tanda Kekerasan dan Beban Pengujian	70
Tabel 3.3	Hubungan Antara Kekerasan <i>Rockwell</i> dan Skala Kekerasan	72
Tabel 4.1	Hasil Kekerasan <i>Vickers</i> Untuk Spesimen <i>Stainless Steel</i> , Baja Karbon Rendah dan Alumunium Menggunakan Mikroskop <i>Olympus SZ61</i>	78
Tabel 4.2	Hasil Kekerasan <i>Vickers</i> Untuk Spesimen <i>Stainless Steel</i> dan Baja Karbon Rendah dan alumunium Menggunakan Mikroskop <i>Olympus STM6-LM</i>	78
Tabel 4.3	Hasil Kekerasan <i>Brinell</i> Untuk Spesimen <i>Stainless Steel</i> dan Baja Karbon Rendah Menggunakan Mikroskop <i>Olympus SZ61</i>	83
Tabel 4.4	Hasil Kekerasan <i>Brinell</i> Untuk Spesimen <i>Stainless Steel</i> dan Baja Karbon Rendah Menggunakan Mikroskop <i>Olympus STM6-LM</i>	83
Tabel 4.5	Hasil Kekerasan <i>Rockwell</i> Untuk Spesimen Alumunium Menggunakan Mikroskop <i>Olympus SZ61</i> & Mikroskop <i>Olympus STM6-LM</i>	87
Tabel 4.6	Hasil Ketidakpastian Dari Pengukuran Kekerasan <i>Vickers</i> Untuk Spesimen <i>Stainless Steel</i> , Baja Karbon Rendah dan Alumunium Menggunakan Mikroskop <i>Olympus SZ61</i>	91

Tabel 4.7	Hasil Ketidakpastian Dari Pengukuran Kekerasan <i>Brinell</i> Untuk Spesimen <i>Stainless Steel</i> dan Baja Karbon Rendah Menggunakan Mikroskop <i>Olympus SZ61</i>	93
Tabel 4.8	Hasil Ketidakpastian Dari Pengukuran Kekerasan <i>Rockwell</i> Untuk Spesimen Alumunium Menggunakan Mikroskop <i>Olympus SZ61</i> ...	94
Tabel 4.9	Hasil Ketidakpastian Dari Pengukuran Kekerasan <i>Vickers, Brinell</i> dan <i>Rockwell</i> Untuk Spesimen <i>Stainless Steel</i> , Baja Karbon Rendah dan Alumunium Menggunakan Mikroskop <i>Olympus SZ61</i>	95
Tabel 4.10	Hasil Ketidakpastian Dari Pengukuran Kekerasan <i>Vickers</i> Untuk Spesimen <i>Stainless Steel</i> , Baja Karbon rendah dan Alumunium Menggunakan Mikroskop <i>Olympus STM6-LM</i>	98
Tabel 4.11	Hasil Ketidakpastian Dari Pengukuran Kekerasan <i>Brinell</i> Untuk Spesimen <i>Stainless Steel</i> dan Baja Karbon Rendah Menggunakan Mikroskop <i>Olympus STM6-LM</i>	100
Tabel 4.12	Hasil Ketidakpastian Dari Pengukuran Kekerasan <i>Rockwell</i> Untuk Spesimen Alumunium Menggunakan Mikroskop <i>Olympus STM6-LM</i>	101
Tabel 4.13	Hasil Ketidakpastian Dari Pengukuran Kekerasan <i>Vickers, Brinell</i> dan <i>Rockwell</i> Untuk Spesimen <i>Stainless Steel</i> , Baja Karbon Rendah dan Alumunium Menggunakan Mikroskop <i>Olympus STM6-LM</i>	103

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1	<i>Vickers Hardness Tester Machine Type VHK-2E</i>	111
Lampiran 2	<i>Brinell Hardness Tester Machine Type BH-3CF</i>	111
Lampiran 3	<i>Rockwell Hardness Tester Machine Type RH-3N</i>	112
Lampiran 4	Mikroskop <i>Olympus SZ61</i>	112
Lampiran 5	Mikroskop <i>Olympus STM6-LM</i>	113
Lampiran 6	Spesimen Pengujian	113
Lampiran 7	Uji Kekerasan Metode <i>Vickers, Brinell dan Rockwell</i>	114
Lampiran 8	Standar Nilai Kekerasan <i>Stainless Steel, Baja Karbon Rendah dan Alumunium</i>	115

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Stainless steel merupakan baja yang sedikitnya mengandung 10,5%. *Stainless steel* mempunyai daya tahan terhadap oksidasi yang cukup tinggi di udara pada suatu temperatur lingkungan, pada umumnya didapatkan apabila *stainless steel* mempunyai kandungan sedikitnya 13% khrom dari beratnya. khrom dapat membentuk suatu lapisan tidak aktif Kromium(III) Oksida (Cr_2O_3) pada saat bertemu oksigen. Lapisan tersebut sangat tipis jika dilihat dengan mata telanjang, sehingga logamnya akan selalu berkilau. *Stainless steel* menjadi tahan air dan udara, hal itu dapat melindungi logam yang terdapat di bagian bawah lapisan tersebut. Kejadian ini diartikan sebagai *Passivation* dan terdapat pada logam yang lain, seperti pada titanium dan alumunium. Pada umumnya untuk membuat sebuah besi yang tahan akan terhadap karat, diperlukan kandung khrom sebagai salah satu bahan paduan yang sangat penting. Untuk menghasilkan sebuah besi yang mempunyai kualitas terbaik, diperlukan penambahan beberapa kandungan sebagai berikut, salah satunya Molibdenum (Mo) bertujuan untuk memperbaiki ketahanan korosi *pitting* dan korosi celah dari unsur karbon rendah dan penambahan unsur penstabil karbida (niobium dan titanium) yang nantinya bertujuan menekan korosi batas butir pada suatu material yang mengalami proses sensitasi.

Low carbon steel atau biasa disebut sebagai besi karbon rendah merupakan material yang paling banyak dipakai sebagai bahan industri karena mempunyai nilai ekonomis dan mempunyai sifat-sifatnya yang beragam, dari yang paling lunak sehingga mudah dibentuk sampai yang paling keras dan tajam. Pada umumnya baja karbon yang digunakan di bidang metalurgi banyak dijadikan sebagai baja konstruksi dan baja permesinan. Pada jenis baja ini dituntut untuk mempunyai sifat yang beragam, misalnya tahan terhadap aus akibat komponen

(bantala) yang saling bergesekan. Untuk menghasilkan komponen dengan sifat-sifat tertentu maka perlu dilakukan proses logam lebih lanjut untuk mendapatkan kekerasan dari baja tersebut dan memperbaiki sifat permukannya (Achmad syarief, 2006).

Material logam kedua terbanyak yang digunakan setelah baja adalah alumunium. Aplikasi pada alumunium sangatlah luas, seperti peralatan mesin, komponen kendaraan, komponen pada kapal, hingga bagian pesawat. Pada dasarnya kegunaan alumunium banyak digunakan karena sifatnya yang mudah untuk di angkat dan tahan terhadap korosi. Alumunium dan kompositnya memiliki tingkat kekerasan dan ketangguhan yang cukup tinggi. Alumunium di identifikasikan kuat dengan pengecoran, karena material alumunium komersial pertama adalah coran, seperti alat memasak dan bagian dekoratif, yang berinovasi pembaruan dan kegunaan logam baru

Metode yang digunakan dalam pengujian kali ini adalah menguji *stainless steel*, baja karbon rendah dan alumunium dengan menggunakan metode uji kekerasan dan menentukan nilai ketidakpastian dari pengukuran kekerasan antara *stainless steel*, baja karbon rendah dan alumunium tersebut.

1.2 Rumusan Masalah

Proses uji kekerasan pada penelitian ini dilakukan untuk mendapatkan nilai kekerasan yang diharapkan memiliki nilai yang sesuai dengan standarisasi nilai kekerasan di setiap spesimennya. Dari nilai kekerasan yang didapat nantinya akan diolah kembali untuk menentukan nilai ketidakpastian dari pengukuran kekerasan. Dalam proses uji kekerasan ini menggunakan metode *Vickers* dan *Brinell*, yang dimana hasil dari uji kekerasan akan diukur diameter indentasinya menggunakan mikroskop yang terdapat di Laboratorium Metalurgi dan Laboratorium *Computer Numerical Control* (CNC), sehingga dapat diketahui mana yang mendekati dengan standar nilai kekerasan. Untuk mendapatkan hasil tersebut maka dilakukan penelitian analisis ketidakpastian (*uncertainty*) dari pengukuran kekerasan material dengan metode *Vickers*, *Brinell* dan *Rockwell*.

1.3 Batasan Masalah

1. Spesimen yang digunakan adalah pelat *stainless steel*, pelat baja karbon rendah dan pelat aluminium.
2. Alat yang digunakan adalah mesin *Vickers* (VHN), *Brinell* (BHN), dan Mikroskop Digital di Laboratorium Metalurgi dan di Laboratorium *Computer Numerical Control* (CNC) jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya.
3. Pada penelitian kali ini hanya menguji kekerasan dan mencari nilai ketidakpastian dari pengukuran uji kekerasan.

1.4 Tujuan Penelitian

1. Untuk mengetahui perbandingan nilai kekerasan material dengan nilai standar kekerasan.
2. Untuk mengetahui nilai diameter indentasi menggunakan mikroskop *Olympus SZ61* dan *STM6-LM*
3. Untuk mengetahui nilai ketidakpastian (*uncertainty*) dari hasil pengukuran kekerasan material.

1.5 Manfaat Penelitian

1. Pengaplikasian ilmu teknik mesin.
2. Menjadi referensi untuk eksplorasi terkait
3. Sebagai masukan bagi lembaga yang bergerak dibidang kalibrasi alat atau mesin.

1.6 Metode Penelitian

Penulisnya mencari beberapa sumbernya yang dipergunakan didalam tahap pada pembuatan skripsi ini, antara lain :

1. Literatur

Memahami, mempelajari dan mengutip data dari berbagai literatur, journal, referensi-referensi dan media pembelajaran.

2. Eksperimental

Merupakan suatu eksperimen dan penelitian untuk menghasilkan spesimen uji dengan data-data di luar ruang sehingga dilakukannya suatu pengujian dan mendata data di laboratorium ataupun lapangan kerja.

DAFTAR PUSTAKA

- Amani, N. & Arief, Dodi Sofyan. (2015). *Kalibrasi Jangka Sorong Nonius (Vernier Calliper) Berdasarkan Standar JIS B 7507 Di Laboratorium Pengukuran Teknik Mesin Universitas Riau*. 2(2), 1-7.
- Antika, L., Julianty, E., Miroah, A., Nurul, A. dan Hapsari, F. (2012). *Pengukuran (Kalibrasi) Volume Dan Massa Jenis Alumunium*. 13(1), 22-28.
- Anwar, Muh. (2019). Uji Bahan Plat Drum Pada Temperatur 100°C, 200°C, 300°C, 400°C, 500°C Dengan Uji Kekerasan. *Jurnal Ilmiah Teknosains*. 5(2), 70-76.
- C. Ferrero. (2002). Brinell and Vickers Uncertainty Estimation. *European CO-Operation For Accreditation*. 1-16. <http://www.researchgate.net/publication/323029367>.
- Bashori, Hasan. (2020). Uji Material Alumunium Paduan Dengan Metode Kekerasan Rockwell. *Journal Mechanical and Manufacture Technology*. 1(1), 24-26.
- Budiantono, Sigit. (2016). Measurement System Analysis Repeatability Dan Reproducibility (Gauge R&R) Pada Alat Vickers Hardness Tester Di PT Jaykay Files Indonesia. *Undergraduate Thesis*. 1-55.
- Dani, Nurya Rachmat., Mulyadi. & Sunardi. (2020). Analisis Kuat Impact, Kekerasan dan Struktur Mikro Stainless Steel 304 Setelah Melalui Proses Hardening 900°C dan Tempering 200°C, 300°C dan 400°C. *Jurnal Ilmiah Mesin Inovasi Dan Teknologi*. 1(1), 69-77.
- Dawam, Choirul. (2019). Analisa Struktur Mikro Dan Kekerasan Pada Baja Tumpang 4,6,8 Dan Stainless Steel. *Undergraduate (SI) Thesis*. 9-12.
- Ehrenstein, G. W. (2019). Mikroskopie. *Mikroskopie*. 1-15. <https://doi.org/10.3139/9783446462014.fm>.
- Euro Inox. (2007). Table of Technical Properties Second Edition. Materials and Applications, Volume 5, Luxembourg.
- Firmansyah. (2021). *Hardness Test*. <https://www.detech.co.id/hardness-test/>. Diakses pada 19 Mei 2021.
- Hadijaya & Barenzani, N. (2012). *Kualifikasi Operator Micro Hardness Tester Di Laboratorium IEBE*. (9), 53-68.
- Haris, B., Koswara, E. dan Sulaeman, M. (2019). Proses Uji Dimensi, Uji Kekerasan Dengan Metode Rockwell Dan Uji Komposisi Kimia. *Prosiding Industrial Research Workshop and National Seminar*. 10(1), 539-541.
- Haryono, Irsyad., Tarkono. & Zulhanif. (2013). Effect Of Slab Thickness On Weld Distortion Results In Medium Carbon Steel AISI 1045 By SMAW Method. *Jurnal Ilmiah Teknik Mesin*. 1(3), 65-78.

- Jumiati, Ety. (2017). Ketidakpastian Pada Pengukuran. *Modul Praktikum Fisika Dasar 1*. Sumatera Utara: FKIP UIN.
- Kalpakjian, S. & Schmid, S,. (2013). Manufacturing engineering and technology, SI 6th Edition, Pearson, 1216.
- Kumayasari, Magdalena Feby. (2017). Studi Uji Kekerasan Rockwell Superficial VS Microvickers. *Jurnal Teknologi Proses dan Inovasi Industri*. 2(2): 85-86.
- Kusuma, Aster. (2004). *Pedoman Evaluasi dan Pelaporan Ketidakpastian Pengukuran*. Jakarta: K.A, Nasional.
- Maulana, Nizar Bagas. (2018). Pengaruh Variasi Beban Indentor Vickers Hardness Tester Hasil Uji Kekerasan Material Alumunium Dan Besi Cor. *Jurnal Teknik Mesin MERC (Mechanical Engineering Research Collection)*. 1(1).
- Nugroho, Fajar. (2015). Pengaruh Rapat Arus Anodizing Terhadap Nilai Kekerasan Plat alumunium Paduan AA Seri 2024-T3. *Jurnal Ilmiah Bidang Teknologi*. 7 (2), 40-41.
- Nukman. (2019). *Aturan Umum Praktikum Material Teknik*. 1–44.
- Pratowo, Bambang. & H.R. Fernando Ary. (2018). Analisa Kekerasan Baja Karbon AISI 1045 Setelah Mengalami Perlakuan Quenching. *Jurnal Teknik Mesin*. 5(2), 1-30.
- Purba, A. (2007). Penentuan Rumus Ketidakpastian Pengukuran Uji Kekerasan Vickers. *Prosiding Pustek Akselator dan Proses Bahan*. 45(52), 32-36.
- Rauf, Fentje Abdul., Sappu, Frans P. & Lakat, Arwanto M.A. (2018). Uji Kekerasan Dengan Menggunakan Alat Microhardness Vickers Pada Berbagai Jenis Material Teknik. *Jurnal Tekno Mesin*. 5(1), 21-24.
- Rifnaldy, R., & Mulianti. (2019). Pengaruh Perlakuan Panas Hardening Tempering Terhadap Kekerasan (Hardness) Baja AISI 1045. *Journal of Multidisciplinary Research Development*. 1(4): 953-954.
- Setiawan, Hera. (2014). Pengujian Kekerasan Dan Komposisi Kimia Produk Cor Propeler Alumunium. *Prosiding Seminar Nasional Sains dan Teknologi*. 1(1), 31-33.
- Subagiyo. (2017). Analisis Hasil Kekerasan Metode Vickers Dengan Variasi Gaya Pembebanan Pada Baja. *Jurnal Ilmiah dan Teknologi*. 6(2), 9-13.
- Syarief, Achmad. (2006). Uji Kekerasan Baja Konstruksi ST-42 Pada Proses Heat Treatment. *Jurnal Keilmuan dan Aplikasi Teknik*. 7(1), 48-55.
- Syarief, Muhammad Adnan. (2017). Macam-macam Alat Ukur. *Macam-macam Alat Ukur Beserta Fungsinya*. <https://enjiner.com/macam-macam-alat-ukur/>. Diakses pada 24 Mei 2017.
- Taqwa, Muhammad Zadit. (2017). *Analisis Hasil Uji Kekerasan Pada Limbah Plastik Daur Ulang Dengan Metode Rockwell*. Diponegoro: Universitas Muhammadiyah.

- Wardoyo, Joko Tri. (2005). Metode Peningkatan Tegangan Tarik Dan Kekerasan Pada Baja Karbon Rendah Melalui Baja Fasa Ganda. *Jurnal Teknologi Industri*. 10(3), 237-248.
- Zulfebri & Arief, Dodi Sifyan. (2015). *Kalibrasi Jangka Sorong Jam Ukur (Dial Calliper) Dengan Menggunakan Metode Standar JIS B 7507-1993 Di Laboratorium Pengukuran Teknik Mesin Universitas Riau*. 2(2), 1-10.